

Arte de ensayar con el soplete, cualitativa y cuantitativamente, los minerales, aleaciones y productos metalúrgicos / por C.F. Plattner / publicado en ingles con un apendice de Berzelius acerca del modo de ensayar los cálculos urinarios, etc. / por el Dr. Sheridan Muspratt.

Contributors

Plattner, Carl Friedrich, 1800-1858.
Muspratt, Sheridan.
Moriana, Ignacio Fernandez de Henestrosa.

Publication/Creation

Madrid : M. Rivadeneyra, 1853.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/da8rf9jb>

License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



П. VII. е.

19/



22102382088

Med
K1453



ANTE

1812-1813

ANTE

DE

ENSAYOS CON EL SORLETO.

ARTE

DE

ENSAYAR CON EL SOPLETE,

CUALITATIVA Y CUANTITATIVAMENTE,

LOS MINERALES, ALEACIONES Y PRODUCTOS METALÚRGICOS,

POR C. F. PLATTNER,

profesor de la Academia de Minas de Freiberg;

PUBLICADO EN INGLES CON UN APÉNDICE

DE BERZELIUS

ACERCA DEL MODO DE ENSAYAR LOS CÁLCULOS URINARIOS, ETC.,

POR EL

DR. SHERIDAN MUSPRATT,

profesor de Química y autor de varias obras de esta ciencia;

TRADUCIDO AL CASTELLANO DE LA SEGUNDA EDICION INGLESA, CON VISTA DE LA PRIMERA
Y ÚLTIMA ALEMANAS,

POR D. IGNACIO FERNANDEZ DE HENESTROSA,
CONDE DE MORIANA.

MADRID,

IMPRENTA Y ESTEREOTIPÍA DE M. RIVADENEYRA,
Salón del Prado, núm. 8.

1853.

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

162424

32752 083

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	welMOfec
Call	
No.	QD

EXCELENTÍSIMA SEÑORA MARQUESA DE VILLADARIAS,

PRINCESA DE SANTO MAURO Y DE VINTIMILLA, SEÑORA DE LA VILLA DE GALÁPAGOS, GRANDE DE ESPAÑA DE PRIMERA CLASE, DAMA DE LA REINA NUESTRA SEÑORA Y DE LA REAL ÓRDEN DE DAMAS NOBLES DE LA REINA MARÍA LUISA.

AMADA MADRE MIA : ya que hoy, por nuestra desgracia, haya de ofrecer á V. sola este trabajo, dignese aceptarlo como una expresion la mas sincera del inextinguible cariño que le profesa su respetuoso y amante hijo,

Q. B. S. P.,

IGNACIO FERNANDEZ DE HENESTROSA, CONDE DE MORIANA.

EXCERPTA DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA

UNIVERSIDAD DE LA HABANA
BIBLIOTECA DE LA HABANA
EXCERPTA DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA
LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA
DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA

La Biblioteca de la Universidad de la Habana
tiene el honor de comunicar a V. S. que
se ha recibido de la Biblioteca de la
Universidad de la Habana, la obra
de V. S. titulada "Historia de la
Universidad de la Habana", en
cuatro tomos, en la cual se
trata de la fundación y desarrollo
de la Universidad de la Habana,
y de la vida de sus profesores y
alumnos.

O. R. R. P.

En la Habana, a 10 de Mayo de 1888.

PRÓLOGO.

Si la obra que me cabe la suerte de ofrecer al público tuviera necesidad de mi poco autorizada voz y de mis esfuerzos para ser conocida y estimada, seria temerario seguramente presentarla con la sola garantía de mi nombre. Pero basta pronunciar el de su autor para que cuantos han saludado siquiera la química y la mineralogía, ó se han dedicado á trabajos metalúrgicos y de explotacion, reconozcan en PLATTNER al famoso autor de los *Análisis cualitativos y cuantitativos al Soplete*, viendo con gusto al mismo tiempo hacerse popular un medio, tan sencillo como exacto, de distinguir y apreciar las sustancias todas del Reino Mineral y los productos metalúrgicos. Si, á pesar de esto, hubiese de encomiar el original de la presente Obra, bastaria para satisfaccion general recordar que el ilustre Berzelius, el Baron Liebig, Rose, Kane, etc., han hecho de él inmensos elogios y lo han recomendado en términos que hoy es conocido en todos los laboratorios de Europa.

No me ha movido, sin embargo, á hacer este trabajo su reputacion de utilidad, justamente adquirida, y apreciada mucho há por los sabios y los que se dedican á las ciencias naturales; mi anhelo es persuadir con la práctica y la autoridad

de Plattner, que no se requieren conocimientos profundos de química para sacar provecho del uso del Soplete, y que, por el contrario, hasta las personas casi ajenas á la mineralogía y á la química pueden utilizar la aplicacion de este instrumento y reportar ventajas de su empleo, que, segun M. Dumas, solo para los perezosos tiene dificultades.

Es decir, que, además de que el Químico y el Farmacéutico se familiaricen mas y mas con este precioso medio de análisis; que el Mineralogista pueda inmediatamente hacerse cargo de los caractéres químicos de los minerales; que el Oficial facultativo tenga un medio cómodo y expedito de apreciar las sales precisas para sus fabricaciones, y de ensayar los metales que ha de fundir y las aleaciones, escorias, etc., que de ellos resulten; que el Artífice, que el Fundidor sepan analizar tanto estas cuanto los minerales que destinan y preparan para la fundicion; que el Aficionado ó el Explotador de minas no se vea precisado á recurrir á otros para calcular sus especulaciones, ó para fundar sus tantas veces fallidas esperanzas, ni á fiarse de mas autoridad ni de mas fe que de la que deba otorgar á sus propios ojos; que el Agricultor tenga manera de apreciar la calidad de las tierras que cultiva; que el Industrial no tome á ciegas las sustancias indispensables para sus procedimientos; y por fin, que el Facultativo en el pueblo mas extraviado y mas desprovisto ejecute en el momento, bien un ensayo de medicina legal, bien el análisis de un cálculo ó el de las aguas medicinales.

Hé aquí por qué he hecho uso indistintamente de la nomenclatura de Thenard y de la de Berzelius al nombrar las sustancias y al dar razon de ellas y de sus reacciones. Cualesquiera que sean los conocimientos de química del que lea esta Obra y practique su doctrina, ora haya estudiado aquella ciencia con detencion, ora la conozca solo por cima, mas aun, y aunque parezca aventurado, sea que la ignore completamente, no

dudo asegurarle que, dejándose guiar por este libro, puede llegar por medio del Soplete á resultados materiales, útiles, tan positivos como fáciles de obtener.

No he creído excederme ni faltar á ningun principio establecido escribiendo los nombres de ciertos cuerpos y minerales segun la ortografía que me ha parecido mas racional. Muchos de ellos, como v. gr. el Tungsteno, llevan en casi todos los países una denominacion derivada del apellido del sabio Scheele, que nosotros acertamos con dificultad á pronunciar; otros se citan valiéndose de voces francesas, alemanas, inglesas, etc., ó de localidades de naciones extrañas que la costumbre de oír hace pronunciar bien, pero que cuando es preciso escribirlas conservan aun entre nosotros una ortografía muy diferente de la nuestra, y muy distante las mas veces de producir el sonido que estamos acostumbrados á escuchar; v. gr., la *Proustita*, la *Ouwarowita*, la *Tschewkinita*, la *Przibramita*, etc. He acomodado pues estas voces lo mas posible á nuestra lengua, y conservo todas aquellas letras que, aunque inútiles para nosotros, no influyen demasiado en su pronunciacion, y no las alejan tanto de su origen, prestando así un medio mas de reconocerlas y de hallarlas en las Obras francesas de Mineralogía, que nos son tan familiares, ó mas, que las impresas en nuestro propio idioma. Y siendo el *Tratado de Mineralogía* de M. Dufrénoy una de las Obras mas generales y reputadas, he seguido su nomenclatura mineralógica constantemente.

En cuanto al nombre que doy á varios de los pequeños aparatos é instrumentos necesarios, ó que se emplean para mayor comodidad en estos análisis, no he titubeado en aplicarles el que me ha parecido mas análogo al de los objetos empleados en grande escala con un fin semejante. Así, por ejemplo, llamo baqueta al cilindro de madera para hacer los cartuchos de papel de sosa, porque le dan ese nombre los que los fabrican para fusil; del mismo modo que llamo cartucho al

cilindro hueco de papel que se forma con aquel sencillo instrumento, porque tiene la figura de tal.

Las notas que llevan al fin escrito «Muspratt» son debidas á este sabio, y me han parecido tan oportunas y tan propias del asunto, que no he dudado añadirlas, así como tambien el Análisis del Vanadio, inserto en su traduccion inglesa de esta obra, de que van hechas ya dos ediciones.

Como quiera que el ilustre Berzelius sea la primera autoridad en la materia, y el cronista, por decirlo así, del arte de hacer análisis al Soplete, Plattner hace servir de introduccion á su obra ciertos trozos de la que publicó Berzelius con el título de *Aplicacion del Soplete á los Análisis Químicos y á las Determinaciones Mineralógicas*. De ella he traducido la *Historia del Soplete*, tomando un poco mas que Plattner y añadiendo íntegros y por via de apéndice, á imitacion de Muspratt, los análisis de los cálculos urinarios, etc., presentados por el inmortal autor en dicho libro.

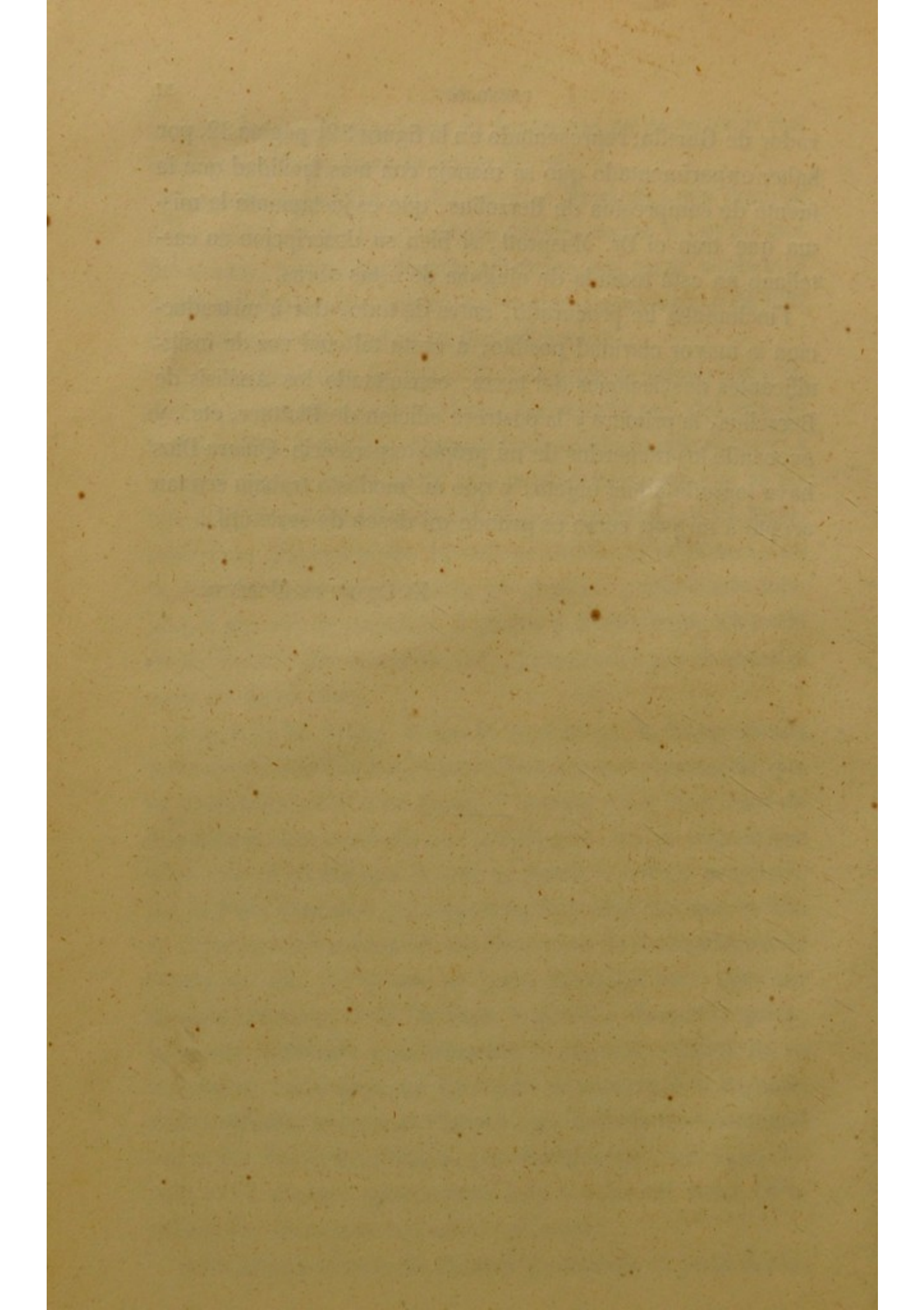
A la vista he tenido, á mas de la primera, la última edicion de los Análisis de Plattner, extraordinariamente aumentada, que no há mucho publicó su autor; y aunque estoy muy léjos de desconocer el gran mérito que la distingue, soy de opinion que ni en este ni en utilidad le cede un punto la edicion primitiva, por la justa concision y la oportuna brevedad con que en ella se describen los análisis de los Minerales, de los Productos de Fundicion, etc. No es este un juicio particular mio, sino una honrosa adhesion al de los Dres. Sobrero y Muspratt, quien, habiendo publicado recientemente la segunda edicion de su envidiable traduccion, ha preferido la primera á la segunda aumentadísima edicion de Plattner, por hallarla mas elemental y mas útil. No es de extrañar, por consiguiente, que haya elegido yo sin dudar, apoyándome esta y otras mil veces en la autorizada eleccion de tan sabio traductor.

De la última edicion de Plattner he copiado el perfil del la-

vador de Gmelin, representado en la figura 39, página 32, por haber experimentado que se maneja con mas facilidad que la fuente de compresion de Berzelius, que es justamente la misma que trae el Dr. Muspratt, si bien su descripcion en castellano no está tomada de ninguna de estas obras.

Finalmente, he procurado, antes de todo, dar á mi traduccion la mayor claridad posible, á costa tal cual vez de insignificantes desviaciones del texto, consultando los Análisis de Berzelius, la primera y la postrera edicion de Plattner, etc., y evocando los recuerdos de mi propia experiencia. Quiera Dios haya logrado aquel objeto, y que mi modesto trabajo sea tan acepto á mi país como es grande mi deseo de serle útil.

EL CONDE DE MORIANA.



ÍNDICE POR ÓRDEN DE MATERIAS.

SECCION I.

DEL USO DEL SOPLETE EN LOS ANÁLISIS QUÍMICOS Y EN LOS ENSAYOS MINERALÓGICOS.

	Pág.
HISTORIA DEL SOPLETE.	
I. DEL SOPLETE.	6
II. DEL COMBUSTIBLE.	7
III. DE LA INSUFLACION Y DE LA LLAMA.	10
Llama de Oxidacion.. . . .	12
Llama de Reduccion.	13
IV. DE LOS SOPORTES.	14
1. Carbon.	14
2. Alambre de Platino.	14
3. Hoja de Platino.	15
4. Tubos de vidrio.	16
5. Redomas de vidrio.	16
6. Cucharilla de platino.	16
7. Cápsulas de arcilla.	17
8. Crisoles de arcilla.	18
9. Papel de Sosa.	19
10. Mezcla de carbon y arcilla.	20
V. INSTRUMENTOS Y APARATOS PARA LOS ANÁLISIS.	21
1. Balanza.	21
2. Escala de pesos.	21
3. Lente.	21
4. Pinzas.. . . .	21
5. Mortero de ágata.	23
6. Martillo.	24
7. Yunque.	24

	Pág.
8. Taladros para el carbon.	25
9. Sierra para el carbon.	26
10. Soporte para el carbon..	27
11. Pantalla de platino..	28
12. Cápsula de laton.	28
13. Tijera.	29
14. Cuchillo.	29
15. Limas.	29
16. Molde de copelas.	29
17. Cucharilla de marfil.	30
18. Pincel.	30
19. Criba para el plomo.	30
20. Iman.	30
21. Medida para el plomo.	31
22. Baqueta para cartuchos.	31
23. Espátula de hierro..	31
24. Tubos de ensayo y embudos.	31
25. Pipeta..	32
26. Lavador.	32
27. Vidrios de reloj.	33
28. Baños de porcelana.	33
29. Frasco para el aceite.	33
VI. REACTIVOS PARA EL SOPLETE.	34
1. Carbonato de Sosa (Sosa).	34
2. Biborato de Sosa (Borax).	35
3. Fosfato de Sosa y amoniaco (Sal de fósforo).	35
4. Nitrato de potasa (Salitre ó Nitro.	36
5. Sulfato de potasa.	36
6. Bisulfato de potasa.	36
7. Ácido bórico vitrificado.	36
8. Cloruro amónico.	37
9. Carbonatò de amoniaco.	37
10. Oxalato de amoniaco.	37
11. Nitrato de plata.	37
12. Disolucion de nitrato de cobalto.	38
13. Disolucion de Cloruro Sódico platinico.	38
14. Sulfato de cobre.	39
15. Acetato de plomo.	39
16. Oxalato de níquel.	39
17. Óxido cúprico.	39
18. Silice.	40
19. Espato fluor.	40
20. Sulfato de cal (yeso).	40
21. Ceniza de huesos.	40

	Pág.
22. Plomo de ensayos.	41
23. Cloruro sódico (Sal común).	41
24. Polvo de carbon.	41
25. Grafito (Plombagina).	42
26. Estaño.	42
27. Hierro.	42
28. Alambre de plata.	42
29. Ácido nítrico.	43
30. Ácido hidrocórico.	43
31. Ácido sulfúrico.	43
32. Ácido acético.	43
33. Ácido tártrico.	43
34. Potasa cáustica.	43
35. Amoniaco cáustico.	44
36. Sulfuro amónico.	44
37. Alcohol (espíritu de vino).	44
38. Papeles reactivos.	44
(a) Papel azul de tornasol.	44
(b) Papel de tornasol enrojecido.	44
(c) Papel de Fernambuco.	45
(d) Papel de Curcuma.	45
Agua destilada.	45
Ácido sulfhídrico.	45

SECCION II.

ANÁLISIS CUALITATIVOS AL SOPLETE.	49
I. REGLAS GENERALES PARA LOS ENSAYOS CUALITATIVOS AL SOPLETE.	49
Reglas generales para hallar los componentes de un mineral, mata, etc., por las cuales pueden casi todos descubrirse, calen- tándolos con los reactivos, ó sin ellos, á la llama del Soplete.	50
1. Ensayo con el Borax.	53
2. Ensayo con la sal de fósforo.	58
3. Ensayo con la Sosa.	58
(a) Fusibilidad de una sustancia con carbonato de sosa.	59
(b) Reduccion de los óxidos metálicos con la sosa.	60
Reglas generales para los ensayos cualitativos al Soplete por las cuales, y con la cooperacion de la via húmeda, se hallan los diversos elementos de los cuerpos compuestos.	64
1. Fusion de las sustancias con Borax y Carbonato de Sosa.	63

	Pág.
2. Tratamiento con el ácido hidroclórico de las sustancias fundidas con Sosa y Borax.	67
3. Fusion con el Nitrato y con el Bisulfato de Potasa.	68
4. Disolucion en el Agua de las sustancias fundidas con Nitrato ó con Bisulfato de Potasa.	71
5. Precipitacion por medio de los reactivos cristalizados ó en polvo de los diversos componentes de las sustancias disueltas en los líquidos.	71
6. Decantacion, filtracion y lavado.	72
7. Deseccacion de los residuos y precipitados.	73
TABLA I. ALCALIS Y TIERRAS.	76-77
Comportamiento al Soplete de los Alcalis Potasa, Sosa, Litina y Amoniaco.	77
Comportamiento al Soplete de las Tierras Barita, Estronciana, Cal, Magnesia, Alúmina, Glucina, Itria, Terbia, Erbia, Zircona, Torina y Silice.	77
TABLA II. ÓXIDOS Y ÁCIDOS METÁLICOS.	78-79
Comportamiento al Soplete de los óxidos metálicos Cerio, Lantano, Didimio, Manganeso, Hierro, Cobalto, Níquel.	79
Zinc, Cadmio, Plomo, Bismuto, Urano, Cobre.	80-81
Plata, Mercurio, Platino, Paladio, Rodio, Iridio, Rutenio, Oro, Estaño.	82-83
Antimonio y Cromo.	84-85
Comportamiento al Soplete de los ácidos metálicos Teluroso, Molíbdeno, Niobico, Pelopico.	84-85
Túngstico, Vanádico, Tantálico y Titánico.	86-87
DESCRIPCION DE LOS FENÓMENOS que presentan los sublimados de algunos metales cuando se funden ó se calientan fuertemente á la llama del Soplete.	88
Selenio.	88
Teluro.	88
Arsénico.	88
Antimonio.	88
Bismuto.	88
Plomo.	89
Cadmio.	89
Zinc.	89
Estaño.	89
Plata.	89
Azufre, Cloro, Bromo y Iodo.	89
ANÁLISIS CUALITATIVOS al Soplete de los Minerales, Matas, Productos de Operaciones Metalúrgicas y demás Cuerpos Metálicos y no Metálicos pertenecientes al Reino Mineral.	90
(a) Análisis de los Óxidos Metálicos que forman Alcalis y Tierras.	90
1. Potasa.	90

	Pág.
2. Sosa.	92
3. Litina.	94
4. Amoniaco.	95
5. Barita.	96
6. Estronciana.	98
7. Cal.	100
8. Magnesia.	111
9. Alúmina.	116
10. Glucina.	125
11. Itria.	127
12. Zircona.	156
13. Torina.	159
(b) Análisis de los Metales y de sus Óxidos.	
1. Cerio.	141
2. Manganeso.	145
3. Zinc.	147
4. Cobalto.	149
5. Niquel.	151
6. Hierro.	157
7. Cadmio.	164
8. Plomo.	165
9. Bismuto.	168
10. Urano.	171
11. Cobre.	175
12. Plata.	180
13. Mercurio.	185
14. Platino, Paladio, Rodio, Iridio, Osmio.	185
15. Oro.	187
16. Estaño.	189
17. Antimonio.	191
18. Molibdeno.	196
19. Tungsteno.	198
20. Vanadio.	200
21. Tántalo.	202
22. Titano.	204
23. Cromo.	206
24. Teluro.	209
25. Arsénico.	210
26. Selenio.	217
(c) Análisis de los Cuerpos y Ácidos no Metálicos.	
1. Agua.	219
2. Ácido Nítrico.	220
3. Azufre y Ácido Sulfúrico.	221
4. Ácido fosfórico.	225

	Pág.
5. Cloro.	225
6. Bromo.	226
7. Iodo.	227
8. Fluor.	228
9. Carbono y Ácido Carbónico.	229
10. Ácido Bórico.	250
11. Silice.	251
EJEMPLOS DE APLICACION DE LOS MÉTODOS de análisis al Soplete para descubrir en los cuerpos compuestos las sustancias que los constituyen.	
(A) Sales.	255
1. Sulfato de Potasa.	255
2. Nitrato de Potasa.	254
3. Ioduro Potásico.	255
4. Carbonato de Sosa.	255
5. Cloruro Amónico.	256
6. Sulfato de Sosa.	256
7. Alumbre de Potasa.	256
8. Bromuro Sódico.	257
9. Sulfato de Magnesia.	257
10. Cloruro Lítico.	258
11. Estronciana Sulfatada.	258
12. Cal Carbonatada.	259
13. Sseudo-Apatita.	259
14. Cloruro Sódico.	242
15. Borax.	243
16. Plomo Fosfatado.	243
17. Niquel Arseniatado.	244
18. Wolfram.	243
(B) Aluminatos.	247
Espinela.	247
(C) Silicatos.	248
1. Wolastonita.	249
2. Piedra de Jabon.	249
3. Pirosmalita.	250
4. Feldespato.	251
5. Escoria.	252
6. Escoria del Cobre Negro.	255
(D) Compuestos de Óxidos Metálicos.	255
1. Cobalto Oxidado Negro.	255
2. Abstrich.	256
(E) Sulfuros, Arseniuros y Seleniuros.	257
1. Blenda.	258
2. Cobre Sulfurado Bismutífero.	259
3. Burnonita.	260

	Pág.
4. Níquel Arsenio Sulfurado.	260
5. Cobre Gris.	261
6. Matas ó Crudios.	262
7. Speis de Plomo.	264
8. Seleniuro de Cobre y Plomo.	266
(F) Ligas Metálicas que contienen poco ó nada de Arsénico.	267
1. Amalgama Nativa.	267
2. Plomo de Obra.	267
3. Estaño Impuro.	268
4. Cobre Negro.	269
5. Metal Inglés ó Blanco, Malchior, Alpaca.	270

SECCION III.

DESCRIPCION DE UN APARATO PARA LOS ANÁLISIS CUANTI- TATIVOS AL SOPLETE.	273
Análisis Cuantitativos al Soplete.	278
Preparacion de las sustancias sometidas al Análisis.	278
CLASIFICACION DE LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS AL SOPLETE.	279
I. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PLATA.	280
A. <i>Minerales y Productos de Fundicion.</i>	280
(a) Análisis Cuantitativo de la Plata en los Minerales que contienen elementos volátiles.	280
Peso y Mezcla del ensayo.	281
Fundicion del ensayo.	283
Tratamiento del Plomo de Obra obtenido de la fundicion.	287
Oxidacion.	287
Copelacion.	290
Peso de los glóbulos de Plata.	293
Tabla de compensacion de la pérdida de Plata por Copelacion.	296
(b) Análisis Cuantitativo de los Minerales y Productos de Fundicion que no contienen elementos volátiles, excepto el Cloro.	298
(c) Análisis Cuantitativo de los Productos de Fundicion que constan de Óxidos Metálicos fáciles de reducir sobre el Carbon.	299
(d) Análisis Cuantitativo de los Minerales que no son descompuestos sobre el Carbon por el Borax ó el Plomo.	300
B. <i>Ligas Metálicas.</i>	301
(a) Análisis Cuantitativo de las Aleaciones cuyo elemento principal es la Plata.	301
(b) Análisis Cuantitativo de la Plata en las Aleaciones en que predom- inan el Cobre y el Níquel.	302

	Pág.
(d) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas cuyos metales predominantes son el Plomo ó el Bismuto.	303
(e) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas en que el Antimonio ó el Zinc predominan.	303
(f) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas en que figura el Estaño como elemento principal.	306
(g) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas cuyo elemento principal es el Mercurio.	307
(h) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas cuyo elemento principal es el Hierro ó el Acero.	308
II. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ORO.	309
A. <i>Análisis cuantitativo de los Minerales de Oro, Minerales de Plata Auríferos, y Productos de Fundicion que contienen Oro y Plata.</i>	310
B. <i>Ligas Metálicas.</i>	
(a) Análisis Cuantitativo de las Ligas Metálicas que solo contienen Plata y Oro.	313
(b) Análisis Cuantitativos de las Aleaciones que contienen otros Metales además del Oro y de la Plata.	313
(c) Análisis Cuantitativo de las Amalgamas que constan de Oro y Azogue.	316
1. Determinacion del peso de los glóbulos de Oro y Plata, deducido de su volúmen.	317
Escala de Harkort.	317
Escala de Plattner.	320
2. Aplicacion de la Escala para determinar el peso de los glóbulos obtenidos en los análisis cuantitativos del Oro.	322
Tabla para apreciar el tanto por ciento de Plata y Oro de los glóbulos correspondientes á cada una de las divisiones de la Escala.	325
III. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL COBRE.	324
A. <i>Minerales y Productos de Fundicion.</i>	325
(a) Análisis cuantitativos de los Minerales y Productos de Fundicion que contienen elementos volátiles.	325
(b) Análisis cuantitativo de las sustancias que contienen el Cobre en estado de Oxidacion puro, ó combinado con Ácidos y Agua, ó vitrificado con Elementos Térreos, etc.	331
B. <i>Ligas Metálicas.</i>	332
(a) Análisis Cuantitativo de las Aleaciones de Cobre y Plomo.	333
(b) Análisis Cuantitativo de las Aleaciones que constan de Cobre, Hierro, Niquel, Cobalto, Zinc y Bismuto, en las que el Cobre está combinado con uno ó varios de estos Metales, y frecuentemente con Plomo, Antimonio y Arsénico.	336

(a) Afinacion del Cobre Negro Impuro, obtenido en grande escala de los minerales de Plomo cupríferos.	337
(b) Afinacion del Cobre Negro obtenido del tratamiento en grande escala del Cobre Sulfurado, y en general de los Minerales de Cobre que no contienen Plomo.	338
(c) Determinacion del tanto por ciento de Cobre en el Metal Blanco ó Malchior y en las Aleaciones Niquelíferas que contienen poco ó ningun Plomo.	338
(c) Análisis Cuantitativo de las ligas de Cobre y Antimonio.	340
(d) Análisis Cuantitativo de las Aleaciones de Cobre y Estaño.	341
IV. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PLOMO.	343
(a) Análisis Cuantitativo del Plomo en los Minerales y Productos de Fundicion que lo contienen combinado con el Azufre.	344
Método primero.	344
Método segundo.	351
(b) Estimacion del Plomo en los Minerales y en los Productos Artificiales que contienen este Metal en estado de Óxido combinado con Ácidos Minerales.	354
(c) Manera de apreciar la cantidad de Plomo en los Productos de Fundicion y en otras sustancias artificiales que contienen Plomo en estado de Óxido puro, ó combinado con Ácidos vegetales.	356
(d) Método para apreciar la cantidad del Plomo en los Minerales que contienen este Metal aleado con otros.	356
V. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ESTAÑO.	357
(a) Estimacion del Estaño en los Minerales y Productos de Fundicion en que el Estaño existe combinado con el Azufre	359
(b) Estimacion del Estaño en los Minerales y Productos de Fundicion que contienen este Metal en estado de Oxidacion.	363
(c) Estimacion del Estaño en las Aleaciones Estanníferas.	366

APÉNDICE.

CLASIFICACION DE LOS MINERALES OXIDADOS POR SU COMPORTAMIENTO AL SOPLETE.	369
COMPORTAMIENTO DE LOS CÁLCULOS URINARIOS AL SOPLETE.	374
ÍNDICE DE LOS MINERALES.	379

1. The first part of the paper is devoted to a general
 2. introduction of the subject, and to a statement of the
 3. objects of the present investigation. It is shown that
 4. the problem is of great importance, and that it has
 5. not been hitherto completely solved. The author
 6. then proceeds to a detailed examination of the
 7. various methods which have been proposed for
 8. its solution, and to a comparison of their
 9. results. It is found that the most satisfactory
 10. method is that of the author, which is based
 11. on the principle of the least squares. The
 12. results of this method are compared with those
 13. of the other methods, and it is shown that they
 14. are in excellent agreement. The author then
 15. discusses the application of the method to
 16. the solution of the problem of the motion of
 17. the planets, and to the determination of the
 18. orbits of comets. It is shown that the method
 19. is well adapted to these purposes, and that it
 20. gives results which are in excellent agreement
 21. with those obtained by other methods. The
 22. author concludes by stating that the method
 23. is of great value, and that it is well adapted
 24. to the solution of the problem of the motion
 25. of the planets, and to the determination of
 26. the orbits of comets.

APPENDIX

1. The first part of the appendix is devoted to a
 2. detailed examination of the various methods which
 3. have been proposed for the solution of the
 4. problem of the motion of the planets, and to a
 5. comparison of their results. It is found that the
 6. most satisfactory method is that of the author,
 7. which is based on the principle of the least
 8. squares. The results of this method are compared
 9. with those of the other methods, and it is shown
 10. that they are in excellent agreement. The author
 11. then discusses the application of the method to
 12. the solution of the problem of the motion of
 13. the planets, and to the determination of the
 14. orbits of comets. It is shown that the method
 15. is well adapted to these purposes, and that it
 16. gives results which are in excellent agreement
 17. with those obtained by other methods. The
 18. author concludes by stating that the method
 19. is of great value, and that it is well adapted
 20. to the solution of the problem of the motion
 21. of the planets, and to the determination of
 22. the orbits of comets.

SECCION I.

SECTION 1

DEL USO DEL SOPLETE

EN LOS ANÁLISIS QUÍMICOS Y EN LOS ENSAYOS MINERALÓGICOS.

HISTORIA DEL SOPLETE.

Los plateros, esmaltadores, y todos los que fabrican objetos de metal, se sirven para soldar piezas de cortas dimensiones de un instrumento llamado SOPLETE, por medio del cual dirigen la llama de una lámpara sobre los objetos de metal, colocados encima de un carbon, y consiguen el calor necesario para hacer entrar en fusion la liga metálica, que se conoce en las artes por el nombre de soldadura.

Empleóse en ellas este instrumento largo tiempo antes de que se pensara en aplicarlo á los ensayos químicos que se ejecutan por la via seca. Segun lo que dice Bergman, fué Anton Suab, sueco, y hombre de un talento notable para su época, el primero que hizo uso del soplete para ensayar minerales, hácia el año de 1738. Suab no dejó ningun escrito, y se ignora hasta qué punto llevó sus investigaciones ayudado de aquel instrumento.

Cronsted, que echó los cimientos de la mineralogía química, y cuya penetracion de tal modo excedió á su siglo, que jamás pudo llegar á ser comprendido enteramente por sus contemporáneos, se sirvió del soplete para distinguir los minerales, empleando reactivos

fusibles, con objeto de producir sobre las sustancias minerales que ensayaba con ellos, modificaciones de las cuales pudiera deducirse algo relativo á su composicion, que era la base de la clasificacion segun el sistema que habia adoptado. Tenia, por consiguiente, sumo interés en descubrir medios de determinar en aquellos cuerpos diferencias de composicion, por mas ocultas que pudiesen estar.

En tiempo de Cronsted las comunicaciones entre los que se dedicaban á las ciencias no eran, ni con mucho, tan fáciles y frecuentes como en nuestros dias: la mayor parte de los sabios trabajaban cada uno por su parte, y adelantaban, ignorados unos de otros, sin mas auxilios que la experiencia de la generacion pasada, que constituia en cierto modo una especie de tesoro público. Así fué cómo en una época en que nadie sospechaba siquiera la excelencia de la aplicacion del soplete á la determinacion de las sustancias minerales, Cronsted llevó este medio científico á tal grado de perfeccion, que no pudo ser sino el fruto del mas perseverante trabajo. Como en aquella época no se obtenia aun el honor de una atencion general por ligeros servicios hechos á las ciencias, los sabios de entonces no se daban prisa en publicar, como los actuales, el fruto de sus meditaciones. Así es que Cronsted, que no osó siquiera darse á conocer como autor del sistema de mineralogía que ha perpetuado su nombre, pensó mucho menos en describir con extension la nueva aplicacion del soplete y los métodos que habia descubierto. No publicó mas resultados de sus investigaciones que los que podian conducir á la distincion de los minerales entre sí; proporcionando caracteres peculiares á sus diversas especies. La edicion primera de su obra salió á luz el año de 1736.

Von Engestrom, que en 1765 publicó en Inglaterra una traduccion del sistema de Cronsted, le añadió un tratado del uso del soplete, en que indicó particularmente los procedimientos seguidos por aquel sabio, así como los resultados principales de su aplicacion al reconocimiento y estudio de los fósiles que se conocian entonces; cuyo tratado ¹ no apareció hasta 1770, siendo traducido al sueco y publicado por Retzius en 1773.

¹ *An essay towards a system of mineralogy, by Cronsted, translated from*

Esta obra fijó la atención de todos los sabios sobre el precioso instrumento cuya nueva aplicación revelaba, y fué traducida al punto á la mayor parte de las lenguas de Europa. Es preciso, sin embargo, convenir en que el público se atuvo solamente á lo que enseñaba Von Engestrom, y que la adopción del soplete por los químicos y los mineralogistas no tuvo al principio mas ventaja para ellos que la de darles un medio de experimentar la fusibilidad de los cuerpos, y en ciertos casos su solubilidad en el vidrio de borax. Los que habian visto trabajar á Cronsted y á Von Engestrom hicieron lo que ellos, y nos transmitieron el uso de aquel instrumento. Bergman avanzó mas que Cronsted: extendió la aplicación del soplete mas allá de los límites de la mineralogía, invadiendo el dominio de la química inorgánica, y llegó á ser este instrumento en sus manos un medio inapreciable de reconocer, en investigaciones analíticas, cantidades mínimas de materia metálica. Este sabio, con los mismos reactivos que Cronsted habia empleado, ensayó la mayor parte de los minerales que se conocian en su tiempo, describió las propiedades de aquellos, y perfeccionó muchos de los instrumentos necesarios para los ensayos. Sobre esta materia publicó un tratado en latin, que se imprimió en Viena en 1779¹, y que fué traducido al sueco y publicado por Hjelm en 1781.

Bergman, á quien su salud no permitia un trabajo muy asiduo, era ayudado en sus experimentos por Gahn, que para sus estudios mineralógicos se habia aplicado muy particularmente al uso del soplete, á causa de la prontitud con que se obtienen resultados precisos por medio de este instrumento. Las operaciones que ejecutó bajo la inspección de Bergman, que le hizo examinar todos los minerales descubiertos hasta entonces, le dieron á conocer los caracteres de cada uno de ellos tratado al soplete. Ayudado Gahn por su propia experiencia, continuó sirviéndose de él para toda clase de investigaciones, tanto químicas como mineralógicas, y llegó á adquirir al fin

the swedish by G. Vom Engestrom, revised and corrected by Mendez da Costa.
—London, 1770.

¹ T. Bergman, *Comment. de tubo ferruminatorio, ejusdumque usu in explorandis corporibus præsertim mineralibus Vindobonæ*, 1779.

tal habilidad, que podia, á favor de las reacciones producidas por el soplete, señalar en un cuerpo sustancias que no habian sido jamás encontradas en los análisis mas exactos y minuciosos ejecutados por la via húmeda. Así fué que cuando Ekeberg le pidió su opinion acerca del óxido de tántalo, descubierto á la sazón y del cual le envió un pequeño ejemplar, al punto Gahn halló que contenia estaño, sin embargo de que este metal no entra en el mineral por mas de $\frac{1}{100}$.

Mucho tiempo antes de suscitarse la cuestion de si las cenizas vegetales contenian cobre, yo le he visto muchas veces extraer por medio del soplete, de cuartillas de papel de diferentes especies, que reducía á cenizas, partículas muy perceptibles de cobre metálico.

Gahn siempre que viajaba llevaba consigo el soplete, y cuantas sustancias nuevas hallaba, acto continuo las sujetaba á exámen. Era por cierto interesante ver la prontitud y la seguridad con que determinaba la naturaleza de cualquier sustancia que no podia reconocerse por sus propiedades exteriores. El continuo empleo que hacia del soplete le condujo á perfeccionar todo lo concerniente á su uso, así para el laboratorio como para viaje. Ensayó multitud de reactivos con objeto de descubrir nuevos medios para llegar al conocimiento de ciertas sustancias, y todo fué concebido y ejecutado con tal sagacidad y precision, que los resultados que obtuvo son de la especie de aquellos que pueden siempre aceptarse con entera confianza. Sin embargo, jamás le pasó por la imaginacion describir los métodos nuevos y generales que habia encontrado, á pesar de que tenia marcado empeño en enseñarlos á cuantos deseaban instruirse en ellos. Muchos de los sabios extranjeros que han vivido con él han dado á conocer su extraordinaria habilidad en este género de operaciones; pero, ó no han llegado nunca á tener un conocimiento exacto de sus métodos, ó no los han publicado ¹.

A mí me cupo la suerte de tratar muy familiarmente con un hombre notable por tantos títulos, durante los últimos diez años de su vida. Gahn no perdonó medio ni fatiga para trasmitirme sus conoci-

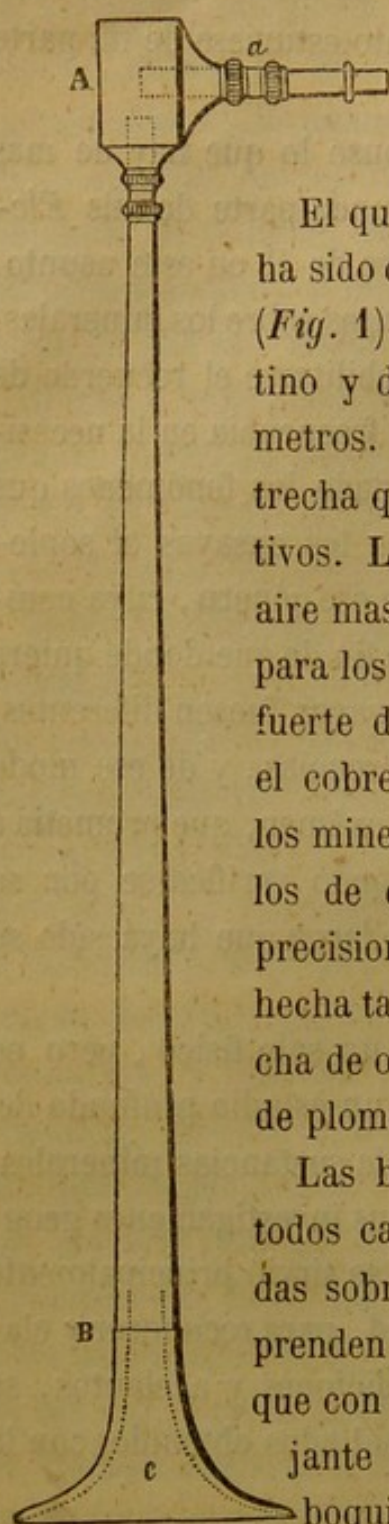
¹ El profesor Haussman es el único que se ha ocupado con alguna extension de los servicios que el soplete de Gahn ha hecho á la ciencia, en una memoria inserta en el *Mineral Taschenbuch* de Leonhard de 1810.

mientos, hijos de su larga experiencia, y yo he creído contraer con el público la obligacion de perpetuar en cuanto estuviese de mi parte el fruto de sus trabajos.

Cediendo á mis incesantes súplicas, compuso lo que hay de mas importante para el uso del soplete en la segunda parte de mis *Elementos de química*, y es todo lo que se posee de él en este asunto. Nunca escribió los resultados de sus experimentos sobre los minerales, y cuando por efecto de la edad comenzó á debilitarse el recuerdo de los hechos que habia observado, insistia con frecuencia en la necesidad de examinar y anotar con el mayor cuidado los fenómenos que presentan las sustancias del reino mineral en los ensayos al soplete. A invitacion suya emprendí un exámen de ese género, cuya comprobacion debia hacer Gahn con su soplete, á fin de que donde quiera que los resultados de nuestros respectivos ensayos fuesen diferentes, tratásemos de reconocer la causa de tales diferencias, y de ese modo evitar toda designacion inexacta. Este doble exámen, que prometia á la ciencia importantísimos resultados, no pudo verificarse por su muerte, que, sin dejarse prever, y por mas larga que haya sido su vida, siempre llegó demasiado pronto.

En el resto de Europa no hubo mas que un solo fisico, pero en cambio sumamente distinguido, que hiciera un estudio profundo del soplete, con el cual ensayó un sinnúmero de sustancias minerales. Este sabio fué H. de Saussure, célebre por sus investigaciones geognósticas sobre los Alpes suizos. De Saussure se sirvió principalmente del soplete, como lo habia ya hecho Cronsted, para reconocer y clasificar los minerales, y aun cuando hizo adiciones y adelantos, se quedó muy atrás de Gahn en cuanto á los resultados obtenidos con la ayuda de aquel instrumento.

Fig. 1.



I.—DEL SOPLETE.

El que me sirve en todos los análisis es de latón, y ha sido descrito por Gahn y aprobado por Berzelius (*Fig. 1*). Tiene tres puntas ó boquillas, una de platino y dos de latón, con orificios de distintos diámetros. La de platino tiene la abertura mas estrecha que las otras, y sirve para los ensayos cualitativos. La segunda es de latón, tiene la salida para el aire mas ancha que la anterior, y me valgo de ella para los ensayos cualitativos que exigen una llama fuerte de oxidacion, para fundir el oro, la plata y el cobre en los ensayos cuantitativos, y para tostar los minerales de este último metal, los de plomo y los de estaño, cuando es preciso determinar con precision sus componentes. La tercera boquilla está hecha tambien de la misma materia, y es la mas ancha de orificio: sirve para los análisis cuantitativos de plomo y estaño.

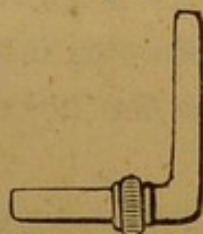
Las boquillas de solo platino son preferibles en todos casos, en razon á que, ligeramente enrojecidas sobre un carbon á la llama del soplete, se desprenden con mucha mas facilidad de las partículas que con frecuencia obstruyen sus aberturas. Semejante sistema de limpieza no puede aplicarse á las boquillas hechas de otros metales, á causa de la rapidez con que se oxidan. Para evitar la oxidacion puede introducirse en ellas, ó una punta de asta ó una aguja fina, que se hunde hasta la mitad; con lo que se logra tener limpia y expedita la abertura por donde sale el aire. La materia negra adherente á la parte exterior del tubo puede hacerse desaparecer frotándola con una chapa de madera ó de plomo, sobre la que se extiende un poco de ceniza fina de huesos, humedecida.

Para preservar los labios de toda incomodidad, pongo á mi soplete una embocadura de marfil (*c*). Cuando hay que soplar por largo rato, esta pieza se oprime contra los labios entreabiertos, obteniéndose así una corriente de aire mucho mayor que por ningun otro medio, y aquellos no sienten fatiga á poco que uno se acostumbre á servirse de esta tan útil pieza.

Los sopletes de plata no son recomendables para ensayos cuantitativos, porque en ellos es preciso sostener el fuego durante muchos minutos, y como la plata es tan buen conductor del calórico, adquieren una temperatura muy elevada; de modo que no es posible manejarlos sino envueltos en alguna sustancia no conductora.

Cuando hay que dirigir el aire por dentro de los tubos de vidrio, emplea Berzelius una boquilla encorvada en ángulo recto (*Fig. 2*). Este tubo es cómodo, porque, volviéndose en todas direcciones, sigue en cualquier sentido los movimientos de los cuerpos que se ensayan.

Fig. 2.



Si hay que hacer uso de las dos manos en algun análisis, puede fijarse el soplete sobre la mesa en un pié fuerte de madera.

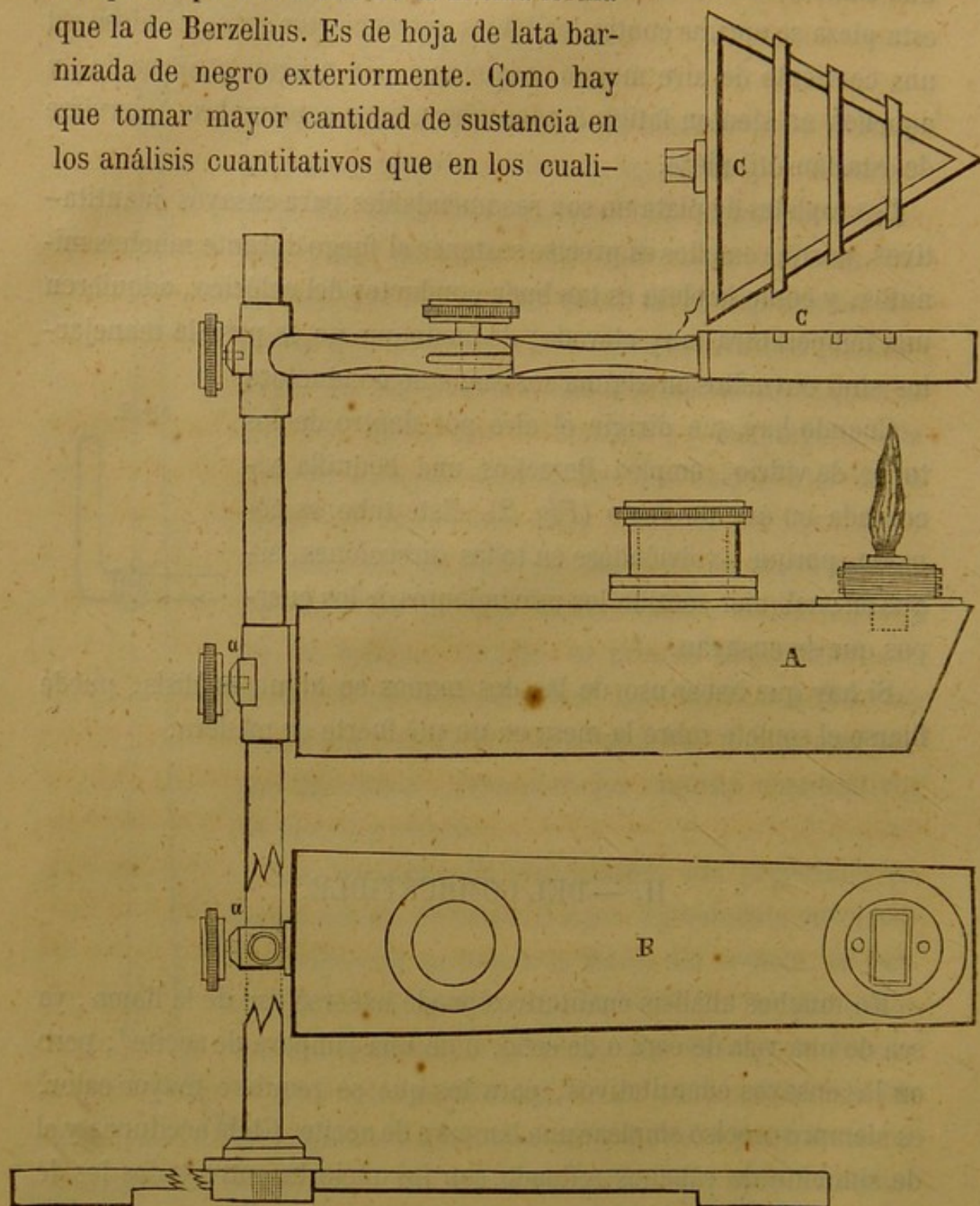
II. — DEL COMBUSTIBLE.

En muchos análisis cualitativos puede hacerse uso de la llama, ya sea de una vela de cera ó de sebo, ó de una lámpara de aceite¹; pero en los ensayos cuantitativos, para los que se requiere mayor calor, es siempre preciso emplear una lámpara de aceite. El de aceitunas y el de simiente de rábanos refinado son los mejores entre todos los de su clase. El aceite de rábanos no debe usarse sin refinar, porque da mucho tufo y no presta suficiente calor.

¹ La llama del gas ordinario del alumbrado es la mas conveniente para las operaciones al soplete, y es la que se emplea hoy generalmente en casi todos los laboratorios.—*Muspratt*.

Mi lámpara (*Fig. 3*, A B) tiene la candileja ó depósito para el aceite de la misma forma que la de Berzelius. Es de hoja de lata barnizada de negro exteriormente. Como hay que tomar mayor cantidad de sustancia en los análisis cuantitativos que en los cuali-

Fig. 3.



tativos, hay que producir en aquellos mayor cantidad de calor, y hé aquí por qué el mechero es más ancho que en las lámparas comunes, á fin de que siendo grande la llama pueda con comodidad dirigirse sobre el punto que se juzgue conveniente (*Fig. 6*, pág. 12). La

pieza de laton que rodea el mechero no debe ser muy alta ni estar muy separada, como sucede en las lámparas que tienen el tornillo en la misma tapa. En las mías el tornillo está por la parte exterior de la pieza en que se encaja el mechero, de modo que, tornillada la tapa, lo abraza todo, estando además provista de un ancho borde forrado de cuero¹. Semejante disposicion no permite que se derrame la mas mínima gota de aceite.

Si tiene la lámpara una abertura aparte para recibir el aceite (B), segun propuso Harkort, debe ser de suficiente diámetro para que se pueda ver á qué altura está el aceite, y ha de tener además una tapa de rosca, como se ve en la figura.

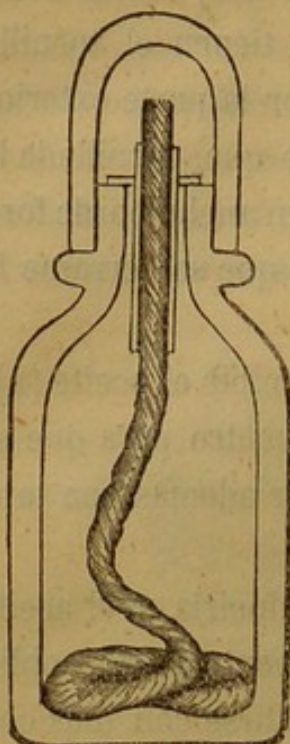
La mecha ha de ser de algodón, y antes de introducirla en el aceite se dobla tres ó cuatro veces, y se corta paralelamente al lado oblicuo del mechero, á fin de que la llama pueda dirigirse con mas comodidad de arriba abajo.

La lámpara se coloca para los experimentos sobre un pié de metal, al cual se sujeta por medio de un tornillo (a).

Adaptase tambien al mismo aparato un triángulo de laton (c, *Figura 3*), dividido por tres barras de diferentes longitudes y sostenido por un brazo movable. El triángulo sirve de soporte cuando se seca ó disuelve una sustancia cualquiera por medio de la lámpara de aceite ó de espíritu de vino.

¹ El cuero se coloca del siguiente modo : la parte que no ha de estar en contacto con la lámpara se cubre con cera derretida, y cuando esta se enfria se barniza la otra cara del cuero con una disolucion concentrada de cola de pescado disuelta en alcohol, y se frota tambien la pieza de laton con el mismo líquido, oprimiendo con ella la de cuero por algun tiempo. Así que el alcohol se evapora, la adherencia de las piezas es completa.

Fig. 4.



Una pequeña, con el último ingrediente, es muy cómoda para tostar sustancias que contienen componentes volátiles, para calentar tubos de vidrio y para fundir muchos cuerpos con el bisulfato de potasa en la cucharilla de platino, etc. Con este objeto Berzelius usaba un frasco pequeño de cristal muy fuerte, con tapon, y un tubo de plata ó de hierro por donde se pasa la torcida. La *Fig. 4* presenta el corte de la lámpara, que tiene 4 centímetros de diámetro, poco mas ó menos. Aun cuando se usan tambien otras lámparas pequeñas de laton con el mismo objeto, y de diversas formas, sin embargo, es siempre preferible una de cristal.

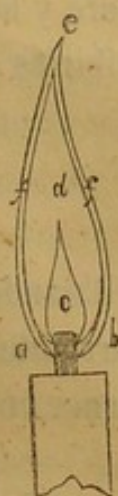
III. — DE LA INSUFLACION Y DE LA LLAMA.

El aire para el soplete procede de la boca, y de ningun modo de los órganos respiratorios, porque sin gran fatiga del operador no podrían estos expeler la cantidad necesaria y con la fuerza que se requiere. El aire entra forzado en el tubo por la accion de los *musculi buccinatores*, que corresponden á las mejillas. En el acto de soplar, la comunicacion entre la boca y el pecho está cerrada, de manera que la respiracion se verifica por la nariz.

Hasta tanto que se llega á adquirir la costumbre de hacer uso del soplete, no puede obtenerse una corriente de aire fuerte y continuo, mas á los pocos dias de práctica se consigue con facilidad, y se persuade uno por sí mismo de que semejante ejercicio no es perjudicial á la salud.

Para obtener un calor intenso de las llamas que se producen con el soplete, es necesario un conocimiento previo de las partes diferentes de que constan, que se reconoce ser varias examinando con atencion una lámpara encendida que no dé tufo. En la llama de una vela se perciben claramente cuatro porciones distintas.

La *Fig. 5* representa una llama : en *a b* se distingue un hermoso color azul que rodea el pábilo encendido , pero á medida que asciende es menos perceptible , y á mayor altura se desvanece completamente. En el centro de la llama hay una porcion cónica (*c*) oscura , y rodeada por *d*, que es el sitio de donde emana casi toda la luz. La parte exterior (*a e b*) la da muy escasa ; pero en cambio presta mucho mas calor que ninguna de las otras. El punto mas caliente de la llama exterior está en *f*; la temperatura disminuye hácia la cúspide (*e*) y la base (*a b*). Cuando en la llama se atraviesa horizontalmente un alambre delgado de hierro ó de platino , aparece su diámetro verdadero muy aumentado, y se enrojece hasta el blanco , por donde está en contacto con *a e b*, en tanto que apenas se percibe la ignicion en el punto *c*.

Fig. 5.

La causa del fenómeno es la siguiente : los pequeños intersticios de la torcida, como los de todos los cuerpos porosos, absorben la cera ó sebo derretidos , que es una combinacion de carbono, hidrógeno y oxígeno; el calor convierte al combustible en aceite empyreumático, compuesto de carbono é hidrógeno, y en óxido de carbono, que se quema y produce la llama, cuya parte exterior (*a e b*) es la mas caliente, por estar en contacto con el aire atmosférico, que le proporciona oxígeno. El pequeño borde azul es efecto de la combustion del óxido de carbono y de una pequeña porcion de carburo de hidrógeno. El cono interior oscuro está lleno de gases que no se consumen mas que parcialmente ¹, porque el aire que atraviesa la llama es desposeido de su oxígeno por la cubierta *a e b*.

De las cuatro partes de la llama arriba descritas, tres se perciben claramente en cualquier lámpara ó bujía ; pero la cuarta, que se ve entera en la llama de la vela, no es siempre muy visible , porque produce una cantidad de luz sumamente escasa.

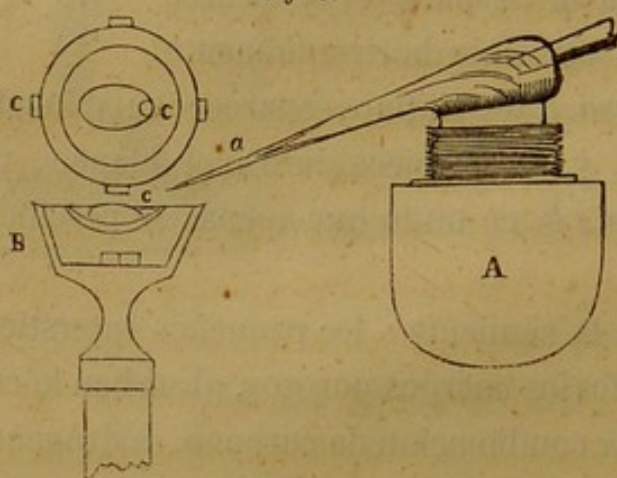
Las llamas necesarias para los ensayos al soplete son : la azul (*a b*),

¹ Para convencerse basta introducir en la parte oscura (*c*) una varilla de vidrio, que se ennegrece por la deposicion de materias carbonosas. — *Muspratt*.

la que produce mas claridad (*d*), y la exterior (*a e b*). De estas, la primera y la segunda son las mas esenciales, por lo que vamos á describirlas con mas extension.

LLAMA DE OXIDACION.

Cuando con el soplete se dirige horizontalmente sobre la llama una corriente de aire, de modo que pase rozando la torcida (*Fig. 6*), se forma una llama azul larga y estrecha, que es la *a b* de la *Fig. 5*,

Fig. 6.

excepto la punta. La llama de la *Fig. 5* es elíptica, y la de la *Fig. 6* es cónica. La temperatura es mucho mas elevada en la extremidad de esta, porque en ella es donde se consume la mayor cantidad del aire transmitido por el soplete.

En la llama ordinaria y libre, la parte mas caliente forma á su alrededor una especie de cubierta, siendo mas intenso el calor en la parte *f*. Si este aumenta ciertas sustancias inalterables en la llama comun, se oxidan, se funden y se evaporan. Tanto mas se favorece la oxidacion cuanto mas distante se halle el ensayo de la extremidad de la llama azul, con tal de que se sostenga su temperatura lo suficientemente elevada. Tampoco debe soplar con extremada violencia, porque se contraria la oxidacion, sobre todo cuando el ensayo se hace sobre el carbon.

La lámpara debe despabilarse con frecuencia, y la torcida ha de quedar libre de cualquier fibra saliente; de otro modo, aparecen mezcladas con la llama azul ciertas ráfagas amarillas, que producen un efecto reductivo.

Después de lo que queda indicado, no puede dudarse hasta dónde deberá introducirse el soplete para producir la llama de oxidacion. Esta resulta mas activa si aquel no tiene la salida para el aire demasiado estrecha.

LLAMA DE REDUCCION.

Forzando la corriente de aire á pasar sobre la torcida á mayor distancia que para la produccion de la llama oxidante, los productos de la combustion cambian de direccion, y la llama forma entonces un cilindro largo, estrecho y luminoso, cuyo extremo está rodeado por aquella parte de la llama, que emite una cantidad escasa de luz. Forzando el aire como se ha dicho, las partículas que proceden de la mecha y que son perceptibles en una llama libre, se consumen, y el calor se concentra en un espacio mucho mas reducido. Si sobre un óxido metálico se dirige la llama de reduccion de tal modo que su extremidad lo cubra completamente, el oxígeno es absorbido parcial ó enteramente, segun la estabilidad del óxido ensayado ó la naturaleza del cuerpo sobre que se haya calentado; por ejemplo, el carbon ó el alambre de platino.

Si la reduccion de un óxido superior á un grado inferior de oxidacion se intenta sobre el alambre de platino, resultará completa tan solo en el caso de que el ensayo se sostenga rodeado por la parte luminosa de la llama. Esto puede tambien lograrse en la llama azul con los óxidos metálicos, fáciles de reducir si se impide el acceso del aire atmosférico y la sustancia se quema sobre el carbon. Cuando se añade al vidrio de borax el óxido de plomo, puede reducirse al estado metálico sobre el carbon, con mas facilidad en la azul que en la parte brillante de la llama. Del mismo modo, si se funde un poco de estaño sobre el carbon en la llama azul, no se forma óxido, porque la oxidacion no puede tener lugar cuando se excluye al aire atmosférico de la superficie de una masa fundida. Semejantes resultados se obtienen de algunos, pero no de todos los ensayos que se trata de reducir sobre el carbon: tal objeto no se logra completamente sino en la parte brillante de la llama. La de reduccion es mucho mas difícil de formar que la oxidante, por cuya razon es preciso tener presentes las siguientes reglas:

(a) La torcida no debe estar rasante con el mechero ni sobresalir tampoco mucho de sus bordes, porque en este último caso resulta

una llama humosa, que impide la reduccion, por el depósito de tizne que precipita sobre el ensayo; y en el otro la sustancia no recibe el suficiente calor, si la parte luminosa de la llama no la puede envolver completamente.

(b) Para obtener resultados exactos ha de tenerse la torcida libre siempre de hebras salientes, y despabilada con frecuencia, como para la llama de oxidacion.

(c) Para asegurar el éxito, una vez que ha comenzado la llama de reduccion, debe continuar no interrumpida hasta el fin del ensayo.

(d) Por último, ha de procurarse la mas rigurosa exactitud, tanto en los análisis cualitativos como cuantitativos. Para aquellos se emplea un soplete con punta mas estrecha que para la oxidacion, y para los últimos, que siempre se verifican sobre el carbon, es requisito, por el contrario, que la abertura sea mas franca. Sin embargo, como en casi todos los ensayos cualitativos han de producirse alternativamente las dos llamas, en vez de mudar las boquillas del soplete á cada instante, es mucho mas cómodo usar una de orificio mas estrecho, porque con ella se obtiene la llama de oxidacion con tanta seguridad como con una ancha, y con esta la llama de reduccion es mas difícil de lograr.

IV.—DE LOS SOPORTES.

1. EL CARBON.—Siempre que hay precision de fundir una sustancia, debe presentarse á la llama del soplete sobre un cuerpo que, aumentando el calor, no pueda combinarse con el ensayo. La sustancia que mejor abraza estos extremos es la madera del pino bien carbonizada, que se sierra parte en paralelepípedos y parte en prismas cuadrados. Para los análisis cualitativos se corta el carbon perpendicularmente al eje del árbol de que procede, y para los cuantitativos paralelamente á aquel.

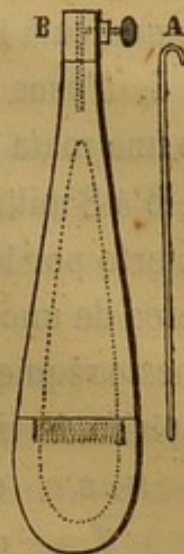
2. ALAMBRE DE PLATINO.—Un alambre delgado de platino, como de

dos pulgadas de largo, y con uno de sus extremos encorvado, se emplea con gran ventaja en muchos análisis cualitativos (*Fig. 7, A*). La curva sirve como soporte para ensayos de oxidacion y de reduccion, en que no se desea observar mas que la alteracion de los colores, y es utilísimo, porque no está sujeto á las falsas variaciones de tintas que se perciben con frecuencia en los ensayos hechos sobre el carbon. Con todo, al tratar amalgamas ó aleaciones, ó de reducir sustancias muy fusibles, hay que valerse del carbon. Es necesario tener á la mano varios alambres de platino, para no verse obligado á interrumpir las operaciones por separar los restos de vidrio adheridos á ellos, ó por aguardar su disolucion en el ácido hidrocórico, que es el mejor medio de limpiarlos.

Si el corchete formado por el alambre llega á fundirse con el ensayo, es preciso cortarlo y formar otro de nuevo. Un mismo alambre puede usarse por mucho tiempo, y cuando llega á ser demasiado corto para tenerlo entre los dedos, se clava en un corcho ó se sujeta en un mango hueco, como el de la *Fig. 7 (B)*, que sirve de caja para contener el surtido de alambre de platino, cortado segun se requiere.

3. HOJA DE PLATINO.—Su empleo en los análisis cuantitativos es muy reducido; pero se usa con mucho éxito en varios casos. Debe escogerse una hoja fina de 3 á 4 centímetros de largo y de 2 de ancho. El platino es tan mal conductor del calórico, que un ensayo expuesto á la llama del soplete en un extremo de la hoja, puede por el otro tenerse entre los dedos impunemente, á pesar de hallarse enrojecido el metal. Los cuerpos metálicos que se funden ó reducen con facilidad, rarisima vez se tratan sobre la hoja de platino, porque se combinan con este metal, y aquella se agujerea. Cuando esto ocurre se corta la lámina hasta la rotura con una tijera, y si con ello se achica demasiado, se sostiene en los ensayos con las pinzas. Sales y sustancias en que se sospecha el manganeso, se funden en general sobre el platino. Las sales térreas y alcalinas se distinguen de esa manera, y

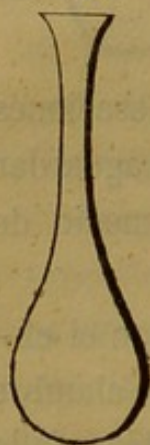
Fig. 7.



la presencia del manganeso se reconoce en el color verde oscuro que comunica á la sosa cuando se enfria.

4. TUBOS DE VIDRIO.—Cuando se buscan los componentes volátiles de una mata ó de un mineral, Berzelius hace uso de un tubo de vidrio de 6 á 8 milímetros de diámetro y de 8 á 15 centímetros de longitud, abierto por los dos extremos. El cuerpo que ha de analizarse se coloca cerca de uno de ellos, y el fuego se aplica á aquella parte. Si el compuesto requiere solo un calor moderado, basta la llama de la lámpara de espíritu de vino; si, por el contrario, exige temperatura mas elevada,

Fig. 8.



es preciso hacer uso del soplete. Las sustancias volátiles puestas en libertad por la torrefaccion se subliman en la parte mas alta del tubo, donde se examinan con facilidad.

5. REDOMAS DE VIDRIO.—Si la cantidad de agua ó los elementos gaseosos contenidos en una sustancia lo requieren, ó si calentada esta decrepita, hay que emplear una redoma ó frasco de cristal de la forma de la Fig. 8. Si es suficientemente ancho, el aire circula, y los cuerpos evaporados se obtienen con facilidad. En la sublimacion del azufre, arsénico, etc., no se usan las redomas, porque la combustion no seria completa.

El ensayador debe tener siempre un repuesto de tubos y de redomas. Después de cada ensayo, valiéndose de la lima, se separa la parte que ha ocupado la sustancia fundida, se limpia el trozo restante por medio de la lámpara de alcohol y un alambre envuelto en papel, y cuando el tubo queda ya muy corto, se cierra por un extremo, y se destina solo para ensayos de sublimacion.

Fig. 9.

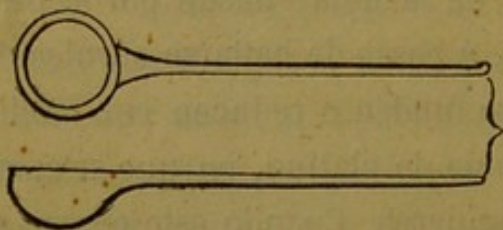
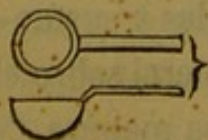


Fig. 10.

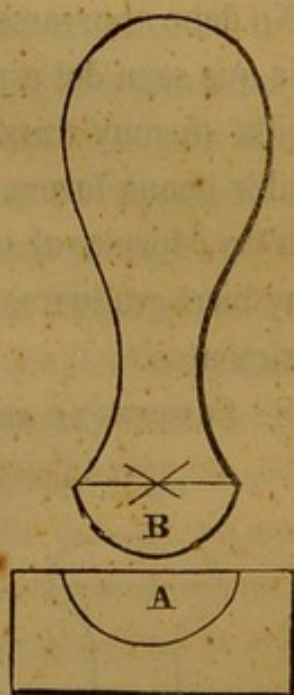


6. DOS CUCARILLAS DE PLATINO, cuya forma se ve en las adjuntas figuras.—El diámetro de la que representa la Fig. 9 es de 15 milímetros, y el de la Fig. 10 es de 5.

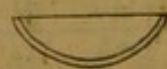
La cucharilla mayor tiene el mango de platino, y su extremidad se introduce, para no quemarse, en otro de madera: la cucharilla mas pequeña se tiene con las pinzas.

Sirve la primera para fundir varias sustancias con bisulfato de potasa, y para calentar el oro que se obtiene en los ensayos cuantitativos; y la segunda para derretir ciertos cuerpos con el nitrato de potasa. Algunos de estos que se calientan con aquel reactivo dejan sucia la cucharilla con los residuos de los óxidos metálicos. Por dos medios se los puede desalojar, ó con ácido sulfúrico ó con una disolución caliente de bisulfato de potasa ¹.

7. CÁPSULAS DE ARCILLA.—En los análisis cuantitativos se emplean cápsulas de arcilla para tostar matas, y para reducir los óxidos de plomo y estaño contenidos en los minerales calcinados, ó no calcinados, etc. Estas cápsulas se hacen de la manera siguiente: una arcilla muy refractaria se reduce á pasta compacta amasándola con agua, y con un pincel se da aceite á las superficies (A y B) del molde de boj, representado en la *Fig. 11*. El diámetro de A es en la parte superior de 2 centímetros, y su profundidad de 7 milímetros. El diámetro de B es de 16 milímetros. En el centro de la parte cóncava del molde se coloca un papel de 7 centímetros de largo por 6 milímetros de anchura, y sobre él se pone una esferita del barro, como de 12 á 13 milímetros de diámetro. Tómate la pieza B y con ella se oprime lo necesario la arcilla que está dentro de A. De este modo rebosa la que sobra, y B se separa, haciéndole, con cuidado, que gire sobre su eje. Se corta con un cuchillo la masa excedente, y se examinan los bordes para ver si la cápsula está completa, y si tiene el suficiente espesor.

Fig. 11.

La *Fig. 12* es la sección vertical de una cápsula que tiene un milímetro de grueso.

Fig. 12.

Si se ve que la cápsula presenta mas espesor en una parte que en otra, la pieza B se aplica á aquella con mayor fuerza, y

¹ El Dr. Muspratt asegura que el medio mas eficaz es frotar la cucharilla con polvos de carbon.

cuando estén ya igualadas, se quita la pieza B' con mucho tiento, y se tira suavemente de la hoja de papel para sacar la cápsula de A; aquella, con el papel á que está adherida, se pone á secar sobre una piedra, y el molde queda pronto para seguir funcionando.

Si las cápsulas se abollan, al quitar el molde, como algunas veces sucede, puede remediarse oprimiéndolas con los dedos sobre la parte convexa (B).

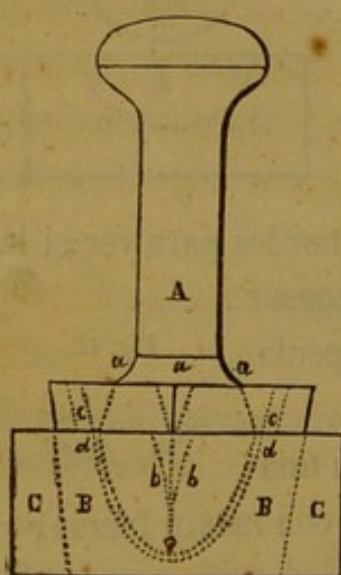
A las pocas horas de estarse secando las cápsulas, el papel se desprende por sí mismo: y entonces se calientan hasta el rojo en un crisol de tierra ó en un crisol de platino á la llama de una lámpara grande de alcohol.

En las calcinaciones de minerales suele emplearse una cápsula como tapa de otra, para lo cual es preciso igualar sus bordes con una lima.

No debe ahorrarse trabajo al fabricar las cápsulas, á fin de conseguir que sean del espesor que se requiere. Para ello no ha de estar la arcilla ni muy dura ni muy mojada; en el primer caso no puede recibir buena forma, y en el segundo es muy expuesto que se rompan las cápsulas al salir del molde. La consistencia de la arcilla puede muy bien graduarse haciendo con ella, de antemano, dos ó tres experimentos.

8. CRISOLES DE ARCILLA.—Se emplean con ventajas en los ensayos

Fig. 15.



cuantitativos del plomo, y en los casos en que los compuestos que se analizan, contienen sulfuros, arseniuros y seleniuros. Se fabrican con suma facilidad haciendo uso de un instrumento de hierro, compuesto de un macho, y de un molde dividido en dos mitades reunidas por una sortija.

La Fig. 13 marca la forma del instrumento. El macho (A) tiene cuatro taladros, cuyo diámetro interior es poco mayor que el grueso de los crisoles; pero que es próximamente doble del que aquellos tienen

en su extremidad exterior. Son, en resumen, cuatro conos truncados con la base hacia arriba.

Sirven dichos taladros para dar salida á la arcilla sobrante, colocada dentro del molde para la confeccion de los crisoles. El diámetro del borde superior del molde es de 20 milímetros, y su profundidad de 16.

El molde (B B) consta de dos mitades perfectamente unidas, que tienen por la parte exterior la forma de un cono truncado. En su parte interior, la distancia entre el macho (A) y el molde es de un milímetro por cada lado. Las paredes del molde están rebajadas un poco cerca de *b*, para que se formen unas pequeñas depresiones en sus dos lados opuestos, y prevenir así las roturas de los crisoles cuando se separa el macho; c c es la sortija que contiene al molde; cuando este se coloca dentro de ella, molde y sortija están ambos en el mismo plano.

Para formar los crisoles se prepara una pasta compacta de arcilla refractaria; cuando está medio seca se hacen con la mano unas pequeñas bolas, que tengan cada cual mas tierra que la necesaria para un crisol. Antes de introducirlas en el molde, este y el macho se untan de aceite por medio de un pincel fino, y ambos se colocan en un yunque puesto sobre una tela doblada para que tenga elasticidad. Estando así arreglado el aparato, se golpea perpendicularmente sobre el macho con un martillo, hasta que la parte superior (c c) del molde llegue al margen (d d). El macho obliga á la arcilla á extenderse dentro del molde, y la sobrante se escapa por las pequeñas aberturas (a a). Después que el macho ha permanecido cinco minutos en el molde, se saca con cuidado, y al mismo tiempo la arcilla contenida en las aberturas (a a), y que está aun en contacto con el crisol, se separa sin dificultad.

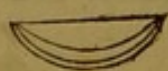
La extraccion de este requiere mucho cuidado. Sácase primero el molde de la sortija, y en seguida se golpean suavemente con un martillo las dos mitades (B B), que se abren, quedando el crisol suelto sobre la parte *e*. Después por medio de un cuchillo se separa la arcilla que haya podido adherírsele, y se seca, y calcina el crisol del mismo modo que las cápsulas.

9. PAPEL DE SOSA — Harkort lo halla necesario para los ensayos cuantitativos de plata; en lugar de dejar el mineral con los reacti-

vos reposar inmediatamente sobre el carbon, envuelve la mezcla en una sustancia que resista los primeros efectos de la llama del soplete, y que impida la pérdida, aunque sea de una partícula. Después de mil ensayos, encontró que un papel de escribir, fino, saturado con una disolucion de sosa, era lo mejor. Este papel, que se usa con ventaja, no solo en los de plata, sino en otros varios análisis cuantitativos, se prepara del siguiente modo. En una vasija abierta y ancha, se disuelven 10 gramos de carbonato de sosa cristalizado y libre de sulfatos de cualquier clase, en doble de su peso de agua destilada; se introducen en la disolucion pedazos del papel fino de escribir, que se tienen unos minutos dentro de ella, y en seguida se sacan y se ponen á secar al aire libre. Después de secos, se cortan en tiras de 25 milímetros de largo por 25 de ancho.

10. MEZCLA DE SIETE PARTES DE CARBON CON UNA DE ARCILLA. — Esta mezcla se usa para embrascar las cápsulas en que han de calcinarse los minerales de plomo y de estaño. El mejor modo de prepararla es este: una parte de arcilla muy bien pulverizada se amasa con agua, y se le añaden ocho partes en peso, de polvo fino de carbon seco, con cuya mezcla se hace una pasta dura, que se seca en la estufa, y se guarda para usarla cuando convenga. Cuando se trata de embrascar con ella una cápsula, se vuelve á mojar una pequeña cantidad de la mezcla, y se cubre con ella toda su superficie interior; de modo que la capa sobrepuesta tenga en el fondo 2 milímetros de grueso, disminuyendo este hácia los bordes, que han de tener mucho menos. Terminada esta operacion, se coloca la cápsula sobre el triángulo (E, *Fig. 3*), y se seca á la lámpara de espíritu de vino. La *Fig. 14* es la seccion de una de las cápsulas ya preparadas.

Fig. 14.



V. — INSTRUMENTOS, Y DEMAS APARATOS NECESARIOS PARA LOS ANALISIS AL SOPLETE.

1. **BALANZA.** — Su forma es indiferente, con tal de que sea bastante delicada para apreciar 0,1 miligramo, teniendo cargados los platillos con 200 miligramos cada uno ¹.

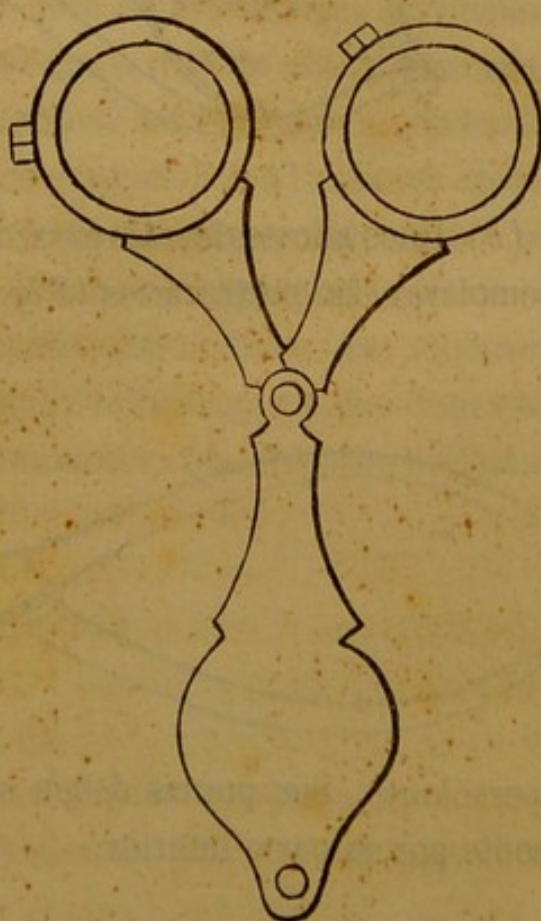
2. **ESCALA DE PESOS.** — Rara vez se necesita una pesa mayor que de 100 miligramos. Lo mejor es tener una caja con el gramo y sus divisiones, á saber :

Una pesa de 1,000 miligramos.		Una de. . .	5 miligramos.
Otra de. . . 500 id.		Otra de. . .	2 id.
Otra de. . . 200 id.		Dos de. . .	1 id.
Dos de. . . 100 id.		Una de. . .	0,5 id.
Una de. . . 50 id.		Una de. . .	0,2 id.
Una de. . . 20 id.		Dos de. . .	0,1 id.
Dos de. . . 10 id.			

Fig. 15.

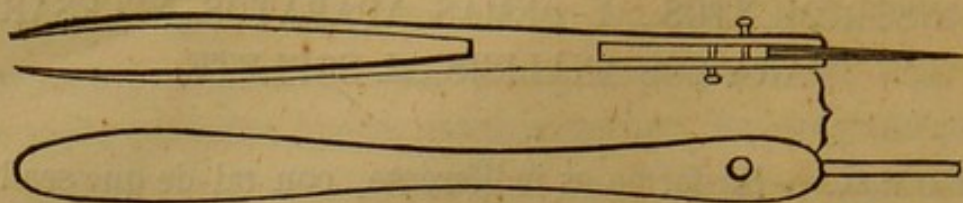
3. **LENTE.** — Es indispensable en ciertos ensayos, y lo es tambien para determinar con exactitud, sobre la Escala que describirémos en la Seccion III de esta obra, el diámetro de los glóbulos del oro y de la plata después de copelados. Un instrumento compuesto de dos buenos cristales plano-convexos, y de la misma fuerza, es muy suficiente (Fig. 15); debiendo estar aquellos montados en el mismo pié, de tal manera que á voluntad pueda colocarse un lente sobre otro.

4. **PINZAS.** — Diferentes clases de pinzas son necesarias para los ensayos al soplete.



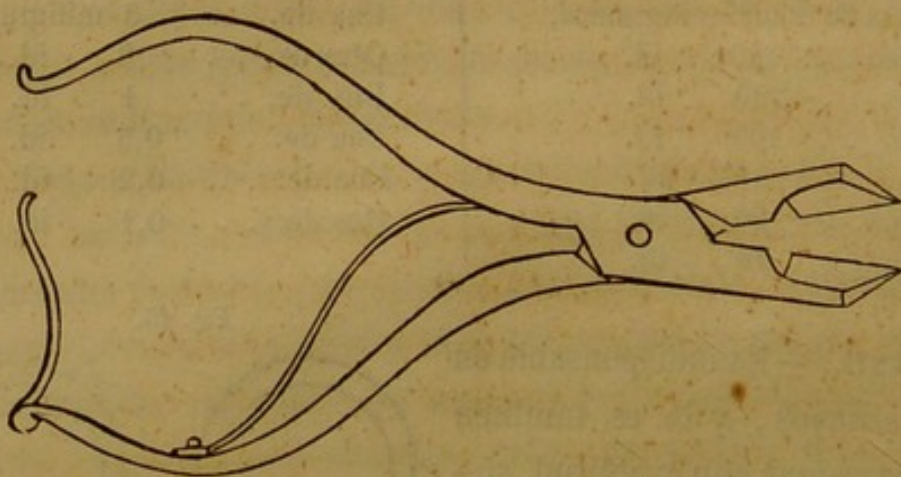
¹ Siguiendo el ejemplo del Dr. Muspratt en su traduccion inglesa, abreviaré

Fig. 16.



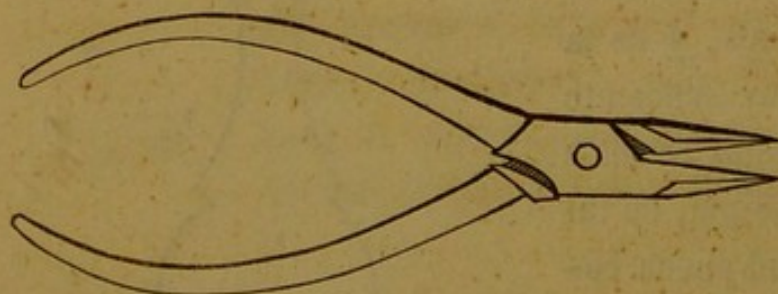
(a) Unas con puntas de platino, para tener en la llama las láminas delgadas de las sustancias cuya fusibilidad se desea conocer (*Fig 16*).

Fig. 17.



(b) Unos alicates fuertes para arrancar pequeños fragmentos de los ejemplares, sin destruirlos (*Fig. 17*).

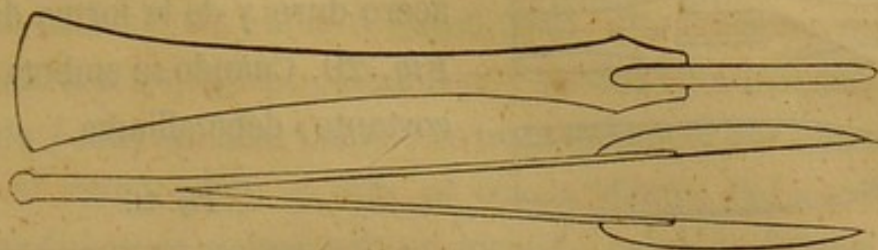
Fig. 18.



(c) Otros id. de acero (*Fig. 18*) para separar las escorias en los ensayos de plata y oro, y para otras varias operaciones. Sus puntas deben ser anchas, y estriadas horizontalmente por su parte interior.

la descripción de este y otros instrumentos, tan conocidos como familiares á los que se ocupan del soplete.— *Moriana*.

Fig. 19.



(d) Pinzas de laton para tener en la llama algunos pequeños trozos de minerales, etc. (Fig. 19).

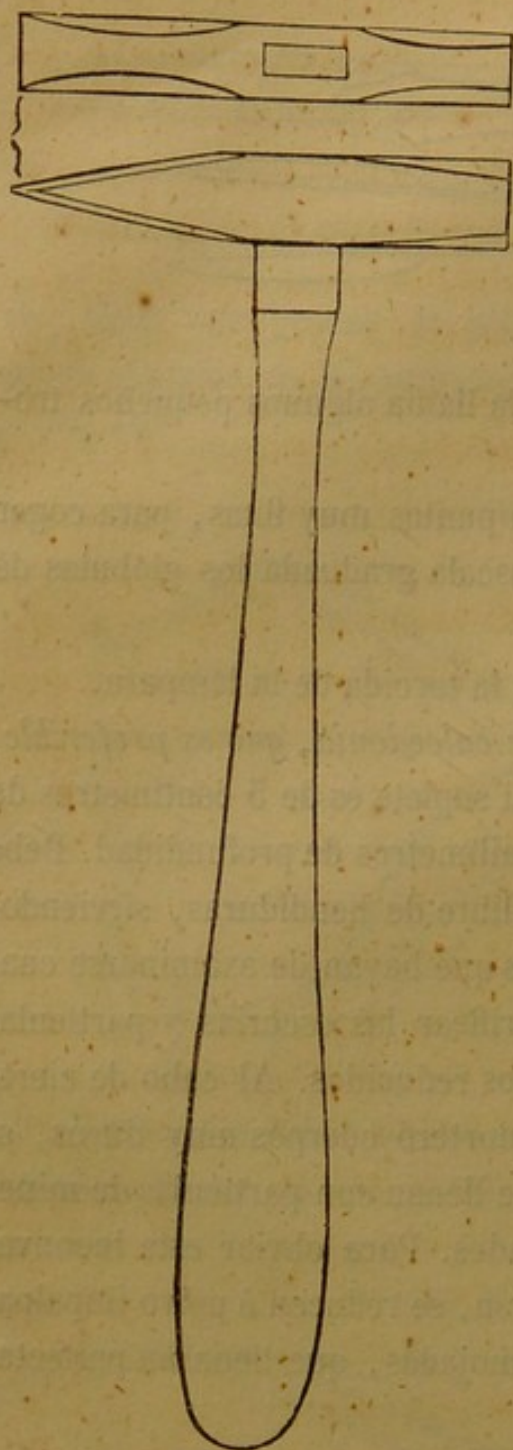
(e) Pinzas, de laton tambien, con puntas muy finas, para coger las pesas, etc., y colocar sobre la escala graduada los glóbulos de oro y plata.

(f) Pinzas de hierro para arreglar la torcida de la lámpara.

5. MORTERO Y PILON DE ÁGATA, ó *de calcedonia, que es preferible.*

—El que se emplea en los ensayos al soplete es de 5 centímetros de diámetro, de 2 id. de altura y de 12 milímetros de profundidad. Debe ser trasparente en su fondo y estar libre de hendiduras, sirviendo, no solo para pulverizar las sustancias que hayan de examinarse cualitativamente, sino tambien para purificar las escorias y partículas carbonosas de los glóbulos metálicos reducidos. Al cabo de cierto tiempo, si se han triturado en el mortero cuerpos muy duros, se forman en él pequeños surcos, que se llenan con partículas de mineral y que conducen á falsos resultados. Para obviar este inconveniente, y antes de cualquier operacion, se reducen á polvo impalpable en el mortero cenizas de hueso mojadas, que llenarán perfectamente todas las hendiduras.

Fig. 20.



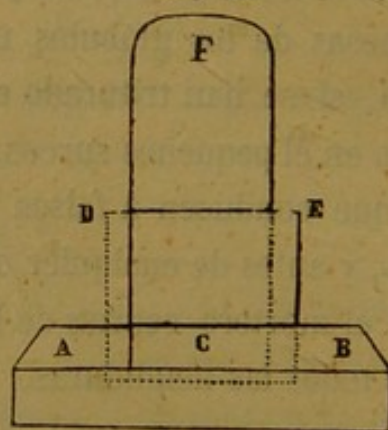
6. MARTILLO. — Ha de ser de acero duro y de la forma del de la Fig. 20. Cuando se embota el lado cortante, debe afilarse.

Fig. 21.



7. YUNQUE. — De acero templado y pulimentado, es utilísimo en el gabinete ó laboratorio para machacar sobre él minerales, matas, etc. Su forma (Fig. 21) es un paralelepípedo de 40 milímetros de largo, 35 de ancho y 13 de espesor. Cuando se quiere hacer pedazos

Fig. 22.



una sustancia, debe envolverse en un papel fuerte antes de colocarla sobre el yunque, y machacarla con el martillo. Aun cuando el papel se rompa en esta operacion, las partículas maleables se le adhieren, y pueden ser examinadas por separado.

Los minerales calentados sobre el carbon á la llama del soplete pueden reducirse á pequeños fragmentos en una máquina semejante á la que representa la Fig. 22, que se emplea con frecuencia para los análisis cuantitativos. Hé aquí su descripcion :

En la plataforma (A B) hay una depresion ó rebajo (c) para contener un extremo del cilindro hueco (D E), que llena completamente el cilindro macizo (F). La plataforma y los dos cilindros son de acero templado y muy sólidos. Cuando se trata de pulverizar una sustancia se saca el cilindro (F), y esta se coloca dentro del D E. Vuelve á colocarse (F), y se golpea con un martillo sobre su extremidad hemisférica. Terminada la operacion, se levantan los dos cilindros á un mismo tiempo, y en el rebajo de la plataforma se halla la sustancia reducida á polvo, y sin que haya podido haber pérdida de partícula alguna. Si es preciso que el polvo sea impalpable se concluye la trituracion en el mortero de ágata.

8. TALADROS PARA EL CARBON.—En los análisis cuantitativos al soplete, hay que abrir huecos de varias dimensiones, en el carbon que sirve de soporte. Empléanse para ello tres taladros de acero templado, cuya descripcion y forma es como sigue:

(a) Un taladro de la forma de la *Fig. 23*, para formar cavidades cilíndricas, en las que se calientan los minerales de oro, plata y cobre. Es una pirámide de cuatro lados, rebajadas sus caras de modo que los ángulos planos quedan formando puntas de tres filos, que tienen por la parte superior la forma de un doble cincel cruzado en ángulo recto. Su diámetro menor es de 6 milímetros. Este instrumento está sujeto á un mango de madera con abrazadera de hierro.

Fig. 23.



Cuando se quiere hacer uso del taladro se coloca en ángulo recto, apretando la superficie del carbon, y se le hace girar sobre su eje hasta que el hueco tenga la profundidad conveniente. Sácase entonces, y se sacude el polvo de carbon que haya quedado dentro del agujero. Un ensayo de plata requiere una cavidad mas honda que uno de cobre, porque para tratar el primero de estos metales es preciso añadirle una cantidad de plomo.

Fig. 24.

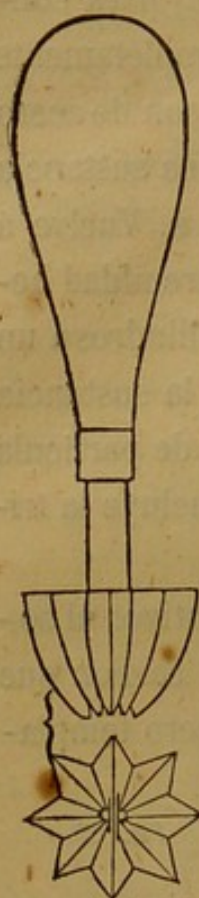


Fig. 25.



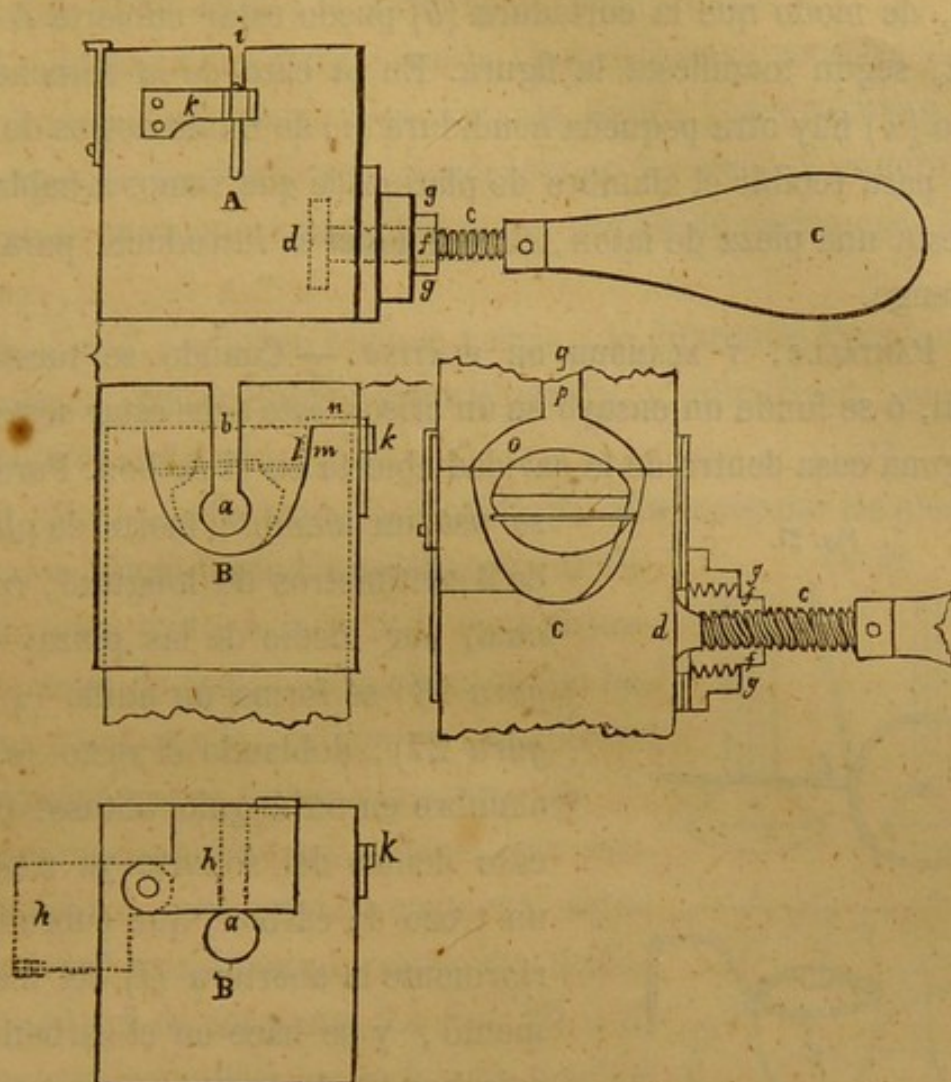
(b) El segundo taladro es para abrir huecos mayores (*Fig. 24*). Su diámetro superior tiene 23 milímetros, y su altura 20. Este taladro lleva, para poder servirse de él, un mango igual al del anterior.

El hueco formado por este instrumento sirve como soporte á diferentes cuerpos que se analizan cuantitativamente.

(c) El tercer taladro (*Fig. 25*) se diferencia del primero en que la boca del doble cincel es solo de 7 milímetros. Sirve para hacer incisiones en el carbon en ensayos de plomo y de estaño. Su otra extremidad, de 8 milímetros de anchura, es chata, á modo de espátula, y sirve para abrir pequeñas cavidades para ensayos cualitativos.

9. SIERRA PARA EL CARBON. — Este instrumento debe tener muy finos los dientes para aserrar con facilidad los trozos de carbon. Las sierras que generalmente se usan son de 16 centímetros de largo, 15 milímetros de anchura, y 1,5 de espesor. Su mango es de madera, de 7,5 centímetros de longitud.

Fig. 26.



10. SOPORTE PARA EL CARBON. — En los ensayos cuantitativos que hayan de fundirse fuera del contacto del aire atmosférico, el carbon se introduce en una especie de caja de chapa de hierro, que es propiamente el soporte. La Fig. 26 presenta varias secciones de este aparato. Sus costados son de 33 milímetros de ancho y 38 de altura; en su cara anterior (B) hay una abertura circular (a), que termina en b; en la opuesta á B hay un pequeño tornillo (c) con mango de madera (e), y en el extremo de aquel un disco de metal (d), que gira alrededor de su eje.

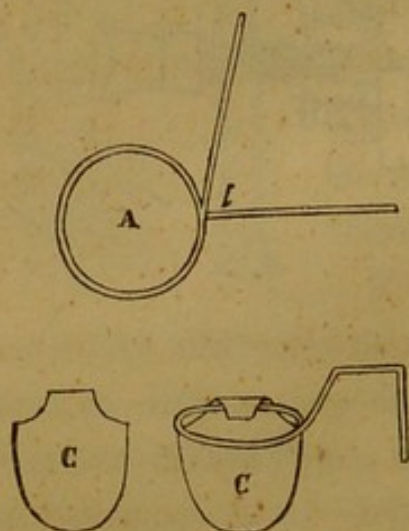
El tornillo (c), que cae mas bajo que el centro del soporte, impide que la presión cese, á medida que el carbon vaya consumiéndose, de arriba hácia abajo.

El otro tornillo (f) es de metal, y puede muy fácilmente separarse del punto (g) en que está sujeto. Una chapa pequeña de hierro (h) va

unida á la cara delantera del soporte por medio de un clavillo remachado, de modo que la cortadura (*b*) puede estar cubierta ó destapada, segun manifiesta la figura. En la cara de la derecha del aparato (*A*) hay otra pequeña hendidura (*i*) de 6 milímetros de longitud, para recibir el alambre de platino de que vamos á hablar, y sobre esta una pieza de laton, en que aquel se introduce, para que se sostenga.

11. PANTALLA, Y ALAMBRE DE PLATINO. — Cuando se tuesta un mineral, ó se funde un ensayo en un crisol, este debe estar sostenido por alguna cosa dentro de la cavidad abierta en el carbon. Para ello

Fig. 27.



se usa un alambre fuerte de platino de 9 centímetros de longitud, con el cual, por medio de las pinzas (*Figura 18*) se forma un anillo (*A*, *Figura 27*), doblando el resto (*e*) del alambre en un ángulo obtuso. Colócase dentro del soporte ya descrito un trozo de carbon, que cubre interiormente la abertura (*i*) del instrumento, y se hace en el carbon una raja honda, lo bastante para recibir el alambre, que debe quedar en toda su extension en contacto con aquel. Las líneas *m n k* (*Fig. 26*) indican la colocacion del alambre.

En su parte encorvada se suspende una pantalla (*c*, *Fig. 27*), encorvada tambien, de hoja fina de platino, cuya forma se ve en la figura.

Fig. 28.



12. CÁPSULA DE CHAPA DE LATON. —

Su interior está bruñido, su longitud es de 6,5 centímetros, y su forma la de la *Fig. 28*. En ella se mezclan los minerales de oro y plata, con plomo de copelar y borax calcinado, y con ella se echan, dentro de los cartuchos de papel de sosa, esta y otras mezclas por el estilo.

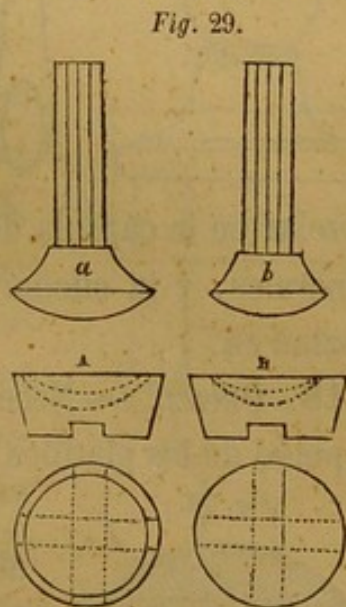
13. **TIJERA.** — No muy grande, pero capaz de cortar una lámina de metal, como cualquier otro cuerpo menos duro.

14. **CUCHILLO.** — Para muchas operaciones se necesita una navaja ó cuchillo de acero, bien cortante, agudo y magnetizado. Usase para mezclar los reactivos ó fundentes en los ensayos cuantitativos, y tambien para determinar el grado de dureza de varios cuerpos metálicos.

15. **LIMAS.** — Deben tenerse varias, de diferentes tamaños, rectangulares, triangulares, semicilíndricas y cilíndricas, cuya descripción es excusada.

16. **MOLDES DE HIERRO PARA COPELAS.** — Para copelar las aleaciones de plomo obtenidas en los análisis cuantitativos de oro y plata, se necesitan unas pequeñas copelas de ceniza de huesos, que se hacen en estos moldes, y que permanecen en ellos hasta que se termina la operacion.

Generalmente hay dos moldes, uno mayor que otro, para emplear cada cual segun la cantidad mas ó menos grande de sustancia que haya de copelarse. La *Fig. 29*, A B, representa los moldes, y *a b*, dos machos correspondientes á ellos.



Los moldes son de hierro, de 18 milímetros de diámetro por la parte superior, y los machos son de buen acero, y esféricos por su parte mas ancha. En la cara inferior de los moldes corren unas ranuras hondas, cruzadas en ángulo recto, á fin de que, introduciendo por ellas uno de los brazos de las pinzas, y apoyando el otro en su borde superior, puedan levantarse los moldes aunque estén muy calientes.

Fig. 30.

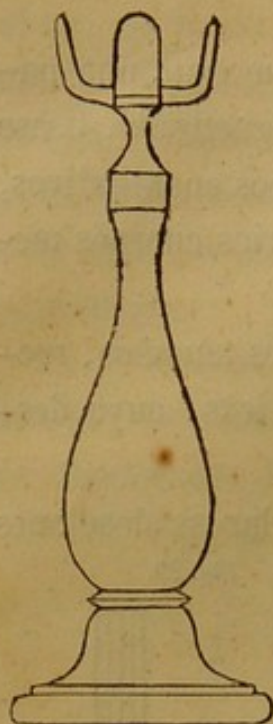
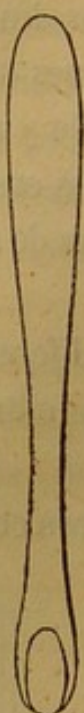


Fig. 31.

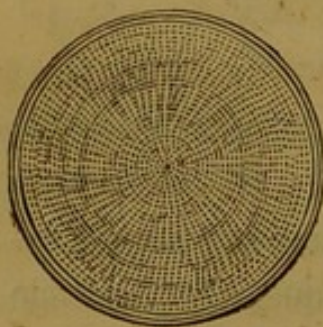


La Fig. 30 es un pié de madera de 9 centímetros de altura, que apoya en una base circular ancha para que se sostenga derecho. En la parte superior hay una punta gruesa de metal, terminada por una cruz de latón, cuyos brazos están desde su mitad doblados en un ángulo de 85° para sujetar los moldes A B (Fig. 29), que se colocan en medio de ellos.

17. CUCCHARILLA DE MARFIL.—Bien pulimentada, fuerte, de 8 milímetros de ancho, y de la forma de la Fig. 31. El mango, de hechura de espátula, sirve para mezclar en la cápsula de metal el plomo puro y el borax con varios minerales, y la cuchara propiamente dicha, para hacer los pesos en a balanza.

18. PINCEL. — Necesario en los ensayos cualitativos para quitar el polvo de los platillos de la balanza, etc.

Fig. 32.



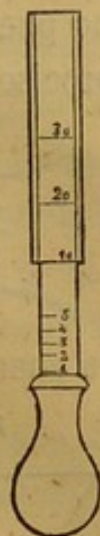
19. CRIBA PARA EL PLOMO. — En los análisis al soplete debe estar el plomo muy dividido, para poderse mezclar íntimamente con las diferentes sustancias á que en ellos se agrega. Obtiénese en suficiente estado de division agitando el plomo granulado en la pequeña criba (Fig. 32) ¹.

20. IMAN. — Una barra de acero fuertemente imantada, de 9 centímetros de largo y 5 milímetros de escuadría, se emplea para averiguar si los minerales contienen partículas magnéticas. Si se echa en agua una mezcla de hierro y estaño sumamente divididos, y se sumerge un extremo de la barra, las partículas todas del hierro se le adherirán infaliblemente.

¹ El modo mas expedito de obtener plomo puro y extremadamente dividido, es precipitarlo de la disolucion de su acetato por medio de una lámina de zinc.
—Muspratt.

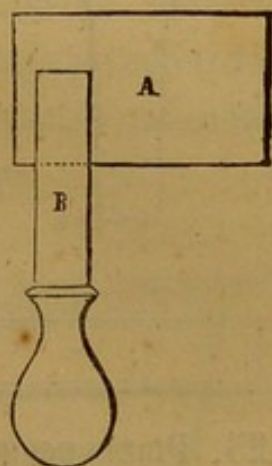
21. MEDIDA PARA EL PLOMO.—Este instrumento (*Fig. 33*) ahorra muchas pesadas de plomo en los análisis cuantitativos. Consiste en un tubo abierto de cristal, con un cilindro de madera. Aquel está dividido en partes de igual número de grados, 10, 15, 20, cada una de las cuales es capaz de contener 100 miligramos de plomo granulado y cribado. Para cantidades menores que 100 miligramos, el cilindro está graduado, como marca la figura, en 1, 2, 3, 4, 5 partes, correspondientes á 10, 20, 30, 40, 50 miligramos.

Fig. 33.



22. BAQUETA PARA LOS CARTUCHOS.—Llámase así un cilindro de madera (B, *Fig. 34*), de 8 milímetros de

Fig. 34.

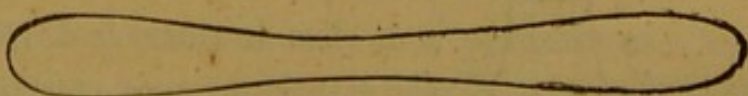


diámetro, que sirve para formar los pequeños cartuchos de papel de sosa descrito en la página 20. Hácense del siguiente modo: un rectángulo, de 35 milímetros por 25, del papel de sosa (A), se coloca bajo el cilindro de tal manera que la superficie superior del mismo diste de uno de los lados largos del rectángulo un espacio igual al diámetro del cilindro, como se ve en la figura. La parte del papel, á la izquierda de B, se dobla sobre el cilindro, haciéndolo girar de modo que el papel que está á su derecha vuelva sobre el que se dobló primero; después de lo cual se cierra el cartucho, oprimiendo con una espátula ó cuchara sobre la parte plana de B, el papel ya arrollado, que quedaba libre por cima de ella, y apretando estos dobleces entre el cilindro y una superficie plana, á fin de que no pierda el cartucho su forma cuando se saque el cilindro B.

23. UNA ESPÁTULA
DE HIERRO BRUÑIDA.—

Fig. 35.

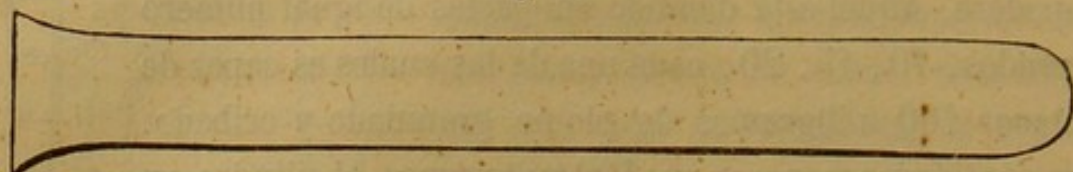
De 10,5 centímetros de longitud y de la forma de la *Fig. 35*. Sirve para pulverizar ciertas mezclas en ensayos cuantitativos.



24. TUBOS DE ENSAYO, EMBUDOS Y PIÉS PARA SOSTENERLOS.—Siem-

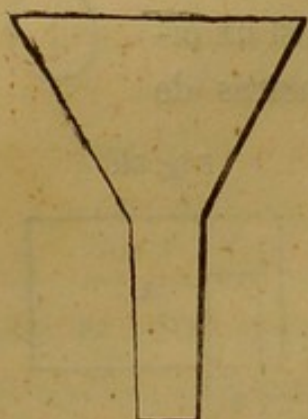
pre que un compuesto, que contiene varios ingredientes heterogéneos, no puede reconocerse con entera seguridad por medio del soplete, es preciso recurrir á la via húmeda, ya se haga el análisis cualitativa,

Fig. 36.



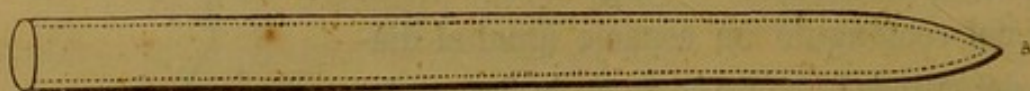
ya cuantitativamente. Los tubos de ensayo (Fig. 36), de 14,5 centímetros de longitud y de 17 milímetros de diámetro, son de buen tamaño para contener las disoluciones sobre las que los reactivos han de funcionar.

Fig. 37.



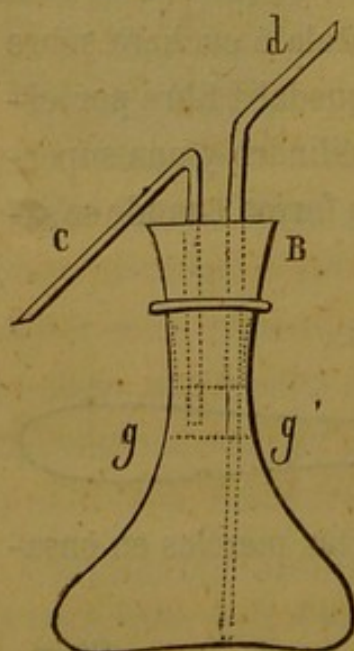
El embudo (Fig. 37) es para recibir los filtros de papel, dentro de los cuales se vierte de los tubos de ensayo una disolución enturbiada, para separar el precipitado producido por un reactivo, y la disolución clara.

Fig. 38.



25. PIPETA pequeña de cristal.—Este instrumento, de 12 centímetros de longitud y 1 de diámetro (Fig. 38), es muy útil para lavar precipitados con agua caliente, y para quitar á estos los líquidos sobrantes en los análisis cuantitativos de oro y estaño.

Fig. 39.



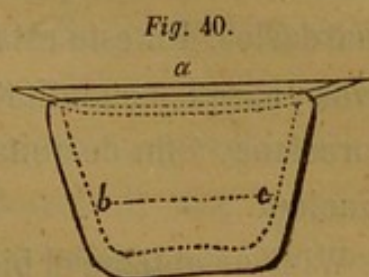
26. LAVADOR.—El que mejor llena el objeto que su nombre indica consiste en un tapón cónico de corcho, y de bastante base para que pueda adaptarse al cuello de cualquier frasco, atravesado aquel por dos tubos de vidrio (c d) (Fig. 39).

El primero, terminado en punta hecha á la lámpara, es mas largo y está sumergido en el agua, cuya altura en el frasco marca la línea de puntos g g'. El otro tubo (d) ex-

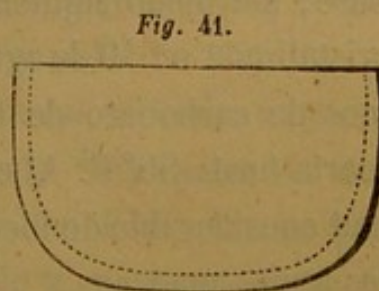
cede poco de la truncadura del tapon, y ha de quedar siempre fuera del agua. Para hacer uso del aparato, y después de bien apretado el tapon, se sopla con la boca por el tubo *d*; el aire así inyectado oprime la superficie del agua, que sube por el tubo *c*, y sale por su punta con mas ó menos violencia, á voluntad del que opera, quien la dirige con toda comodidad sobre los precipitados que hayan de lavarse en los filtros. En viaje basta llevar el tapon con los tubos de vidrio.

Los precipitados de consistencia gelatinosa son mas difíciles de lavar. A veces no suele bastar la fuerza del chorro que da el lavador, en cuyo caso pueden agitarse con una barrita cilíndrica de vidrio, teniendo cuidado de no apretarla demasiado contra el filtro para evitar que este se rompa, y no tener que repetir la filtracion. Obsérvese que no debé añadirse agua á los filtros hasta que haya pasado toda la que contengan; porque de otro modo, en vez de lavar, lo que se hace es diluir cada vez mas y mas la disolucion primitiva.

27. VIDRIOS DE RELOJ.—De 5,5 centímetros de diámetro (*Fig. 40, a*). Empleánse para ensayos y para cubrir las cápsulas.



28. BAÑOS DE PORCELANA BAÑADA.—De diferentes tamaños; son muy necesarios para la precipitacion, evaporacion, etc., de líquidos, y tambien para calentar en seco, con reactivos, las tierras y óxidos metálicos. La forma de aquellas vasijas se ve en las figuras 40 y 41.



29. FRASCO cilíndrico de hoja de lata barnizada, con tapon de tornillo acondicionado como el de la lámpara ya descrita, para llevar aceite para esta ¹.

¹ El autor describe hasta el fin del capítulo varios otros objetos, como v. gr., la caja para el carbon, el papel de filtro, etc.; cuyas descripciones suprimimos por innecesarias.—*Muspratt*.—*Moriana*.

VI.—REACTIVOS PARA EL SOPLETE.

Los tres reactivos principales, indispensables para los análisis al soplete, son :

Carbonato de sosa.

Biborato de sosa.

Fosfato de sosa y amoniaco, que por abreviacion llamaremos en el discurso de esta obra, *Sosa*, *Borax* y *Sal de fósforo*. Sales que todas deben tenerse en estado de pureza, y de las que vamos á ocuparnos con especialidad.

1. *Carbonato de sosa* (Sosa).—Siempre que una corriente de gas ácido carbónico pasa á través de una disolucion saturada de carbonato de sosa disuelto en agua, se precipita bicarbonato de sosa en granos cristalinos, que se lavan bien con agua fria y se secan antes de guardarlos. En este estado pueden emplearse en los ensayos cualitativos; para los cuantitativos deberán calcinarse en un baño chato de porcelana, á fin de quitarles un átomo de ácido, y su agua de cristalización.

Winkler obtiene el bicarbonato de sosa libre de sulfato de la misma base, del modo siguiente: disuelve 20 gramos de carbonato de sosa cristalizada en 40 de agua destilada, y añade á la disolucion 7,5 gramos de carbonato de amoniaco, calentando la mezcla al baño de maría hasta 56° C. Al cabo de algun tiempo se precipita una cantidad considerable de bicarbonato de sosa, que separa por filtracion de las aguas madres.

Para averiguar si el carbonato de sosa contiene sulfato de sosa, se mezclan dos partes de él con una de sílice pura, y se funden sobre el carbon á la llama de reduccion. Por mínima que sea la cantidad de sulfato de sosa que contenga el carbonato, siempre el vidrio que resulte tomará un color amarillo sucio, ó rojo, debido á la formacion de sulfuro de sodio.

Otro método para descubrir el sulfato de sosa en el carbonato es calentar una cantidad pequeña del carbonato á la llama de reduccion

sobre el carbon, hasta que este lo absorba completamente. Córtase con un cuchillo la parte del carbon que ha absorbido al carbonato, y se introduce en agua, en que se echa una pequeña lámina de plata bruñida. Si en el liquido hay ácido sulfúrico, toma esta, primero un color amarillo, luego pardo, y por último se ennegrece.

El carbonato de sosa en los ensayos cualitativos sirve : 1.º, para determinar la fusibilidad de los cuerpos; 2.º, para descubrir el ácido silícico en las combinaciones, y 3.º, para la reduccion de los óxidos metálicos.

En los análisis cuantitativos sirve el carbonato de sosa para hacer fusibles las combinaciones en que entran los ácidos silícico, túngstico y titánico, y tambien para acelerar la reduccion de algunos óxidos metálicos.

2. *Biborato de sosa* (Borax).—Esta sal, que se encuentra con abundancia en el comercio, se vuelve á hacer cristalizar para purgarla de materias extrañas. Si los nuevos cristales son puros, darán un vidrio trasparente fundidos en el alambre de platino. En los análisis cuantitativos, como que los cristales aumentan de volúmen cuando se calientan, deberá usarse el borax calcinado para evitar pérdidas de la sustancia que se vaya á ensayar. Segun Berzelius, casi todos los cuerpos se disuelven cuando se funden con el borax, que forma con ellos ó con sus componentes combinaciones ácidas y básicas, por lo que es un reactivo precioso en los ensayos al soplete.

3. *Fosfato de sosa y amoniaco* (Sal de fósforo).—Como mejor se obtiene es calentando juntas en agua destilada 100 partes de fosfato de sosa cristalizado, y 16 de cloruro amónico. El cloruro de sosa se separa en esta reaccion, y el liquido filtrado y evaporado da la sal en cristales finos. Calentada sobre el carbon ó en el alambre de platino, pierde el agua y el amoniaco, y se convierte en metafosfato de sosa, que en virtud del exceso de ácido que contiene, puede fundir casi todos los compuestos químicos.

Esta sal, disuelta, precipita la magnesia y el protóxido de manganeso.

Además de los tres reactivos descritos, se requieren algunos otros, necesarios para facilitar la fusion, para efectuar la descomposicion y

para ayudar á descubrir los elementos particulares de los cuerpos. Tales son :

4. *Nitrato de potasa* (Salitre, ó Nitro).—Esta sal se obtiene en prismas pequeños, haciendo una disolucion del salitre del comercio en agua caliente, y dejándola enfriar por sí misma.

Usos.—(a) La coloracion de los vidrios de borax ó de sal de fósforo, colocados en el alambre de platino, se facilita en muchos casos con la adicion del salitre. Para ello se ponen unos pequeños cristales del nitrato de potasa dentro de una cápsula ó de un baño de porcelana, que se deja cerca de la lámpara, y en el instante en que el vidrio se separa de la llama se coloca sobre el nitrato. El glóbulo inmediatamente aumenta de volúmen, y el metal oxidado presenta su color propio. Si durante el ensayo se cambiase la llama del soplete, no llegaría á verificarse la reaccion. Por este medio una cantidad de manganeso, tan diminuta que pudiera pasar desapercibida en cualquier otro ensayo, se descubre perfectamente por el hermoso color verde esmeralda que produce.

(b) El nitrato de potasa tiene además la propiedad de oxidar el arsénico y el cromo, convirtiéndolos en ácidos que se combinan con la base del salitre.

5. *Sulfato de potasa*.—Esta sal puede fácilmente obtenerse pura¹. En estado liquido sirve para descubrir la zircona y el óxido de cerio con mas seguridad que con el soplete.

6. *Bisulfato de potasa*.—Este compuesto se produce calentando á un calor fuerte, con ácido sulfúrico, el sulfato neutro de potasa. Si el bisulfato obtenido contiene demasiado ácido, lo que debe evitarse, emite cuando se calienta ligeramente vapores blancos espesos. Con el bisulfato de potasa disuelto se descubre la litina, el ácido bórico, el nítrico, el fluorhídrico, el bromo y el iodo, y se separan además, la barita y la estronciana de las tierras y óxidos metálicos.

7. *Acido bórico, vitrificado*.—Sirve este ácido en los ensayos cualitativos para descubrir el ácido fosfórico en los minerales, y peque-

¹ Se precipita añadiendo, gota á gota, ácido sulfúrico á una disolucion concentrada de potasa cáustica.—*Muspratt*.

ñas cantidades de cobre en aleaciones con el plomo¹, y en los análisis cuantitativos para separar la cantidad de cobre contenida en un mineral plomizo, ó combinada con otros metales.

8. *Cloruro amónico*.—Se obtiene esta sal bastante pura para los análisis haciendo que vuelva á cristalizar la sal amoniaco del comercio.

En los ensayos cualitativos precipita la alúmina de una disolucion de potasa, y separa la magnesia y el protóxido de manganeso de las tierras y óxidos metálicos.

9. *Carbonato de amoniaco*.—Se prepara con dos partes de carbonato de cal y una de cloruro amónico, pulverizando cada sustancia de por sí y mezclándolas ambas íntimamente.

Pónese al fuego la mezcla dentro de una retorta espaciosa, y su cuello se recibe en un frasco sumergido en agua fria. El carbonato de amoniaco se sublima y se condensa en estado sólido; recógese entonces con una espátula y se guarda en un frasco bien tapado. Las disoluciones de esta sal sirven para separar la glucina de la alúmina, y el óxido de urano del sesquióxido de hierro.

10. *Oxalato de amoniaco*.—Una disolucion caliente de carbonato de amoniaco, tratada por el ácido oxálico, deposita el oxalato de amoniaco en cristales aciculares. Es un excelente reactivo para descubrir la cal.

11. *Nitrato de plata*.—Disuélvese plata pura en ácido nítrico, y se filtra la disolucion para separar de ella las pequeñas partículas de

¹ Prepárase generalmente este ácido disolviendo borax en cuatro veces su peso de agua á 100° C: la disolucion se filtra caliente, y se le añade al punto una cantidad de ácido sulfúrico igual á la cuarta parte del borax en peso. El sulfato ácido, unido á la sosa, forma sulfato de sosa, que queda en la disolucion, en tanto que el ácido bórico se enfria, y se separa en láminas cristalinas y brillantes. Sécanse estas, y en razon á no ser muy solubles, se lavan con agua fria, se redisuelven en agua caliente y se hacen cristalizar de nuevo. A pesar de esto, retiene todavía el ácido bórico una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, probablemente en estado de combinacion química; pero si quiere obtenerse puro del todo, se calienta hasta el calor rojo en un crisol de platino, se redisuelve y se deja cristalizar. La densidad del ácido bórico vitrificado es 1,83.—*Graham*.

oro que pudiera contener, dejándola en seguida cristalizar tranquilamente en un sitio oscuro.

El nitrato cristaliza en láminas anhidras é incoloras, que toman el color de púrpura expuestas á los rayos solares¹.

La plata puede obtenerse de las aguas madres añadiéndoles una disolucion de cloruro sódico. El cloruro de plata se precipita en masas concretas, y calentado sobre el carbon, después de bien filtrado y lavado con carbonato de sosa y borax, da un boton de plata metálica².

El nitrato de plata es un excelente reactivo en los ensayos al soplete para descubrir rastros de los ácidos fosfórico, arsénico y clorohídrico.

12. Disolucion de nitrato de cobalto.—Este metal puro se disuelve en ácido nítrico, se evapora la disolucion hasta sequedad, y el residuo se redisuelve y se filtra para separar cualquier materia extraña.

Existen unas cuantas sustancias que no se distinguen bien por la simple ignicion, y que, humedecidas por la disolucion de nitrato de cobalto, adquieren caractéres marcados si se calientan fuertemente á la llama de oxidacion. Hé aquí las sustancias:

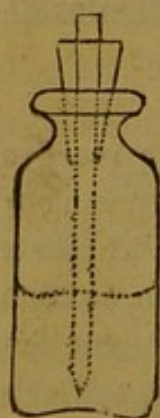
Alúmina: toma un hermoso color *azul* bajo.

Magnesia: adquiere una tinta subida de *rosa*.

Zinc: da un brillante color *verde*.

Estaño: presenta un *verde azulado*.

Fig. 42.



Pueden echarse sobre el ensayo las pocas gotas necesarias, por medio de un alambre de platino ó de un pequeño tubo de vidrio que pasa atravesando el tapon del frasco en que se tiene la disolucion. (Véase la *Figura 42*.)

13. Disolucion del cloruro sódico platínico.—Esta sal doble cristaliza en prismas transparentes de un hermoso color amarillo, cuando se evapora lentamente la disolucion acuosa de cloruro platínico y de cloruro só-

¹ Por la reduccion de una parte del óxido de plata al estado metálico.—*Muspratt*.

² En esta manipulacion se forma cloruro de potasa, y el oxígeno y el ácido carbónico se desprenden con efervescencia.—*Muspratt*.

dico mezclados. Los cristales así obtenidos se lavan bien, y se disuelven en alcohol rectificado.

Esta disolucion determina la presencia de la potasa, aun cuando esté en combinacion con la sosa y la litina.

14. *Sulfato de cobre*.—Empléase con ventaja esta sal para determinar el ácido muriático contenido en combinaciones complexas.

15. *Acetato de plomo*.—Este reactivo sirve solo para confirmar la presencia del ácido crómico en combinaciones que no dan al soplete resultados decisivos.

16. *Oxalato de níquel, completamente exento de hierro y cobalto*. Obtiénese, puro del todo, por el procedimiento siguiente : se calientan hasta el rojo, en un crisol de tierra, níquel arsenical con cierta cantidad de borax, y cuando se hallan ya en estado de fusion, se retira el crisol y se expone á una corriente de aire libre. Si el mineral contiene hierro, cobalto, plomo, antimonio ó azufre, se oxidarán y disolverán en el borax, en tanto que el níquel quedará en combinacion con el arsénico. Separada de las escorias esta combinacion, se examina una pequeña cantidad de ella al soplete para ver si contiene cobalto, y si contiene algo todavía, se repite la operacion precedente con el borax. Cuando la mezcla resulta del todo libre de cobalto, se calienta fuertemente con carbonato de sosa y nitrato de potasa, con lo cual el ácido arsénico se combina con la sosa ó la potasa, y el óxido de níquel queda fuera de la combinacion. Disuelta en agua hirviendo la parte soluble del residuo, y filtrada, el óxido de níquel que queda, después de bien lavado con agua, se disuelve con ayuda del calor en el ácido clorohídrico, y se precipita el níquel por el ácido oxálico.

Si el níquel arsenical contuviese cobre, debe precipitarse de su disolucion ácida antes de calentarlo con el borax, por medio del hidrógeno sulfurado.

El oxalato de níquel sirve para dar á conocer la potasa en las sales que contienen además sosa ó litina.

17. *Oxido cúprico*.—Se obtiene artificialmente quemando al aire libre el cobre metálico, ó por la precipitacion de las sales de cobre por la potasa pura, ó tambien calentando el nitrato de cobre al calor rojo.

Es útil para el reconocimiento de cantidades mínimas de cloro en combinaciones, etc.

18. *Silice, ó ácido silícico*.—Obtiénese puro, calentando hasta el rojo en un crisol de platino, el cristal de roca ó cuarzo, pulverizado, y mezclado con carbonato de sosa ó de potasa. Disuélvese en agua el resultado de la fusion, añádese á la disolucion ácido hidroclórico, y se evapora á sequedad. Resulta de todo esto una arenilla sumamente fina, que bien lavada con agua, y calentada, da la silice pura.

Mezclada con la sosa es un excelente reactivo para el ácido sulfúrico, y en combinacion con sosa y borax, separa el estaño del cobre.

19. *Espato fluor*.—Libre de su agua de cristalización, y mezclado con bisulfato de potasa, sirve para descubrir la litina y el ácido bórico en sus diferentes combinaciones. Es tambien él solo un excelente reactivo para el yeso.

20. *Sulfato de cal* (Yeso).—Pulverizado y enrojecido en un crisol de platino, se obtiene anhidro, que es como se necesita para los ensayos.

El yeso anhidro, en los análisis al soplete sirve de reactivo para el espato fluor. Si se colocan pequeños fragmentos de estas dos sustancias muy cerca unos de otros, y se calientan sobre un carbon á la llama oxidante, se funden ambos minerales y se mezclan produciendo un vidrio incoloro, que resulta opaco al enfriarse, á menos que no haya un exceso de yeso, en cuyo caso no pierde la transparencia. Segun Berzelius, el vidrio claro parece ser un compuesto del ácido hidrofluórico y sulfúrico con la cal, el que, expuesto largo rato á la llama de oxidacion, ó muy poco tiempo á la de reduccion, se descompone, quedando eliminado el ácido sulfúrico.

El sulfato de cal, de barita y de estronciana son fusibles con el espato fluor, y los fluoruros de bario y estroncio se funden con yeso como con espato fluor.

21. *Ceniza de huesos*.—Usase en la copelacion del oro y de la plata. Harkort la obtiene en diversos estados de mínima division á fuerza de tamizarla y de lavarla. Los huesos se queman hasta ponerlos enteramente blancos, y se les quita toda materia carbonosa que

pueda habérseles adherido. Hecho esto, se pulverizan en un mortero, y las partes mas finas se separan por medio de un tamiz. El polvo restante se pone en un filtro y se trata con agua caliente, que arrastra todas las materias solubles. Sigue ahora la operacion del lavado, cuyo objeto es prestar las cenizas de huesos en un grado uniforme de finura. Para ello la masa del filtro se mezcla con agua en un vaso cilindrico, se deja reposar por cortos momentos y se decanta. El polvo mas pesado se deposita en el fondo del vaso, y el mas fino queda en suspension en el agua. Repitiendo las decantaciones de este modo, se obtienen sedimentos de diferentes clases, siendo el mas fino el que se sostiene por mas tiempo suspendido en el agua. Los polvos que resultan se guardan, segun sus calidades, en frascos diferentes: los mas gruesos sirven para la copelacion de minerales de plata muy ricos, y los finos para ensayar los minerales de oro y plata que solo contienen pequeñas cantidades de estos metales.

22. *Plomo de ensayos*.— Se emplea ó sumamente dividido, ó en pequeños fragmentos; pero en ambos casos enteramente libre de oro, plata ó cobre, como se usa en los análisis cuantitativos de estos metales. El plomo procedente de la extraccion de la plata llenará los dos extremos, si está bien cribado; pero como semejante plomo no se obtiene con tanta facilidad, puede prepararse del siguiente modo. Se disuelve acetato de plomo en una pequeña cantidad de agua caliente, se filtra, y se introducen en la disolucion, láminas de zinc, sobre las que se deposita todo el plomo, sécase entre hojas de papel de filtro, y se guarda en un frasco tapado. Cuando se hace uso de este plomo en las copelaciones de oro ó de plata, no es necesario pesarlo, y se ahorra mucho tiempo y trabajo midiéndolo con la medida para el plomo descrita en la pagina 31.

Este es el mejor método para obtener plomo puro, y en el mayor estado de division.

23. *Cloruro sódico* (Sal comun).— Usase ó en polvo ó en masa, pero sus usos son muy limitados. El principal es barnizar con ella los crisoles de arcilla en que se hacen los análisis cuantitativos del plomo.

24. *Polvo de carbon*.— Se obtiene triturando pedazos de carbon

en un mortero, y se emplea generalmente para tostar ó fundir los ensayos cuantitativos del estaño y del plomo.

25. *Grafito* (Plombagina). — Libre de impurezas sirve para tostar las tierras, minerales y otros productos, en ensayos cuantitativos que tienen por objeto el cobre. Cuando no se halla grafito de buenas condiciones se sustituye por la antracita pura. El grafito que generalmente se halla no es muy bueno; y así, deben escogerse de los mejores trozos, aquellos fragmentos que son untuosos al tacto, y que se dividen en hojas. Estas se calientan en un crisol, se pulverizan, y si el grafito contiene diez por ciento de materias extrañas, se pone en infusión en el agua regia (ácido cloro-azóico) para privarlo del hierro y de las demás impurezas.

26. *Estaño*. — Se usa la hoja cortada en tiras de 1,5 centímetros de ancho, estrechamente arrolladas.

Sirve para la reducción de pequeñísimas cantidades de óxidos metálicos que se hallan en los vidrios formados con los fundentes, y que pueden ser reducidos á un estado menor de oxidación, en el cual los resultados del ensayo son mas convincentes. El glóbulo calentado á la llama de reducción se pone en contacto con el extremo de uno de los rollos de estaño, y una porción pequeña del mismo, se funde, y se deposita sobre el vidrio, que en seguida se hace fundir perfectamente á la llama de reducción. Cuando se ha añadido el estaño á la perla fundida que contiene la materia que se examina, no debe sostenerse el fuego demasiado tiempo, porque el estaño contribuiría entonces á impedir que los óxidos que debieran reducirse á protoóxidos manifestasen su presencia por el color comunicado al vidrio ó perla, y además, porque disolviéndose mucho estaño, sobre todo si hay fosfatos en el ensayo, al enfriarse el glóbulo se volvería enteramente opaco, é inutilizaría todo el experimento.

27. *Hierro*. — Se tiene en alambre del diámetro de una aguja gruesa de hacer costura, y se usa para reducir los fosfatos al estado de fosfuros. En este ensayo se forma un glóbulo blanco de brillo metálico, del que volveremos á ocuparnos al tratar del ácido fosfórico. Empléase también en las copelaciones cuantitativas.

28. *Alambre de plata*. — Sirve para demostrar la presencia del

sulfuro de antimonio y de los sulfuros solubles. La plata que se obtiene de la reduccion del cloruro de plata, estirada en alambres, es necesaria en muchos análisis cuantitativos del oro.

29. *Acido nítrico, químicamente puro.*—Sirve para convertir el protóxido de hierro en sesquíóxido en las disoluciones, y para la separacion del oro y de la plata.

30. *Acido hidrocórico, químicamente puro.* — Es un excelente reactivo para el amoníaco. Cuando el amoníaco se aísla de todas sus combinaciones calentándolo con la sosa ó la potasa, se puede descubrir su presencia echando encima una gota de ácido hidrocórico con un *agitador*, ó sea una barrita de vidrio, é inmediatamente se produce un humo denso y blanco, de cloruro amónico. Tambien sirve para el hallazgo del ácido carbónico en sus combinaciones solubles, y últimamente para disolver las sales térreas y los silicatos fundidos con borax y sosa, cuyas bases no se perciben al soplete con entera claridad.

31. *Acido sulfúrico, destilado.*—En los ensayos al soplete contribuye á avivar la accion del ácido fosfórico, y es un reactivo para la cal cuando esta tierra se halla en combinacion con el ácido fosfórico y no da reaccion decidida al soplete. Suple tambien al bisulfato de potasa para separar la barita y la estronciana de las demás tierras.

32. *Acido acético, libre de ácido sulfúrico.* — Lo está siempre que no da precipitado en presencia de la barita. Este ácido se emplea rara vez en los ensayos al soplete, y tiene uso solamente para el examen de compuestos que contienen rastros de cromo y ácido fosfórico, como veremos cuando se trate del cromo.

33. *Acido tártrico.* — Con el sulfuro de antimonio sirve para separar la itria y la zircona del hierro, hace descubrir pequeñas cantidades de arsénico en las combinaciones metálicas, y se emplea tambien en las copelaciones cuantitativas.

34. *Potasa cáustica.* En viaje puede llevarse en estado sólido, y disolverse cuando se necesite. Disuelta, debe ser inodora, incolora, y de un sabor estíptico muy pronunciado. Usase en aquellos ensayos al soplete que no dan resultados precisos sino tratados por la via hú-

meda, v. g., para separar la alúmina y la glucina del protóxido de manganeso, del cromo y del sesquióxido de hierro.

35. *Amoniaco cáustico*. — Si el amoniaco cáustico no contiene ácido carbónico, no da precipitado añadiéndole cloruro cálcico. Emplease para descubrir las tierras en una combinacion, y para separar la alúmina, glucina, itria, sesquióxido de hierro, óxido de cromo, etc., de la cal, magnesia, y protóxido de manganeso.

36. *Sulfuro amónico*. — Este reactivo se prepara haciendo pasar una corriente de hidrógeno sulfurado por el amoniaco cáustico diluido en un volúmen de agua igual al suyo, hasta tanto que no se forme precipitado por la adición de una sal de magnesia ¹.

37. *Alcohol rectificado, ó anhidro*. — Su uso para el soplete es muy limitado, pero se emplea para descubrir la potasa combinada con la sílice, que al soplete presenta la misma reaccion que la sosa y la litina, proporciona el medio de separar y distinguir la barita de la estronciana, y por último, manifiesta la existencia del arsénico ó del ácido arsénico en las combinaciones que no dan resultado decisivo por la via seca ².

38. *Papeles reactivos*. — Son estos : papel azul de tornasol, papel de tornasol enrojecido, papel de Fernambuco ó Brasil, y papel de curcuma.

(a) *Papel azul de tornasol*. — Se prepara poniendo tiras, sin dobles, de papel fino dentro de una decoccion de tornasol, y conservándolas en ella por algun tiempo, después de lo cual se cuelgan en un hilo fino para que se sequen. El papel azul de tornasol sirve para descubrir en las disoluciones los ácidos libres, que le hacen cambiar su color azul por el rojo.

(b) *Papel de tornasol, enrojecido*. — La decoccion del tornasol se trata con ácido sulfúrico hasta que tome una tinta roja bien deci-

¹ Este reactivo precipita de una disolucion alcalina el níquel, cobalto, hierro, manganeso, zinc, alúmina y cromo. — *Muspratt*.

² El alcohol anhidro es el resultado de la destilacion con cloruro cálcico, y á un calor suave, del espíritu de vino concentrado. El agua del alcohol se combina con el cloruro cálcico, y queda por consiguiente anhidro y puro. La operacion se ejecuta en el baño de maría. — *Muspratt*.

dida. Los papeles que se tiñen con ella han de quedar sensiblemente enrojecidos cuando se sequen. Sirven para el descubrimiento de los álcalis, que restituyen á estos papeles su primitivo color azul.

(c) *Papel de Fernambuco*.—El palo Brasil ó Fernambuco, hervido en agua por cierto tiempo, le comunica un color rojo hermoso. Filtrado el líquido, y sumergidas tiras de papel, como se ha dicho para preparar los demás papeles, resulta, después de secarse, un excelente reactivo para acusar la presencia del ácido fluorhídrico, que cambia su color rojo en amarillo de paja, por mas diluida que esté la disolucion.

(d) *Papel de curcuma*.—Se reduce á polvo la raíz de curcuma, se trata con alcohol hirviendo, se filtra, y se tiñen pedazos de papel de la manera consabida. El color que toman es el amarillo, muy sensible para los álcalis, que lo vuelven pardo oscuro ¹.

Los reactivos ácidos, alcalinos, etc., deben tenerse en frascos de cristal que se tapen muy bien, y los papeles de reactivo, cortados en tiras estrechas, en cajas de carton ó de madera ².

¹ El Dr. Muspratt, en su traduccion de esta obra, añade á toda esta lista de sustancias:

«El agua destilada que debe usarse para disolver los reactivos, y que en rigor debería emplearse en toda manipulacion química para evitar errores; y

»El ácido sulfhídrico, que se forma saturando agua destilada con hidrógeno sulfurado. Este ácido precipita de una disolucion ácida el antimonio, arsénico, estaño, plomo, mercurio, bismuto, plata, cobre y cadmio.»

² Tanto los reactivos, cuanto los instrumentos, lámparas, platino, etc., se hallarán perfectamente acondicionados en la *Fábrica de productos químicos de Chamberí*, carretera de Francia, donde puede tomarse desde un tubo de ensayos, por ejemplo, ó un pequeño estuche de soplete, hasta las mas completas cajas de análisis, llamadas de Plattner, construidas en Freyberg bajo la inspeccion de este sabio profesor.—*Moriana*.

El presente es un libro que se debe leer con el fin de poderse beneficiar de los conocimientos que en él se contienen. Este libro es el resultado de los trabajos realizados por el autor, y en él se exponen los fundamentos de la ciencia de la vida, y se describen los fenómenos que en ella ocurren. El libro está dividido en tres partes: la primera trata de la vida en general, la segunda de la vida en particular, y la tercera de la vida en el futuro. En la primera parte se describen los fenómenos de la vida en general, como la nutrición, la reproducción, el crecimiento, etc. En la segunda parte se describen los fenómenos de la vida en particular, como la vida de los animales, la vida de los vegetales, etc. En la tercera parte se describen los fenómenos de la vida en el futuro, como la vida en el espacio, la vida en el tiempo, etc. El libro está escrito en un lenguaje sencillo y claro, y es muy interesante para todos los que se interesan por la ciencia de la vida.

SECCION II.

SECTION II.

ANÁLISIS CUALITATIVOS

AL SOPLETE.

Con frecuencia acontece que los que se ocupan de minas hallan sustancias que , atendiendo solo á sus apariencias, parecen pertenecer á ciertas clases de minerales , que un análisis químico posterior prueba ser de muy diversa constitucion. Sucede tambien que en las gangas de los minerales mas comunes existen otros muy raros y de gran valor, pero diseminados y en un estado tal de division, que apenas son perceptibles con la ayuda del lente. Los fundidores , á su vez , hallan mil dificultades para conocer la naturaleza de los materiales que han de tratar. Recibenlos , preparados ya , para introducirlos en el horno, y excepto en el caso de un experimento previo , es imposible juzgar por la mera apariencia de la masa , el grado de calor que necesita para fundirse. No es esto solo, sino que surgen mil y mil dificultades, acerca de los ulteriores procedimientos con los productos de la fundicion , á causa de las sustancias que , ó se ignora completamente existen en ellos, ó que se supone lo están en cantidades muy pequeñas. Requiérese pues un medio de que el minero y el fundidor puedan echar mano , para obtener las noticias necesarias respecto á los componentes de los minerales, matas y fósiles. Y como quiera que no se encuentra siempre,

y á una distancia cómoda, un laboratorio establecido, el soplete solo puede suplirlo, dando arbitrios para llegar con toda seguridad al conocimiento mas completo de cualquier sustancia que ocurra ensayar.

Hasta los compuestos menos sencillos pueden analizarse con el soplete, pero ahora solo se tratará de este instrumento como agente principal en los ensayos cualitativos. Se describirán los de los álcalis, tierras y metales, los de sus óxidos y los de los cuerpos no metálicos; ensayos que se presentarán todos hasta el punto á que mi propia observacion me ha conducido. Al nombre de las sustancias se añadirán ciertas anotaciones, tales como su naturaleza, su procedencia y su fórmula química; y en los términos mas concisos posibles se presentarán las reglas generales para tratar al soplete las tierras, óxidos metálicos, etc., ya solos, ya con el borax, la sal de fósforo, la sosa y el nitrato de cobalto; haciendo, por último, conocer los diversos aspectos de los sublimados de algunos metales, cuando se calientan sobre un carbon.

I.—REGLAS GENERALES PARA LOS ENSAYOS CUALITATIVOS AL SOPLETE.

A.—*Reglas generales para hallar los componentes de un mineral, mata, etc., por las cuales pueden casi todos descubrirse, calentándolos con los reactivos, ó sin ellos, á la llama del soplete.*

Antes de comenzar un ensayo, lo primero es extender sobre la mesa una hoja de papel blanco, en medio de la cual se coloca la lámpara, á fin de que si una sustancia cualquiera se desprende del carbon ó del platino, pueda hallarse y no se interrumpa el ensayo. Si importa que la mesa no se eche á perder con las materias que se deslizan candentes, se ponen en vez de una, tres ó cuatro hojas de papel. Sobre este no debe quedar residuo, ni cuerpo de ninguna clase, para evitar que los ensayos al caer se pongan en contacto

con ellos, y nos conduzcan á un resultado mas ó menos falso. Lo seguro es cambiar el papel á cada análisis.

Respecto á la cantidad de sustancia que ha de tomarse, cuando se trata de ensayarla con los fundentes ó reactivos, hay que advertir que no debe ser nunca muy grande. Si, por ejemplo, se desea reconocer la fusibilidad de una tierra, mineral, etc., empleando el borax ó la sal de fósforo en el alambre de platino, bastará un frágmento del ejemplar, del diámetro de un grano de mostaza.

Cuando se presentan óxidos metálicos y se trata solo de ver el color que prestan á los vidrios de borax, etc., se usa mas cantidad de mineral, pulverizado de antemano; si se quiere reducir sobre el carbon un metal por medio del carbonato de sosa, se toma todavía mas mineral, pulverizado tambien previamente. La experiencia enseña pronto las cantidades que han de emplearse en cada caso; pero entiéndase que siempre que se toma *demasiada materia para un análisis*, es consecuencia inevitable la incertidumbre de los resultados.

Cuando se examinan las reacciones de una sustancia consigo misma, ó con los reactivos, ha de procederse del modo siguiente:

(A) Parte del cuerpo que se ensaya se calienta gradualmente hasta el rojo, en una pequeña retorta de vidrio, sobre la lámpara de espíritu de vino, y se va observando durante la operacion, si el ensayo decrepita, si deja desprender agua ó algun otro cuerpo volátil, y si exhala olor. El agua se condensa en la parte mas fria del tubo, donde se le aplican papeles de tornasol ó de Fernambuco, para ver si da reaccion ácida ó alcalina.

(B) Otra porcion del ensayo se calienta sobre el carbon, y por el olor que exhala indica la presencia de los ácidos que se volatilizan, y del arsénico, selenio y azufre. El olor se deja percibir, ya se tueste el mineral en una llama ya en otra; el selenio y el azufre, por ejemplo, se descubren mejor en la llama de oxidacion, y el arsénico en la de reduccion. Ha de observarse atentamente si el carbon queda cubierto con el sublimado, si este se deposita muy cerca ó á distancia del ensayo, el color de aquel, y si es el mismo en caliente que en frio. Cuando la sustancia que se examina es una tierra, se calienta fuerte-

mente por algun tiempo sobre el carbon, y se coloca después de fria encima del papel de tornasol, humedecido con unas gotas de agua destilada. Si la reaccion del papel es alcalina, contiene la sustancia carbonato de alguno de los álcalis que se presentan en la naturaleza. Hállanse en este caso la *Witherita*, *Estroncianita*, *Espato calizo*, *Magnesita*, *Magnesia sulfatada*, etc., que al fuego se hacen cáusticos y ofrecen reacciones alcalinas.

(c) Si la sustancia contiene metales volátiles, óxidos metálicos, azufre, etc., se ensaya en un tubo abierto por ambos extremos, dentro del cual se coloca la sustancia, cerca de uno de estos, que se calienta con la llama de la lámpara de espíritu de vino, sola unas veces, y otras avivada con el soplete. El tubo ha de tenerse en cierta inclinacion, y cuanto mas se acerca á la perpendicular, tanto mas violenta es la corriente de aire que se establece. Es muy fácil regular la rapidez de la corriente conforme al grado de oxidacion que el ensayo requiera.

En este procedimiento se subliman muchas sustancias que no lo verifican calentadas en el tubo cerrado, porque la cantidad de aire que puede tener acceso á ellas es pequeña comparativamente. El oxígeno del aire atmosférico es absorbido durante la ignicion, y forma ácidos ú óxidos metálicos, que se escapan en forma de gases, distinguiéndose por su olor, como el azufre, que se sublima convertido en ácido sulfuroso, y que se depositan otras veces en la parte mas alta y fria del tubo, á mayor ó menor distancia del cuerpo caliente, segun sus grados de volatilidad. El arsénico se trasforma en ácido arsenioso, y el antimonio en óxido de antimonio.

(d) Cuando una sustancia se ensaya para conocer *su fusibilidad*, se hace un taladro en un trozo de carbon, y se coloca en él un pequeño fragmento del cuerpo que se examina, dirigiéndole por mucho tiempo una fuerte llama de oxidacion. Los metales y óxidos metálicos mas fáciles de reducir ceden á este experimento.

Pero supongamos que se trate de una tierra ó silicato: entonces se parte el mineral con un martillo, y se escoge un fragmento que tenga un canto ó un extremo sumamente fino. Tómase este con las pinzas de puntas de platino, y se le hace sufrir por algun tiempo una llama

fuerte, producida por el soplete. Pronto se ve si la sustancia cede y se funde: si es infusible, el corte agudo permanece inalterable; si es fusible, se redondea, y si es muy fusible, se derrite y forma una perla. Todo esto debe examinarse con el lente.

Cuando un ejemplar se calienta en la llama interior, la de fuera adquiere á veces cierta coloracion; por ejemplo, si el mineral contiene potasa, será la llama exterior violeta; si sosa, amarilla; si litina sin sosa, tomará una tinta roja, y si se encuentran todas tres, la *llama amarilla será la que se perciba*.

Berzelius trata del modo siguiente los minerales que son muy refractarios. Redúcense á polvo en un mortero de ágata con agua, y se echan unas gotas de ella, que siempre tienen polvo en suspension, sobre un carbon, donde se calientan á la llama oxidante para evaporar el agua, repitiéndose una y otra vez la operacion, hasta que el carbon se cubre con una costra de partículas finas, que se toma con cuidado con las pinzas y se sujeta á una violenta llama de oxidacion. Casi siempre, á causa de la extremada division del mineral, sobrevienen cambios que demuestran no ser enteramente infusible; pero es indispensable el lente para descubrir los efectos producidos.

Si la sustancia se presenta en granos como la arena, uno de ellos se coloca sobre el carbon; siendo preferible, atendida la facilidad con que pudiera rodarse, reducirlos con agua á pasta, que se seca sobre el carbon á la llama oxidante, y cuya fusibilidad puede así estudiarse mas cómodamente. Este mismo método ha de emplearse siempre que se presenten los cuerpos sumamente divididos.

El calor que proporciona el soplete es limitado, en términos que hay sustancias que, aisladas, jamás puede llegar á fundir; por ejemplo, la sílice y la alúmina, por mas divididas que se hallen. Muchos minerales se funden, y aumentando de volumen, dan un vidrio ampuloso, que á causa de las burbujas de aire que encierra, aparece opaco. La intumescencia y las ampollas resultan á cierto grado de calor, que es cuando se evapora toda el agua. Segun Berzelius, la forma de *coliflor* que toman algunas veces los cuerpos por el calor, procede de un cambio en sus elementos y en sus respectivas posiciones; pero la hinchazon y las ampollas que vemos en la fusion

ígneas, cree aquel sabio que provienen de la salida de algunas sustancias que se escapan en forma de gas, y que muchas veces no pueden hacerse desaparecer durante todo el análisis de un cuerpo. Este es el caso de casi todos los silicatos de cal, y el de los álcalis combinados con la alúmina.

El exámen comparativo de la fusibilidad de los minerales es de suma importancia, porque muchos que consisten principalmente en tierras, y que contienen muy pocas partes de los óxidos metálicos propiamente dichos, pueden distinguirse muy fácilmente por este medio. Así es que la lista que Enrique Rose trae en todas las ediciones de su *Manual de Química Analítica*, de un considerable número de minerales, clasificados según sus grados de fusibilidad, es muy interesante.

Entre los fósiles que con mas frecuencia se presentan, los siguientes, calentados en las pinzas de puntas de platino á una fuerte llama, son infusibles completamente: *el Cuarzo, Corundo, Espinela, Zeilanita ó Pleonasta, Automalita ó Gahnita, Olivino, Cerita, Zircon, Disthena ó Cianita, Leucita, Talco, Gählenita, Anthofylito, Estaurodita, Alofonia, Cimofania y Gadolinita*. Calentados son fosforescentes: *el Rutilo, el Hierro oxidulado titanífero, la Tantalita, Turquesa, Calaita, Chondrodita, y Topacio*. Son muy difíciles de fundir ó solo fusibles en los bordes, en particular los siguientes: *la Adularia, Te-tartina ó Albita, Petalita, Labradorita, Anorthita, Wolastonita, Espuma de mar ó Magnesita, Estatita, Serpentina y Epidota*. Los minerales que manifiestan intumescencia á la primera impresion de calor son: *la Dicroita* en alguna de sus variedades, *Berilo, Euclasia, Titanita, Sodalita, Cal tungstatada, Barita sulfatada, Celestina, Yeso, Apatita y Espato fluor*. Los fusibles son: *las Zeolitas*, cuya mayor parte presentan la intumescencia al punto que se las calienta; *la Oligoclase, la Espodumena*, que tambien aumenta de volumen; *la Meionita, Eleolita, Nefelino y Amphibolita*, que hacen casi todas efervescencia durante la fusion; *los Piróxenos*, que cuando contienen mucha magnesia se funden con dificultad; *las Vesubianas é Idocrasas*, que se hinchan al fundirse; *la Orthita*, que hierve al derretirse; *el Wolfram, la Boracita, Datholita, Botriolita, Turmalina y Axi-*

nita, que tambien fundidas aumentan de volúmen ; la *Amblygonita*, *Lazurita*, *Hauyna*, *Nosina eudialita* y *Pirosmalita*.

(E) Por último, se ensayan las sustancias con los fundentes, que son, el BORAX, la SAL DE FÓSFORO y la SOSA.

§. 1.º—ENSAYO CON EL BORAX.

Puede verificarse este ensayo ó sobre el carbon ó en el alambre de platino ; pero si el mineral consta solo de tierras ú óxidos metálicos, debe ensayarse lo primero sobre el platino. El procedimiento es como sigue : se enrojece al soplete el gancho formado con el alambre, se introduce rápidamente en el borax, y se funden á la llama de oxidacion las partículas que se le hayan adherido. Es casual que tome el alambre á la primera vez la cantidad de borax necesaria ; por lo que se repite una ó dos mas, hasta que tenga lo bastante para llenar completamente el corchete ó gancho con el vidrio que se forme. Este se une al alambre tan íntimamente, que no se le puede separar sino á la fuerza. Si el platino está limpio, el glóbulo será enteramente incoloro, así en caliente como en frio ; mas si aconteciere que tomase algun color, que se percibe poniéndolo entre el ojo y la luz, debe quitarse del platino. La separacion de la perla de vidrio se ejecuta con facilidad calentándola fuertemente, sacándola de la llama con rapidez, y dejándola caer dentro de una cápsula de porcelana, sobre cuyo borde se sacude el alambre. Tan luego como cae la perla se solidifica, y cuanto mas presto y con mayor fuerza se sacude el alambre, tanto mas completamente se efectúa la separacion.

El vidrio de borax, formado en el alambre de platino y frio ya, se humedece con la lengua por uno de sus lados, el cual se pone en contacto con la sustancia que ha de ensayarse, triturada ó reducida á polvo fino, fundiendo en seguida, al propio tiempo que el borax, y en la llama de oxidacion, las partículas que se hayan adherido al glóbulo cristalino. En general las sustancias terrosas se examinan mejor cuando se disuelve un fragmento suyo que cuando se emplean en polvo, porque en polvo las partes que no se descomponen no se distinguen tan bien de las fusibles que puede contener. Esto no ocurre

con el borax tan á menudo como con la sal de fósforo, que aisla el ácido silíceo, ó sílice.

Cuando se tiene el ensayo en la llama de oxidacion ha de notarse con cuidado si se disuelve con lentitud, ó si prontamente, si se engendra algun gas, si el vidrio líquido toma color, y si este cambia, ó si permanece el mismo al enfriarse el glóbulo.

Hay algunos cuerpos que con ciertas porciones de borax dan un vidrio claro, en frio y en caliente, pero que á la llama de reduccion, y en particular á una viva llama intermitente, se vuelve opaco, ó blanco de leche, ú opalino, y á veces toma color. Estas reacciones se observan generalmente en los cuerpos que, estando en fusion, dan un vidrio claro, que forma esmalte cuando se enfria. Hállanse en este caso las tierras alcalinas, la itria, la glucina, la zircona, el óxido de cerio, los ácidos de tántalo y de titano, la sílice, alúmina, sesquióxido de hierro, óxido de manganeso, etc. La presencia de la sílice impide que el vidrio forme esmalte al enfriarse; lo mismo acaece con los silicatos que dan vidrio trasparente cuando el ensayo está justamente saturado, y que saturado en demasía, presentan al enfriarse una masa opaca. Cuando el vidrio de borax, que contiene un cuerpo en cierta proporcion, se vuelve opaco á la llama viva intermitente, se dice que *es opaco á la llama*.

Si se quiere dar color á la perla con los óxidos metálicos presentes, es preciso no tomar mucha cantidad del mineral, porque de otro modo el color resulta tan oscuro, que no puede definirse. Cuando llega este caso se aprieta el glóbulo caliente con las pinzas, ó se estira con ellas una hebra fina, para que la tinta pueda reconocerse con facilidad. Algunos la distinguen mejor con los ojos inermes, otros con el lente, que por supuesto debe ser acromático para que no conduzca á resultados falsos.

Después que se ha observado el color que presta un cuerpo en la llama oxidante, y que se han seguido con cuidado todos los fenómenos, se sujeta el vidrio á la llama de reduccion, pero de modo que nada de carbon se deposite sobre su superficie. Si los óxidos metálicos disueltos en el vidrio no son reducibles por el borax, v. gr., los de cerio, manganeso, cobalto, hierro, urano, cromo, el ácido de titano,

de tungsteneno, etc., la operacion se ejecuta en el alambre de platino; pero si los óxidos se reducen con facilidad al estado metálico, como son los de zinc, níquel, cadmio, plomo, bismuto, cobre, plata, antimonio, etc., la reduccion se practica sobre el carbon, porque si no los metales reducidos se alearian con el platino.

Cuando el ensayo se hace sobre el platino, en ambas llamas y en frio y en caliente, se reconoce muy bien el cambio de color. Para calentar este mismo ensayo sobre el carbon se separa del alambre, como queda dicho.

El vidrio se coloca en una pequeña cavidad practicada en el carbon, y se somete en seguida á la llama de reduccion, que se sostiene por algunos minutos; después de lo cual se levanta el glóbulo y se aplana entre las puntas anchas de unas pinzas, á fin de que se perciba su color mas claramente. Despachurrando el vidrio de este modo, se obtiene la ventaja de que los protóxidos, si hay alguno, no pasan á sesquíóxidos con tanta facilidad como dejándolos enfriar despacio sobre el carbon.

Si la perla contiene uno de los óxidos metálicos fáciles de reducir, sucede con frecuencia que se cubre el carbon de un sublimado á cierta distancia del ensayo; pero esto acontece únicamente cuando se hallan en exceso los óxidos de selenio, telurio, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio, zinc, estaño y plomo.

Cuando la llama de reduccion no da color al vidrio en el alambre de platino, se hace un ensayo con el borax sobre el carbon, del siguiente modo. El glóbulo candente se sacude, con rapidez, sobre el carbon, se calienta con una pequeña cantidad de estaño puro, y la mezcla se sostiene un buen espacio en la llama de reduccion. El estaño, teniendo una gran afinidad por el oxígeno, arrebatada parte de él al óxido metálico contenido en el ensayo, y se disuelve sin teñir la perla, en tanto que el óxido metálico que se convierte en protóxido, da al vidrio, cuando se enfria, su color característico. Este es, generalmente, el método á que se recurre cuando se buscan rastros de cobre ó de hierro.

Para averiguar por medio del borax los caracteres de una sustancia que contiene sulfuros ó arseniuros, lo mejor es tostarla en un tubo

abierto para sublimar la mayor parte del azufre y el arsénico, y calentarla después sobre el carbon á ambas llamas, con la cantidad correspondiente de borax y de estaño, si se necesita, observando cuantos fenómenos vayan apareciendo ¹.

§. 2.º — ENSAYO CON LA SAL DE FÓSFORO.

Así como sucede con el borax, parte de las sustancias se tratan sobre el alambre, y parte sobre el carbon. Si los elementos del cuerpo son térreos, ó solo óxidos metálicos difíciles de reducirse, la operación se ejecuta sobre el platino exactamente como con el borax; pero si contiene sulfuros ó arseniuros, se trata sobre el carbon, del modo mismo que con el borax queda dicho. Como el fosfato sódico amónico da un vidrio muy flúido cuando está caliente, en vez de formar corchete, se enrosca del todo el alambre de platino por una punta, para evitar que la perla fundida se desprenda y caiga. Sobre el carbon se puede sin inconveniente tomar de una vez la cantidad de sal que se quiera. Este fundente para reconocer algunos óxidos metálicos es mejor que el borax, porque marca mas los colores cuando llega á disolver la suficiente cantidad de materia. Sirve para separar los ácidos; los volátiles se subliman, los fijos quedan, y ó dividen sus bases con el ácido fosfórico, ó no se combinan, y flotan dentro de la masa fundida. Así sucede con los silicatos: la sílice se separa, y nada dentro del vidrio en estado gelatinoso. Los mismos silicatos, cuando contienen bases capaces de formar con los fundentes vidrios opacos en frio, los dan claros con el borax, y opalinos con la sal de fósforo.

§. 3.º — ENSAYO CON LA SOSA.

Para ensayar una sustancia con la sosa es necesario tener presente si consta solo de elementos terrosos, si de ácidos libres ó com-

¹ Los tubos en que se subliman las sustancias no han de tener plomo, porque el arsénico entonces descompone el vidrio.

Los mejores tubos para los análisis al soplete proceden de Alemania. — *Muspratt*.

binados, si es ó no soluble, si contiene óxidos que reducidos den un metal, si encierra sulfuros ó arseniuros, etc.; de todo lo cual se irá tratando á medida que se vayan presentando los efectos producidos por los óxidos metálicos que se exponen á la llama del soplete.

(a) *Fusibilidad de una sustancia con carbonato de sosa.*

Gran número de cuerpos tienen la propiedad de formar con la sosa combinaciones, unas fusibles y otras no. El número de las primeras es corto; solo la sílice y los óxidos metálicos de los ácidos titánico, túngstico, molibélico, etc., que son mas ó menos absorbidos por el carbon si no están combinados con la sílice.

Para averiguar la fusibilidad de una sustancia con la sosa se conduce el ensayo del modo siguiente :

Si el cuerpo está en polvo, se reduce á pasta con la sosa por medio de una espátula humedecida; si está en granos se toma uno de ellos y se envuelve en la sosa húmeda. En ambos casos se coloca sobre el carbon, se calienta hasta que toda el agua se evapora, y se tiene largo rato en una fuerte llama de oxidacion.

El carbonato de sosa es absorbido por el carbon; pero en cuanto ha disuelto una cantidad suficiente del ensayo, tiene lugar la efervescencia y se forma una perla. Cuando la sustancia es insoluble en la sosa, si llega á descomponerse, se infla gradualmente y cambia de figura, pero sin formar vidrio; entonces se va añadiendo fundente y renovando la insuflacion hasta obtener un resultado satisfactorio. Cuando la sustancia es soluble en la sosa, y se toma muy poca cantidad de ella, una parte del ensayo queda opaca, rodeada por un vidrio claro; si se ha puesto la sosa en mucha cantidad, el vidrio será enteramente opaco, advirtiéndose que la sosa debe irse tomando al principio en pequeñas dosis, que se aumentan á medida que los cambios se van sucediendo. Si las perlas aparecen de color amarillo, rojo ó pardo, es señal de estar presente el ácido sulfúrico, que, en cantidades las mas mínimas, da una reaccion muy decidida. Después que se ha estudiado una sustancia sobre el carbon, se trata al fuego de oxidacion sobre el alambre de platino, y si da un vidrio que frio es de un co-

lor azul verdoso, se puede asegurar que se ha formado un manganato de sosa, y por lo tanto que existia algun óxido de manganeso. Cuando un fósil contiene sílice y óxido de cobalto, se forma silicato de sosa y toma el glóbulo el color azul característico del cobalto. Vistas las reacciones que anteceden, si se quiere conocer la presencia de un álcali ó de una tierra cualquiera, se verifica el ensayo con la sosa sobre la hoja de platino; si durante la fusion el vidrio está claro y limpio, solo hay un álcali en el mineral; si se deposita cualquier sustancia, es señal de que contenia alguna tierra. Por supuesto que el álcali teñiría la llama; lo cual no debe perderse de vista.

(b) Reduccion de los óxidos metálicos con la sosa.

Los óxidos metálicos, cuando se hallan en pequeñísimas cantidades en los minerales, se descubren mejor por este medio que por la via seca.

Hay metales que sin la adicion de la sosa se reducen sobre el carbon á la llama de reduccion, y así se determinan; si estos mismos se hallan mezclados ó en combinacion con sustancias irreductibles, no solo es dificultoso, sino imposible en muchos casos, terminar la reduccion de un modo satisfactorio. Por ejemplo, si se trata un óxido de estaño, nativo ó artificial, sobre un carbon á la llama de reduccion, es posible con gran esfuerzo y fatiga obtener un glóbulo metálico; pero con solo añadirle un poco de sosa, la reduccion tiene lugar con facilidad.

Cuando está un óxido metálico en combinacion con otro cuerpo no reducible, que le impide dar una reaccion característica con el carbonato de sosa, se conduce el ensayo del siguiente modo.

Reducido á polvo el ejemplar, y hecha una pasta con él y con la sosa humedecida, se coloca la masa en el carbon y se dirige sobre ella una enérgica llama de reduccion. El fundente al principio es absorbido, pero se sigue añadiéndolo y sosteniendo el calor, en tanto que quede sobre el carbon una parte cualquiera del ensayo. Las primeras porciones de carbonato de sosa sirven para reunir las partículas metálicas, y las demás son para completar la reduccion de los

restantes óxidos metálicos no reducidos. Para apagar los puntos en combustion se echan unas cuantas gotas de agua, y en seguida la parte del carbon sobre la cual ha reposado el ensayo se corta con un cuchillo y se pone en el mortero de ágata, teniendo cuidado de que no se pierda nada en dichas operaciones. Mézclase la masa con agua para reducirla á polvo muy fino, y si contiene algun metal, caerá inmediatamente al fondo del mortero en virtud de su mayor gravedad específica : el carbon se separa lavando y decantando el liquido repetidas veces. Cuando todo el carbon se ha eliminado por este medio, queda solo en el fondo el metal, que si es infusible ó frágil, aparece en forma de polvo metálico, y si es maleable, en láminas delgadas y brillantes.

Con estos métodos, medio por ciento de estaño, y menores cantidades de cobre, se descubren con facilidad. Si hay además uno ó varios otros cuerpos metálicos contenidos en la sustancia que se analiza, tambien se reducen, pero formando una aleacion; sin embargo, algunos se obtienen sueltos, como son el cobre y el hierro, que dan glóbulos separados del resto de la masa.

Los metales que pueden reducirse por este medio, además de los nobles, son : el molibdeno, tungsteno, antimonio, telurio, plomo, zinc, estaño, cobre, bismuto, níquel, cobalto y hierro ¹ ; algunos de ellos son volátiles en todo ó en parte, y cubren el carbon con sus óxidos sublimados, á saber : el antimonio, telurio, bismuto, plomo y zinc. Otros metales, como el arsénico, cadmio y mercurio, tambien son reducibles; pero siendo en extremo volátiles, se calientan en tubos de vidrio para recoger sus sublimados.

Si en algun experimento se obtiene un boton metálico que contenga cierto número de metales, se examina la aleacion con borax y sal de fósforo, como se dirá después, al hacernos cargo de los diferentes ensayos cualitativos de cada metal en particular.

Cuando se ensaya un sulfuro ó arseniuro, ó una sustancia que contenga arsénico ó azufre, se expelen primero estos cuerpos, y se

¹ Los tres últimos metales son magnéticos, por cuya propiedad se pueden distinguir fácilmente. — *Muspratt*.

oxida el metal antes de pasar á su reduccion. El procedimiento es este : redúcese el mineral á polvo impalpable, y llenando con él, comprimiéndolo con la espátula, una cavidad practicada en el carbon, se expone á la llama. La de oxidacion es la primera que se hace obrar para expeler el azufre como ácido sulfuroso, y oxidar el metal, que se combina á su vez con los ácidos arsénico y sulfúrico que van formándose durante la operacion. Cuando yá no se desprende mas ácido sulfuroso, que se reconoce por su olor característico, se pone en accion la llama reductiva, por medio de la cual se reduce todo el ácido arsénico y sulfúrico, y gran parte del arsénico metálico se volatiliza. Así que deja de percibirse el *olor de ajo* se vuelve á usar la llama de oxidacion, y así alternativamente, hasta que la descomposicion del mineral es completa. Vuélvese el ensayo lo de arriba abajo, y la parte que ha estado en contacto con el carbon se trata de la misma manera ; en seguida se pulveriza, se calienta de nuevo sobre el carbon á las llamas de reduccion y de oxidacion, y de este modo se logra eliminar todo el azufre, aunque no siempre el arsénico, que á veces queda como ácido, en combinacion con los óxidos de cobalto y de níquel, de los cuales se separa con suma dificultad. Existen sustancias que contienen cantidades considerables de arsénico, que seria dañoso dejar se esparciesen en la habitacion ; para obviar este inconveniente, antes de ponerlas á tostar sobre el carbon, se calientan en un tubo, con lo cual la mayor parte del arsénico se sublima, y se condensa en su parte mas alta.

Si el ensayo no contiene ni cobalto ni níquel, pero si cualquier otro metal con arsénico, puede el metal obtenerse libre enteramente de arsénico, reduciendo el ensayo por el carbonato de sosa ; pero si se hallan en él el cobalto ó el níquel, siempre saldrá el metal contaminado por el arsénico, y será preciso tratarlo con borax sobre el carbon. En este experimento es preciso hacer llegar sobre el ensayo una fuerte y no interrumpida llama, y tener suma escrupulosidad al cortar el carbon impregnado con el metal reducido, así como en el lavado y decantacion. Tambien es preciso tener presente que, tanto los granos de metal obtenidos, cuanto sus polvos y láminas, no solo deben mirarse con los ojos inermes, sino con el lente.

Puede ser la sustancia que se tiene entre manos una tierra que no contenga ninguno de los óxidos metálicos que prestan color, y entonces es preciso tratarla con una disolucion de nitrato de cobalto. Se escoge para ello un fragmento de suficiente porosidad, para que se deje penetrar por la disolucion; se le echan unas gotas, y se expone en las pinzas á una llama moderada de oxidacion. Durante esta toma el ensayo ciertos colores, que son característicos: el azul indica la alúmina pura, el rosa la magnesia; pero cuando asoma este último, debe fundirse el ensayo; porque en habiendo magnesia la tinta rosa se hace mas patente en una fuerte llama. Los minerales que contienen cal ó un álcali, dan el color azul calentados fuertemente con la disolucion de cobalto; y como la alúmina, aunque les presta el mismo color, lo da á un fuego moderado, se distingue por ello perfectamente.

Las rocas cristalinas que no se dejan penetrar por la disolucion, se reducen á polvo fino en el mortero de ágata, y con agua se hace una pasta que se extiende sobre el carbon, donde se le añade la disolucion de cobalto, y se sujeta la masa al calor rojo naciente. Si no hay descomposicion, el color que toma, azul, encarnado ó negro, procede tan solo de la disolucion, y no de ninguno de sus componentes. En caso de que la masa se separase del carbon como una hojuela fina, se tomaria con las pinzas, y se someteria á una intensa llama de oxidacion. El color que resulte debe observarse después que se enfríe y á la luz solar, porque á la de una vela ó de la lámpara, los azules parecen á veces violeta oscuro, y hasta rojos.

Los óxidos metálicos que dan un color blanco, no estorban la reaccion de la alúmina y la magnesia, á no ser que estén en demasiada cantidad, y entonces toma la masa el color negro ó pardo. Algunos minerales tratados *per se* sobre el carbon, ó al reducirse con el carbonato de sosa, dejan escapar ciertos metales, que á veces se subliman, se oxidan al instante, y se depositan sobre el carbon. Algunos de estos óxidos son expelidos por la llama de oxidacion, otros lo son solo con suma dificultad, y á otros no se puede hacer desaparecer; de modo que es imposible muchas veces separar del carbon la película de óxido que lo cubre. Cuando esta queda sobre el carbon des-

pués del experimento, se humedece con unas gotas de la disolucion, se sujeta á la llama de oxidacion moderadamente fuerte, y si está presente el zinc, tomará la sustancia un brillante color verde, visible con el lente.

La cantidad de nitrato de cobalto que se debe emplear, depende en gran parte de su fortaleza; sin embargo, la experiencia enseña muy pronto qué cantidades han de tomarse para obtener reacciones decisivas.

Los minerales y demás cuerpos que se ensayan, segun las precedentes reglas, en tubos abiertos ó cerrados, ó con los fundentes en las diferentes llamas producidas por el soplete, presentan mil fenómenos de resultados útiles, y es preciso prestar toda atencion á las mas pequeñas ocurrencias, porque suelen á veces conducir al descubrimiento de sustancias, que no se podia sospechar existiesen en el ensayo que se examina.

B. — Reglas generales para los ensayos cualitativos al soplete, por las cuales, y con la cooperacion de la via húmeda, se hallan los diversos elementos de los cuerpos compuestos.

Con el soplete, ó con solo los fundentes, no se determinan satisfactoriamente, en muchos casos, los componentes de un cuerpo, y entonces es preciso acudir á la via húmeda, á fin de acercarnos lo mas posible al conocimiento de su verdadera composicion. Por este medio, pues, y con el soplete, se puede con precision y facilidad analizar los cuerpos compuestos de tierras, óxidos metálicos, silicatos naturales, escorias, etc.

En estas manipulaciones 100 ó 150 miligramos de una sustancia son suficientes; pero los analistas al soplete muy acostumbrados no necesitan tanta cantidad; y por consiguiente, las de los reactivos líquidos que emplean son muy reducidas. Cuando se han observado los caracteres pirotécnicos de un cuerpo, y se ha determinado la clase á que pertenece, v. gr., si es un álcali, tierra, sal metálica, silicato, aluminato compuesto de óxidos metálicos, ó de estos y una tierra, sulfuro metálico, ó una combinacion de diversos metales, sin exclusion del

arsénico y selenio, en ese caso cada uno de sus elementos se reconoce prontamente. El modo de proceder se hallará muy detallado en cada uno de los análisis cualitativos de las tierras, álcalis, cuerpos metálicos y no metálicos, y de las demás sustancias que se hallan en la naturaleza, y de que vamos á ocuparnos mas adelante. Para no tener que repetir á cada momento la explicacion de muchas manipulaciones, vamos á describir los métodos generales de fundir, disolver, etc., y luego se tratará en particular de cada una de aquellas operaciones.

§. I. — FUSION DE LAS SUSTANCIAS CON BORAX Y CARBONATO DE SOSA.

Un compuesto en que las tierras no pueden descubrirse á la primera reaccion, se reduce á polvo impalpable en un mortero de ágata, y se toman de él de 75 á 100 miligramos para el análisis. Cuando contiene sulfuros ó arseniuros se tuesta dos veces sobre el carbon, de un modo análogo al de los análisis cuantitativos del cobre, para expeler toda ó la mayor parte del arsénico y del azufre, y para oxidar los metales, que se combinan generalmente con los restos de los ácidos arsénico y sulfúrico que se forman. La masa ó polvo se vuelve á triturar en el mortero con carbonato de sosa y borax, proporcionando la cantidad de reactivo segun el grado de fusibilidad del ensayo, y la mezcla se introduce en un cartucho de papel de sosa, semejante tambien al de los análisis cuantitativos del cobre; se coloca dentro de un cilindro hueco abierto en el carbon, y se le dirige un fuego intenso por medio del soplete. En general la fusion se verifica mas presto á la llama de oxidacion que á la de reduccion. Si el ácido sulfúrico ó los óxidos metálicos reducibles no se hallan presentes, siempre es de preferir la llama de oxidacion; si sucede lo contrario, se usa la de reduccion, en la que se subliman los óxidos metálicos, y el ácido sulfúrico se reduce á azufre, que se combina con la sosa, etc.

Pueden estar los óxidos metálicos en cantidades tan pequeñas, que llegue á ser muy difícil reducirlos á glóbulos separados, en cuyo caso se les añaden 200 ó 300 miligramos de plomo, ó un glóbulo de plata que pese de 80 á 100 miligramos, y se conduce la opera-

cion como en los análisis cuantitativos de la plata. Por este método los materiales térreos, y los óxidos que se reducen con dificultad experimentan la fusion ígnea, formando una perla líquida; el ácido sulfúrico, los ácidos de arsénico y los óxidos dóciles se reducen, si están presentes, combinándose el azufre con el sodio y alguno de los demás metales; el arsénico metálico se sublima en parte, y en parte es absorbido por la liga, y los metales que no se subliman uniéndose, particularmente con el plomo ó la plata que se ha añadido, forman un glóbulo. Este glóbulo metálico se adhiere por sí mismo al vidrio, con especialidad si el plomo está en exceso, de cuyo metal se volatiliza una parte. Los óxidos metálicos disueltos en la perla están generalmente en estado de protóxidos. Para los susodichos ensayos se requiere que el fuego de reduccion y el de oxidacion sean muy intensos, porque de otro modo ni la fluidez ni la reduccion de los diversos componentes podrian realizarse. La perla fundida debe obtenerse limpia y libre, en lo que sea posible, de burbujas y de partículas metálicas. Cuando la magnesia abunda demasiado, es difícil obtener un vidrio traslucido, por lo cual hay que añadirle mas borax. Si después de algun tiempo de insuflacion se perciben todavía láminas metálicas, quiere decir ó reduccion de los óxidos, ó separacion de las partes que son irreducibles, por lo cual es indispensable que el fuego continúe.

Inmediatamente después de terminar el análisis, se separa el ensayo del carbon, sacudiéndolo sobre el yunque, descrito pág. 24, ó sobre un papel, y se pulveriza en el mortero de ágata. Esta precaucion es necesaria, porque la masa caliente absorbe pronto la humedad, se pone untuosa y se tritura con dificultad.

Cuando se funde el ensayo á la llama de reduccion, se obtienen glóbulos metálicos, que son aleaciones compuestas de los metales existentes, y del plomo ó la plata que se ha añadido; cuyas ligas es preciso separar del resto de la masa en fusion haciéndola rodar de una parte á otra del carbon, cubierta siempre por la llama de reduccion. El todo, ya frio, se levanta con una espátula, se queman ó se raspan con el cuchillo las materias carbonosas, y se separa con el martillo sobre el yunque la parte vitrificada y el boton metálico.

Adviértase que cuando no se ha prestado el grado de calor necesario, puede quedar intacta una porción del óxido metálico, ó por medio del plomo puede haberse oxidado y disuelto en el vidrio; lo cual en ciertos casos ejerce tal influencia en las manipulaciones ulteriores, que induce á consecuencias completamente falsas.

Los óxidos metálicos que se reducen sin dificultad con carbonato de sosa y borax en la llama de reduccion, y que son fáciles de separar de las tierras y de los otros metales irreducibles, son: los ácidos arsenioso, arsénico, antimonioso y antimónico, y los óxidos de antimonio, plata, mercurio, cobre, bismuto, estaño, plomo, cadmio, zinc y níquel. El selenio, telurio, osmio, oro, platino, iridio, rodio y paladio, que no se hallan en la naturaleza mas que en estado metálico, se separan con facilidad de ciertas tierras y óxidos metálicos copelándolos con plomo ó plata. Los metales que son volátiles, fundidos de este modo, se resuelven total ó parcialmente en vapores que se condensan sobre el carbon. Los óxidos metálicos que fundidos con borax y carbonato de sosa no se reducen, son: el sesquióxido de cromo, los ácidos molíbdico, túngstico, tantálico y titánico, y los óxidos de urano, cobalto, hierro, manganeso y cerio. Estos, sin embargo, pueden ser separados fácilmente de las tierras y reconocidos por sus caractéres pirotécnicos, como se dirá en sus capítulos respectivos.

§. II. — TRATAMIENTO CON EL ÁCIDO HIDROCLÓRICO DE LAS SUSTANCIAS FUNDIDAS CON SOSA Y BORAX.

El vidrio, reducido á polvo de antemano, se pasa á un baño de porcelana, se le añadé un exceso de ácido hidroclórico, moviendo la mezcla con un agitador de cristal, y se calienta sobre el triángulo á la lámpara de espíritu de vino. Con esta manipulacion las partes solubles é insolubles se separan, el sulfuro sódico se descompone, el azufre se combina con el hidrógeno del ácido, y es eliminado como sulfido hidrico (gas hidrógeno sulfurado), y las otras sustancias, menos el ácido silícico, forman cloruros metálicos. Mas, como las

combinaciones silíceas son las solas que generalmente se separan por la fusion con la sosa y el borax, rara vez se presentan en estos ensayos los ácidos molíbdico, túngstico, tantálico y titánico.

Así que la disolucion se verifica completamente, toda la mezcla se evapora en una chimenea, á fin de evitar la pérdida por decrepitation de los cloruros metálicos, compuestos principalmente de cloruro sódico.

La evaporacion tiene dos objetos: expeler el exceso de ácido, y separar el ácido silíceo ó sílice, como hidrato gelatinoso. Evaporada la mezcla á esta consistencia, se le añade agua destilada y se calienta segunda vez, con lo cual los cloruros metálicos se disuelven, y se separan de los residuos insolubles. Si estos contuviesen sílice, se reconoceria al momento filtrándolos, lavando y tratándolos al soplete con sal de fósforo ó con sosa.

El sesquióxido de hierro contenido en las sustancias se reduce á protóxido durante la fusion, y por la adicion del ácido hidroclicó, de ningun modo vuelve á convertirse en sesquióxido; pero siendo, sin embargo, absolutamente necesario para descubrir con precision los demás componentes, que esté el hierro en estado de sesquióxido, se añaden unas cuantas gotas de ácido nítrico á lo filtrado del ácido silíceo, mezclado con la primera agua empleada para lavarlo, á fin de lograr el objeto. Los demás elementos del compuesto se van analizando por separado, conforme á los métodos que se darán en sus análisis respectivos.

§. III. — FUSION DE UNA SUSTANCIA CON EL NITRATO Y CON EL BISULFATO DE POTASA.

Cuando solo se busca uno de los componentes de la sustancia que se examina, es necesario, en ciertos casos, fundirla con salitre para convertir un óxido en otro superior á él, ó si es un ácido, combinarlo con la potasa del salitre, de la cual puede separarse y reconocerse con mas facilidad. Del mismo modo se funde á veces un cuerpo con bisulfato de potasa, y se disuelve en el agua la masa fundida, ó para separar en el acto alguno de sus componentes, ó para convertir el

todo en sulfatos, y poder, después de disolverlos en agua, efectuar la separacion de cada uno de sus elementos.

La fusion con el nitrato de potasa puede hacerse algunas veces sobre el alambre de platino; pero es mejor emplear la cucharilla de este metal. Los cuerpos pulverulentos y pulverizables, reducidos á polvo fino, se mezclan en un mortero con la cantidad suficiente de nitro, y las aleaciones que no admiten trituracion se dividen lo mas posible con la ayuda del martillo ó de la lima. La cantidad de salitre se gradúa segun la facilidad con que se oxida la sustancia; de tres á cuatro veces su volúmen se emplea generalmente, con tal de que no tenga una gravedad específica muy grande. Cuando solo se busca un elemento, se verifica la fusion en el alambre de platino, después de humedecer la mezcla con agua, y colocar un poco de la pasta sobre el corchete del alambre. Para esta fusion se usa solo la llama oxidante, y cuando cesa la ebullicion de la masa fundida, se le añade otro poco de la pasta y se funde juntamente con ella; esto se repite hasta tanto que la masa en fusion, obedeciendo á su propia gravedad, no puede sostenerse por mas tiempo en el alambre, que durante el ensayo deberá tenerse oblicuamente, de manera que el corchete esté mas bajo, porque de otro modo se correrá el salitre á lo largo del alambre.

Cuando se presume que la sustancia contiene solo una pequeña cantidad del cuerpo que se busca, ó cuando se desea oxidar algunos de sus componentes á fin de sujetarlos en este estado á ulteriores tratamientos, ó finalmente, cuando se ensaya una aleacion ó una materia que no pueda ser reducida á polvo, se toma mayor cantidad de la sustancia, y su fusion se ejecuta en la cucharilla de platino. Entiéndase que toda la mezcla no debe emplearse á un tiempo, sino en pequeñas porciones, porque durante la fusion se escapan gases y vapores que pueden hacer rebosar la masa fundida por los bordes de la cucharilla. Esta ha de comenzarse á calentar por la parte exterior de su fondo con la llama de oxidacion; luego se dirige dentro de ella sobre la masa misma, que debe llegar á la mas completa licuacion, y á la que se va añadiendo, poco á poco, el resto de la mezcla, fundiéndola perfectamente después de cada adiccion. Durante

la incandescencia debe volverse la cucharilla en todos sentidos, de tal manera, que cada una de las partes de la masa que se funde experimente la accion de la llama oxidante, y que al mismo tiempo la cucharilla se mantenga siempre al calor rojo.

Solo pueden ensayarse con el salitre, en la cucharilla de platino, aquellas ligas que se oxidan fácilmente, y que no se combinan con el platino á las temperaturas á que se puede llegar con el soplete. La fundicion de una liga con el nitrato de potasa tan solo es aplicable al descubrimiento de restos de arsénico, en los metales que lo abandonan con dificultad, y en aquellos que, como el níquel, se resisten extraordinariamente á la fusion.

La de una sustancia con el bisulfato de potasa puede ejecutarse en la cucharilla grande de platino, ó del mismo modo que con el salitre, ó lo que es mejor aun, á la llama de espiritu de vino; pero en ambos casos la sustancia deberá estar bien seca y en polvo muy menudo. Cuando la fusion se hace con el soplete, los sulfatos que se forman durante esta, pudieran perder su ácido volviendo á descomponerse si el calor es demasiado, en tanto que, si la fusion se practica á la lámpara de alcohol, se émpieze por tener la cucharilla de platino arrimada á los bordes, ó sobre el extremo de la llama, hasta que escapen la mayor parte de los gases, y hundiéndola después en aquella, de modo que el calor actúe con igualdad sobre el fondo de la cucharilla, se eleva tan solo al calor rojo naciente la masa que se funde, y por consecuencia no pueden descomponerse las sales que vayan formándose. Algunas veces, que es necesario emplear mucha cantidad de bisulfato de potasa, se llena la cucharilla antes que se le haya acabado de echar la mezcla. En ese caso la masa líquida se vierte sobre el yunque, y se sigue fundiendo aparte el resto de la mezcla. En ciertos análisis conviene verter de este modo la masa fundida, y particularmente al ensayar el ácido titánico, cuando no puede hacerse entrar en ebullicion el agua necesaria para disolverlo. La cantidad de bisulfato de potasa que ha de emplearse depende de la clase de elementos que componen las sustancias. Así, por ejemplo, se necesita para convertir en sulfato el protóxido de hierro, de tres á seis veces su peso de bisulfato potásico, para la cal de cinco á seis, para

la magnesia seis, y para la alúmina de siete á ocho veces su peso. Sin embargo, conviene siempre que la sal ácida esté un poco en exceso, porque la alúmina, y los óxidos de hierro, expuestos mucho tiempo á una alta temperatura, pierden con gran facilidad parte del ácido sulfúrico combinado con ellos.

§. IV.—DISOLUCION EN EL AGUA, DE LAS SUSTANCIAS FUNDIDAS CON NITRATO Ó CON BISULFATO DE POTASA.

La masa líquida obtenida de la fusion de una sustancia con salitre ó con bisulfato de potasa, en la cucharilla ó en el alambre de platino, es preciso verterla cuando esté en fusion, para poder pulverizarla bien, y en este estado disolverla en el agua, porque si se deja enfriar y se arranca después, puede empañarse el platino. Cuando llega aquel caso, se coloca el alambre ó la cucharilla en un baño de porcelana proporcionado á su tamaño, se echa el agua necesaria para la disolucion de la masa, y se coloca el baño en el triángulo sobre la llama de la lámpara. Así que se calienta el agua, generalmente se separa del platino la materia fundida, que se machaca luego con el pilon de ágata. En muchos casos aunque el agua hierva no impide por esto que la masa se separe con facilidad; pero si se ha fundido con el bisulfato de potasa un mineral que contenga titano, no deberá hacerse hervir el agua para disolver el ácido titánico, porque no se lograria, y hasta aquella parte que pudiera haberse disuelto á una temperatura menos elevada se precipitaria de nuevo. El modo de tratar la disolucion, y los residuos que no pueden convertirse en sulfatos, se explicará con toda extension, cuando lleguemos á los análisis cualitativos de las tierras y metales.

§. V.—PRECIPITACION, POR MEDIO DE LOS REACTIVOS CRISTALIZADOS Ó EN POLVO, DE LOS DIVERSOS COMPONENTES DE LAS SUSTANCIAS DISUELTAS EN LOS LÍQUIDOS.

Cuando se necesita descomponer una disolucion clara con una sal seca, cuyo ácido ó cuya base sean capaces de combinarse de tal ma-

nera con cualquiera de los componentes de la sal disuelta, que formen un compuesto insoluble que se precipite en el líquido, es preciso muchas veces, después de la adición de la sal, calentarlo ligeramente á fin de que esta se disuelva con mas facilidad. En algunos casos es mejor calentar el líquido antes de añadirle la sal, y así el precipitado se produce instantáneamente. La barita, por ejemplo, y la estronciana precipitan por el bisulfato de potasa pulverizado; la cal por el oxalato de amoniaco cristalizado; la magnesia por la sal de fósforo en cristales; el ácido fosfórico por un cristal de nitrato de plata; el ácido crómico por el acetato de plomo, etc. La cantidad de reactivo que ha de usarse no se puede indicar aquí con precision, porque depende de la cantidad de sustancia que haya de ser precipitada.

§. VI. — DECANTACION, FILTRACION Y LAVADO.

En aquellos casos en que se busca una sustancia únicamente, en el líquido claro que recubre un precipitado ó un residuo, solo se necesita decantar con cuidado la mayor parte del líquido. Pero si en este, ó en el residuo, ó en el precipitado se busca mas de un componente, entonces es necesario filtrar, y lavar el filtro con agua destilada.

Para los filtros se escoge un papel fino y poroso, que se corta en círculos de 4 á 5 centímetros de radio. Para los precipitados muy escasos, con los cuales hay que dejar una parte de los filtros, es preciso hacerlos de papel de Suecia, que está fabricado con agua destilada, ó de papel libre de sus ingredientes terrosos por medio del ácido hidrocórico, bien lavado después con agua destilada para separar el ácido y las sales adheridas, y secado en seguida.

Hé aquí cómo deben manejarse la filtracion y el lavado: ajustado el filtro á un embudo, se satura con agua destilada, á fin de que empape la menor cantidad posible de la sustancia en disolucion; el líquido con el residuo y el precipitado van echándose poco á poco; el vaso ó tubo que contenia la masa se enjuaga con un poco de agua, sobre el filtro, y se deja que vaya colando. Cuando el filtro contiene cierto número de sustancias que se trata de examinar, se

llena de agua, que disuelve la mayor parte de las materias solubles adheridas á él y á su contenido, cuya agua luego que pasa se añade á las de la primera filtracion. De toda el agua que se emplea en lavar solo esta debe añadirse á lo filtrado; de otro modo se diluye este excesivamente, y los componentes de la sustancia se separan con mucha dificultad unos de otros. Después que los líquidos han pasado, se coloca el embudo con su filtro sobre otra vasija mayor, como por ejemplo, un frasco de cuello estrecho, y el residuo se lava bien con mas agua. Para esto se usa el lavador descrito en la página 32, á fin de reunir todo el precipitado en el fondo del filtro. Muchas veces sucede que se necesita agua hirviendo para lavar el precipitado, y en ciertos casos es siempre preferible hacer uso de ella, sobre todo con los precipitados arcillosos que han de seguirse ensayando. Practicase la operacion del modo siguiente: pónese agua destilada en un baño de porcelana y se hace hervir á la lámpara de alcohol; tómase, absorbiéndola con la pipeta de cristal (*Fig. 38*), una porcion de aquella, que se echa sobre el precipitado, y así que la primera cantidad pasa se repite la operacion hasta que se completa el lavado.

§. VII.—DESECACION DE LOS RESIDUOS Y PRECIPITADOS.

No siempre es necesario secar los residuos y precipitados, porque, húmedos como están, se someten á ulteriores investigaciones; pero llegan casos en que es preciso secarlos muy bien para poderlos tratar en seguida con los fundentes sobre el carbon ó en la cucharilla de platino.

Si la sustancia que se debe secar está en cantidad suficiente, se extiende el filtro, se recoge la masa con la espátula, se coloca dentro de un baño de porcelana, y se pone á secar á la lámpara de espíritu de vino. Si por el contrario, el residuo es muy escaso, se toma el filtro tal como está, se mira al trasluz, y la parte del papel en que no se ve precipitado alguno se recorta con una tijera, poniendo á secar, en un pequeño baño de porcelana, la parte restante que contiene la masa. Así que se seca el papel, se le dan dos dobleces, se le prende

fuego por una punta, teniéndolo suspendido por otra con las pinzas, y se le deja arder poniéndole debajo un limpio y seco baño de porcelana, en el cual va cayendo gradualmente el residuo, mezclado con un poco de carbon, que puede muy bien quemarse en la cucharilla de platino; pero que es innecesario hacerlo cuando la masa seca se ha de seguir ensayando con los fundentes, en cuyas operaciones queda destruido.

Samples	Remarks
1. Polaris K.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
2. Soda M.O.	This is the same as the sample in the form of a solid.
3. Lithia L.O.	This is the same as the sample in the form of a solid.
4. Ammonia N.H.	
5. Barium Ba.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
6. Strontium Sr.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
7. Calcium Ca.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
8. Magnesia Mg.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
9. Alumina Al.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
10. Glucina Cr.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
11. Yttria Y.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
12. Thorite Th.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
13. Epidia E.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
14. Anomala Na.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
15. Torina T.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.
16. Silica Si.O.	Contains the substance in the form of a solid, in addition to the liquid part.

Comportamiento de los álcalis, tierras y óxidos metálicos

ÁLCALIS.	SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	
1. Potasa. $K O$.	Cubierta con la extremidad de la llama azul da color de violeta á la llama exterior. Una pequeña adición de sosa impide esta reacción.	
2. Sosa. $Na O$.	Toma la llama el color amarillo, aunque la potasa esté presente.	
3. Litina. $Li O$.	Si la sosa no está presente, la llama es encarnada.	
4. Amoniaco. $N H^3$.	0	
TIERRAS.	SIN REACTIVOS, SOBRE EL CARBON.	CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.
5. Barita. $Ba O$.	Cáustica es infusible. El hidrato y el carbonato se funden, y son absorbidos por el carbon.	El carbonato decrepita, y forma un glóbulo transparente cuando frío.
6. Estronciana. $Sr O$.	Su hidrato es fusible, el carbonato solo en parte. Enrojece la llama de reducción.	Como la barita. (Con sales mas solubles la llama toma un carmin intenso. — <i>Muspratt</i> .)
7. Cal. $Ca O$.	Cáustica no se altera. El carbonato se vuelve cáustico, y emite una luz blanca intensa.	Se disuelve con facilidad. Su carbonato se disuelve con efervescencia en un vidrio cristalizado transparente en frío.
8. Magnesia. $Mg O$.	El carbonato se descompone, el residuo da una luz fuerte, y tiene reacción alcalina.	Como la cal, pero la perla no es tan cristalina.
9. Alúmina. $Al^2 O^3$.	Inalterable.	Se funde, y da un vidrio incoloro, que altera por el enfriamiento.
10. Glucina. $Gl^2 O^3$.	Inalterables.	Se funden en un vidrio incoloro, que se vuelve ligeramente opaco por el enfriamiento.
11. Ytria. $Y O$.	Inalterable.	Como la glucina.
12. Terbia. $T O^3$.	Toma un color mas brillante en la llama de reducción.	No experimenta cambio notable.
13. Erbia. $E O^3$.	Infusible, pero da una deslumbradora luz blanca.	Se disuelve, y da un vidrio incoloro que cuando frío es algo opaco.
14. Zircona. $Zr^2 O^3$.	Inalterable.	Con una cantidad mínima forma un vidrio incoloro.
15. Torina. $Th O$.	Inalterable.	Da un glóbulo transparente é incoloro, que es soluble.
16. Sílice. $Si O^2$.	Inalterable.	

El modo único de descubrir con el soplete la potasa en una mezcla de potasa y de sosa, es fundir un vidrio claro de la mezcla presente, el color moreno del vidrio de níquel se vuelve azul. Las sales de sosa no le hacen sufrir cambio alguno.

y con los reactivos, en la llama del soplete.

SOBRE LA LÁMINA DE PLATINO.		OBSERVACIONES.
0		En disolucion vuelven azul el papel de tornasol enrojecido.
0		
Se funde con formacion de un polvo amarillo que cubre su superficie.		
0		Se reconoce por su hediondo olor. Obra sobre el papel de tornasol, como los álcalis precedentes.
CON SAL DE FÓSFORO, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	CON SOSA, SOBRE EL CARBON.	CON EL NITRATO DE COBALTO, EN LA LLAMA DE OXIDACION.
Como con borax.	Se disuelve, y es absorbida por el carbon.	Se funde en una perla rojo-amarillenta, incolora en frio, que se vuelve parda calentada de nuevo.
Como con borax.	Cáustica es insoluble. El carbonato se disuelve, y es absorbido por el carbon.	Da color negro ó pardo oscuro.
Da un vidrio incoloro, que saturado, opaco en frio.	No se disuelve, y el reactivo es absorbido por el carbon.	Enteramente infusible. Toma el color pardo.
Da una perla trasparente opaca cuando enfria.	Insoluble.	Toma, al enfriarse, un hermoso rojo de carne ó de melocoton.
Se disuelve en un vidrio diáfano, que vuelve opaco si la alumina está en exceso.	Intumescencia y formacion de un compuesto insoluble. El exceso de sosa es absorbido por el carbon.	Da un precioso vidrio trasparente, y azul en frio.
Como con borax.	Insolubles.	Infusibles, pero toman un color gris azulado.
Como la glucina.	Insoluble.	0
Como con borax.	Insoluble.	0
Se funde muy despacio, y la perla cenizas es trasparente en frio.	Insoluble.	Toma un color de violeta sucio.
Como con borax.	Insoluble.	0
Como con borax.	Insoluble.	Con una pequeña cantidad del nitrato de cobalto da un color brillante azul, que se cambia en gris oscuro cuando aquel está en exceso.

una pequeña porcion de oxalato de níquel sobre el alambre de platino, y añadirle la mezcla. Si la potasa se halla en exceso.

ÓXIDOS METÁLICOS.	SIN REACTIVOS SOBRE EL CARBON.		CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	
	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.
1. Sesquióxido de Cerio. $Ce^2 O^3$.	El protóxido se convierte en un óxido superior, que no se altera en la llama de reduccion.		Soluble, formando un vidrio ó rojo ó amarillo oscuro, que en frio es siempre amarillo.	El vidrio que contiene óxido se vuelve pálido, modo que un óxido amarillo resulta incoloro. Si el óxido está en exceso, aparece perla como un esmalte blanco y con textura cristalina.
2. Óxido de Lantano. $La O$.	Inalterable.		Da un vidrio opalino.	
3. Óxido de Didimio. $Di O$.	Inalterable.	Se vuelve gris, perdiendo su color moreno.	Da un vidrio color de amatista.	Inalterable.
4. Sesquióxido de Manganeso. $Mn^2 O^3$.	Infusible. Calentándolo ligeramente toma un color moreno.		Se colora muy intensamente: amatista en caliente, violeta con una tinta rojiza en frio, y si la cantidad es grande, da un glóbulo negro.	El vidrio teñido se vuelve incoloro; pero si el color es muy intenso, se reduce sobre el carbon, añadiendo un poco de estaño.
5. Sesquióxido de Hierro. $Fe^2 O^3$.	Inalterable.	Se vuelve negro, y magnético.	Con una cantidad pequeña del óxido es el vidrio amarillo en caliente, é incoloro en frio; si la cantidad es mayor, rojo en caliente, amarillo en frio; y si está en exceso, es rojo oscuro en caliente, y amarillo oscuro en frio.	El vidrio toma el color verde botella. Con el estaño sobre el carbon toma el vidrio el color verde botella. Calentado el vidrio sobre el alambre de platino, inmediatamente aparece el color verde vitriolo ó sulfato de hierro.
6. Óxido de Cobalto. $Co O$.	Inalterable.		Azul muy intenso, en caliente y en frio, y si el óxido está en exceso, presenta el vidrio una tinta negruzca.	
7. Óxido de Niquel. $Ni O$.	Inalterable.		Su coloracion es muy intensa. Si está en pequeña cantidad, el vidrio es color de violeta en caliente, y cuando se enfria, de un moreno rojizo pálido.	El vidrio que contiene óxido se enturbia ó se vuelve enteramente opaco, á causa de las partículas metálicas de niquel reducido. Estas, por una larga insuflacion, se reducen y forman un glóbulo, dejando sin color al vidrio.

AL DE FÓSFORO SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.		CON SOSA SOBRE EL CARBON Y SOBRE EL PLATINO.	CON NITRATO DE COBALTO EN LA LLAMA DE OXIDACION.
EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.		
con el borax, pero en frio cece el color enteramente.	Es incoloro el vidrio en frio y en caliente; reaccion que lo hace distinguirse del hierro. El vidrio saturado en exceso permanece claro.	No se funde; la sosa es absor- bida por el carbon, y el metal queda sobre su superficie en es- tado de protóxido de color blanco ó gris brillante.	No da reaccion.
Como con borax.		Insoluble.	0
Como con borax.		Insoluble. La sosa es absorbida por el carbon, quedando encima el óxido de un color verde.	0
stante cantidad, el vidrio violáceo, y si aquella se adquiere una tinta negra. contiene mucho óxido, a fuertemente deja esca- mas. El salitre favorece la on.	El vidrio se descolora instantá- neamente sobre el alambre de pla- tino y sobre el carbon. Después de la reduccion del metal perma- nece el glóbulo líquido.	A la llama de oxidacion, y en la hoja ó alambre de platino se fun- de en una masa verde trasparente, que se vuelve opaca, y verde azu- lada al enfriarse, y que no puede ser reducida sobre el carbon.	0
rio que contiene cierta aparece rojo-amarillento. se enfria, es amarillo al o, después verdoso, y por ncoloro. Si la cantidad es en caliente rojo oscuro; oscuro, cambiándose en ceuro al enfriarse; y com- ate frio, moreno rojizo. enfriamiento desaparecen es mas pronto que con el	El vidrio no se altera por la pre- sencia de una cantidad pequeña. Si esta aumenta, es rojo en ca- liente, amarillo mientras se va en- friando, luego verdoso, y frio del todo es rojizo. Por la adiccion del estaño el vidrio es primero verde, y después pierde el color.	Insoluble. Se reduce sobre el carbon, y pulverizado el vidrio, da un polvo gris magnético.	0
on borax, pero el color no es tan intenso. a masa en fusion se introduce un alambre de hierro brillante, ita el cobalto. — Muspratt.)		Sobre el alambre de platino, en pequeñas cantidades, da una masa trasparente algo roja y soluble, que cuando se enfria es verde. Se reduce sobre el carbon, dando un polvo gris magnético.	0
uelve en un vidrio rojizo, amarillo al enfriarse, y si de mayor cantidad, es el uardo rojo en caliente, y rojizo en frio.	Sobre el alambre de platino no se altera. Tratado con estaño so- bre el carbon es el vidrio al prin- cipio gris y traslucido; por una insuflacion continuada se deposita el níquel, dejando al vidrio sin color.	Insoluble. Se reduce con facili- dad sobre el carbon, dando unas pequeñas, y brillantes particulas metálicas blancas, que trituradas, son prontamente atraídas por el iman.	0

ÓXIDOS METÁLICOS.	SIN REACTIVOS SOBRE EL CARBON.		CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	
	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.
8. Óxido de Zinc. ZnO .	Da un vidrio amarillo en caliente, blanco en frio. No se funde, pero calentado fuertemente, emite una luz muy intensa.	Desaparece poco á poco del carbon en copos blancos de óxido de zinc.	Muy soluble, forma una masa clara, que bien saturada es incolora en frio, y que á una fuerte temperatura se reduce, atacando al platino.	La masa saturada sobre el alambre como malte blanco. En el calor reduce el óxido, y el carbon se volatiliza, dejando un residuo sobre el carbon.
9. Óxido de Cadmio. CdO .	No experimenta cambio alguno sobre la lámina de platino.	Se disipa al poco rato cubriendo el carbon con un polvo rojo amarillento, ó pardo oscuro, que no se hace bien visible hasta que la masa se enfria.	Cuando está el óxido en gran cantidad, el vidrio de borax es amarillo claro, cuya tinta casi desaparece cuando se enfria. Si el vidrio está saturado á medias, se salpica de manchas blancas de leche; y si se satura completamente, se convierte en un esmalte blanco cuando se le deja enfriar despacio.	Sobre el carbon el óxido que contiene el óxido en ebullicion, el cadmio se reduce, se volatiliza, y el carbon queda cubierto de óxido pardo oscuro.
10. Óxido de Plomo. PbO .	El minio, calentado suavemente, se vuelve negro; pero elevando la temperatura se convierte en un óxido amarillo.	Se reduce al punto á un glóbulo metálico, que se sublima gradualmente, dejando un residuo amarillo.	El vidrio se funde prontamente en un glóbulo amarillo, que en frio es incoloro. Si la cantidad de óxido es mucha, aparece opaco el vidrio en algunos puntos, y si aquel está en exceso, como un esmalte amarillo en frio.	El vidrio se dilata sobre el carbon, se enturbia y el plomo se reduce, y el glóbulo á presentarse rojo; es muy difícil obtener esta operacion una perla de plomo.
11. Óxido de Bismuto. BiO .	Se funde prontamente en la hoja de platino en una masa parda oscura, que se vuelve amarilla pálida al enfriarse.	Se reduce pronto á granos de bismuto, que á una fuerte insuflacion se subliman, dejando cubierto el carbon de óxido amarillo.	Prontamente fusible en un vidrio claro, que si está en corta cantidad el óxido, es amarillo en caliente y sin color en frio, y que saturado con exceso da un vidrio rojo amarillento, que al enfriarse es amarillo, y que enteramente frio es opalino.	Sobre el carbon, el óxido al principio es gris y después hierve, el óxido de bismuto se reduce, y se cubre el vidrio enteramente. Añadiéndole estaño, el óxido es mero gris; luego se reduce todo el bismuto, y queda una perla clara y limpia.
12. Sesquióxido de Urano. U^2O^3 .	Se convierte en protóxido, se ennegrece; pero no se funde.		Como con el óxido de hierro, pero su color es algo mas claro. Cuando el vidrio está muy saturado, se presenta salpicado de manchas de esmalte amarillo.	Da el mismo color que el óxido de hierro. El óxido, saturado, se ennegrece por la llama intermitente, es ó cristalino, ó esmalte.
13. Óxido de Cobre. CuO .	Forma un glóbulo negro que se extiende sobre el carbon, y cuya superficie inferior se reduce.	A una temperatura mas baja que la de la fusion del cobre, se reduce el óxido, presentando el hermoso brillo metálico del cobre. Cuando la insuflacion cesa, se reoxida la superficie del metal, y se vuelve negra ó parda, y elevando la temperatura, se obtiene un glóbulo de cobre.	El vidrio no toma mucho color. Una pequeña proporcion de óxido da en caliente un verde de yerba, que se vuelve azul al enfriarse; con mayor cantidad de óxido, es el vidrio sumamente verde, y aparece opaco. Cuando se enfria, es opaco, y azul verdoso.	A cierto grado de saturacion el vidrio es incoloro al poco tiempo se vuelve opaco. Por una fuerte insuflacion se precipita el óxido sobre el carbon en metálico, y el vidrio es incoloro. Tratado con estaño, el vidrio es opaco pardo rojo al enfriarse.

BORAX DE FÓSFORO SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.		CON SOSA SOBRE EL CARBON Y SOBRE EL PLATINO.	CON NITRATO DE COBALTO EN LA LLAMA DE OXIDACION.
EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.		
con borax, con la diferencia de que el vidrio saturado forma un esmalte blanco al enfriarse.		Insoluble. Se reduce sobre el carbon, cubriéndolo con un sublimado de óxido. En una llama fuerte, el metal llega á inflamarse.	Da un hermoso color verde.
Una mucha cantidad se funde en un vidrio transparente, al salir del todo, presenta al salir un esmalte blanco.	Sobre el carbon se reduce el cadmio lenta é imperfectamente, se volatiliza el metal, y una pequeña cantidad de óxido rojo oscuro se deposita sobre el carbon.	Insoluble. Se reduce inmediatamente sobre el carbon, el metal se sublima, y aquel se cubre de un óxido amarillo oscuro.	0
con borax, y es necesario una bastante cantidad de óxido para obtener en caliente un esmalte pronunciado.	Sobre el carbon aparece el vidrio gris y turbio. Si está en exceso, se cubre el carbon con un óxido amarillo de plomo. Añadiéndole estaño, no se pone opaco el glóbulo, sino mas turbio y de un gris mas oscuro.	En la llama de oxidacion sobre el alambre de platino funde prontamente en un vidrio claro, que se vuelve amarillo al enfriarse. Sobre el carbon se reduce el óxido sin dificultad.	0
Una cantidad pequeña se funde en un vidrio transparente. Si la cantidad es mucha, será este amarillo en caliente é incoloro en frio; si se aumenta la dosis, se salpicará el vidrio de esmalte blanco, y si está en exceso, se cubrirá el vidrio de esmalte en frio.	Sobre el carbon, particularmente cuando se le añade estaño, queda el vidrio incoloro y limpio en caliente, pero en frio se vuelve opaco y gris negro.	Se reduce fácilmente sobre el carbon.	0
Se disuelve dando un vidrio claro, que es verde cuando se enfria.	El vidrio que contiene el óxido toma un hermoso color verde, que en enfriándose es todavia mas hermoso y mas claro.	Insoluble. Con una pequeña cantidad de sosa presenta indicios de fusion; aumentada aquella, se vuelve la masa pardo-amarillenta, y añadida la sosa en exceso, es absorbido el óxido por el carbon sin haber sufrido alteracion.	0
El vidrio que contiene la misma cantidad de óxido que cuando está saturado con borax, no se colorea en caliente. Una cantidad pequeña da un vidrio verde en caliente, y azul en frio. Mayor cantidad da un hermoso verde en caliente, y un exceso da un vidrio opaco en caliente y azul verdoso en frio.	Casi saturado, es el vidrio en caliente de un verde oscuro intenso, y al enfriarse aparece opaco y de un rojo pardo. Si el vidrio que contiene una cantidad muy pequeña del óxido se trata con estaño, se vuelve opaco; y mas moreno rojizo cuando se enfria.	Se disuelve sobre el alambre de platino en un vidrio limpio, verde, que por el enfriamiento abandona su color, y se vuelve opaco. Se reduce fácilmente sobre el carbon, formando uno, ó mas glóbulos de cobre.	0

ÓXIDOS METÁLICOS.	SIN REACTIVOS SOBRE EL CARBON.		CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	
	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.
14. Óxido de Plata. Ag O .	Se reduce rápidamente.		Se reduce una parte, y otra se disuelve. Cuando el vidrio se enfria se vuelve blanco de leche u opalino; apariencia que es debida al óxido disuelto. La plata metálica da con el borax la misma reaccion.	Sobre el carbon el que contiene el óxido se ve gris á causa de la precipitacion de la plata incoloro. Este metal se obtiene en glóbulo.
15. Óxido de Mercurio. Hg O .	Se reduce instantáneamente y se volatiliza. (Si no se sublima enteramente es prueba de que contiene materias extrañas, pudiendo descubrirse por este medio si está ó no adulterado.— <i>Muspratt</i> .)		Como con la sal de fósforo.	
16. Peróxido de Platino. Pt O^2 .				
17. Peróxido de Paladio. Pd O^2 .				
18. Peróxido de Rodio. $\text{R}^2 \text{O}^3$.	Se reducen con facilidad, pero las partículas metálicas no se reunen para formar un glóbulo.		Se reducen, pero son insolubles. Solas las partículas no se reunen en glóbulo sobre el carbon. (Estos metales no reaccionan con los fundentes, sirven en este caso para descubrir los metales extraños binados con ellos. Como mejor se ensayan es copelándolos con platino.— <i>Muspratt</i> .)	
19. Bióxido de Iridio. Ir O^2 .				
20. Óxido de Rutenio.				
21. Peróxido de Oro. Au O^3 .	Se enrojece al instante y se reduce.		No es soluble, pero se reduce, y puede, por medio de la fusion, obtenerse en glóbulo metálico.	
22. Bióxido de Estaño. Sn O^2 .	El protóxido se inflama como yesca, y se convierte en sesquióxido. El sesquióxido se quema con mucho brillo, sin experimentar cambio alguno.	El sesquióxido de estaño se reduce por un calor muy sostenido.	En pequeñas cantidades se reduce, pero muy despacio, y forma un vidrio claro, incoloro en frio y en caliente. Sin embargo, enfriado y vuelto á calentar el vidrio perfectamente saturado, es opaco en caliente, pierde su forma globular, y aparece como una masa cristalina confusa.	
			El vidrio que contiene el óxido en corta cantidad altera. Si esta se aumenta el óxido se reduce en parte sobre el carbon.	

AL DE FÓSFORO SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.		CON SOSA SOBRE EL CARBON Y SOBRE EL PLATINO.	CON NITRATO DE COBALTO EN LA LLAMA DE OXIDACION.
EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.		
La metálica, así como el en un vidrio amarillento; idad es mucha se vuelve opalino, y aparece amari- día, y rojo á la luz arti-	Como con borax.	Se reduce instantáneamente.	0
Los compuestos de mercurio son volátiles; mezclados con es- en limaduras de hierro en un tubo de vidrio, y calentados, se mercurio metálico.		Mezclado con sosa y calentado hasta el rojo en un tubo cerrado, se reduce y se sublima. El subli- mado se condensa en la parte mas fria del tubo, como un polvo gris, que cuando se agita se reúne y forma un glóbulo.	0
	Como con borax.		0
	Como con borax.		0
Se ve muy despacio y en idad, dando un vidrio de color, que no cambia en frío.	El vidrio que contiene el óxido no se altera ni sobre el carbon ni sobre el alambre de platino.	Sobre el alambre de platino el peróxido de estaño u ácido están- nico hace efervescencia al combi- narse con la sosa, y forma una masa intumesciente, pero infusi- ble. Sobre el carbon se reduce al estado metálico.	Toma un color verde azulado.

ÓXIDOS METÁLICOS Y ÁCIDOS.	SIN REACTIVOS SOBRE EL CARBON.		CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATA	
	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.
25. Tritóxido de Antimonio. $Sb O^3$.	Es desalojado, y se deposita en otro punto del carbon, sin alterarse.	Se reduce y sublima, el carbon se cubre de un óxido blanco, y la llama toma un color verde azulado. (El antimonio calentado en un tubo abierto por ambos extremos da vapores blancos en abundancia. — <i>Muspratt</i> .)	Se disuelve en gran cantidad, y da un vidrio claro, que en la llama aparece amarillo, y que al enfriarse es casi incoloro. Sobre el carbon parece el óxido mas pálido, y la adición del estaño no altera este efecto.	Tratado el vidrio por rato en la llama de oxidación se vuelve gris y se entenebrece por causa de las partículas de antimonio reducido, que se volatilizan prontamente, dando claro el vidrio. Tratado este con estaño, se vuelve gris ceniza ó negro, segun mayor ó menor cantidad de óxido.
24. Sesquióxido de Cromo. $Cr^2 O^3$.	Inalterable.		Colora fuertemente el vidrio de borax, pero se disuelve muy despacio. El vidrio con cierta cantidad de óxido es amarillo en caliente, y verde amarillento en frio. Si aquella aumenta, es rojo oscuro en caliente, amarillo al enfriarse, y cuando se enfria del todo verde esmeralda con un viso amarillo.	El vidrio ligeramente tratado es de un hermoso color en caliente y en frio. Cargado de óxido, el color es mas marcado con mayor intensidad, siendo entonces verde escarlata. La adición del estaño no produce cambio alguno.
23. Acido Teluroso. $Te O^2$.	Se funde y se reduce con efervescencia, y el metal reducido cubre el carbon con una capa de óxido blanco.		Se disuelve formando un vidrio limpio é incoloro. Tratado sobre el carbon, es su color gris, y se vuelve opaco por la reducción de las partículas metálicas diseminadas en la masa.	
26. Acido Molibdico. $Md O^3$.	Se funde y es absorbido por el carbon. A una fuerte llama de reducción aparecen partículas metálicas, que se separan en forma de polvo gris metálico.		Soluble, formando un vidrio claro, que aparece amarillo al enfriarse é incoloro en frio. Aumentando la cantidad de ácido es el vidrio amarillo oscuro en caliente y opalino en frio. Con el ácido en exceso es el vidrio rojo oscuro en caliente, y al enfriarse de un gris azulado y opalino.	Tratado el vidrio en la llama de oxidación con una pequeña proporción de ácido se tiñe de pardo, y con un poco mas de aquel se vuelve completamente opaco.
27. Acido Niobico.	Se vuelve amarillo verdoso en caliente, y blanco en frio.		Como el ácido tantálico.	
28. Acido Pelopico.	Amarillo en caliente, blanco en frio.		Como el ácido tantálico.	

AL DE FÓSFORO SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.		CON SOSA SOBRE EL CARBON Y SOBRE EL PLATINO.	CON NITRATO DE COBALTO EN LA LLAMA DE OXIDACION.
EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.		
Se disuelve con efervescencia en un vidrio claro, que en caliente aparece de un color amarillento.	El vidrio saturado y sobre el carbon aparece lácteo al principio, y claro al poco tiempo, porque el antimonio, que se ha reducido, se volatiliza. Tratado con estaño el vidrio, es verde, debiendo este color al metal reducido; pero después de una insuflacion sostenida, resulta claro. El estaño produce siempre un color gris oscuro con cantidades cortas del óxido de antimonio.	Sobre el carbon se reduce con facilidad. El metal humea y cubre el carbon con una capa de óxido blanco.	0
Se reduce, con formacion de un vidrio opaco, y de un color oscuro al enfriarse. En caliente, aparece de un color verde.	Como en la llama de oxidacion. La coloracion aparece mas marcada y no se altera por la adición del estaño.	En la llama de oxidacion sobre el alambre de platino se disuelve con formacion de un vidrio pardo amarillento, que al enfriarse es opaco y amarillo. En la llama de reduccion el vidrio es opaco, y resulta verde cuando frio.	0
Como con borax.		Soluble en el alambre de platino, produciendo un vidrio limpio é incoloro, que es blanco al enfriarse. Sobre el carbon se reduce, se volatiliza, y lo deja cubierto de una capa de óxido.	0
Se reduce en un vidrio claro, que al enfriarse da un vidrio opaco, y al enfriarse resulta incoloro. Tratado sobre el carbon, resulta opaco, pero al enfriarse es de un hermoso verde.	Toma el vidrio un color sucio verde oscuro, que por enfriamiento se cambia en un hermoso verde claro, análogo al color presentado por el sesquióxido de cromo. Sobre el carbon se comporta del mismo modo; la adición del estaño hace oscurecer la tinta verde.	Fusible sobre el alambre de platino, con efervescencia y dando un vidrio claro, blanco de leche, al enfriarse. Tratada sobre el carbon es absorbida la masa, y reducida una gran cantidad de ácido molibdico. Las escorias lavadas toman el aspecto de un polvo gris acerado.	
Una cantidad, da un vidrio incoloro.	Primero da un vidrio violeta, y después se vuelve azul.	Como el ácido tantálico.	Un vidrio agrisado en caliente y verde oscuro en frio.
Una cantidad, el vidrio es incoloro.	Da un vidrio pardo. Con un poco de sulfato de hierro el vidrio en caliente es rojo de sangre.	Como el ácido tantálico.	Da una tinta un poco agrisada.

ACIDOS.	SIN REACTIVOS SOBRE EL CARBÓN.		CON BORAX, SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.	
	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.	EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.
29. Acido Tungstico. $W O_3$.	Inalterable si la llama no es muy fuerte.	Se ennegrece, pero no se funde.	Se disuelve prontamente en un vidrio incoloro. Una gran proporcion de ácido da un vidrio amarillo en caliente, y aumentada aquella, le comunica la propiedad de aparecer <i>opaco á la llama</i> . Con exceso de reactivo se vuelve el vidrio blanco de esmalte, espontáneamente, al enfriarse.	Una cantidad pequeña de ácido no altera el color de la perla, una mayor la hace amarilla, y si se aumenta la cantidad, produce un amarillo oscuro en caliente y amarillo rojizo en frío. Cuando el vidrio no es completamente saturado.
30. Acido Vanádico. $V O_3$.	Fusible. Las porciones que están en contacto con el carbon se reducen y son absorbidas; las demás, que son el protóxido de Vanadio, toman el color y el brillo del grafito.		Soluble en un vidrio claro, incoloro con una cantidad pequeña de ácido, que si se aumenta, lo convierte en amarillo.	El color amarillo fué glóbulo se cambia de color que aparece muy moreno en caliente, y de un verde de cromo al enfriarse.
31. Acido Tantálico. $Ta O_3$.	Inalterable.		Soluble; forma un vidrio limpio y incoloro, que se vuelve <i>opaco á la llama</i> , y con la adición de mas ácido aparece blanco de esmalte en frío.	Como á la llama de oxidacion.
32. Acido Titánico. $Ti O_3$.	Inalterable.		Se disuelve prontamente en un vidrio limpio é incoloro, que con mayor cantidad de ácido es amarillo, y en enfriándose es blanco. A cierto grado de saturacion aparece el vidrio salpicado de esmalte blanco, y llevada aquella á un exceso, se vuelve opaco cuando se enfria.	Una proporción pequeña de ácido colora el vidrio amarillo, una mayor le da un color amarillo oscuro ó negro si el vidrio llega á estar saturado es <i>opaco á la llama</i> y recibe como un esmalte.

SSAL DE FÓSFORO SOBRE EL ALAMBRE DE PLATINO.		CON SOSA SOBRE EL CARBON Y SOBRE EL PLATINO.	CON NITRATO DE COBALTO EN LA LLAMA DE OXIDACION.
EN LA LLAMA DE OXIDACION.	EN LA LLAMA DE REDUCCION.		
Se reduce con produccion de un vapor, que fuertemente aparece amarillo en caliente.	Se obtiene un hermoso vidrio azul claro. Si está el ácido tungstico combinado con el hierro, el color que toma es el rojo de sangre; si se añade estaño, se presenta el vidrio de color azul, y cuando la cantidad de hierro es considerable, de color verde.	Soluble en el alambre de platino, formando un vidrio amarillo oscuro, que al enfriarse es cristalino y opaco, con una tinta blanca ó amarilla. Sobre el carbon con una pequeña porcion de sosa se reduce una gran cantidad de ácido, y si aquella aumenta, todo el ensayo es absorbido por el carbon. Generalmente se obtiene con la sosa una mezcla del metal brillante y de óxido amarillo del tungsteno.	0
Como con borax.		Se disuelve con la sosa y es absorbido por el carbon.	0
Se reduce en grandes cantidades y fácilmente, formando un vidrio incoloro que no puede aparecer opaco á la llama, pero que se vuelve espontáneamente al enfriarse.	Como en la llama de oxidacion.	Se combina con la sosa con efervescencia, pero ni se funde ni se reduce.	0
Se reduce fácilmente y forma un vidrio limpio, que con cierta cantidad de ácido es amarillo en caliente, é incoloro en frio. Si el vidrio en la llama de oxidacion, presenta los siguientes colores: en caliente su color es amarillo, al enfriarse rojo, y frio del color de un hermoso violeta. Si se añade mayor cantidad de ácido, el color es tan intenso, que el vidrio aparece opaco, pero sin aspecto de vidrio. Si el metal contiene hierro, se presenta el vidrio al enfriarse de color rojo, amarillo, ó rojo moreno; pero si se añade estaño, desaparece el color producido por el hierro, y el vidrio se vuelve violado.		Soluble, y formando, luego que la decrepitacion y efervescencia han tenido lugar, un vidrio amarillo oscuro, que no es absorbido por el carbon. Después del enfriamiento aparece gris claro ó blanco. Si se calienta el vidrio hasta el rojo, cristaliza y desenvuelve tanto calor, que espontáneamente llega al rojo blanco. El ácido titánico no se reduce.	Se colora en negro ó gris oscuro.

Descripcion de los fenómenos que presentan los sublimados de algunos metales cuando se funden ó se calientan fuertemente á la llama del soplete.

Selenio.—Este cuerpo deja un depósito de color brillante gris de acero, que presenta un lustre violáceo; cuando está en láminas delgadas, el color se inclina al azul. A la llama de oxidacion cambia de lugar en el carbon, y á la de reduccion su color es el azul brillante ¹.

Teluro.—Cubre el carbon con un óxido á la misma distancia del ensayo que lo hace el selenio; el óxido es blanco con un borde rojo ó amarillo oscuro; cambia de lugar por la llama de oxidacion, es expelido por la de reduccion, en la que toma un color verde, y cuando el selenio está con él, un verde azulado.

Arsénico.—El carbon se cubre de ácido arsenioso, que es blanco ó agrisado si está en láminas delgadas, porque al través de ellas se ve el carbon, y se deposita á larga distancia del ensayo. Ambas llamas lo hacen desaparecer.

Antimonio.—Cubre el carbon con un óxido, que es blanco ó azulado si está en láminas finas, y que se deposita á mas corta distancia del ensayo que los vapores arsenicales. Tratado con la llama de oxidacion, cambia de lugar, pero no se altera; la llama de reduccion lo hace tambien cambiar de posicion, y presentar una débil tinta verde azulada. Los sublimados antimoniales no son tan volátiles como los del arsénico, de modo que para diferenciarlos es este un buen carácter.

Bismuto.—Cubre el carbon con un óxido. El sublimado, en caliente es de color de naranja oscuro, en frio de color de limon, y en láminas finas es azulado. No se deposita tan léjos del ensayo como los sublimados de antimonio; puede mudar de lugar por la llama de oxi-

¹ Todas las sales de ácido selenioso, calentadas al soplete sobre el carbon, dan á la llama un magnífico color azul, y despiden el incómodo é infalible olor de *coles en putrefaccion*, propio del selenio.—*Muspratt*.

dacion y la de reduccion, disminuyendo cada vez mas y mas, porque siempre se volatiliza alguna cantidad.

Plomo.—Este metal cubre el carbon con un óxido á la misma distancia del ensayo, que lo hace el bismuto; su sublimado en caliente es de color fuerte de limon, en frio de color de azufre, y en láminas finas azulado; por lo demás, se conduce en un todo como el sublimado del bismuto.

Cadmio.—Cubre el carbon con un óxido á la misma distancia del ensayo que el bismuto. El sublimado debe observarse cuando esté frio; su color es moreno rojizo, y cuando está en placas delgadas amarillo. Se volatiliza en las dos llamas.

Zinc.—Cubre el carbon con óxido, que jamás está tan á distancia del ensayo como los de bismuto ó de plomo. En caliente es amarillo y fuertemente fosfórico, en frio casi blanco, y no se volatiliza á la llama de oxidacion. En esta, añadiendo al sublimado una gota del nitrato de cobalto, toma un hermoso color verde.

Estaño.—Cubre el carbon con un óxido ligeramente amarillo, y un tanto fosfórico en caliente, blanco en frio, y que casi está en contacto con el ensayo. Con el nitrato de cobalto toma un color verde azulado, que se distingue fácilmente del producido por el zinc.

Plata.—Calentada sola en la llama de oxidacion, cubre el carbon con un ligero precipitado rojo oscuro, en combinacion con un poco de plomo forma, al principio, un sublimado amarillo de óxido de plomo; pero cuando ya la plata va estando mas concentrada aparece un sublimado rojo oscuro, mas allá del amarillo del óxido plúmbico. Cuando contiene la plata un poco de antimonio, se obtiene tan solo un sublimado algo rojo; pero si contiene plomo y antimonio al mismo tiempo, toma un color rojo de carmin así que la mayor parte de aquellos metales se ha volatilizado.

Azufre, Cloro, Bromo y Iodo.—En los ensayos al soplete no siempre se presentan puras las sustancias, que calentadas sobre el carbon, se reconocen por sus sublimados característicos, sino que á veces se encuentran en combinaciones que depositan un sublimado blanco, que puede ser trasladado de un punto á otro del carbon por las llamas de oxidacion y de reduccion, y que se asemejan por este carác-

ter á los óxidos de telurio y de antimonio. Corresponden á esta clase los sulfuros de potasio y sodio, los cloruros de potasio, sodio, amonio, plomo y mercurio, y los ioduros y bromuros de potasio y de sodio. De todas estas combinaciones son las mas volátiles los cloruros de amonio, mercurio y plomo; los dos primeros se volatilizan sin fundirse, los otros requieren para ello ser tratados fuertemente á la llama de reduccion, y la mayoría de ellos son absorbidos por el carbon antes de que la sublimacion se verifique. Los sublimados de los mas volátiles se depositan en general á alguna distancia del ensayo, mientras que los de aquellos que no lo son tanto, se fijan mas cerca y son con mayor dificultad desalojados por la llama. Estos sublimados se distinguen tanto mas de los de los óxidos de telurio y de antimonio, cuanto que los primeros desaparecen en la llama de reduccion y no producen color alguno.

Análisis cualitativos al soplete, de los minerales, matas, productos de operaciones metalúrgicas, y demás cuerpos metálicos y no metálicos pertenecientes al reino mineral.

(a) ANÁLISIS DE LOS ÓXIDOS METÁLICOS QUE FORMAN ÁLCALIS Y TIERRAS.

§. I.— POTASA [K O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

La potasa solo se encuentra en la naturaleza en combinacion con los ácidos, por ejemplo :

(a) Con el ácido sulfúrico, ó sola con él, ó en combinacion con las tierras y el agua. Sola en el *sulfato de Potasa* [K O, S O⁵]; con sulfato de alúmina en el *Alumbre* [K O, S O⁵+Al²O⁵, 3 S O⁵+24 aq]; y con sulfatos de cal y de magnesia en la *Polihalita* [K O, S O⁵+Mg O, S O⁵+2 (Ca O, S O⁵)+2 aq].

(b) Con el ácido nítrico, en el *Salitre* ó *Nitro* [K O, N O⁵]; pero ordinariamente en combinacion con el sulfato y carbonato de cal y el cloruro de calcio.

(c) Con la sílice, en varios silicatos de diferentes bases; por ejem-

plo : en el *Feldespató* [$K O, Si O^3 + Al^2 O, ^3 3 Si O^3$]; la *Leucita* [$3 K O, 2 Si O^3 + 3 Al^2 O^3, 2 Si O^3$]; el *Apofilito* [$K O, 2 Si O^3 + 8 (Ca O, Si O^3) + 16 aq$], la *Turmalina de potasa*, antiguamente *Chorlo*, y en varios minerales micáceos¹, etc.

Análisis de la Potasa.

Las sales fusibles de potasa, excepto el fosfato y el borato, se reconocen en que, calentadas al soplete en las pinzas de puntas de platino, dan á la llama exterior un color violado muy intenso si no hay sosa en el ensayo.

Cuando la potasa se halla en los minerales en pequeña cantidad no hay coloracion, á menos que no se tenga el ejemplar en la punta misma de la llama, y sumo cuidado de que esté aquel libre enteramente de toda materia extraña.

Siempre que la sosa ó la litina entran como componentes de un mineral, no es aplicable este método, porque la primera colora la llama de amarillo, y la segunda de rojo. Harkort acude al siguiente medio para la determinacion de la potasa cuando la cantidad de este álcali no es demasiado pequeña. Se disuelve el óxido de níquel en borax, hasta que al enfriarse tome el vidrio un color moreno oscuro; añádesse un poco de la sustancia que se examina, y el todo se trata á la llama de oxidacion. Si al enfriarse, conserva aun el vidrio su color oscuro, ó no hay potasa ó está en cantidad tan mínima, que no permite ser descubierta; si por el contrario, frio el vidrio, presenta una tinta azulada, semejante á la de la disolucion muy extendida de óxido de níquel en el amoniaco, indica la presencia del álcali. Lampadius hace la observacion de que el vidrio de potasa y óxido de níquel es azul, y el de sosa y el mismo óxido de níquel es pardo.

Cuando sustancias, como por ejemplo, los silicatos nativos, contienen solo cantidades de potasa sumamente pequeñas, el método que

¹ Encuéntrase tambien la potasa en la Murchisonita, Rafilita, Mica, Diploita, Nutalita, Pinita, Eleolita, Nefelino, Ryacolita, Cuzeranita, Veissita, Tachylita, Humboldtita, Agalmatolita, Rosita, Poliargilita, Zeagonita, Antrimolita, Gigan-Tolita, Chabasia, Hidrolita, Gmelinita, Fakolisa, Pirargilita, Herschelita, etc.

antecede no puede seguirse con completa seguridad; por lo que es fuerza emplear la via húmeda del siguiente modo. De 50 á 75 miligramos del polvo fino de la sustancia se mezclan con dos veces su volúmen de sosa, se comprimen dentro de la cavidad practicada en el carbon, se funden á la llama de oxidacion, y si no hay mucha magnesia ó cal presentes, el ensayo se disolverá sin dificultad. La masa se separa del carbon con las pinzas de platino, quémase cualquier partícula carbonosa adherida, se pulveriza aquella envuelta en un papel dentro del mortero de ágata, se trata con ácido hidrocórico en un baño de porcelana, y se evapora á sequedad á la lámpara de espíritu de vino. Añádese agua destilada para disolver los cloruros metálicos formados, y después de un rato se pasa la disolucion á otro baño para separarla de la sílice no disuelta. El líquido se evapora hasta dejarlo muy concentrado, y se le añaden unas gotas de una disolucion alcohólica de cloruro sódico platínico. Si la potasa está presente, la doble sal de cloruro de platino y de potasio que se forma, siendo insoluble en el alcohol, se precipitará como un polvo amarillo de limon; si la cantidad de álcali fuese muy reducida, no se vería precipitado hasta pasar unos minutos.

En las combinaciones del ácido sulfúrico que contienen, como la Polihalita por ejemplo, sosa y potasa, se requiere únicamente reducir sobre el carbon el sulfato á sulfuro, y tratarlo con ácido hidrocórico, agua, etc., como en el ejemplo anterior.

Por estos métodos, hasta el 1 por 100 de potasa puede reconocerse en los silicatos.

Berzelius presenta un ensayo semejante en uno de sus tratados, sobre la separacion cuantitativa de la sosa y la potasa.

§. II.—SOSA [Na O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

La sosa nunca se halla en la naturaleza mas que en combinaciones como :

(a) Con el cloro en la *Sal gema* [Na Cl], que contiene á veces rastros de cloruro amónico.

(b) Con el fluor y el fluoruro de aluminio en la *Kriolita* $[3 (\text{Na Fl}) + \text{Al}^2 \text{Fl}^3]$.

(c) Con ácido carbónico y agua en el *Natron* $[\text{Na O}, \text{C O}^2 + 10 \text{ aq}]$, y la *Trona* $[2 \text{Na O}, 3 \text{C O}^2 + 4 \text{ aq}]$, y con ácido carbónico, carbonato de cal y agua en la *Gaylussita* $[\text{Ca O}, \text{C O}^2 + \text{Na O C O}^2 + 6 \text{ aq}]$.

(d) Con ácido sulfúrico en la *Sosa sulfatada* ó *Sal de Glauber* $[\text{Na O}, \text{S O}^5 + 10 \text{ aq}]$.

(e) Con ácido sulfúrico y sulfato de cal en la *Glauberita* $[\text{NaO}, \text{SO}^3 + \text{Ca O}, \text{S O}^5]$.

(f) Con ácido nítrico en la *Sosa muriatada* $[\text{Na O}, \text{N O}^5]$.

(g) Con ácido bórico y agua en el *Borax* $[\text{Na O}, 2 \text{B O}^5 + 10 \text{ aq}]$.

(h) Y con la sílice en muchos silicatos, por ejemplo : en la *Tetartina* ó *Albita* $[\text{NaO}, \text{SiO}^5 + \text{Al}^2 \text{O}^5, 3 \text{SiO}^5]$; en la *Sódalita* del Vesubio $[\text{Na Cl} + 2 (\text{Al}^2 \text{O}^5) + 2 (3 \text{Na O}, \text{SiO}^5) + 2 (\text{Al}^2 \text{O}^5, \text{SiO}^5)]$; en la *Oligoclase* ó *Espodumena* con base de sosa $[3 (\text{Na O}, \text{SiO}^5) + 4 \text{Al}^2 \text{O}^5, 2 \text{SiO}^5]$; en el *Achmite* $[3 (\text{Na O}, \text{SiO}^5) + 2 \text{Fe}^2 \text{O}^5, \text{SiO}^5]$; en el *Nefelino* $\left[\begin{smallmatrix} 2 \text{NaO} \\ 2 \text{K O} \end{smallmatrix} \right] \text{SiO}^5 + 2 (\text{Al}^2 \text{O}^5, \text{SiO}^5)]$; en la *Labradorita* $[\text{Na O}, \text{SiO}^5 + \text{Al}^2 \text{O}^5, \text{SiO}^5 + 3 (\text{Ca O}, \text{SiO}^5 + \text{Al}^2 \text{O}^5, \text{SiO}^5)]$; en la *Turmalina de sosa*, y en el *Analcimo* $[3 \text{Na O}, 2 \text{SiO}^5 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^5, 2 \text{SiO}^5) + 6 \text{ aq}]^1$.

Análisis de la Sosa.

Cuando se funde un compuesto de sosa en el extremo de la llama azul, se reconoce la sosa inmediatamente por el color amarillo rojizo que comunica á la llama exterior. Esta coloracion, si bien mucho menos intensa, se manifiesta aunque contenga el cuerpo en cuestion cantidades considerables de potasa y litina. Segun Von Kobell, cuando se mezclan 25 ó 30 partes de cloruro potásico con una de cloruro sódico, tan solo la reaccion de la sosa es perceptible.

¹ Hállase tambien este álcali en la *Arfvedstonita*, *Bytownita*, *Andesina*, *Sossurita*, *Glaucolita*, *Indianita*, *Humboldtita*, *Retinalita*, *Brevicita*, *Chabasia*, *Gmelinita*, *Harringtonita*, *Thomsonita*, *Comptonita*, *Fahlunita*, *Pechestein*, *Epistilbita*, *Wohlerita*, y además con la potasa en otra multitud de minerales.

El ejemplar del mineral de sosa se tiene con las pinzas, del mismo modo que el de potasa, cuando se desea conocer su reaccion.

§. III.—LITINA [L O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Este álcali siempre se halla combinado como en

(a) La *Amblygonita*, que es un fosfato de alumina y litina, mezclado á veces con un fluoruro, su fórmula es $[2 \text{ L O}, \text{ P O}^5 + 4 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, 3 \text{ P O}^5]$.

(b) En muchos silicatos de bases diferentes, como por ejemplo, en la *Petalita* $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ L O} \\ 3 \text{ Na O} \end{smallmatrix} \right\} 4 \text{ Si O}^5 + 4 (\text{Al}^2 \text{ O}^5, 4 \text{ Si O}^5)]$, que además contiene ácido fluorhídrico; la *Espodumena de litina* $[3 \text{ L O}, 2 \text{ Si O}^5 + \text{Al}^2 \text{ O}^5, 2 \text{ Si O}^5]$; la *Turmalina*, la *Lepidolita*, y en muchas otras Micas que contienen tambien ácido hidrofluórico.

Análisis de la Litina.

Los compuestos de litina, calentados con la punta de la llama azul en el alambre de platino, tiñen de carmin la llama exterior, cuya característica apariencia se marca mas en el cloruro lítico. Mezclado este con una sal de potasa, solo se produce el color rojo; si, por la inversa, la sal de litina viniese con una sal de sosa, solo será visible la reaccion sódica, como tambien en el caso de hallarse juntas sales de potasa y de sosa con una sal de litina.

Los minerales de litina, como v. gr. la Mica de Litina ó Lepidolita de Altemberg y de Zinwald, calentadas en la extremidad de la llama azul, dan un color de carmin muy intenso; pero si la cantidad del álcali es muy pequeña, será la reaccion imperceptible.

Turner da el método siguiente para descubrir rastros de litina en los minerales silíceos. Fórmase una pasta con agua, una parte de espato fluor, parte y media de bisulfato potásico, y otra del mineral que se ensaya reducido á polvo, y se funde sobre el alambre de platino en el extremo de la llama azul. Si el cuerpo contenia litina, tomará la llama exterior un color rojo de carmin, y si no la contenia, se colocará en violeta por la presencia de la potasa. Merlet emplea para este

ensayo una parte del mineral muy pulverizado, con dos de la mezcla de espato fluor y bisulfato potásico. La ambligonita de Chursdorf, en Sajonia, que contiene el 11 por 100 de litina, da á la llama exterior un color de carmin muy subido si la sosa no está presente; pero cuando lo está, es el color de la llama mas amarillo que rojo. Con bisulfato potásico y espato fluor, si hay solo rastros de litina, la reaccion es de esta; pero si existe allí tambien la sosa, su reaccion es la que prevalece.

§. IV.—AMONIACO $[N H^3]$.—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El amoniaco no se encuentra aislado, y sí en combinacion con el cloro y los ácidos, á saber:

- (a) Con el cloro, en el *Cloruro amónico* $[N H^4, Cl]$.
- (b) Con el ácido sulfúrico, en el *Amoniaco sulfatado* (*Mascañina*), $[N H^4 O, S O^5 + aq]$.
- (c) Con ácido sulfúrico, alúmina y agua en el *Alumbre amoniacal* $[N H^4 O, S O^5 + Al^2 O^3, 3 S O^5 + 24 aq]$.

Análisis del Amoniaco.

Las sales amoniacales se reconocen fácilmente tratándolas en un tubo de vidrio con los carbonatos de sosa, potasa ó cal, á la lámpara de espíritu de vino, con lo cual se forma carbonato de amoniaco, que se sublima; lo que se reconoce por su olor, y además porque vuelve azul el papel de tornasol enrojecido. Tambien se reconoce su presencia infaliblemente poniendo sobre la boca del tubo un agitador de vidrio humedecido con ácido hidroc্লórico, porque al menor rastro de amoniaco que se sublima se producen vapores blancos ¹.

¹ Cuando se trituran en el mortero de ágata las sales secas de amoniaco con los álcalis cáusticos ó tierras alcalinas, inmediatamente se nota el olor penetrante del amoniaco.—*Muspratt*.

§. V.—BARITA [Ba O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase la barita :

(a) Como carbonato, en la *Witherita* [Ba O, C O²], y en combinacion con el carbonato de cal y el manganeso en la *Barito-calcita* [4 (Ba O, C O²) + 4 (Ca O, C O²) + Mn O, C O²].

(b) Como sulfato, en el *Espatopesado*, *Barita sulfatada* [Ba O, S O³], y en combinacion con el sulfato de cal en la *Dreelita* [Ba O, S O³ + Ca O, S O³].

(c) En las combinaciones de ácido silícico que contienen barita, alúmina y agua, como en la *Harmotoma* [3 Ba O, 2 Si O³ + 5 (Al² O³, 2 Si O³)], y en los compuestos de barita, estronciana, alúmina y agua, como la *Rrewsterita* [3 ($\begin{smallmatrix} \text{Sr O} \\ \text{Ba O} \end{smallmatrix}$ { Si O³ + 4 (Al² O³, 3 Si O³) + 18 aq].

La *Barita sulfatada* forma muchas veces parte de las gangas metálicas, por lo cual es preciso buscar la barita en los minerales, y en las escorias procedentes de su fusion.

Análisis de la Barita.

(a) La *Witherita* se reconoce fácilmente al soplete, porque se conduce como la barita pura¹.

La *Barito-calcita* sin reactivos es infusible; sin embargo, cuando se calienta fuertemente es alcalina. Yo he ensayado un ejemplar procedente de Cumberland, que, calentado fuertemente á la llama y humedecido, no produjo mancha alguna en la plata.

La *Barito-calcita* se disuelve en el borax con tumefaccion, y forma un vidrio violado de manganeso, que se vuelve diáfano á la llama de reduccion.

Se disuelve tambien en la sal de fósforo con gran intumescencia, en un vidrio trasparente, que si se satura mucho toma el color del manganeso, y resulta claro en la llama de reduccion, y opaco cuando se enfria.

¹ La barita se halla tambien en la *Psilomelana*, *Braunita* y *Hausmanita*.

(b) Es preferible pulverizar la Barita sulfatada, ó Espato pesado, porque decrepita fuertemente cuando, calentada sobre el carbon á la llama de reduccion, se convierte en sulfuro de bario que, humedecido, da un olor hepático y tiene un gusto astringente.

Con la sosa se convierte en un vidrio claro que, calentado fuertemente, hierve y es absorbido por el carbon.

Como la Estronciana sulfatada ó Celestina, se conduce de esta misma manera, para conocer cuál de las dos se halla presente, se trata el ensayo con ácido hidroc্লórico y alcohol, como dirémos al tratar de la estronciana. El cloruro bárico no presta color á la llama. Se distingue la barita sulfatada de la celestina, primero porque esta se funde sola y con facilidad formando un glóbulo, mientras que aquella se funde con mucha dificultad. Diferénciase además la barita sulfatada de la celestina en que aquella tiñe la llama exterior de amarillo cuando se sostiene con las pinzas en la extremidad de la llama azul.

La Dreelita sola y con la sosa se conduce como la barita sulfatada, con la diferencia de que, calentada con la sosa, no es absorbida del mismo modo por el carbon, sino que la cal queda sobre él como una masa infusible. Este fenómeno se observa mejor durante la ignicion, en que la cal se corre á diversos puntos del carbon y aparece ligeramente fosfórica.

(c) La Harmotoma y la Breusterita no acusan la presencia de la barita, ni solas ni con los fundentes; es preciso para descubrirla proceder como sigue. Fúndese en un glóbulo sobre el carbon una parte del ejemplar pulverizado, con una parte de sosa y otra de borax; se reduce á polvo el ensayo fundido, se trata con ácido hidroc্লórico, se evapora á sequedad y se disuelve en un exceso de agua. Filtrase para separar la silice, y se añade á lo filtrado ácido sulfúrico diluido ó bisulfato potásico, para precipitar la barita y la estronciana; filtrase de nuevo, se lava y se calienta el precipitado para reducir á sulfuros los sulfatos de barita ó estronciana; trátanse con ácido hidroc্লórico y alcohol para determinar cuál de los dos se halla presente, y si el alcohol encendido da la llama roja, el color es debido á la estronciana. La alúmina, que no es precipitada por el bisulfato potá-

sico, ó por el ácido sulfúrico extendido, puede separarse de la disolucion del modo que se describe en la nota de la pág. 114.

Cuando forma parte de los minerales preparados para la fundicion, y de las escorias, no puede descubrirse la barita con solo el soplete; es conveniente, por lo tanto, recurrir á la via húmeda¹. Semejantes sustancias, después de tostadas, si contienen arsénico ó sulfuros metálicos, se funden con una parte de borax y otra de sosa, conforme á lo dicho en la pág. 65; y si hay presentes algunos metales de difícil reduccion, se añaden 200 ó 300 miligramos de plomo de ensayos, ó de 80 á 100 miligramos de plata pura. El ensayo fundido se trata con ácido hidrocórico y agua (pág. 67), y al líquido del cual se ha separado la sílice por filtracion, se aumenta ácido sulfúrico diluido ó bisulfato potásico, para precipitar la barita, que aun puede confundirse, pero tan solo con los sulfatos de estronciana y de cal. Si la sustancia está muy extendida, se precipitan únicamente los sulfatos de barita y de estronciana, porque el de cal es soluble en un exceso de agua. El precipitado se lava en seguida con agua sobre el filtro y se seca; cuando solo la barita está presente, después de tratar el residuo del filtro con ácido clorohídrico y alcohol, si este se enciende, no tomará la llama ningun color rojo; y si lo toma, es señal de que ambas tierras estaban contenidas en el ensayo. Los demás cuerpos en disolucion se hallan del modo que explicaremos al ocuparnos de la cal, la magnesia y la alúmina, en sus combinaciones con la sílice.

§. VI.—ESTRONCIANA [Sr. O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

(a) La estronciana se presenta como carbonato, en la *Estronciana carbonatada* ó *Estroncianita* [Sr O, C O²]; entra tambien, aunque en pequeña cantidad, y no siempre, en la composicion del *Aragonito*, que es un carbonato de cal; y con el sulfato de barita y rastros de carbonato de cal en la *Estromita*.

¹ El sulfato sódico muy dilatado precipita la barita y la estronciana, pero no la cal; el hiposulfito sódico precipita la barita, y no la estronciana.—*Muspratt*.

(b) Como sulfato se halla en la *Estronciana sulfatada* ó *Celestina* [$\text{Sr O}, \text{S O}_5$], y algunas veces en la *Barita sulfatada*.

(c) Se encuentra tambien en la combinacion de la silice con la barita, la estronciana, la alúmina y el agua, en la *Breusterita*. Cuando los minerales mencionados se presentan en las gangas metálicas, es muy pequeña la cantidad de estronciana que se puede descubrir, ni en ellos después que están ya preparados para la fundicion, ni en las escorias que producen.

Análisis de la Estronciana.

La Estronciana carbonatada, sola ó con los fundentes, se conduce al soplete como la tierra pura, y si se disuelve en el ácido hidrocórico, se evapora la disolucion lentamente á sequedad, y el residuo seco se quema con espíritu de vino, será visible un intenso y característico color de carmin.

Los caractéres pirotécnicos del Aragonito se describirán al hablar de la cal.

La Estromita se determina con mas facilidad del modo siguiente: El ejemplar pulverizado se trata sobre el carbon á la llama de reduccion, y se reconoce la existencia de la estronciana por el color de carmin que comunica á la llama del alcohol, como antes se ha explicado.

La Estronciana sulfatada, ó Celestina, se funde formando un vidrio opalino, y colora de carmin la llama exterior, si se calienta en las pinzas. Cuando se trata este vidrio sobre el carbon, el sulfato de estronciana se reduce á sulfuro, y humedecido, ennegrece la plata como el sulfhidrato bárico. La celestina se comporta con la sosa, como la barita sulfatada, y si se trata como la Estroncianita, comunica su hermoso color de carmin á la llama del espíritu de vino.

La presencia casual de la estronciana en la Barita sulfatada se determina reduciéndola á sulfuro y tratándola con ácido hidrocórico y alcohol. La estronciana se reconoce por el hermoso color de carmin que comunica á la llama alcohólica.

Cuando el cloruro estróncico se trata en el alambre de platino en

el extremo de la llama azul, se percibe toda la llama teñida de un color carmin muy subido; sin embargo, cuando el ensayo llega á fundirse, se desvanece la coloracion, distinguiéndose así el cloruro estróncico del cloruro lítico. La presencia del cloruro de bario, combinado con el de estroncio, impide la coloracion de la llama exterior.

Las sustancias que ni tiñen la llama exterior ni la del espíritu de vino, como son la Breusterita, los minerales de fundicion, escorias, etc., deben ponerse en disposicion de que la estronciana se separe de los demás componentes para examinarla después de aislada. Si-guese para ello un método análogo al que dimos para hallar la bari-ta. Si el cloruro de estroncio contuviese cloruro de calcio, se descu-bre este tratando la mezela con carbonato de sosa sobre el carbon, que absorbe la estronciana y la barita, si se encuentra, quedando la cal sobre su superficie como una masa infusible.

El cloruro de calcio, cuando se calienta en el alambre de platino, comunica á la llama exterior una tinta roja, cuyo color es mas débil, sin embargo, con la sal de cal que con el cloruro de estroncio ¹.

§. VII.—CAL [Ca O]. — *Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase la cal como

(a) Fluoruro de calcio, en el *Espato fluor* [Ca Fl].

(b) Como carbonato de cal [Ca O, C O²], en la *Creta*, *Piedras Ca-lares*, *Espato calizo*, *Toba caliza*, *Agarico mineral*, ó *Harina fo-sil*, en la *Cal carbonatada nacarada*, el *Anthraconito*, la *Caliza fetida*, la *Marga comun* y la *Marga bituminosa*. Hállase además con un poco de carbonato de estronciana en el *Aragonito*, con ácido carbónico en la *Dolomia* [Ca O, C O² + 3 (Mg O, C O²)], etc., etc., y con carbonato de barita en la *Baritocalcita*.

¹ Una disolucion de sulfato de cal precipita inmediatamente las sales de barita, pero no las de estronciana. El sulfato de cal es soluble del todo en el ácido hidroclórico, en lo que se distingue de los sulfatos de barita y de estronciana. Win-kelblech observa que el cromato de potasa da prontamente un precipitado ama-rillento de cromato de barita con las disoluciones de las sales de esta tierra, cuyo precipitado es insoluble en el cloruro amónico.—*Muspratt*.

(c) Como sulfato, en el *Yeso* ó *Selenita* $[Ca O, S O^5 + 2 aq]$, en la *Anhidrita* $[Ca O, S O^5]$; con sulfato de potasa, y sulfato de magnesia en la *Polihalita*; con sulfato de sosa en la *Glauberita*; y con sulfato de barita en la *Dreelita*.

(d) Como fosfato de cal con cloruro de calcio, siendo este reemplazado en parte por el fluoruro de calcio, en la *Apatita* $[Ca \left\{ \begin{smallmatrix} Cl \\ Fl \end{smallmatrix} \right\} + 3 (3 Ca O, P O^5)]$ ó $[Ca Cl + 3 (3 Ca O, P O^5)] = Ca Fl + 3 (3 Ca O, P O^5)]$.

(e) Como arseniato de cal, en la *Farmacolita* $[2 Ca O, As O^5 + 6 aq]$ y en la *Hardingerita* $[2 Ca O, As O^5 + 4 aq]$.

(f) Como tungstato de cal, en la *Cal tungstatada* ó *Wolfram blanco* $[Ca O, W O^5]$.

(g) Como titanato y silicato de cal, en el *Titano silíceo calcáreo* ó *Esfena* $[Ca O, 3 Ti O^2 + Ca O, 2 Si O^5]$.

(h) Como tantalato tribásico de cal y de itria, conteniendo rastros de prototungstato de hierro, cal y óxido de urano, en la *Itrotantalita* $\left[\begin{smallmatrix} 3 Y O \\ 3 Ca O \end{smallmatrix} \left\{ Ta O^5 \right\} \right]$ y con una considerable cantidad de prototungstato tribásico de hierro en la *Itrotantalita negra* $\left[\begin{smallmatrix} 3 Y O \\ 3 Ca O + \\ 3 Te O \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} Ta O^5 \\ W O^5 \end{smallmatrix} \right\} \right] La$
Itrotantalita Amarilla contiene una gran proporción de peróxido de urano, y su fórmula es $\left[3 Y O \left\{ \begin{smallmatrix} Ta O^5 \\ U O^5 \end{smallmatrix} \right\} \right]$.

(i) Como borato neutro y bibásico de cal, con bisilicato de cal en la *Datholita* $[Ca O, 2 B O^5 + Ca O, 2 Si O^5 + aq]$ y en la *Botriolita* $[2 (2 Ca O, 2 B O^5) + 2 (Ca O, 2 Si O^5) + 2 aq]$.

(k) En los silicatos, á saber :

(¹) En el silicato en que solo la cal está en combinacion con el ácido, la *Wolastonita* ó *Espato* en tablas $[3 Ca O, 2 Si O^5]$.

(²) En los silicatos de potasa, cal y agua, por ejemplo, en el *Apo-filito* $[9 \left\{ \begin{smallmatrix} Ca O \\ K O \end{smallmatrix} \right\} Si O^5 + 6 aq]$, que contiene generalmente ácido hidrofluórico.

(³) En los silicatos de cal, ó de cal con álcalis y silicato de alúmina, y agua de cristalización; v. gr., en la *Desmina* ó *Estilbita* $[3 Ca O, Si O^5 + 3 (Al^3 O^5, Si O^5) + 18 aq]$, *Heulandita* $[3 (Ca O, Si O^5) + 4$

$\text{Al}^2 \text{O}^3$, $3 \text{Si O}^2 + 18 \text{aq}$], *Laumonita* [3Ca O , $2 \text{Si O}^2 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3$, $2 \text{Si O}^2) + 12 \text{aq}$], *Escolecita* [$\text{Ca O Si O}^2 + \text{Al}^2 \text{O}^3$, $\text{Si O}^2 + 9 \text{aq}$], *Prehnita* [$2 (3 \text{Ca O}$, $\text{Si O}^2) + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3$, $\text{Si O}^2) + 3 \text{H O}$, Si O^2], la *Cristianita* ó *Harmotoma* de base de cal [3K O , $2 \text{Si O}^2 + 2 (3 \text{Ca O}$, $2 \text{Si O}^2) + 10 (\text{Al}^2 \text{O}^3$, $2 \text{Si O}^2) + 45 \text{aq}$].

(4) En los silicatos sin agua; v. gr., $\left[\begin{array}{c} 3 \text{Fe O} \\ 3 \text{Ca O} \\ 3 \text{Mg O} \\ 3 \text{Na O} \end{array} \right\} 2 \text{Si O}^2 + \frac{\text{Al}^2 \text{O}^3}{\text{Fe}^2 \text{O}^3} \left\{ 2 \right.$

Si O^2], la *Labradorita* [$\frac{3 \text{Na O}}{3 \text{Ca O}} \left\{ \text{Si O}^2 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3$, $2 \text{Si O}^2) \right.$, la *Wernerita* ó *Escapolita*, la *Anorthita* [$3 \left\{ \frac{3 \text{Ca O}}{3 \text{Mg O}} \left\{ \text{Si O}^2 + 8 (\text{Al}^2 \text{O}^3$, $\text{Si O}^2) \right. \right.$

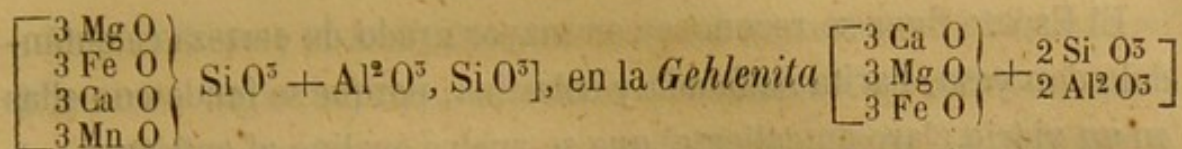
(5) En los silicatos de cal y magnesia, en que las tierras alcalinas son reemplazadas mas ó menos por los protóxidos de manganeso y hierro, y algunas veces el ácido silíceo por la alúmina; pertenecen á esta clase]

(a) El *Anfibol*, *Hornablenda*, que, segun Bonsdorff, contiene ácido fluorhídrico, formando con la cal fluoruro de calcio, cuya fórmula general, dada por Berzelius, es [$\text{Ca Fl} + 5 (\text{Ca O}$, $\text{Si O}^2) + 3 \text{Mg O}$, 2Si O^2], la *Tremolita*, *Gramatita*, *Asbestos*, *Actinota*, *Bissolita*, las *Hornablendas*, etc. Además

(b) Los piróxenos; v. gr., *Diópsida* ó *Alalita*, la *Malacolita* y *Sahlita*, representados por la fórmula [$3 \text{Ca O Si O}^2 + \text{Mg O}$, 2Si O^2].

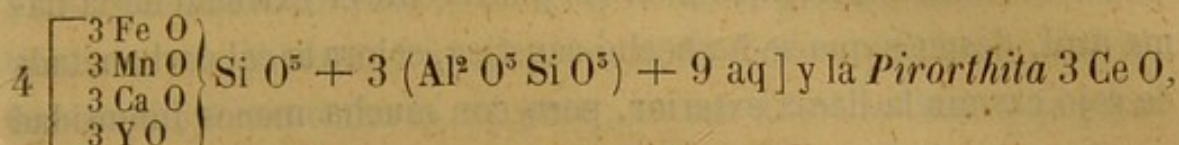
(c) Los piróxenos ferruginosos, como la *Malacolita* de *Finlandia* [9Ca O , $6 \text{Si O}^2 + \left\{ \frac{3 \text{Fe O}}{3 \text{Mg O}} \right\} + 2 \text{Si O}^2$], la *Hedembergita* [$\frac{3 \text{Ca O}}{3 \text{Fe O}} \left\{ + 3 \text{Si O}^2 \right.$], y la *Yenita* ó *Ilvaita* [3Ca O , $\text{Si O}^2 + 4 (5 \text{Fe O}$, $\text{Si O}^2)$].

(6) En los silicatos de cal y magnesia con alúmina, en los que la alúmina es reemplazada á veces por el hierro y el manganeso; v. gr., en la *Zoisita* [$2 (3 \text{Ca O}$, $\text{Si O}^2 + 5 \left\{ \frac{\text{Al}^2 \text{O}^3}{\text{Fe}^2 \text{O}^3} \right\} \text{Si O}^2$], en la *Epidota verde* ó *Pistacita* [3Ca O , $\text{Si O}^2 + 4 \left\{ \frac{\text{Al}^2 \text{O}^3}{\text{Fe}^2 \text{O}^3} \right\} \text{Si O}^2$], en la *Idocrasa* ó *Vesubiana*, y en muchos granates, cuya fórmula general es



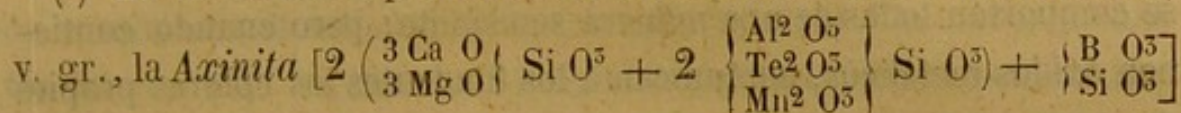
etc. etc.

(7) En los silicatos de itria, óxido de cerio, alúmina, cal, hierro y manganeso, á saber : en la *Cerina*, que contiene cerio, sílice, cal, alúmina, ácido titánico, manganeso y agua; la *Alanita* $[3 \text{ Fe O}, \text{Si O}^5 + 3 \text{ Ce O Si O}^5 + 3 \text{ Ca O Si O}^5 + 2 \text{ Al}^2 \text{O}^5, \text{Si O}^5]$, la *Orthita*



$\text{Si O}^5 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^5 \text{Si O}^5) + \text{carbono}, \text{ cal}, \text{ itria}, \text{ manganeso}, \text{ hierro}, \text{ etc.}$

(8) En los silicatos polibásicos mezclados con uno ó mas boratos;



(9) En los silicatos de sosa, cal y alúmina, mezclados con sulfatos; v. gr., el *Lapislazuli*, la *Nosina* ó *Espinelana* $[\text{Na O}, \text{Si O}^5 + 3(\text{L O}, \text{Si O}^5) + 6 (\text{Al}^2 \text{O}^5, 2 \text{ Si O}^5)]$, etc. ¹.

Y tambien en gangas de minerales, espatos fluor, y espatos calizos. La cal es con frecuencia uno de los principales componentes de muchos minerales que se ensayan por la via seca y de las escorias que proceden de ellos.

Análisis de la Cal.

El Espato fluor se reconoce muy bien al soplete. Cuando se calienta ligeranente toma un aspecto luminoso, que aparece verdoso en la oscuridad; si la temperatura se eleva, decrepita, y si reducido á polvo impalpable se calienta sobre el carbon, se funde, formando un vidrio opaco.

¹ La cal se presenta además en muchos silicatos con la sosa, el manganeso, la potasa, alúmina, magnesiay hierro; v. gr., en la Babingtonita, Barsowita, Epidota, Anorhita, Beaumontita, Okenita, Glottalita, Kirvanita, Edingtonita, Holmita y Huronta.

El Espato fluor se reconoce con mayor grado de certeza calentándolo con yeso, barita sulfatada y celestina, porque se funde con ellas en un vidrio claro en caliente, que se vuelve opalino al enfriarse.

Si el Espato calizo ó cal carbonatada se calienta al soplete sobre el carbon, deja escapar el ácido carbónico, y durante su fuga adquiere la cal un lustre particular. Si el residuo, que es la cal cáustica, se trata con agua, desenvuelve un gran calor, y la masa reacciona como álcali. Calentada fuertemente en las pinzas con el extremo de la llama azul, después que se ha hecho cáustica, colora la cal carbonatada de rojo carmin la llama exterior, pero con mucha menos intensidad que las sales de estronciana. Esta se conduce con el borax, la sal de fósforo y la sosa, en cuyos reactivos se disuelve con efervescencia, del mismo modo que la cal. Las demás variedades de carbonato de cal se comportan todas de una manera semejante; pero cuando contienen óxidos metálicos, comunican á los fundentes los colores propios de sus respectivos óxidos.

El Aragonito calentado sobre el carbon, se descompone y deja partículas fusibles, que dan reaccion alcalina sobre el papel de tornasol humedecido, y que cuando se calientan entre las pinzas en el extremo de la llama azul, tiñen la llama exterior de color carmin, debido á la presencia de la estronciana. El Aragonito se disuelve con efervescencia en el borax y la sal de fósforo, formando un vidrio claro. La sosa no tiene accion alguna sobre él; el álcali es absorbido por el carbon, y el ensayo queda sobre su superficie.

La Dolomia y la Cal carbonatada manganesífera son infusibles al soplete luego que, libres de su ácido carbónico, reaccionan como álcalis. Se disuelven en el borax y la sal de fósforo, en un vidrio claro teñido generalmente por los óxidos de hierro y de manganeso, y no son atacadas por la sosa.

La cal y la magnesia no se reconocen con toda seguridad al soplete sino con el auxilio de la via húmeda, como se dirá al tratar de la magnesia.

En la Baritocalcita se determina la cal, como se dijo tratando de la barita.

Combinaciones del ácido sulfúrico :

(a) El Yeso y la Anhydrita en la llama de oxidacion, y con suma dificultad, llegan á formar un vidrio de esmalte. Cuando en la llama de reduccion y sobre el carbon se trata de fundirlos, se reducen á sulfuros, que cuando se humedecen, despiden un olor hepático y reaccionan alcalinamente sobre el papel de tornasol enrojecido. Con el borax se disuelven con efervescencia, formando un vidrio claro, que al enfriarse es amarillo comun, ó amarillo muy oscuro. Aumentada la cantidad de yeso ó de anhydrita, el glóbulo toma un color pardo, y es opaco en frio. Con la sal de fósforo y el carbonato de sosa se conducen como la cal pura; ambos á dos se funden prontamente en un vidrio claro, que toma al enfriarse el aspecto de esmalte blanco, y que, continuando la insuflacion, se esponja y resulta infusible. Los caractéres que diferencian el yeso de la barita y de la estronciana sulfatadas son los siguientes: 1.º la menor pesantez del yeso; 2.º su mas fácil fusion, comparada con la de la barita sulfatada, y 3.º el diferente comportamiento del yeso con el carbonato de sosa respecto á la barita y la estronciana, que son absorbidas por el carbon, en tanto que la cal queda sobre él.

(b) La Polihalita calentada en un tubo de vidrio da agua, se funde sobre el carbon en un glóbulo rojo turbio, que en la llama de reduccion se vuelve blanco, se esponja y toma un gusto salino y algo hepático. Calentada en la sortija del alambre de platino, presta á la llama exterior la tinta propia de la sosa.

Con borax se disuelve pronto, y con violenta efervescencia en un vidrio trasparente; pero si la cantidad del fósil es mucha, el vidrio aparecerá teñido por el hierro, y será opaco al enfriarse. La sosa descompone la Polihalita, y produce una masa terrosa, que toma en la llama de reduccion un color amarillento á causa del sulfuro de antimonio que la mancha. Con el espato fluor forma una perla opaca.

La cal y la magnesia de la Polihalita no se separan bien, ni por el oxalato de amoniaco ni por la sal de fósforo de la disolucion acuosa de este mineral, tratado de antemano por el ácido clorohídrico. Solo la potasa puede hallarse siguiendo las prescripciones hechas ya en su lugar.

(c) La Glauberita tratada sin reactivos sobre el carbon se pone

blanca al principio , y se funde en seguida en una perla diáfana. Sucede lo mismo en la llama de reduccion , y el ensayo toma el sabor hepático ; si la insuflacion va adelante , el sulfuro de sosa es absorbido y la cal queda sobre el carbon.

Cuando el mineral pulverizado se reduce con agua á pasta , y se quema en el anillo del alambre de platino á la llama de oxidacion , se colora su parte exterior de amarillo , á causa de la sosa que contiene el ejemplar.

Con el carbonato de sosa sobre el carbon se descompone el ensayo , y el álcali con el sulfuro de sosa reducido es absorbido por el soporte , quedando encima la cal.

(d) Las propiedades pirotécnicas de la Dreelita se han presentado en el párrafo de la barita.

La Apatita sin reactivos se funde , aunque con dificultad , por los bordes , se disuelve con lentitud en la sosa , formando un vidrio claro , que muchas veces participa del color del hierro , y que con un pequeño exceso de mineral es *opaco á la llama* , y con la adición de una cantidad mayor es opalino en frio.

Se disuelve en gran cantidad en la sal de fósforo en un vidrio diáfano , que siempre está un poco teñido por el óxido de hierro. Ligeramente saturado , el vidrio es opaco en frio , y presenta facetas , que son , sin embargo , menos perceptibles que las producidas por el plomo fosfatado , cuando se calienta en la llama de reduccion y se deja enfriar. Si está el vidrio completamente saturado , resulta un glóbulo blanco de leche y no se observan las facetas.

Con partes iguales de Apatita y de carbonato de sosa se forma una masa ampulosa infusible , y si se aumenta la dosis de reactivo , es este absorbido por el carbon. El cloro y los ácidos fosfórico é hidrofluórico se determinan segun los métodos expresados en sus respectivos capítulos.

La presencia de la cal tan solo puede decidirse seguramente con el auxilio de la via húmeda. La sustancia se disuelve en ácido hidroclórico , la disolucion se dilata con espíritu de vino de unos 63°, y se hace precipitar la cal por medio del ácido sulfúrico debilitado. Después de filtrar , se examina el líquido con el amoniaco para buscar la

alúmina. Mas como el compuesto de cal y ácido fosfórico se precipita por el amoniaco sin alterarse, de una disolucion de fosfato de cal extendido en agua, no deben por lo tanto la alúmina y el sesquióxido de hierro ser precipitados los primeros, sino que ha de serlo antes la cal por medio del ácido sulfúrico dilatado en agua.

La Farmacolita se descubre inmediatamente triturándola con carbonato de sosa, y tratando la mezcla sobre el carbon á la llama de reduccion. El ácido arsénico se reduce y se volatiliza, lo que se conoce en el olor; la sosa es absorbida por el carbon, y la cal queda encima de él.

La Cal tungstatada sin reactivos se funde por los bordes en un vidrio un poco traslucido.

Con el borax se disuelve pronto en la llama de oxidacion en un glóbulo trasparente, que al poco rato aparece cristalino y blanco de leche, y que no toma color mezclado con estaño y tratado á la llama de reduccion.

Con la sal de fósforo se liquida sin tardanza á la llama de oxidacion, formando un vidrio incoloro, que á la llama de reduccion y en caliente adquiere un color verde, y por enfriamiento una tinta hermosa azul. Tratado el vidrio con estaño sobre el carbon á la llama de reduccion, toma un color mas oscuro, que es verde al enfriarse. Por un tratamiento sostenido á la llama de reduccion, y añadiendo el estaño suficiente, el tungsteno se separa, y el vidrio presenta tan solo una ligera tinta verdosa.

Con la sosa se esponja y se redondea por los bordes. Si se funde una cantidad pequeña del mineral pulverizado con cuatro veces su volumen de sosa sobre el alambre ó en la cucharilla de platino, y se disuelve el ensayo en agua á la llama de la lámpara, el tungstato de cal y el exceso de álcali añadido se disolverán tambien, y la cal se recogerá en el fondo de la cucharilla. Sepárase el ácido túngstico segun el método prescrito respecto á este ácido, y la cal se determina con la sosa sobre el carbon.

La Esfena y la Titanita, solas al soplete, sufren una ligera intumescencia, y se funden por los bordes en un vidrio oscuro.

Con borax se funden prontamente en un vidrio amarillento diáfano.

no; pero que no da este color, debido al titano, en la llama de reduccion.

En la sal de fósforo se disuelven con dificultad la esfena y la titanita, y la parte no disuelta aparece opalina. La tinta amatista se produce particularmente cuando se trata sobre el carbon el ensayo mezclado con estaño á la llama de reduccion.

Con el carbonato de sosa se funde en un vidrio opaco, que ninguna proporcion de reactivo puede hacer trasparente; al enfriarse es blanco ó blanco verdoso. Añadiéndole un exceso de álcali, la mayor parte del ensayo es absorbido por el carbon, y la cal queda sobre su superficie.

Si se funden la Esfena y la Titanita con seis veces su volúmen de bisulfato de potasa en la cucharilla de platino, y se disuelve la masa fundida sobre la llama de la lámpara de espíritu de vino con una cantidad suficiente de agua, sin dejar que el líquido hierva, se disolverán el ácido titánico y el sulfato de cal, dejando un residuo silíceo. El ácido titánico se deposita haciendo hervir la disolucion filtrada, y la cal se separa por el oxalato de amoniaco. Si ocurriere alguna duda acerca de la naturaleza de los precipitados, después de lavarlos bien, pueden por separado ensayarse al soplete, es á saber: la cal con la sosa sobre el carbon, y el ácido titánico segun el método prescrito en el párrafo del titano.

El depósito silíceo pudiera contener ácido titánico y un poco de sulfato de cal, si de antemano no se redujo el mineral á polvo muy fino, ó si no se añadió la suficiente cantidad de agua.

Las propiedades pirotécnicas de la Itrotantalita se hallarán con las de la itria.

La Datholita y Botriolita, ambas de Arendal, en Noruega, se conducen al soplete, y segun Berzelius, como sigue:

Solas en un tubo cerrado desenvuelven vapores acuosos, sobre el carbon hacen efervescencia como el borax, y se funden después en un glóbulo trasparente, que á veces, ó por contener impurezas ó por la coloracion de la materia del ensayo, resulta color de rosa ó verde de hierro. Con el borax se disuelven en un vidrio claro, cuyos colores pueden variar por las causas arriba indicadas.

Con sal de fósforo se funden fácilmente, dejando un esqueleto de sílice; añadiendo mas cantidad de la materia de ensayo, se obtiene un vidrio que pierde su transparencia, y acaba por tomar el blanco de esmalte.

Con un poco de sosa se disuelven en un vidrio diáfano; aumentando el reactivo, se vuelve el vidrio opaco al enfriarse, y añadiéndole mas sosa, toda la masa se introduce en el carbon.

Con el yeso se funden, pero con mas dificultad que el Espato fluor, y resulta un vidrio trasparente, que conserva su diafanidad después de frio.

Con la disolucion de cobalto se obtiene un vidrio azul opaco.

En la Datholita y Botriolita se determina la cal fundiéndolas con bisulfato de potasa, tratando con una cantidad proporcionada de agua y descomponiendo la disolucion clara, después de separada la sílice, con oxalato de amoniaco. El borax se reconoce por su ensayo particular.

En los silicatos es indispensable recurrir á la via húmeda, para determinar la cal, que rara vez se determina con seguridad al soplete.

Esta tierra, que constituye sola por sí la base de la Wolastonita ó Espato en tablas, puede hallarse fácilmente fundiendo el mineral pulverizado con un exceso de bisulfato de potasa, y tratando la masa fundida con agua en cantidad suficiente. El sulfato de cal que se ha formado y el sulfato de potasa se disuelven, quedando la sílice sobre el filtro, mezclada á veces con un poco de yeso. La cal se precipita por el oxalato de amoniaco, y el oxalato de cal se recoge sobre el filtro, se lava bien, y se trata con sosa sobre el carbon ó con sal de fósforo sobre el alambre de platino. Si los minerales contienen rastros de alúmina, esta tierra se precipita por el amoniaco cáustico antes de que la cal lo sea por el oxalato de amoniaco, y se ensaya después con el nitrato de cobalto, á menos que haya sesquióxido de hierro, que impide la reaccion azul pálida sobre el carbon. Para obtener la sílice enteramente libre de sulfato de cal se trata sobre el filtro el residuo silíceo con una disolucion muy extendida de ácido hidroclórico, y se filtra, advirtiendo que el líquido de esta filtracion no debe añadirse al de la anterior, porque si no está aquel comple-

tamente diluido, puede ocurrir un precipitado de sulfato de cal cuando se le añada el amoniaco. Los silicatos, incluso los productos de minerales fundidos, escorias, etc., con muchas bases, no se descomponen del todo algunas veces con el bisulfato de potasa; pero llega á lograrse conduciendo la operacion de un modo semejante al que se dió tratando del reconocimiento de la barita en los minerales preparados para la fundicion y en las escorias¹.

Si la disolucion obtenida después de fundir el silicato con sosa y borax, etc., lo que se explicó cuando nos hicimos cargo de la barita, contuviese protóxido de hierro, deberá convertirse en sesquióxido con unas cuantas gotas de ácido nítrico, después de lo cual se añade cloruro amónico y un pequeño exceso de amoniaco cáustico, para precipitar la alúmina y el sexquióxido de hierro. El modo de separar estos dos cuerpos se dirá en el párrafo de la alúmina, al hacernos cargo de los compuestos silíceos. La cal que existe en la disolucion, combinada probablemente con magnesia, protóxido de manganeso y óxido de cobalto, se examina añadiendo á la disolucion sulfuro amónico, hasta que se precipite todo el manganeso y el cobalto, filtrando el líquido, y lavando el filtro con agua que contenga un poco del reactivo líquido. Después de lavar por algun tiempo, se quema el filtro que contiene los sulfuros, se pulveriza el residuo y se ensaya con sal de fósforo en el alambre de platino, para buscar el cobalto, y con sosa y un poco de salitre sobre la lámina de platino á la llama de oxidacion, para hallar el manganeso.

Al líquido filtrado se añaden unas gotas de ácido hidrocórico, y se trata el todo sobre la lámpara hasta que no se desprenda hidrógeno sulfurado. Filtrase, para separar el azufre, la disolucion, se satura con amoniaco, la cal se precipita por el oxalato de amoniaco, se separa aquella por filtracion, y la magnesia se precipita por la sal de fósforo como fosfato de amoniaco; pero teniendo sumo cuidado de que antes de añadir la sal de fósforo se haya precipitado toda la cal. Cuando no se hallan presentes ni el manganeso ni el co-

¹ Fressenius recomienda para descomponer los silicatos una mezcla de carbonato de sosa y carbonato de potasa.—*Muspratt*.

balto, no hay que hacer mas que dos filtraciones para separar la cal de la magnesia; pero si contuviese el silicato rastros de protóxido de manganeso solamente, la magnesia precipitada se ensayaria con sosa y salitre, ó sea nitrato de potasa, como se dirá en el párrafo del manganeso. El protóxido de manganeso se convierte en un óxido superior por medio del nitro que se combina con el álcali, formando un vidrio limpio y diáfano, que corre de una parte á otra de la hoja de platino, mientras que la magnesia queda en una orilla del soporte, y se ve prontamente¹.

El ensayo de los silicatos que, además de la cal, pueden contener itria y protóxido de cerio, se explicará cuando lleguemos á ocuparnos de la itria.

§. VIII.—MAGNESIA [Mg O].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Esta tierra se presenta :

Sola, en la *Periclasia* [Mg], y además

(a) Como aluminato y tambien como aluminato de magnesia, *Espinela* [Mg O, Al² O³], y como un aluminato de protóxido de hierro y magnesia en la *Zeilanita* ó *Pleonosta* $\left[\begin{matrix} \text{Mg O} \\ \text{Fe O} \end{matrix} \right\} \text{Al}^2 \text{O}^3$].

(b) En la *Brucita*, *Condrodita* ó *Machureita* [Mg Fl + 3 (3 Mg O, Si O³)].

(c) Con ácido carbónico, en la *Magnesia carbonatada* $\left[\begin{matrix} \text{Mg O} \\ \text{Fe O} \\ \text{Mn O} \end{matrix} \right\} \text{C O}^2$],

y con ácido carbónico y carbonato de cal, en muchas calizas magnesianas, como la *Dolomia*, *Tharandita* y *Espato magnésiano*, ó perlado.

(d) Con ácido sulfúrico y agua, en la magnesia sulfatada [Mg O, S O³ + H O + 6 aq], y con ácido sulfúrico, sulfato de potasa y sulfato de cal en la *Polihalita*.

(e) Con ácido bórico en la *Boracita* [Mg O, 2 Bo³ + 2 (Mg O, Bo³)].

(f) En los silicatos, á saber :

¹ Cuando las disoluciones de cal están tan extendidas que el ácido sulfúrico débil no da precipitado, se les añade alcohol, y resulta inmediatamente un depósito de sulfato de cal.—*Muspratt*.

(¹) En los que la magnesia forma la base principal; v. gr., en la *Esteatita* $[6 \text{ Mg O}, 5 \text{ Si O}^5 + 4 \text{ aq}]$, en la *Magnesita* ó *Espuma de mar* $[\text{Mg O}, \text{Si O}^5 + \text{aq}]$, en la *Pikrosmína* $[3 \text{ Mg O}, 2 \text{ Si O}^5]$, en la *Serpentina* (hidrato de magnesia y subsilicato de magnesia) $[3 \text{ Mg O}, 6 \text{ H O} + 2 (3 \text{ Mg O} + 2 \text{ Si O}^5)]$, en el *Peridoto olivino* $[3 \text{ Ca O}, \text{Si O}^5 + \left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ Mg O} \\ 3 \text{ Fe O} \end{smallmatrix} \right] \text{Si O}^5]$.

(²) En los silicatos de cal y de magnesia con silicatos de alúmina sin agua; v. gr., la *Anorthita* $[3 \text{ Al Si} + 3 \text{ Mg O}, \text{Si O}^5 + 2 (3 \text{ Ca O}, \text{Si O}^5) + 8 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5]$ ó $[3 \text{ Mg O}, \text{Si O}^5 + 2 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5 + 2 (3 \text{ Ca O}, \text{Si O}^5 + 3 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5)]$.

(³) En los silicatos de potasa ó sosa, con silicatos de magnesia, alúmina y protóxido de hierro, con y sin agua, en que los álcalis están muchas veces reemplazados por la magnesia y el protóxido de hierro; v. gr., en la *Mica magnesia*, la *Piedra ollar*, las *Tierras verdes*, la *Clorita* y el *Talco*.

(⁴) En los silicatos de cal y magnesia, en que las tierras alcalinas están mas ó menos reemplazadas por los protóxidos de hierro y de manganeso, y á veces el ácido silícico por la alúmina. Pertenecen á estos el *Anfibol* y los *Pinóxenos magnesianos*.

(⁵) En los silicatos de cal y de magnesia con alúmina, en los cuales las tierras alcalinas están á veces reemplazadas por el protóxido de hierro, y la alúmina sustituida por el sesquióxido; v. gr., en la *Idocrasa*, en el *Granate negro de Arendal*, los *Esquistos talcosos*, la *Dicroita*, *Iolita* ó *Cordierita* $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ Mg O} \\ 3 \text{ Fe O} \\ 3 \text{ Mn O} \end{smallmatrix} \right] \text{Si O}^5 + \text{Al}^2 \text{ O}^5, 2 \text{ Si O}^5]$.

(⁶) En los silicatos con fosfatos; v. gr., en la *Sordawalita*, que parece ser una mezcla de $[2 \text{ Mg O}, \text{P O}^5]$, con $[3 \text{ Mg O}, 2 \text{ Si O}^5 + \text{Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5 + 2 (3 \text{ Te O}, 2 \text{ Si O}^5) + \text{Al}^2 \text{ O}^5, 2 \text{ Si O}^5]$.

(⁷) En los silicatos con fluoruros metálicos; v. gr., en la *Condroidita* $[3 \text{ Mg Fl} + 4 (3 \text{ Mg O}, \text{Si O}^5)]^1$.

¹ Se presenta tambien la magnesia en la Boltonita, Breunerita, Dermatina, Quincita, Rhodicita, Magnesia Nitrada, Magnesia Clorurada, Seibertita, Gedrita, Retinalita, Poliadelita, Hiperstene, Dialaga, Broncita, Asbesto, Antofilito, Tremolita, Oerstedtita, Pirofilita, Pirosclerita, Bondorfita, Esmarquita, Vermicu-

Cuando algunos de los fósiles arriba mencionados se encuentran en las gangas ó en los minerales que se tratan por la via seca, resulta muchas veces que las escorias contienen pequeñas cantidades de magnesia, que pueden hallarse fácilmente.

Análisis de la Magnesia.

(a) El Aluminato, Espinela y Zeilanita, se reconocen al soplete inmediatamente, porque dan vidrios característicos debidos á los óxidos metálicos que contienen; pero la magnesia tratada sin reactivos no puede reconocerse con certeza por aquel instrumento. Para hallar la magnesia se calienta el mineral bien pulverizado, con dos partes de sosa y tres de borax, sobre el carbon; la masa fundida se disuelve en ácido clorohídrico, la disolucion se evapora á sequedad, se vuelve á disolver en agua y se filtra el líquido para separar la sílice. Añádesse en seguida ácido nítrico á lo filtrado, para convertir el protóxido en sesquióxido de hierro, se echan dos cucharadas de sal amoniaco ó cloruro amónico, y el hierro, la alúmina y el óxido de cromo, si existe, se precipitan por medio del amoniaco cáustico; filtrase, hácese hervir el líquido filtrado, y la magnesia se precipita por la sal de fósforo, como fosfato de amoniaco. Este precipitado, recogido en el filtro se lava bien con agua y se ensaya sobre el carbon, en el que se convierte en una perla cristalina blanca traslucida, que si se trata con unas gotas del nitrato de cobalto toma un color violado, que parece rojizo á la llama de la lámpara. Cuando la Espinela se disuelve en el borax con efervescencia, es señal de que contiene carbonato de cal en sus intersticios, y para este caso, antes de añadir la sal de fósforo se precipita la cal por el oxalato de amoniaco. Los precipitados aluminosos pueden ensayarse sobre el alambre de platino con sal

lita, Esteatita, Cuzeranita, Rafilita, Humboldtita, Gigantolita, Pinita, Sosurita, Nefrita, Wesita, Jantita, Glaucolita, Gehlenita, Anfodelita, Goekumita, Ripidolita, Turnerita, Batraquita, Nemalita, Villarsita, Esteatita, Afrodita, Gimnita, Antigorita, Pennina, Monradita, Piotina, Leutembergita, Espadaita, Schilerespato, Praseolita, Esmarquita, Pirosmalita, Wolfram, Alumbre Magnésiano, Romeina.

de fósforo ó con borax , para hallar el hierro y el cromo , ó tratarse con la potasa, que disuelve la alúmina y deja el sesquióxido de hierro como un polvo pardo rojizo , y el óxido de cromo como un depósito de un verde sucio ¹.

Si el mineral contuviese hierro y cromo , y el residuo apareciese ferruginoso solamente , se funde la masa con nitrato de potasa sobre el alambre de platino , y se trata con agua la masa fundida. El cromato de potasa que se forma y el nitrato no descompuesto se disuelven , en tanto que el hierro queda libre ; el ácido crómico se busca en la disolucion , segun se dirá al hablar del cromo.

(b) La Brucita, humedecida después de tostarla encima del carbon , reacciona como los álcalis sobre el papel de tornasol enrojecido , y se conduce con los reactivos como la magnesia.

(c) Los carbonatos de magnesia.

(¹) La Magnesita pura se comporta como la Brucita.

(²) El carbonato de magnesia con carbonato de cal , como la Dolomia , el Brunoespato , etc. ; se conducen al soplete como el carbonato de cal solo , de manera que el de magnesia no se distingue del de cal. Sin embargo , separando antes el hierro y la cal , puede obtenerse la magnesia como fosfato amónico por el procedimiento antes expuesto , y tratándola luego sola sobre el carbon , ó con partes iguales de nitro y de sosa en el alambre de platino. Debe fundirse en una perla blanca cristalina si no contiene manganeso , produciendo un vidrio incoloro , que no se altera calentado en contacto con un cristal de salitre. Las menores cantidades de manganeso se descubren infa-

¹ Cuando se analiza un compuesto que contiene alúmina , sesquióxido de hierro y óxido de cromo , se conduce la operacion del siguiente modo: A una disolucion fria de los componentes hecha en ácido hidrocórico , se añade una disolucion de potasa cáustica , que precipita el sesquióxido de hierro como un polvo moreno rojizo ; se filtra , se hace hervir la disolucion que contiene un exceso del álcali cáustico , el óxido de cromo se precipita como un depósito verde , que se separa por filtracion , y añadiendo á lo filtrado cloruro amónico , se precipita la alúmina. Es un excelente método , especialmente para análisis cualitativos. La alúmina es soluble en la potasa , pero el óxido de cromo no es precipitado en frio por este álcali. — *Muspratt*.

liblemente tratando con sosa y nitro en la lámina de platino la magnesia precipitada.

Cuando el ensayo encierra cantidades apreciables de manganeso, es mejor precipitarlo por el sulfuro amónico, filtrar y eliminar de la disolución el hidrógeno sulfurado, como se explicó en el análisis de la cal.

(d) La magnesia sulfatada, Epsomita, se reconoce inmediatamente tratándola por el nitrato de cobalto.

(e) La Boracita se funde con intumescencia sobre el carbon; pero es difícil obtener una perla clara, porque se eriza al enfriarse; es decir, que la superficie toda del carbon presenta agujas cristalinas. El vidrio en caliente aparece ligeramente amarillento por la presencia del sesquióxido de hierro, pero al enfriarse es opalino. En el borax se disuelve la Boracita con facilidad en un vidrio trasparente con un ligero color ferruginoso.

Se disuelve también con facilidad en la sal de fósforo, en un vidrio claro salpicado de blanco, *opaco á la llama*, y que con un exceso de mineral es opaco espontáneamente en frío.

Cuando se funde el ensayo con la sosa necesaria para producir un vidrio claro, presenta el ensayo al enfriarse cristales y anchas facetas; con mas álcali todavía, resulta el vidrio semejante á una perla magnesia imperfectamente saturada. Pulverizada la Boracita y calentada sobre el carbon con unas cuantas gotas del nitrato de cobalto, su polvo se reúne y forma una masa azul.

Cuando se funde con bisulfato de potasa y el ensayo fundido se disuelve en agua, puede precipitarse y ensayarse la magnesia, como antes se ha establecido.

Si la Boracita contuviese también borato de cal se descubriría, al punto, añadiendo á la disolución acuosa del sulfato un poco de cloruro amónico, y después oxalato de amoníaco antes de precipitar la magnesia por la sal de fósforo.

El ácido bórico se determina conforme al procedimiento que se da respecto á él en el lugar correspondiente.

(f) En los silicatos en que la magnesia constituye la base por sí sola; v. gr., en la Esteatita, Espuma de mar, Picrosmína y Serpentina,

se halla la magnesia, lo mas pronto, fundiendo el mineral con bisulfato de potasa y tratando con agua el residuo vitrificado. Por este medio la silice insoluble se separa, y lo filtrado, que contiene sulfato de magnesia, se calienta con sal de fósforo y se ensaya del modo que antes se dijo. Si el mineral contiene cal, como el Peridoto olivino, debe separarse antes de precipitar la magnesia. En los silicatos que contienen muchas bases, á cuya clase pertenecen la mayor parte de los minerales de fundicion y las escorias, no puede determinarse al soplete la magnesia con completa seguridad, ni sola ni con bisulfato de potasa; por lo cual es preciso ensayarla del modo dicho en los párrafos de la cal y la barita ¹.

§. IX.—ALUMINA $[Al^2 O^5]$.—*Su presencia en el Reino Mineral.*

La alúmina es muy abundante y se halla :

(a) Como alúmina pura, con ligeros rastros de silice y sesquióxido de hierro, en el *Corundo*, *Zafiro*, *Rubí* y *Espato diamantino*.

(b) Como alúmina hidratada en la *Diaspora* $[Al^2 O^5 + aq]$, y en la *Gibsita* $[Al^2 O^5 + 3 aq]$.

(c) Con magnesia, como aluminato de magnesia, en la *Espinela*; con protóxido de hierro, como aluminato ferruginoso de magnesia en la *Zeilanita*; con óxido de zinc, etc., en la *Automalita* ó *Gahnita* ó *Espinela Zincífera* $\left[\begin{array}{c} Zn\ O \\ Mg\ O \\ Fe\ O \end{array} \right\} Al^2 O^5]$, y con óxido de plomo en el *Plomogoma* $[Pb\ O, Al^2 O^5 + 6 aq]$.

(d) Con el fluor y fluoruro sódico en la *Criolita* $[3 (Na\ Fl) + Al^2 O^5, 3 Fl]$.

(e) Con ácido sulfúrico y agua en la *Alúmina sulfatada* $[Al^2 O^5, S O^5 + 9 aq]$; con ácido sulfúrico, potasa y agua en la *Alunita* $[K\ O, S O^5 + Al^2 O^5, 3 S O^5 + 24 aq]$; con los mismos componentes sin potasa y con amoniaco en el *Alumbre amoniacal* $[N\ H^4 O, S O^5 +$

¹ Se facilita mucho la precipitacion del fosfato de amoniaco y de magnesia haciendo hervir la mezcla. Cuando la cantidad de magnesia es *muy reducida*, vale mas, después de añadir el reactivo, dejar en reposo el líquido por algunas horas.—*Muspratt*.

$\text{Al}^2 \text{O}^3$, $3 \text{S O}^3 + 24 \text{aq}$], y con ácido sulfúrico, potasa, sesquióxido de hierro y agua en el *Alumbre de hierro* y *Alumbre de pluma* [K O , $\text{S O}^3 + \text{Fe}^2 \text{O}^3$, $3 \text{S O}^3 + 24 \text{aq}$].

(f) Con ácido fosfórico y litina en la *Ambligonita*, con ácido fosfórico, agua, un poco de fluor, cal, protóxido de hierro y de manganeso, en la *Wavelita* [2Al , $3 \text{Fl} + 3 (4 \text{Al}^3 \text{O}^3, 3 \text{P O}^3) + 18 \text{aq}$]. Con ácido fosfórico, magnesia, sílice, protóxido de hierro y agua en la *Lazulita* ó *Klaprothina* [$3 (5 \text{Mg O}, 2 \text{P O}^3) + 4 (5 \text{Al}^2 \text{O}^3, 3 \text{P O}^3) + 4 \text{Fe O}, \text{P O}^3 + 15 \text{aq}$].

(g) En los silicatos; v. gr. :

(1) Cuando la alúmina es la sola base; por ejemplo, la *Cianita* [$2 \text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3)$].

(2) En los silicatos de potasa y cal; v. gr., en la *Epidota* y *Zoisita*.

(3) En los silicatos de un álcali ó de una tierra alcalina, y silicatos de alúmina combinados con agua de cristalización; á los cuales per-

tenecen la *Chabasia* $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{Ca O} \\ 3 \text{Na O} \\ 3 \text{K O} \end{smallmatrix} \right] \text{Si O}^3 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3, 2 \text{Si O}^3) + 15 \text{aq}$. La

Mesolita [$\text{Na O}, \text{Si O}^3 + \text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3 + 2 \text{aq} + 2 (\text{Ca O}, \text{Si O}^3 + \text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3 + 6 \text{aq})$], que puede considerarse como una mezcla de *Mesotipa* y de *Escolecita*; la *Mesotipa* [$\text{Ca O}, \text{Si O}^3 + \text{Al}^3 \text{O}^3 \text{Si O}^3 + 3 \text{aq}$]; el *Analcimo* [$3 \text{Na O}, 2 \text{Si O}^3 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3, 2 \text{Si O}^3, + 6 \text{aq})$]; la *Estilbita*, *Laumonita*, *Prehnita*, *Harmotoma*, etc.

(4) En los silicatos de los álcalis y tierras alcalinas, con silicatos de alúmina, sin agua; v. gr., en el *Feldespató*, la *Albita*, la *Petalita*, *Espodumena*, *Leucita*, *Labradorita* y *Escapolita*; la cual tiene por fórmula $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{Ca O} \\ 3 \text{Na O} \end{smallmatrix} \right] (2 \text{Si O}^3 + 2 (\text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3))$; en la *Eleolita* $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{K O} \\ 3 \text{Na O} \end{smallmatrix} \right] \text{Si O}^3 + 3 (\text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Si O}^3)$; en la *Sodalita*, la *Anorthita*, etc.

(5) En los silicatos de potasa ó litina, con silicatos de magnesia, alúmina, protóxido de hierro y manganeso, sin agua; como en la *Mica*, que contiene fluor algunas veces.

(6) En los silicatos de potasa ó sosa con los silicatos de magnesia, alúmina y protóxido de hierro, con ó sin agua, en que los álcalis están mas ó menos reemplazados por la magnesia ó protóxido de hierro; v. gr., en la *Piedra ollar*, las *Tierras verdes*, la *Clorita* y el *Talco*.

(7) En los silicatos de cal y magnesia con alúmina, en que las tierras alcalinas están á veces reemplazadas por los protóxidos de hierro y de manganeso; v. gr., en la *Pistacita*, *Idocrasa*, en muchas variedades de *Granates*, en la *Gehlenita*, el *Jabon de montaña*, la *Dicroita* y la *Karfolita*, que contiene á veces rastros de fluor, y cuya fórmula general es $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ Mn O} \\ 3 \text{ Fe O} \end{smallmatrix} \right] \{ \text{Si O}^5 + 3 (\text{Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5) + 6 \text{ aq} \}$.

(8) En los silicatos de alúmina y de óxidos metálicos; v. gr., en la *Estaurotida de San Gotardo* $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ Al}^2 \text{ O}^5 \\ 3 \text{ Fe}^2 \text{ O}^5 \end{smallmatrix} \right] \left\{ \begin{smallmatrix} 2 \text{ Si O}^5 \\ 2 \text{ Al}^2 \text{ O}^5 \end{smallmatrix} \right\}$ y en la *Alofana de Schneeberg*, que contiene óxido de cobre.

(9) En los silicatos que contienen glucina; v. gr., en la *Esmeralda* y el *Berilo* ó *Agua marina*, cuya fórmula es $\left[\begin{smallmatrix} 3 \text{ Gl}^2 \text{ O}^5 \\ 3 \text{ Al}^2 \text{ O}^5 \end{smallmatrix} \right] \{ 8 \text{ Si O}^5 \}$; en la *Euclaria* $\left[\begin{smallmatrix} \text{Al}^2 \text{ O}^5 \\ \text{Gl}^2 \text{ O}^5 \end{smallmatrix} \right] \{ \text{Si O}^5 \}$, y en la *Cimofania* ó *Crisoberilo* $[4 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5 + 2 (\text{Gl}^2 \text{ O}^5, 4 \text{ Al}^2 \text{ O}^5)]$.

(10) En los silicatos que contienen itria y óxido de cerio; v. gr., la *Cerina*, *Alanita*, *Orthita* y *Pirorthita*.

(11) En los silicatos que contienen fluoruros; v. gr., el *Topacio* $[\text{Al}^2 \text{ O}^5 + 2 (2 \text{ Al}, 3 \text{ Fl}) + 6 \text{ Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5]$.

(12) En los silicatos polibásicos, que contienen uno ó mas boratos; como en las *Turmalinas* $[\text{K O}, \text{L.} = \text{L O}, \text{Na O}, \text{Ca O}, \text{Mg O}, \text{Fe O}, \text{Mn O}, \text{Al}^2 \text{ O}^5, \text{Si O}^5, \text{B O}^3]$, y en la *Axinita*.

(13) En los silicatos de sosa, cal y magnesia, combinados con sulfatos; v. gr., en la *Häüyna* y *Nosina* ó *Espinellana*, etc.

(h) En varias clases de rocas; por ejemplo, en las *Arcillas esmecticas y comunes*, *Gredas*, *Margas*, *Porfidos* y *Esquistos arcillosos*, *Esquistos aluminosos*, *Areniscas*, *Gneis*, etc.¹.

Como las gangas metálicas están ya comprendidas en una ú otra de las divisiones anteriores, y como al obtener los minerales no pueden separarse enteramente de su matriz, de ahí es que la alúmina

¹ La alúmina se halla además en la *Peganita*, *Hidrargilita*, *Estriegisana*, *Kriolita*, *Pisofana*, *Variscita*, *Andalucita*, *Silimanita*, *Bucholcita*, *Xenolita*, *Ramlita*, *Worthita*, *Kolyrita*, *Miloschina*, *Folerita*, *Tuesita*, *Gilbertita*, *Anauxita*, *Kaolin*, *Haloisita*, *Nacrita*, *Ottrelita*, *Cimolita*, *Bol*, *Plintita*, *Orthita*, *Maltacita*, *Piknita*, *Zeuxita*, etc.

forma en general un elemento considerable de muchos minerales preparados en grande escala para tratarlos por la via seca, y por consiguiente es uno de los componentes de las escorias procedentes de la fundicion de aquellas sustancias.

Análisis de la Alúmina.

(a) El Corundo, Zafiro, Rubi y Espato diamantino, se conducen al soplete, y segun Berzelius como sigue :

Sin reactivos son inalterables completamente, tanto en fragmentos como en polvo.

Con el borax se disuelven del todo, aunque con dificultad, en glóbulos transparentes é incoloros, que no son *opacos á la llama*.

Con la sal de fósforo se disuelven lentamente si se han pulverizado de antemano, y se convierten poco á poco en un vidrio diáfano transparente. Si se ha puesto mas materia que la que puede disolver la sal de fósforo, la parte no disuelta no se hace transparente, como sucede con los silicatos, y el vidrio no se vuelve opalino ni por el enfriamiento ni por la llama intermitente.

Con la sosa no hay reaccion.

Humedecidos con el nitrato de cobalto, perfectamente pulverizados, y sosteniendo la llama de oxidacion por largo tiempo, producen un hermoso color azul.

Por todas estas reacciones puede reconocerse inmediatamente la alúmina al soplete.

(b) Alúmina hidratada.

(¹) La Diaspora calentada en un matraz decrepita con violencia, y se hiende en pequeñas y brillantes escamas blancas sin dar mucha agua. Estas escamas se conducen con los fundentes como la alúmina pura. Colocada la Diaspora á la llama de oxidacion, con unas gotas del nitrato de cobalto, presenta un color azul.

(²) La Gibbsita, calentada en el matraz, da mucha agua, sobre el carbon es infusible y se conduce como la alúmina pura, manifestando su color característico cuando se la trata con el nitrato de cobalto.

(c) Aluminatos.

(1) La Espinela y Zeilanita. Los métodos para ensayar estos dos minerales á fin de hallar la alúmina, se han descrito cuando se habló de la magnesia. El precipitado obtenido por medio del amoniaco, después de bien lavado con agua, se trata con una disolucion de potasa, y se calienta del mismo modo que para analizar los silicatos de alúmina, de los que vamos á ocuparnos; la disolucion se extiende con agua, se filtra para separar los óxidos que existan, se descomponen con una cantidad proporcionada de cloruro amónico, se hace hervir, y la alúmina se precipita. Este precipitado se ensaya con el nitrato de cobalto, después de bien lavado con agua.

(2) La Automalita ó Gahnita. Este mineral, calentado sin reactivos sobre el carbon, es inalterable. Con el borax y con la sal de fósforo, aunque esté reducido á polvo impalpable, se funde con dificultad, y el vidrio que resulta toma una tinta ferruginosa. Con la sosa es infusible, chispea y da una escoria de un color sombrío, que si se reduce á polvo fino y se pone sobre el carbon á una buena llama de reduccion, lo cubre de una aureola de óxido de zinc al comenzar la operacion. Sobre la hoja de platino no da con la sosa la reaccion del manganeso, del que casi siempre contiene rastros.

Con borax y sosa mezclados, se disuelve en un vidrio claro, que se vuelve opaco y verde oscuro al enfriarse.

He ensayado un fragmento de Gahnita perfectamente puro, procedente de Suecia, y constaba de alúmina, óxido de zinc, magnesia, protóxido de hierro y sílice.

El análisis se condujo del siguiente modo: Unos 75 miligramos del mineral muy bien pulverizado se fundieron en un glóbulo con cinco veces su peso de una mezcla formada de dos partes de sosa y tres de borax, y se trató sobre el carbon á la llama de reduccion. El glóbulo se sostuvo en ella hasta que todo el óxido de zinc se redujo, y se volatilizó el metal, dejando cubierto el carbon de un sublimado de óxido de zinc, que, humedecido con el nitrato de cobalto y enrojecido á la llama de oxidacion, prestó al enfriarse un color verde. El glóbulo fundido se quitó del carbon, se colocó sobre otro nuevo y se hizo fundir á la llama de reduccion, en la que se tuvo algun tiempo, á fin

de que todo el óxido de zinc se redujese y se volatilizara. Ningun sublimado de óxido se formó, y se sacudió el carbon sobre el yunque, para que cayendo el vidrio encima de él, se obtuviese libre de partículas carbonosas. Al enfriarse dió aquel un color verde de vitriolo ó de caparrosa, permaneciendo siempre trasparente. Se pulverizó, se disolvió en ácido hidroc্লórico, se evaporó la disolucion á sequedad; el cloruro se disolvió en agua, se filtró la disolucion, que dejó sobre el filtro pequeños vestigios de sílice, reaccionando con la sosa como sílice pura; se calentó la disolucion después de haberle añadido unas cuantas gotas de ácido nítrico para convertir en sesquióxido el protóxido de hierro, y un poco de cloruro amónico para impedir la precipitacion de la magnesia por el amoniaco, que se fué vertiendo poco á poco en la disolucion hasta saturarla en exceso, y dió un abundante precipitado en copos de un color blanco amarillento, que, filtrado, bien lavado, y tratado con la potasa del modo que explicaremos para los silicatos de alúmina, probó ser óxido de hierro y alúmina. Al líquido filtrado se añadió oxalato de amoniaco, que no produjo ningun precipitado lácteo por la precipitacion del oxalato de cal; pero que por la adicion del fosfato de sosa y amoniaco dió un precipitado que, después de filtrado, se reconoció al soplete ser un fosfato básico de amoniaco y de magnesia.

(⁵) El Plomogoma. Este mineral da al soplete, segun Berzelius, las siguientes reacciones, por las cuales puede venirse en conocimiento de sus elementos.

Sin reactivos en un tubo cerrado, deja desprender vapores acuosos y decrepita á veces con violencia.

Solo sobre el carbon pierde su transparencia, se vuelve blanco, aumenta de volúmen como una Zeolita, y se medio funde á una elevada temperatura, pero sin llegar á liquidarse.

Con el borax y la sal de fósforo se disuelve en una perla incolora y trasparente, que por la adicion de mas cantidad del ensayo se vuelve opaca en frio.

Con la sosa no tiene lugar la fusion; pero, sin embargo, haciendo el experimento sobre el carbon, se observan por todas partes pequeños glóbulos de plomo.

Con el nitrato de cobalto toma un hermoso y puro color azul.

(d) Fluoruro de sodio con fluoruro de aluminio, como la Criolita de Groenlandia.

Sin reactivos en el matraz da algun agua, y decrepita sin perder su transparencia.

Entre las pinzas de platino, en el extremo de la llama azul presta á la llama exterior un fuerte color amarillo á causa de la sosa.

Calentada en el tubo abierto, é introduciendo en él la llama, ataca fuertemente el vidrio, y la humedad que se recoge en el tubo reacciona como el ácido fluorhídrico.

Sola la Criolita sobre el carbon se liquida y forma un vidrio claro, que se enturbia al enfriarse, y que, después de una insuflacion sostenida, se extiende sobre el carbon, siendo absorbido por este el fluoruro de sodio, y quedando sobre el soporte una costra aluminosa.

Con el borax y la sal de fósforo, aunque sea en grandes cantidades, se disuelve en un vidrio claro, que aparece al enfriarse blanco lechoso. Berzelius dice que, tratado el vidrio con sal de fósforo á la llama de reduccion, toma algunas veces una tinta un poco roja al enfriarse, porque contiene vestigios de cobre.

Con el carbonato de sosa se funde en un vidrio claro, que se extiende sobre el carbon y es blanco de leche al enfriarse.

Una cantidad pequeña del mineral pulverizado, humedecida con la disolucion del nitrato de cobalto, se funde sobre el carbon á la llama de oxidacion, formando un vidrio azul.

(e) Combinaciones de la alúmina con el ácido sulfúrico, como los Alumbres de Potasa y de Amoniaco, la Alunita y el Alumbre ó Alúmina Sulfatada Alcalina.

Si se calientan las dos primeras sales en un tubo de vidrio, sufren la intumescencia y dan agua. El Alumbre de potasa á un calor fuerte desprende ácido sulfuroso, y el Alumbre amoniacal da sulfato de amoniac, que se sublima y se disuelve su mayor parte en el agua, desprendiéndose tambien en este caso ácido sulfuroso; lo que resulta después de la ignicion reacciona como la alúmina pura, y da por consiguiente un brillante color azul si se trata con el nitrato de cobalto. La Alunita en el tubo de vidrio presta al principio mucha agua, y

cuando comienza á enrojecerse despidiendo ácido sulfuroso, que se reconoce por su olor y por el modo de obrar sobre el papel de tornasol enrojecido. Con los fundentes y con la disolución de nitrato de cobalto reacciona como la alúmina.

El Alumbre ó Alúmina Sulfatada Alcalina cede mucha agua en el tubo de vidrio al principiar la operación, y elevando la temperatura, da un sublimado de sulfato de amoníaco, soluble en el agua. Si los ejemplares están cristalizados, decrepitan y se reducen á polvo muy fino.

Expuesto el Alumbre á una llama fuerte sobre el carbon, se contrae, pero no se funde.

Con la sal de fósforo se disuelve con facilidad y deja un esqueleto de sílice.

(f) Combinaciones de la alúmina con el ácido fosfórico.

En estas combinaciones, á las que pertenecen la Wavelita, Lazulita y Ambligonita, se distingue prontamente la alúmina por su modo de comportarse con los fundentes, y particularmente con el nitrato de cobalto, con el que produce un hermoso color azul. Pero se necesita hallar además sus otros componentes, á saber: la cal en la Wavelita, y la magnesia en la Lazulita ó Klaprothita. Como estos minerales no se disuelven con facilidad en el ácido hidroc্লórico, es preciso formar un vidrio con ellos y con partes iguales de borax y de sosa sobre el carbon, á la llama de oxidación; pulverizar después este vidrio, disolverlo en el ácido hidroc্লórico, convertir en sesquióxido de hierro el protóxido por medio del ácido nítrico, dilatar con alcohol la disolución, que contiene ácido fosfórico, precipitar la cal por el ácido sulfúrico diluido, la alúmina y el sesquióxido de hierro por el amoníaco, y por último, la magnesia por la sal de fósforo. La alúmina se precipita algunas veces con el sesquióxido de hierro como fosfato de alúmina, en cuyo caso puede ser separada del sesquióxido de hierro por medio de la potasa, y ser precipitada de su disolución caliente por el cloruro amónico, como diremos dentro de un momento á propósito de los silicatos y de ciertas rocas. El ácido silícico de la Lazulita se obtiene tratando con ácido hidroc্লórico el mineral fundido con sosa y borax; el ácido fosfórico de ambas sustancias, así

como el fluor y el protóxido de manganeso de la Wavelita, se descubren por experimentos especiales, que se describen en los diferentes lugares de esta obra, en que se trata de aquellos minerales, y el protóxido de hierro de la Wavelita y Lazulita se hallan ó tratándolas con borax ó en el precipitado obtenido con el amoniaco.

(g) Silicatos y rocas.

La alúmina contenida en los silicatos y en muchas clases de rocas, á las cuales se agregan los minerales de fundicion y las escorias, no puede descubrirse completamente, excepto en alguna que otra de sus combinaciones, por su modo de conducirse con los fundentes ni con el nitrato de cobalto; en razon á esto, es indispensable emplear los métodos que dimos para la barita y la cal.

El precipitado obtenido siguiendo aquellos, y por medio del amoniaco, que consta ordinariamente de alúmina, de sesquióxido de hierro y tambien de ligeros rastros de magnesia ó de protóxido de manganeso, debe lavarse muy bien sobre el filtro cuando la sustancia que se ensaya contiene mucha cantidad de dichas sustancias, y húmedo todavía, calentarse, con la potasa en un baño de porcelana, hasta que toda la alúmina se disuelva y el óxido de hierro aparezca en la disolucion sumamente dividido y de color pardo rojizo, ya solo, ya mezclado con ligeras porciones de la magnesia precipitada, ó de protóxido de manganeso, que ni deben tomarse en cuenta, ni influyen en un análisis cualitativo. En seguida se extiende en agua la disolucion alcalina de la alúmina, se filtra para separar el óxido de hierro, se mezcla con un exceso de ácido hidroclórico, y se calienta ligeramente para volver á precipitar la alúmina, que tambien puede hallarse saturando con un exceso de ácido hidroclórico la disolucion, y precipitando la alúmina por la disolucion del carbonato de amoniaco. Después de filtrar y de lavar bien la alúmina precipitada, se ensaya al soplete con el nitrato de cobalto. Cuando las sustancias que se examinan no contienen hierro, aparece enteramente blanco el precipitado por el amoniaco, y no se necesita hacer uso de la potasa en este caso, sino que se ensaya inmediatamente con el nitrato de cobalto.

Los silicatos que contienen glucina, itria y óxido de cerio, cuando

se analicen en busca de estas sustancias, se tratarán conforme á los métodos que describirémos al hacernos cargo de cada uno de aquellos cuerpos.

§ X.—GLUCINA $[Gl^2 O^5]$.—*Su presencia en el Reino Mineral.*

La glucina no se halla con frecuencia en la naturaleza, solo se presenta en combinaciones silíceas que son las siguientes :

(a) En los silicatos de alúmina y de glucina, la *Esmeralda*, el *Berilo* y la *Euclasia*.

(b) En los silicatos básicos de alúmina, con alúmina y glucina; como en la *Cimofania* y *Crisoberilo*.

(c) Y en los bisilicatos de glucina y sesquióxido de hierro con sesquisilicatos de protóxido y oxisulfuros de manganeso; como en la *Helvina de Schwarzenberg*, en Sajonia $[3 Mn S, Mn O] + 3 Mn O, 2 Si O^5 + Gl^2 O^5, 2 Si O^5 + Fe^2 O^5, 2 Si O^5]^1$.

Análisis de la Glucina.

Los minerales que contienen glucina están constituidos de tal manera, que no puede averiguarse con seguridad su presencia haciendo uso de los flujos, porque la alúmina, la sílice y los óxidos metálicos presentes imposibilitan la reacción propia de la glucina, que no es muy sensible ni aun libre de ellos. Los óxidos metálicos, como son, el óxido de hierro, el óxido de cromo, el protóxido de manganeso y el óxido de estaño, que forma un elemento de la esmeralda hallada en fragmentos granulares en Brodbo y Finbo, en Suecia, se descubren sin dificultad, los dos primeros por los colores que comunican al borax y á la sal de fósforo, el tercero con la sosa sobre la lamina de platino, y el último por su reducción con la sosa.

La presencia de la glucina en los metales se conoce mejor por la vía húmeda empleando el siguiente procedimiento.

¹ Hállase además la glucina en la Davidtonita, Gadolinita, Leucofana, Fena-kita, etc.

Una parte del mineral, muy triturado, se disuelve sobre el carbon á la llama de reduccion, con una mezcla de parte y media de sosa y una de borax; se pulveriza el vidrio formado, se disuelve en ácido clorohídrico, se evapora á sequedad, la masa seca se vuelve á disolver en agua, se filtra para separar la sílice insoluble, y se calienta después de añadirle unas gotas de ácido nítrico para convertir en sesquióxido el protóxido de hierro, si acaso se hallase presente, se añade en seguida amoniaco á la disolucion hasta que caiga todo lo que haya de precipitarse, lo cual se lava muy bien, y se calienta con una disolucion de potasa. Si el precipitado contiene alúmina, glucina, sesquióxido de hierro, óxido de cromo y protóxido de manganeso, las dos tierras quedarán disueltas en el líquido, en tanto que los óxidos metálicos no se disuelven, y pueden reconocerse al soplete después de separarlos por filtracion. La disolucion alcalina de la alúmina y la glucina se puede descomponer, ó bien calentándola suavemente con el cloruro amónico, ó bien por el ácido clorohídrico y el amoniaco, como queda dicho en el análisis de los silicatos de alúmina. Las tierras precipitadas se filtran del líquido y se disuelven en un poco de ácido hidroc্লórico, y de carbonato de amoniaco, hasta que se produzca un precipitado muy voluminoso, que es de alúmina y de glucina. Pero como esta es soluble en el carbonato de amoniaco, se añade al precipitado un exceso de este reactivo, que lo hace disminuir y vuelve á disolver la glucina. Filtrase de nuevo la masa, se hace hervir el líquido, durante la ebullicion el amoniaco es expelido, y la glucina se precipita en estado de carbonato, que, después de separado por filtracion, puede ensayarse al soplete, debiendo presentar las reacciones que expresa la Tabla primera. Tambien la alúmina se ensaya al soplete con el nitrato de cobalto.

La presencia del azufre en la Helvina se puede reconocer, tanto por la disolucion en ácido clorohídrico del mineral fundido con sosa y borax, cuanto por el hidrógeno sulfurado que se desenvuelve, y que se distingue al punto por su olor; pudiendo tambien hacerse un ensayo particular para el azufre.

§. XI. — ITRIA¹ [Y O] — Su presencia en el Reino Mineral.

Esta tierra se presenta raras veces, aunque se halla en la naturaleza en muchos y diversos estados de combinacion; por ejemplo:

(a) Como difosfato en la Itria fosfatada ó Thorita. $Y^3P^5 [3Y O, P O^5]$.

(b) Como una combinacion de fluoruro de calcio con fluoruro de itrio y fluoruro de cerio, en proporciones variables en la *Itria fluatada* ó *Itrocerita* $[Ca Fl + Y Fl + Ce Fl]$.

(c) Como titanato de itria con titanato de zircona, y con los protóxidos de cerio, manganeso y hierro, y con la cal y otras bases en la *Polimignita de Frederikswarn*.

(d) Como tantalato de itria y de cal, con una cantidad perceptible de tungstato de hierro en la *Itrotantalita negra*, de Finbo, Ytterby y Kararfvet; como tantalato de itria y de cal mezclado con tungstato de hierro, óxido de estaño y óxido de urano, en la *Itrotantalita parda* de Ytterbi; y como columbato² ó tantalato de itria y óxido de urano en la *Itrotantalita amarilla* de Ytterbi y Finbo.

(e) En combinaciones silíceas.

(1) Como silicato de itria con silicato de cerio y protóxido de hierro en la *Gadolinita* de Ytterbi, Finbo y Brodbo (Y, f, Ce) Si.

(2) En la combinacion silícea de protóxido de cerio, alúmina, cal, itria, protóxido de hierro y de manganeso, con agua combinada químicamente en la *Orthita*.

(3)* Y en la combinacion silícea de protóxido de cerio, itria, protóxido de manganeso, alúmina y cal, conteniendo además agua y carbono en la *Pirorthita*³.

¹ Mosander halló la Erbia y la Terbia en varios minerales itríferos. — *Muspratt*.

² El tántalo y el columbio son sinónimos.

³ Encuéntrase tambien la itria en la *Fergusonita*, *Eugenita*, *Eschinita*, *pirocioro*, *Policrasa*, *Itrotitanita*.

Análisis de la Itria.

(a) El fosfato de itria se reconoce prontamente al soplete, porque da un régulo de fosfuro de hierro con el ácido bórico y el hierro, como se dirá al tratar del ácido fosfórico, y tambien porque es muy poco soluble en la sal de fósforo.

Pero cuando se desea descubrir con toda seguridad la presencia de la itria se recurre á la via húmeda y se sigue este método.

El mineral, reducido á polvo muy sutil, se mezcla con cuatro veces su peso de carbonato de sosa, y se funde en una cucharilla de platino, á la llama de la lámpara de alcohol, hasta que la efervescencia cesa del todo. La masa fundida y la cucharilla que la contiene, se introducen en agua en un pequeño baño de porcelana, y se calientan hasta la ebullicion á la lámpara de espíritu de vino. El fosfato de sosa que se forma y el exceso de carbonato de sosa empleado se disuelven en el agua, mientras que la itria con algun poco del óxido de hierro que estaba contenido en el mineral, como fosfato básico de hierro, quedan insolubles. El residuo separado del líquido por filtracion se lava, y el ácido fosfórico se busca en una pequeña porcion de la disolucion, por el método que se dirá al hablar de este ácido.

Lavado el residuo, que se compone de itria y sesquióxido de hierro, se disuelve, sin secarlo, en un poco de ácido clorohídrico, se extiende la disolucion con agua, se le añaden una ó dos cucharadas de ácido tártrico pulverizado, y se pone la vasija á calentar hasta que todo el ácido quede disuelto completamente. Segun Rose, el ácido tártrico posee la propiedad de impedir en las disoluciones la precipitacion por los álcalis de las tierras y óxidos metálicos, á los cuales pertenecen el óxido de hierro y la itria. La disolucion se satura con amoniaco, y se añade sulfuro amónico hasta que cesa de producirse un precipitado negro, que es debido al hierro, que se separa como sulfuro, quedando la itria en la disolucion sin alterarse. Si el líquido aparece amarillo, después que todo el precipitado ha caido al fondo, se filtra; pero si resulta verde, deberá exponerse á un calor suave hasta que tome el líquido el color amarillo. El sulfuro de hierro, des-

pués que se separa por filtracion, se tuesta sobre el carbon, y el óxido negro ó magnético que resulte se trata con borax. La disolucion filtrada se evapora á sequedad, se quema la masa seca en la cucharilla de platino, á la llama del alcohol, hasta que se consuman todo el carbon y el ácido tártrico, y al enfriarse aparece la itria enteramente blanca. La masa seca debe introducirse poco á poco en la cucharilla, porque durante la descomposicion del ácido pudiera perderse alguna porcion de itria, siendo expelida por decrepitacion fuera del recipiente.

La itria obtenida de este modo se comporta al soplete, como se expresa en la Tabla primera.

El sesquióxido de hierro puede separarse de la itria por distinto método, siguiendo el que dió Demarçay en los *Anales de Química y de Física*, pág. 398, en abril de 1834. Basta para ello añadir gradualmente á la disolucion fria de itria y sesquióxido de hierro, hecha en el ácido clorohídrico, la cantidad necesaria de carbonato de barita, y revolver el líquido con un agitador de vidrio hasta que se desenvuelva el gas ácido carbónico. El sesquióxido de hierro se precipita, y la itria queda en la disolucion, que se filtra para separar el precipitado, y que se trata en seguida por el ácido sulfúrico para descubrir la barita, y por la potasa ó el amoniaco para obtener la itria.

(b) La Itrocerita se reconoce fácilmente al soplete, pero su itria no puede hallarse por solo este medio.

La Itrocerita de Finbo, calentada en un tubo cerrado, da agua y un olor empireumático. La variedad de color oscuro lo pierde por este tratamiento, y se vuelve blanca.

Es infusible calentada sin reactivos sobre el carbon, y con el yeso se funde en un glóbulo, que no puede hacerse trasparente á ninguna temperatura.

Con borax y sal de fósforo se disuelve fácilmente en un vidrio amarillo, diáfano, incoloro en frio, que á cierto grado de saturacion es traslucido.

Con la sosa, á no ser que se emplee en exceso, se funde en una perla clara, que al enfriarse, y tambien cuando se dirige sobre ella la insuflacion por largo tiempo, resulta turbia. Con mas cantidad de

sosa, se convierte en un esmalte difícil de fundir, que permanece sobre el carbon, y el exceso de sosa es absorbido por este.

La Itrocerita de Brodbo decrepita ligeramente cuando se calienta en el tubo cerrado. Sobre el carbon es infusible, pero al principio se vuelve blanca de leche, y después roja de ladrillo; sin embargo, esta coloracion no es uniforme. Con el yeso es infusible.

Con el borax y la sal de fósforo se comporta de una manera semejante á la del óxido de cerio, porque contiene una gran cantidad de fluoruro de cerio mezclado con ella.

La sosa ataca á la Itrocerita, produce intumescencia, pero no se disuelve, y el fundente es en su mayor parte absorbido por el carbon, dejando sobre él una escoria gris.

Si se trata de separar la itria de la Itrocerita, se verifica por la via húmeda de este modo. El mineral se reduce á polvo fino, se disuelve en ácido hidrocórico, se calienta la disolucion, se hace hervir, se evapora hasta sequedad próximamente, y se filtra en caso de que se observen en ella particulas que no se hayan disuelto. De la disolucion filtrada se precipitan por un exceso de amoniaco la alúmina, la itria y el protóxido de cerio, que, después de calentado el liquido, se separan de él por filtracion. La cal se separa de la disolucion por el oxalato de amoniaco, y el precipitado obtenido por el amoniaco se lava con agua caliente, hasta que el agua que pasa á través del filtro no se enturbie por el oxalato de amoniaco, añadiéndole potasa cáustica cuando está aun húmedo, y calentándolo á un fuego moderado para separar la alúmina de la itria y del protóxido de cerio. Cuando la digestion es completa se extiende en agua la disolucion alcalina, y se filtra. La alúmina puede separarse de la disolucion filtrada calentándola suavemente, y añadiéndole la cantidad necesaria de cloruro amónico ó de amoniaco cáustico, después de haber acidificado la disolucion por medio del ácido hidrocórico. En ambos casos se ha de filtrar el precipitado, se lava bien y se ensaya con el nitrato de cobalto. La itria insoluble, y el protóxido de cerio, se lavan sobre el filtro con agua caliente, se disuelven en el ácido clorohídrico, se extiende la disolucion con agua, se pone un trozo de sulfato de potasa cristalizada sobre la superficie del liquido, y se deja reposar tran-

quilamente por espacio de veinte y cuatro horas. Durante este tiempo la disolucion se satura con el sulfato de potasa, con el cual combinándose la itria y el protóxido de cerio, formarán sales dobles; de las que la de itria es soluble en una disolucion saturada de sulfato de potasa, mientras que la de protóxido de cerio es insoluble, y cae al fondo en forma de polvo blanco amorfo. Pasado el tiempo susodicho, se separa el trozo de cristal sobrante, se filtra, y el precipitado que se obtiene sobre el filtro se lava con una disolucion saturada de sulfato de potasa. Después de lavar se disuelve aquel en agua hirviendo, y de la disolucion caliente se hace precipitar el protóxido de cerio por medio de la potasa, filtrando en seguida, lavando el precipitado, y calentándolo en la cucharilla de platino, en la que se convierte durante la ignicion en sesquióxido de cerio de un color de canela oscuro. La itria que quedó en la disolucion caliente se precipita tambien por la potasa, se filtra, y se quema en la cucharilla de platino, debiendo presentar un color blanco después de la ignicion; color que si es pardo manifiesta la existencia del sesquióxido de hierro, que puede separarse disolviendo la tierra en el ácido clorhídrico, segun se dijo para el fosfato de itria. El ácido fluorhídrico se examina por un ensayo aparte, que daremos en su lugar.

(c) La Polimignita de Fredrikswarn se conduce al soplete, segun Berzelius, de esta manera.

Calentada en el matraz, no da agua; sobre el carbon es infusible y no pierde ni su color ni su brillo; el borax la disuelve muy pronto en un vidrio teñido por el hierro, y si se aumenta la cantidad del mineral, se presenta este salpicado de rayas turbias, que en general lo hacen aparecer de un color amarillo rojizo. Con una nueva adicion de la materia del ensayo, el vidrio se enturbia por sí mismo al enfriarse, y con el estaño toma un color encarnado, que pasa al amarillo.

La sal de fósforo la disuelve con dificultad, y produce un cristal rojizo en la llama de oxidacion, que no se altera por la adicion del estaño. La sosa descompone la Polimignita, y aunque sin fundirse, toma un color gris rojizo, dando sobre la hoja de platino la misma reaccion que el manganeso.

Para separar la itria de este fósil es preciso recurrir á la via húmeda, como para los dos minerales precedentes, y seguir este procedimiento. El ejemplar, perfectamente pulverizado, se funde en la cucharilla de platino con seis á ocho veces su peso de bisulfato de potasa; con lo que se consigue disolver los sulfatos de los protóxidos de hierro, de cerio y de manganeso, de cal y de magnesia, quedando insolubles el ácido titánico en combinacion con la zircona, y una parte del protóxido de hierro; cuyos cuerpos todos se sujetan por algun tiempo á una moderada ebullicion, y se filtran. El protóxido de cerio se separa de la disolucion por medio de un cristal de sulfato de potasa, como dejamos dicho para la Itrocerita, á la disolucion, de la que por filtracion deberá separarse la sal doble, se añaden unas gotas de ácido nítrico para convertir el protóxido de hierro en sesquióxido, y un poco de cloruro amónico para impedir se precipiten el protóxido de manganeso y la magnesia, si existen, vertiendo amoniaco cáustico en la disolucion para obtener la itria y el sesquióxido de hierro, que se precipitan. La cal se separa, después de filtrar, tratando la disolucion por el oxalato de amoniaco, y la magnesia por la sal de fósforo. El precipitado que se obtuvo por el amoniaco se disuelve en el ácido clorohídrico, y el sesquióxido de hierro se separa de la itria por el método prescrito ya para descomponer el fosfato de itria.

(d) La Itrotantalita, segun Berzelius, se conduce al soplete como sigue.

Sin reactivos, en el tubo cerrado da agua, y si era el ejemplar de la variedad negra, se vuelve amarillo con el calor; pero algunos ejemplares se presentan moteados de manchas oscuras, porque encierran partículas negras, que el fuego no puede alterar. Elevada la temperatura hasta el rojo, se vuelve blanco el ensayo, y por cima de él es atacado el vidrio del tubo. El agua eliminada colora el papel de Fernambuco de amarillo, que después se vuelve blanco.

Con el borax se disuelve, formando un vidrio casi incoloro que puede hacerse *opaco á la llama*, y que si se satura de mineral puede llegar á ser opaco espontáneamente.

Con la sal de fósforo empieza por descomponerse, quedando insoluble el ácido tantálico como un esqueleto blanco, que llega, sin embar-

go, á fundirse á una temperatura muy fuerte y sostenida. La variedad negra de la Itrotantalita de Ytterbi produce á una fuerte llama de reduccion un vidrio de un ligero color de rosa, debido á cierta cantidad de tungsteno. Las variedades pardas y amarillas de Ytterbi se presentan al enfriarse de un hermoso color verde bajo, á causa del urano que contienen. En la Itrotantalita de Finbo y de Kararfvet un color ferruginoso muy intenso oculta la reaccion del urano.

Con la sosa se descompone sin disolverse, acusa la presencia del manganeso sobre la lámina de platino, y si se reduce por la sosa y el borax se obtienen particulas de estaño, menos de la Itrotantalita de Finbo, que contiene tanto hierro, que no puede el estaño reconocerse.

La itria de la Itrotantalita se obtiene con suma dificultad, y solo puede separarse por la via húmeda empleando por lo menos 100 miligramos de mineral, y haciendo uso de vasijas mucho mayores que las de que puede generalmente disponer un ensayador al soplete.

(e) Combinaciones silíceas.

(1) La Gadolinita de Ytterbi, Brodbo y Finbo presenta, segun Berzelius, las siguientes reacciones al soplete. Existen dos variedades de gadolinitas, una de las cuales, *a*, es de suyo tan cristalina, que parece un vidrio negro; la otra, *b*, tiene, por el contrario, una fractura astillosa granujienta, y no tan francamente concoidea; la primera no contiene glucina, la segunda algun tanto por ciento.

La variedad *a*, sola en el tubo cerrado no se altera ni da agua; calentando aquel hasta que casi se funde, parece por un momento que el ensayo se inflama, y si sus dimensiones son considerables, se hiende por varios puntos, toma un ligero color verde gris, y no deja desprender ninguna materia volátil.

Los mismos fenómenos tienen lugar sobre el carbon; pero, aunque no se funde, se ennegrece por los bordes por medio de un calor muy intenso.

La variedad *b* sola sin reactivos en el matraz experimenta intumescencia, y se extiende en ramificaciones semejantes á las de la *coliflor*, blanqueándose y dejando desprender humedad. Muy rara vez presenta algo parecido á la especie de ignicion de que acabamos de

hacer mérito ; por lo demás, las dos variedades de Gadolinita se conducen al soplete, y con respecto á los fundentes, del mismo modo.

Con el borax se disuelven con facilidad en un vidrio oscuro fuertemente teñido por el hierro, que toma á la llama de reduccion un color verde botella muy subido.

En la sal de fósforo la disolucion se verifica con extrema dificultad, el vidrio toma una tinta ferruginosa, y el fragmento empleado se redondea por los bordes, quedando blanco y opaco ; de manera que el ácido fosfórico en tal caso no tiene accion bastante para separar la silice, distinguiéndose por este carácter las gadolinitas *a* y *b* de la de Kararfvet.

Con la sosa la variedad *a* se convierte en una escoria mal fundida de un pardo rojo, y la variedad *b* se resuelve en glóbulo si no es muy grande la dosis de fundente. Sobre la hoja de platino, ni una ni otra dan la mas mínima señal de manganeso.

La via húmeda es indispensable para separar la Itria de la Gadolinita. Hé aquí el método :

El mineral, reducido á polvo fino, se funde en un glóbulo sobre el carbon á la llama de oxidacion, con un volumen igual al suyo de carbonato de sosa y borax, se pulveriza el vidrio, se disuelve en ácido clorohídrico, se evapora la disolucion á sequedad, se disuelve en agua la masa seca, se filtra para obtener la silice insoluble, se añaden á la disolucion unas gotas de ácido nítrico, se calienta para convertir el protóxido de hierro en sesquíóxido, y la itria, protóxido de cerio, sesquíóxido de hierro y la glucina, si existe, se precipitan por el amoniaco. La cal, si se halla presente, se precipita por el oxalato de amoniaco. El precipitado por el amoniaco, después de bien lavado con agua caliente, se trata, sin secarlo, con una disolucion de potasa cáustica, para separar la glucina, caso que la haya ; la disolucion alcalina se extiende en agua, y la glucina se separa de ella por el cloruro amónico, del modo que dijimos en el párrafo de la glucina. El residuo después de lavado, se disuelve, húmedo todavía, en una cantidad pequeña de ácido clorhídrico, y el protóxido de cerio se separa por el sulfato de potasa, siguiendo el método que se dió para la descomposicion de la Itrocera. El sesquíóxido de hierro y la itria

se precipitan por una disolucion de potasa; el precipitado, después de la locion, se disuelve en ácido hidroc্লórico, y se separan uno de otro estos dos cuerpos, del modo que se explicó en el análisis del fosfato de Itria.

(²) La Orthita y (³) la Pirorthita contienen solo de 3 á 4 por 100 de Itria, que no puede separarse de estos minerales en estado de pureza, por la via seca, y que se obtiene por la via húmeda tan solo cuando se emplean grandes cantidades, al menos 100 miligramos.

Ambos minerales se conducen al soplete como sigue:

La Orthita de Finbo y de Gottliebsgong, así como la del Granito de cerca de Estocolmo y de Soderkoping, segun Berzelius,

Sin reactivos en el tubo cerrado, da agua y toma un color mas claro á una temperatura elevada.

Sobre el carbon sufre intumescencia, se vuelve amarilla rojiza y se resuelve por fin, con una efervescencia muy viva, en un vidrio negro lleno de burbujas.

Con el borax se resuelve con facilidad, siendo el vidrio rojo sanguíneo en caliente, y amarillo en frio. A la llama de reduccion toma un color verde de hierro.

Con la sal de fósforo se descompone y ofrece los fenómenos ordinarios.

Con la sosa experimenta intumescencia, y una pequeña cantidad de reactivo hace fundir el mineral; si aquella aumenta, este aumenta tambien de volúmen, y se trasforma en una escoria de un amarillo agrisado. Sobre la hoja de platino manifiesta la presencia del manganeso.

La Pirorthita de Kararfvet.

Sola en el tubo cerrado, da al principio gran cantidad de agua, que acaba por ser amarilla, y despide un olor empireumático, dejando un residuo negro como el carbon.

Calentada suavemente sobre el carbon á la accion de un fuego moderado, y enrojecida por un extremo, continúa ardiendo por sí sola sin humo ni llama. Si se reunen en un monton muchos pequeños fragmentos, ó si, después de reducir el mineral á polvo grueso, se forma con él un cono, la combustion se verifica con mas energía, que

se puede aumentar sometiéndolo á una insuflacion moderada. Después de la torrefaccion el mineral queda blanco ó gris claro, y varia la tinta que ofrece, segun la naturaleza de los ejemplares sometidos al ensayo, pasando algunas veces al color rojo. Los fragmentos que resultan son tan porosos y tan ligeros, que no pueden sostenerse sobre el carbon durante la insuflacion. En las pinzas se funden con dificultad, formando una bola negra, cuya superficie es mate.

Con el borax se funde al momento en un glóbulo, que ofrece los mismos fenómenos que el vidrio de borax hecho con la Orthita.

Con la sal de fósforo se disuelve dificilmente. Durante la fusion la pieza porosa está sobre la superficie del glóbulo, y cuando se enfria es absorbida por él; pero si de nuevo se calienta, vuelve el fragmento á aparecer sobre la superficie.

Con la sosa se comporta del mismo modo que la Orthita.

§. XII.—ZIRCONA $[Zr^2 O^3]$.—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Esta tierra se halla en combinacion con la silice y el ácido tánico.

(a) Como silicato de Zircona en el *Zircon* y en el *Jacinto*, $[Zr^2 O^3, Si O^3]$.

(b) En la combinacion de los silicatos de sosa y cal con los silicatos de óxido ferroso, de manganeso y de zircona con cloruro de sodio, en la *Eudialita* $[Na Cl + \{ 3 CaO, 2 Si O^3 \} + \{ Zr^2 O^3, Si O^3 \}]$.

(c) En la combinacion de los titatanos de zircona, itria, protóxidos de cerio, manganeso y hierro, cal y otras bases en la *Polimignita*¹, así como en la *Oerstedtita*, la *Policrasa*, etc.

¹ Hállase tambien la Zircona en el Malakon, y con el ácido tantálico en la Eschinita, Wohlerita, Pirocloro, Fergusonita, etc.

Análisis de la Zircona.

La zircona no puede hallarse con solo el soplete, ni en los minerales de que forma una parte secundaria, ni en los que entra como un elemento esencial. Pueden estos reconocerse, sin embargo, por el modo que tienen de comportarse tratados por aquel instrumento.

(a) Los Zircones y Jacintos de Zeilan, Finbo, Fredrikswarn y Expailly, se conducen, segun Berzelius, del modo siguiente :

Sin reactivos las variedades transparentes é incoloras, no se alteran. El Zircon transparente y rojo, llamado Jacinto, pierde su color, y se vuelve ó diáfano y claro del todo, ó de un amarillo sumamente bajo. El Zircon pardo y opaco de Fredrikswarn pierde su color, se pone blanco y aparece como un vidrio lleno de hendiduras. El Zircon pardusco de Finbo deja desprender humedad, resulta blanco de leche y se llena de eflorescencias. Ninguna de estas variedades es fusible ni en polvo ni en láminas, por delgadas que sean.

Con el borax se disuelve difícilmente el Zircon en un vidrio diáfano, que saturado hasta cierto grado es susceptible de volverse *opaco á la llama*, y que aumentada su saturacion, se oscurece por sí mismo cuando se enfria.

La sal de fósforo no ataca al Zircon; el fragmento que se ensaya con ella conserva la agudeza de sus aristas, y aun cuando el mineral se haya reducido á polvo antes del ensayo, no se nota ni principio siquiera de alteracion. El vidrio queda completamente incoloro ó de un blanco lácteo, si se ha empleado el polvo del ejemplar machacado, tanto á la llama de oxidacion como á la de reduccion.

La sosa no lo disuelve, ataca ligeramente sus bordes, y se hunde al punto en el carbon. La mayor parte de los Zircones acusan la existencia del manganeso sobre la lámina de platino.

(b) La Eudialita, siguiendo á Berzelius, da al soplete las reacciones siguientes :

En el tubo cerrado desprende humedad, y sola sobre el carbon se funde fácilmente en un vidrio de un color agrisado, que pasa al verde.

Con el borax se disuelve pronto en un vidrio teñido ligeramente por el hierro, y que no puede hacerse *opaco á la llama*.

La sal de fósforo la descompone, y el esqueleto de sílice se mueve tanto, que hace al glóbulo perder su forma, por cuyo carácter se distingue de los granates, con los que tiene tanta semejanza.

La sosa la resuelve en un vidrio que no es muy flúido, y que mas cantidad de sosa hace penetrar en el carbon. Sobre la hoja de platino presenta la reaccion del manganeso.

El modo de conducirse de la Polimignita al soplete queda ya sentado en la pág. 131. Cuando se trata de obtener aislada la zircona del Zircon, del Jacinto ó de la Eudialita, es indispensable secundar el soplete con la via húmeda, del siguiente modo. El mineral, en estado de polvo fino, se funde sobre el carbon á la llama de oxidacion; si es el Zircon el que se ensaya, con una mezcla de parte y media de sosa y tres de borax para cada una de mineral, y si es la Eudialita, con dos partes de sosa y una y media de borax. El vidrio que resulta se pulveriza, se trata con ácido hidroclórico y la disolucion se evapora á sequedad, para poder separar la sílice completamente. La evaporacion no debe hacerse ni con demasiada rapidez ni á un fuego muy activo, porque en este caso una parte de la zircona quedará sin descomponerse, mezclada con la sílice. La masa seca así obtenida se trata con una cantidad suficiente de agua, y la sílice se separa por filtracion. Si sucede que el mineral contiene hierro, v. gr. la Eudialita, se hallará su mayor parte en la disolucion como protóxido, que es preciso convertir en sesquióxido por la adiccion de unas gotas de ácido nítrico. Cuando el mineral contiene manganeso estará tambien en la disolucion en calidad de protóxido, y para evitar que se precipite por el amoniaco, se añade un poco de cloruro amónico.

La zircona y el sesquióxido de hierro se precipitan en seguida por el amoniaco, y el todo se calienta hasta la ebullicion para poder reunir el precipitado, que es muy voluminoso, y filtrarlo con mas facilidad. Si el ejemplar contuviese cal, quedaria en la disolucion, de la que se obtendria por el oxalato de amoniaco.

Nada mas resta que hacer, sino separar el sesquióxido de hierro de la zircona, lo cual puede conseguirse de dos modos.

1.º El precipitado se lava bien con agua caliente, se seca, se quema en la cucharilla de platino, y se trata con ácido clorohídrico, con lo cual el sesquióxido queda disuelto casi completamente, en tanto que la zircona, que después de la ignición es insoluble en este ácido, resulta casi pura é intacta.

2.º El precipitado húmedo se disuelve en el ácido hidroc্লórico; el óxido de hierro se precipita por el sulfuro amónico, según el método dado en la pág. 130 para la separación del óxido de hierro y de la itria, y el líquido, filtrado del sulfuro de hierro, se evapora á sequedad, tostando la masa seca en la cucharilla de platino á la lámpara de alcohol, hasta que todo el carbon del ácido tártrico se queme, y la zircona aparezca enteramente blanca.

Hé aquí un método mucho mas sencillo, que puede emplearse para obtener la zircona del Zircon y del Jacinto cuando no contienen cal ninguna. Primero se neutraliza la disolución por medio de la potasa en un tubo de ensayo, se echa en él un cristal de sulfato de potasa, de un tamaño tal, que baste á saturar completamente la disolución, y se calienta todo acto continuo. Tan luego como se disuelve una parte del cristal se forma un compuesto doble de sulfato de zircona y de sulfato de potasa, que cae al fondo del tubo en forma de copos de una sal básica, y cuando se ha disuelto la cantidad suficiente del cristal, toda la zircona se precipita en este estado, pudiendo obtenerse por filtración. Lávasse el precipitado, y se hace hervir con potasa cáustica, que descompone la sal, dejando á la zircona como un hidrato puro de zircona.

Esta tierra no puede obtenerse de una manera satisfactoria, no empleando siquiera 100 miligramos de Polimignita, á causa de la presencia del ácido titánico, al que se parece mucho por varios conceptos.

§. XIII. — TORINA [Th O]. — *Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase esta tierra en combinación con la sílice, en un mineral muy escaso, la Thorita [$3\text{ Th O}, \text{Si O}^2 + 3\text{ aq}$], que ha sido analizado por Berzelius únicamente. Contiene 57,91 por 100 de torina, además

de cal, magnesia, óxidos de hierro, de manganeso, de urano y de estaño, sílice, alúmina, potasa, sosa y agua.

El profesor Wohler descubrió posteriormente la misma tierra, aunque en pequeña proporcion, el 3 por 100, en el Pirocloro de los urales.

Análisis de la Torina.

Siendo la Thorita sumamente escasa, no he tenido hasta ahora ocasion de ensayarla al soplete. Hé aquí el análisis de Berzelius¹.

El mineral, reducido á polvo fino, se mezcla con ácido hidroclicó, con lo cual deja desprender cloro y se forma una pasta gelatinosa, que se hace evaporar á sequedad al baño de maría. La masa seca se trata con agua, se filtra, se hace pasar á través del líquido una corriente de hidrógeno sulfurado, que precipita los sulfuros de plomo y de estaño, se vuelve á filtrar, se precipita la torina por el amoniaco, se separa por filtracion y se lava. Todavía resulta la tierra contaminada por los óxidos de hierro, manganeso y urano, y para libertarla de ellos, y húmedo aun, se disuelve el precipitado en ácido sulfúrico diluido, evaporando la disolucion casi hasta sequedad. Durante la evaporacion se deposita en abundancia una masa suave y un tanto coherente, que es el sulfato neutro de torina, que tiene la curiosa propiedad de disolverse en bastante cantidad en el agua fria, siendo muy poco soluble en agua caliente, y sobre todo en agua hirviendo. Las aguas madres, que son ácidas, se decantan, la sal blanca se vierte sobre un filtro y se lava repetidas veces con agua hirviendo, se seca, se calcina fuertemente y se obtiene la torina, como una tierra blanca y en estado de pureza. El líquido ácido decantado y el agua del lavado contienen torina todavía, por lo cual se evaporan hasta un volumen muy reducido, se saturan con carbonato de potasa, y se mezclan con una disolucion hirviendo de sulfato de potasa. Al enfriarse, el exceso de sulfato de potasa con la sal doble de sulfato de torina y de potasa, que es completamente insoluble en una disolucion satura-

¹ Graham observa que, siendo la densidad de la Torina de 9,402, es superior á la de todas las demás tierras. — *Muspratt*.

da de sulfato potásico, cristaliza; lavada con una disolucion de sulfato de potasa, y disuelta en agua caliente, se precipita por el amoníaco, se quema el precipitado, y resulta, después de la ignicion, una tierra ligeramente teñida de amarillo por el manganeso, del que puede ser despojada tratándola por el método citado mas arriba; pero que solo se obtiene completamente libre de toda combinacion calentando la torina hasta el rojo.

(b) ANÁLISIS DE LOS METALES Y DE SUS ÓXIDOS.

§. I. — CERIO [Ce]. — *Su presencia en el Reino Mineral.*

El cerio se presenta en la naturaleza,

(a) Como sesquióxido en combinacion con el fluor en el *Cerio hidro fluatado* [$\text{Ce}^2 \text{Fl}^5 + 3 (\text{Ce}^2 \text{O}^5, \text{H O})$] y con itria y cal en la *Itro-cerita*.

(b) Como protóxido con ácido carbónico en el *Cerio carbonatado* [$\text{Ce O}, \text{C O}^2$].

(c) Como protóxido en las combinaciones de ácido titánico, á saber: con la cal, la torina y los protóxidos de urano, hierro y manganeso en el *Pirocloro*, y con la zircona, itria, cal y los protóxidos de manganeso y hierro y otras bases en la *Polimignita*.

(d) Como protóxido en las combinaciones silíceas, á saber: solo en la *Cerita* [$3 \text{ Ce O}, \text{Si O}^5 + 3 \text{ aq}$]. Con protóxido de hierro, cal y alúmina en la *Cerina* y *Alanita*; con itria y protóxido de hierro en la *Gadolinita*; con protóxido de hierro, itria, cal, protóxido de manganeso y agua en la *Orthita*; y con itria, protóxido de hierro y de manganeso, alúmina y cal, con un poco de carbono y agua, en la *Pirorthita*¹.

¹ Hállase tambien este metal como protóxido con ácido fosfórico, en el *Cerio fosfatado* ó *Edwardsita*, y además en la *Monacita*, *Aeschynita*, *Fergusonita*, *Eugenita*, *Policrasa*, *Bodenita*, *Teschewkinita* y *Mosandrita*.

Análisis del Cerio.

En los minerales en que no existe ninguna otra materia colorante, ó en que solo existen ligeros vestigios de ella, además del protóxido de cerio, como en el Fluoruro de Cerio, Itrocerita, Carbonato de Cerio y Cerita, se descubre el cerio sin dificultad con el auxilio de los fundentes.

Con el borax, y lo mismo con la sal de fósforo á la llama de oxidacion, se obtienen vidrios rojos ó amarillos muy oscuros, segun la mayor ó menor cantidad de mineral disuelto, y segun la proporcion que aquel contuviese de óxido de cerio. Estos vidrios al enfriarse, y tambien si se les somete á la llama de reduccion, pierden de tal manera su color, que el vidrio de sal de fósforo se vuelve enteramente incoloro. Cuando los ejemplares contienen ligeros rastros de hierro, el vidrio de borax aparece verdoso á la llama de reduccion.

El protóxido de cerio no puede reconocerse por este medio en los minerales en que se halla acompañado del protóxido de hierro, de urano ó del ácido titánico, como v. gr., en el Pirocloro, la Polimignita, la Cerina, Alanita, Gadolinita, Orthita y Pirorthita. Lo mas conducente en tales casos es fundir estos minerales, reducidos de antemano á polvo fino, con seis á ocho veces su volumen de bisulfato de potasa, disolver la masa fundida en mucha cantidad de agua, y hacer hervir la disolucion por algun tiempo para precipitar el ácido titánico, si existe, del cual, si hay una cantidad considerable en la sustancia, como tambien de zircona y de protóxido de hierro, el ácido titánico, con la zircona y parte del protóxido de hierro, se precipitan. Cuando tiene lugar el precipitado del ácido titánico se separa por filtracion, se separa tambien en seguida el protóxido de cerio, haciéndolo precipitar de la disolucion filtrada del modo descrito en la pág. 130, ó por otro método mas breve, que es como sigue:

La disolucion se hace hervir por poco rato en un tubo de ensayo; si no se enturbia, indica que todo el ácido titánico se ha separado, y en este caso se suspende en el liquido un cristal de sulfato de potasa mas que suficiente para saturarlo, y se calienta de nuevo. Si la

disolucion contiene protóxido de cerio, se obtiene un precipitado de color blanco, que es una sal doble de sulfato de potasa y de sulfato de cerio, tan luego como la disolucion llega á saturarse con el sulfato de potasa. Esto se verifica aun cuando la cantidad de cerio sea excesivamente pequeña, solo que la disolucion se enturbia un poco al principio; pero dejándola reposar en el vaso por algun tiempo, la parte del sulfato de potasa no disuelta, se cubre de un polvo blanco que se desmenuza alguna cosa. Cuando el mineral contiene zircona sin ácido titánico, se precipitará como sulfato básico de zircona, al mismo tiempo que la sal doble de cerio, si al principio no se tiene cuidado de eliminarla de la disolucion acuosa de la masa fundida. La torina, si se halla presente, se precipitará tambien con el cerio. Si la cal existe en el mineral, una parte de ella se disuelve como sulfato de cal cuando se trata con agua la masa fundida, y se separa tambien por el sulfato de potasa. El precipitado que resulta se recoge por filtracion, se lava bien y se ensaya con el borax, que descompone la sal doble, separándose el ácido sulfúrico y la potasa como sulfato de potasa, que corre por el alambre de platino cuando su extremo encorvado se tiene mas alto que el otro. El vidrio de borax permanece claro con tal de que no esté saturado, y por el color que le comunica la mas minima cantidad, puede reconocerse el óxido de cerio, como manifiesta la Tabla II, pág. 78.

§. II. — MANGANESO [Mn]. — *Su presencia en el Reino Mineral, y en las Escorias procedentes de minerales fundidos.*

El manganeso se presenta en la naturaleza,

(a) Como sulfuro, en el *Manganeso sulfurado* [Mn S].

(b) Como óxido, solo y combinado con otros óxidos metálicos, v. gr. : solo, en la *Hausmanita* ó *Manganeso gris laminar* [Mn O²]; como hidrato en el *Peróxido de manganeso hidratado* [Ba O, Mn² O³, H O] y [Mn² O³, H O + 2 (Fe² O³, H O)]; con óxido de cobalto y agua en el *Cobalto oxidado negro*, cuyo fórmula es [Co O, Mn² O³ + 3 aq], y con sesquíóxido de hierro, protóxido del mismo metal

y óxido de zinc en la *Franklinita* $\left[\begin{array}{c} \text{Mn O} \\ \text{Fe O} \\ \text{Zn O} \end{array} \right\} \begin{array}{c} \text{Mn}^2 \text{O}^3 \\ \text{Fe}^2 \text{O}^3 \end{array} \right]$, ó segun Kobell $[2 \text{Zn O}, 3 \text{Mn O}^2 + 5 (\text{Fe O}, \text{Fe}^2 \text{O}^3)]$.

(c) Como protóxido, en una combinacion del ácido fosfórico que contiene protóxido de hierro y una pequeña cantidad de cal, la *Triplita* ó *Manganeso fosfatado ferrífero* $[4 \text{Mn O}, \text{P O}^5 + 4 \text{Fe O}, \text{P O}^5]$.

(d) Como protóxido, con ácido túngstico y tungstato de hierro en el *Wolfram* ó *Tungsteno ferruginoso*, $[\text{Mn O}, \text{W O}^5 + 3 (\text{Fe O}, \text{W O}^5)]$.

(e) Como protóxido, con ácido tantálico, protóxido de hierro, óxido de estaño, ácido túngstico y cal en varias *Tantalitas*.

(f) En estado de oxidacion en los compuestos del ácido silícico, v. gr. : solo, en el *Manganeso silicatado rojo* $[3 \text{Mn O}, \text{Si O}^5]$; con protóxido de hierro, alúmina y agua en la *Pinguíta*; con protóxido de hierro, protocloruro de hierro, agua, etc., en la *Piromalita* $[\text{Fe}^2, \text{Cl}^2 + \text{Fe}^2 \text{O}^5, 6 \text{H O}]$ ó $[4 (3 \text{Fe O}, 2 \text{Si O}^5) + 3 \text{Mn O}, 2 \text{Si O}^5]$; con alúmina, cal, y algunas veces magnesia, en los *Granates*; con protóxido de hierro, alúmina y agua en el *Cloropalo*, y en cantidades muy pequeñas en otros muchos silicatos.

El manganeso se halla muy rara vez en estado metálico en las escorias procedentes de operaciones metalúrgicas; en general se combina con el oxígeno, con el azufre ó con los metales, ó entra en la composicion de los silicatos de que constan en su mayor parte las mismas escorias¹.

¹ Se presenta tambien el manganeso en la Magnesia carbonatada de Baumgarten en la Breunerita, Wañerita, Wavelita, Fischerita, Peganita, Turquesa, Monacita, Manganeso arsenical, Hausmanita, Braunita, Manganita ó Acerdesa, Newkirkita, Pyrolusita, Warvicita, Peróxido aluminífero, Psilomelana, Peróxido de manganeso potasado, Polianita, Grovoilita, Hureolita, Heterozita, Trifylina, Tetrafyliu, Eisen apatita, Hierro Oxidulado, Hierro Hidroxidado, Hierro carbonatado, Ilmenita, Hierro titanado, Tantalita, Baierina, Dufrenita, Arsenio, Siderita, Piromalita, Misy, Pittizita, Tefroita, Troolita, Knebelita, Helvina, Fowlerita, Karfolita.

Análisis del Manganeso.

Las sustancias que no contienen mas metal que el manganeso dan vidrios de color en la llama de oxidacion, tanto con el borax como con la sal de fósforo, pudiendo caracterizarse muy pronto cuando, después de formada la perla con los fundentes susodichos en el alambre de platino, se trata á la llama de reduccion. Después de la oxidacion aparece el vidrio de color de amatista, é incoloro después de la reduccion, con tal que no existan otros componentes capaces de prestar color; los cuales, por el contrario, no influyen de ningun modo en la tinta amatista que toma el vidrio expuesto á la llama de oxidacion. Si la proporcion de manganeso es considerable, debe sacudirse la perla sobre un cuerpo frio, ó enfriarse rápidamente, porque vuelve á tomar color cuando se enfria poco á poco, en razon á que va oxidándose al mismo tiempo.

Si la cantidad de manganeso es tan escasa, que no presta el mas mínimo color á la perla hecha con borax ó con sal de fósforo, á la llama de oxidacion, se forma un nuevo vidrio con la sal de fósforo y una suficiente cantidad de sustancia, y se pone en contacto con un cristal de nitro, como se describió al tratar de los reactivos, pág. 36, por cuyo medio el ensayo forma una espuma que, endureciéndose al enfriarse, toma, segun las cantidades de manganeso existentes, un color mas ó menos bajo de amatista, ó de rosa muy pálido. Este método no da resultado con los compuestos ó combinaciones de otros metales ú óxidos metálicos, que son por sí capaces de prestar color al borax ó á la sal de fósforo, por cuya razon hay que acudir á la sosa, que es el reactivo mas característico para el manganeso. El descubrimiento de este metal en las sustancias que contengan menos del 0,1 por 100 de óxido de manganeso se logra con facilidad del modo siguiente. La sustancia que se examina se reduce á polvo impalpable, que se mezcla con dos á tres veces su volumen de sosa, y se funde á la llama de oxidacion sobre la lámina de platino. El óxido de manganeso, disolviéndose en el carbonato de sosa, forma una masa verde trasparente, que se corre al rededor de la parte no disuelta, y

aparece al enfriarse verde azulada. Cuando la cantidad de manganeso no llega al 0,1 por 100, la tinta verdosa no se produce con la sosa sola, y es preciso emplear entonces dos partes de aquel álcali y una de nitrato de potasa, para convertir el manganeso en un óxido superior, tomando la sosa en este caso el color verde característico, que se distingue en frio perfectamente, aun cuando la cantidad de manganeso sea la menor posible. Un método análogo se sigue para la determinacion del manganeso en el Cuarzo rosáceo. Su polvo, muy bien triturado, se reduce con sosa, nitro y agua á una pasta que se coloca en la sortija del alambre de platino, y se funde á la llama de oxidacion en un glóbulo, que aparece en caliente diáfano é incoloro, al enfriarse opaco, y en frio ligera aunque distintamente verde.

Si la sustancia consta de sulfuros y arseniuros metálicos, se tuesta bien sobre el carbon antes de tratarla con sosa, ó con nitro y sosa en el alambre de platino.

Cuando el manganeso entra formando parte de una sustancia que contiene al mismo tiempo silice y óxido de cobalto, como sucede con los minerales de fundicion, no se obtiene con la sosa ningun color verde, sino una masa azulada, compuesta de silicato de sosa y de óxido de cobalto disuelto, que aniquila completamente la reaccion del manganeso; pero si se separa de antemano la silice de la sustancia que se ensaya, el menor rastro de manganeso se hará visible. La manera de efectuarlo es esta. Cuando la sustancia contiene sulfuros y arseniuros, se tuesta sobre el carbon y se funde en seguida sobre él y á la llama de reduccion, con relacion á la cantidad de silice que contenga, con una parte igual de sosa y dos veces su volúmen de borax. Si hay en el ensayo arsénico y óxidos metálicos, se reducen y se reunen, formando un glóbulo metálico muy fusible, que es el caso de los minerales de cobalto ó de níquel, y se obtiene cobalto arsenical, níquel arsenical ó los tres metales en combinacion. El vidrio en frio se separa de los arseniuros metálicos reducidos, se pulveriza, se disuelve en ácido hidroc্লórico, y se evapora á completa sequedad. Los cloruros metálicos se disuelven en agua, se separan de la silice por filtracion; los óxidos de cobalto, de níquel, los protóxidos de manganeso, de hierro, etc., se precipitan de la disolucion por la potasa, en cuyo

exceso se disuelve la alúmina, se filtra, y el precipitado se lava, se seca, y se ensaya, para hallar el manganeso, con la sosa y el nitro, como arriba queda explicado.

§. III.—ZINC [Zn]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en las Escorias de los productos de fundicion.*

Hállase el zinc en la naturaleza,

(a) Con azufre, como en el *Zinc sulfurado* ó *Blenda* [Zn S], mezclado á veces con otros sulfuros; v. gr., de hierro, plomo, cadmio, plata, etc.

(b) En estado de óxido, con tierras ó con óxidos metálicos, como con la alúmina, magnesia, protóxido de hierro y óxido aluminoso de zinc, en la *Automalita* ó *Gahnita*, que es un aluminato de zinc y de hierro. Algunos mineralogistas la consideran como una variedad de Espinela, y como contiene de 25 á 30 por 100 de óxido de zinc,

la han denominado *Espinela zincífera* $\left[\begin{array}{c} \text{Zn O} \\ \text{Mg O} \\ \text{Fe O} \end{array} \right] \text{Al}^2 \text{O}^3$. Algunas variedades contienen sílice y vestigios de manganeso, cal, azufre y cadmio, con una pequeña cantidad de hierro y de manganeso en el *zinc oxidado rojo*, y con mayor proporción de hierro y de manganeso en la *Franklinita* [Zn O, $\text{Mn}^2 \text{O}^3 + 4 \text{Fe}^2 \text{O}^3$].

(c) Como óxido con ácido sulfúrico y agua en el *Zinc sulfatado* [Zn O, $\text{S O}^3 \text{H O} + 6 \text{aq}$].

(d) Como carbonato en la *Calamina* [Zn O, C O^2], y con ácido carbónico y agua, en el *Zinc hidro-carbonatado* [$2 (\text{Zn O}, 3 \text{H O}) + 3 (2 \text{Zn O}, \text{C O}^2)$].

(e) En combinación con la sílice y el agua en el *Zinc silicatado* [$2 (3 \text{Zn O}, \text{Si O}^2 + 3 \text{aq})$] y en los productos de muchas fundiciones de Plata, Plomo y Cobre¹; v. gr., en las *Matas* ó *Crudíos* de plomo y cobre.

¹ Hállase además el Zinc en la Marmatita, en el Zinc seleniado, Voltzina, Auricalcita, Herrerita, Wilemita, Hopeita, Zinc hidratado cuprífero, Pyrrhito, Ioduro y Bromuro de Zinc, Federerz de Wolfsberg, Jamesonita, Berthierita, Geokronita.

Análisis del Zinc.

Es muy sencillo : la sustancia, bien sea que contenga mucha ó poca cantidad de sulfuro de zinc, bien que en ella se encuentre este metal en estado de óxido, se trata sobre el carbon á la llama de reduccion con una cantidad suficiente de carbonato de sosa. El zinc metálico se volatiliza, pero en contacto con el aire atmosférico se reoxida. Cuando la cantidad de zinc es considerable, se produce una llama propia de este metal, y el carbon se cubre de óxido zíncico; pero si la cantidad es pequeña, se deposita el óxido á corta distancia del ensayo, y la llama no sufre alteracion alguna.

El sublimado, que es amarillo en caliente, y blanco en frio, si se trata á la llama de oxidacion con unas gotas del nitrato de cobalto, presenta un hermoso color verde, característico, que no se percibe bien mas que en frio. Cuando el ensayo contiene mucho plomo, ó cuando se busca el zinc en el plomo metálico, se observará que tratando la sustancia á la llama de reduccion, el óxido de zinc sublimado no se deposita tan léjos del ensayo como el del plomo. Pero ocurre muchas veces que el sublimado de plomo se mezcla con el de zinc, y para averiguarlo se calienta con unas gotas del nitrato de cobalto á la llama de oxidacion, con lo cual el plomo, si existe, se reduce por medio del carbon encendido y se volatiliza, mientras que el óxido de zinc permanece y da la tinta verde característica. No debe la insuflacion dirigirse con mucha fuerza sobre la parte que se ha humedecido, porque pudiera el zinc separarse del carbon y disiparse fuera de él. Esto se evita mojando con un poco de nitrato de cobalto el sitio que generalmente ocupa el sublimado en el carbon, bastando una sola gota de la disolucion para acusar la presencia de proporciones de zinc sumamente pequeñas. Cuando este metal se presenta tan solo en cantidades mínimas, se dirige una fuerte llama sobre la materia del ensayo, que da una luz intensa, y si el ejemplar contiene plomo ó bismuto, el zinc se volatiliza.

§. IV.—COBALTO [Co]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en las Escorias de los minerales fundidos.*

El Cobalto se halla en la naturaleza en los estados siguientes.

(a) Metálico, mezclado con otros metales; v. gr., con arsénico y un poco de hierro, cobre, azufre y á veces un poco de manganeso, en el *Cobalto arsenical* [Co 2 As], y con selenio y seleniuro de plomo en el *Plomo seleniado* [Co 2 Se + 3 (Pb Se)], etc.

(b) Como Sulfuro, en el *Cobalto sulfurado* [2 Co, 3 S], que ofrece con frecuencia rastros de sulfuro de hierro y de sulfuro de cobre. Y con arsénico y un poco de hierro en el *Cobalto gris* [Co, 2 S + Co 2 As].

(c) Como óxido, con manganeso y agua en proporciones variables, en el *Cobalto oxidado negro*.

(d) Como óxido, con ácido sulfúrico y agua, en el *Cobalto sulfatado* ó *Vitriolo de cobalto* [3 Co O, S O⁵ + 8 aq].

(e) También en estado de óxido, con el ácido arsénico y agua, en el *Cobalto arseniatado* [3 Co O, As O⁵ + 6 aq], y en el *Níquel arseniatado*.

Encuéntranse además cortas cantidades de cobalto en varios productos metalúrgicos, que proceden de minerales que contienen este metal; v. gr., en los *Speises*¹ de plomo y de cobalto, en algunas matas crudas de plomo y de cobre, y aunque raras veces, suele hallarse también en las escorias.

Análisis del Cobalto.

El Cobalto es un metal que se oxida con extraordinaria facilidad, y en este estado presta un hermoso color azul á los vidrios de borax

¹ La voz alemana *Speiss* está adoptada en metalurgia, como muchas otras del mismo origen, por casi todas las naciones de Europa. Entiéndese por *Speiss* la liga metálica que se forma en la fundición de ciertos minerales de plomo que contienen arsénico, níquel, cobalto, etc., y también en los crisoles en que se funde el vidrio ó esmalte de cobalto. En el *Speiss* entra siempre el arsénico como uno de los elementos de la aleación.—*Moriana*.

y de sal de fósforo, así en la llama de oxidacion como en la de reduccion; pero no pueden tratarse de este modo las combinaciones simples ó compuestas.

En los minerales de cobalto que hemos apuntado, menos en el seleniuro de plomo, y en el seleniuro de plomo y de cobalto, se determina fácilmente este metal, tostando de antemano sobre el carbon los minerales en que el cobalto está combinado con azufre y arsénico, y tratando con borax á la llama de oxidacion los ensayos fundidos. Los minerales ó productos que no contienen ni manganeso ni hierro, dan inmediatamente un hermoso vidrio azul, que si está muy cargado de la materia del ensayo, aparece negro y opaco. Cuando los minerales contienen grandes proporciones de manganeso y de hierro, el vidrio será violado en el primer caso, y en el segundo verde; pero si se trata á la llama de reduccion, desaparecerá el color violeta del manganeso, y el amarillo del hierro, y el vidrio adquirirá una tinta verde botella, que vendrá á quedar en una coloracion azul muy pura, procedente del cobalto, ó en un color azul amarillento, de la mezcla del hierro y del cobalto. Si el cobre ó el níquel se hallan presentes, sus óxidos se disuelven en el vidrio de borax, y lo tiñen con tal intensidad, que no dejan percibir el azul característico del cobalto. Tratando por largo tiempo este vidrio á la llama de reduccion, aquellos óxidos se depositan en estado metálico, el color azul de cobalto aparece, y cuando hay hierro en el ensayo toma un viso verde botella.

El seleniuro de plomo, los seleniuros de plomo y de cobalto, así como los productos de fundicion que se funden con facilidad, y en los que entra el cobalto en cortas cantidades, se tratan solos; por el contrario, los productos de fundicion que se funden con dificultad, se mezclan con dos ó tres veces su volúmen de plomo de ensayos, y se tratan con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que el vidrio tome color de los metales oxidables con facilidad, y no volátiles, que contiene. Si se dirige sobre él la extremidad de la llama de reduccion, de manera que no impida el libre acceso del aire atmosférico, solamente el cobalto, el hierro y el manganeso se oxidan, se disuelven en el fundente, y la determinacion se efectúa con mas certeza. En el tratamiento de una sustancia que contiene cobalto, hierro y

manganeso, se convierte el hierro en óxido ferroso férrico, ú óxido magnético, que da un color verde botella, el manganeso pasa á protóxido, y se disuelve sin prestar color al flujo, por lo que solo el azul del cobalto y el verde botella del hierro se hacen visibles, distinguiéndose este de la tinta verde que comunica á los fundentes el sesquióxido de hierro, con solo tratar el vidrio á la llama de reduccion, si no es mucha la cantidad de cobalto. La presencia de este metal puede reconocerse tambien, fundiendo en el corcheté del alambre de platino una parte del vidrio libre de particulas metálicas, y tratándolo luego por corto tiempo á la llama de oxidacion. El hierro en este caso resulta sesquióxido, y el vidrio toma un color verde, producido por el amarillo del hierro y el azul del óxido de cobalto. Cuando la proporcion de este último es excesivamente pequeña, solo presenta el vidrio la tinta del hierro, en la que no influye una cantidad pequeña de manganeso, pero que otra mayor destruye completamente. Si el ensayo que se examina contuviese, además del cobalto, cobre, níquel, bismuto, zinc, hierro, antimonio y arsénico, una gran parte del zinc, del antimonio y del arsénico, así como una pequeña cantidad de bismuto y del plomo que se ha añadido, se volatilizan, y después de haber tratado la sustancia con borax, se obtienen el cobre y el níquel sin haber sufrido alteracion. Sometido el vidrio á una fuerte llama de reduccion, si en vez de la tinta de cobalto ó de hierro presenta un aspecto cualquiera, se vuelve á calentar, y durante la fusion se toma con las pinzas una pequeña parte de la perla líquida, que se trata por mucho tiempo á la llama de oxidacion en otro lado del carbon, á fin de que los óxidos metálicos reducibles se precipiten, dejando que el vidrio solo adquiera al enfriarse el color puro de cobalto ó de cobalto mezclado con hierro.

§. V. — NÍQUEL [Ni]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos metalúrgicos.*

El Níquel se presenta en la naturaleza

(a) Metálico, con hierro en el *Hierro nativo*; con arsénico en el *Níquel arsenical* [Ni, As], que contiene á veces cortas porciones de

cobalto, hierro, manganeso y sulfuro de plomo, y con mayor proporción de arsénico en el *Níquel arsenial blanco* [Ni, 2 As].

(b) En estado de sulfuro, ó solo ó combinado con otros sulfuros; á saber, combinado simplemente con el azufre en el *Níquel sulfurado* [Ni S]; combinado con antimonio y azufre en el *Níquel antimoniado sulfurado* [Ni, 2 (Sb, As, S)]; con arsénico, azufre y hierro en el *Níquel arsenio sulfurado* [Ni, 2 S + Ni, 2 As], y en cantidad muy reducida en el *Bismuto sulfurado-plumbo-cuprífero* ó *Nadelerz* de Siberia.

(c) Como óxido, con ácido arsénico y agua, al mismo tiempo que con rastros de cobalto, hierro y ácido sulfúrico en el *Níquel arseniado* [3 Ni O, As O⁵ + 9 aq]. Además el níquel entra en la composición de muchos productos metalúrgicos, cuando los minerales empleados en la fundición lo contenían. El níquel, ó bien se concentra en las matas de plomo y de cobre procedentes de la fundición de los minerales argentíferos y plomizos, ó se deposita como un producto particular en combinación con el arsénico y otras aleaciones arsenicales, en los Speises de plomo. Hállase también en el cobre negro obtenido de los minerales que dejamos citados, ó como un elemento principal en los Speises de cobalto que se depositan en la preparación de los esmaltes¹.

Análisis del Níquel.

Su ensayo no es dificultoso, con tal que la sustancia que se examina no contenga en combinación otros metales arseniados ó sulfurados; de lo contrario, es mucho más difícil.

El Hierro nativo que contiene tan solo una pequeñísima cantidad de níquel, se tratará con borax sobre el carbono á la llama de oxidación, hasta que aparezca el vidrio de un color verde tan oscuro,

¹ El níquel también aparece en el cobalto bismutífero ó en el Cobalto arseniado, en la Lavendulana, en el Níquel sulfurado bismutífero, Tombazita, Níquel arseniado, Pimelita, Teluro carbonatado fibroso, Meteorites ó Aerolitos, Peridoto oriental, y Plakodina.

que resulte casi opaco al enfriarse. Mientras exista hierro metálico en el ensayo, el hierro disuelto no puede llegar completamente al estado de sesquióxido; por lo cual el hierro no disuelto se separa con las pinzas del fundido, y el glóbulo se somete por largo tiempo á la llama de reduccion. Si el hierro tuviese níquel, este se disolveria como óxido al mismo tiempo que aquel; pero volveria á ser precipitado en estado metálico por una buena llama de reduccion, dejándose ver con el lente, en estado metálico de extremada division, y de un color blanco casi de plata á los bordes del vidrio, que estará teñido nada mas que por el protóxido de hierro. Si la cantidad presente de níquel es tan pequeña, que no puede ser reconocida en estado metálico por aquel método, deberá repetirse el experimento del modo siguiente. El hierro niquelífero se trata primero sobre el carbon con un mediano exceso de borax á la llama de oxidacion, hasta que el vidrio se sature; el hierro no disuelto se separa en seguida del contacto del vidrio flúido, y se reemplaza por una pequeña porcion de plomo de ensayos. Sujétase después el glóbulo á una buena llama de reduccion para reducir el níquel, y hacer que forme un boton con el plomo, que se dejará enfriar. Durante el enfriamiento una parte del níquel se separa, y forma una película que al principio flota con irregularidad sobre la superficie todavía flúida del boton; pero que al solidificarse el plomo, se fija, y cuando está fria del todo, aparece de un blanco gris. Si la cantidad del níquel presente no es en extremo pequeña, toda la superficie del boton aparecerá cubierta; en el caso contrario una parte tan solo; y si el níquel no existe, la superficie del plomo resultará brillante al enfriarse.

El vidrio de borax saturado con protóxido de hierro y óxido de níquel se somete, después de añadirle plomo, á la llama de reduccion, hasta que todo el óxido de níquel se reduzca; se hace polvo muy fino y se trata con agua en una cápsula de porcelana sobre la llama de la lámpara de alcohol. El vidrio de borax se disuelve en el agua, y el níquel metálico con el protóxido de hierro quedan en libertad. Si en seguida se decanta con cuidado la disolucion, y se sustituye con agua destilada, la presencia del níquel metálico en el residuo se reconocerá muy pronto con solo sumergir una barra imantada poco mas

abajo de la superficie del agua, observando con atencion si algunas particulas metálicas son atraídas por ella.

La presencia del níquel en el Níquel arsenical, en el Níquel sulfurado, en el Níquel antimoniado sulfurado, en el Níquel arsenio sulfurado y en los Speises de plomo y de cobalto puede descubrirse con facilidad. Basta calentar en un tubo de vidrio un fragmento del ejemplar dado, tostarlo después sobre el carbon, y tratarlo en seguida con borax á la llama de oxidacion, que producirá el color del óxido de níquel. Si este vidrio se sujeta á la llama de reduccion, el níquel se reducirá y depositará en un lado de la perla formada. Cuando la sustancia contiene cobalto y hierro, el vidrio se tiñe de azul ó de verde, y si está libre de aquellos metales, resulta incoloro. Si la sustancia tostada, que generalmente contiene arseniato de níquel, se funde con sosa y borax sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un boton blanco metálico, que no siempre es dúctil, pero si atraído por el iman, y que seria una combinacion de níquel y arsénico en muy pequeña proporcion. La presencia del níquel en tales sustancias puede reconocerse tambien de este modo. El ensayo se funde sobre el carbon á la llama de oxidacion hasta expeler la mayor parte del arsénico, y cuando se trata el níquel antimonial, tambien la mayor parte del antimonio, en cuya operacion el residuo se combina, formando unas particulas ligeramente humeantes. Estos granos se tratan por algun tiempo con borax á la llama de oxidacion, á fin de separar los metales fácilmente oxidables, el hierro y el cobalto, y se deja enfriar el ensayo. Cuando está frio, se separa el grano del vidrio, y se vuelve á fundir con borax sobre el carbon á la llama de oxidacion. Si todo el hierro y el cobalto hubiesen sido eliminados en la primera operacion, el vidrio presentaria únicamente el color del níquel; pero con solo que quede un rastro de aquellos metales, lo teñirán al punto; en cuyo caso el tratamiento de las particulas metálicas deberá repetirse tercera vez, y se obtendrá el color peculiar del óxido de níquel. En el Bismuto sulfurado-plumbo-cuprífero, en el hierro que contiene cobre, en las Matas de plomo y en las Matas de cobre plumizas, la presencia del menor rastro de níquel puede descubrirse del siguiente modo. La sustancia se tuesta primero con car-

bonato de sosa y borax, y se funde sobre el carbon á la llama de oxidacion con 50 á 100 miligramos de plomo de ensayos. El boton de plomo así obtenido contiene los metales de fácil reduccion de la sustancia tostada, y además el níquel, que se reconoce durante el enfriamiento del boton, de la manera que dijimos al tratar del Hierro nativo. El Níquel arseniatado se descubre como el óxido de níquel, por su modo de comportarse con el borax y la sal de fósforo. Si el vidrio que contiene el óxido de níquel se trata sobre el carbon á la llama de reduccion, se separará el níquel en estado metálico, y el vidrio tomará algunas veces una ligera tinta de cobalto. El Níquel arseniatado, tratado con sosa y borax, al mismo tiempo, sobre el carbon, se reduce pronto, formando un boton metálico fácilmente fusible, que al enfriarse es blanco y fragil, y que en la llama de oxidacion comunica á los fundentes el color peculiar del níquel.

El Cobre negro plumbo-niquelífero, que contiene con frecuencia otros metales, como son arsénico, hierro, zinc, antimonio y cobalto, cuando se ensaya en busca del níquel, se trata con ácido bórico sobre el carbon, teniendo siempre cubierto el vidrio con la llama de reduccion, para que el cobre y el níquel no se disuelvan, mientras que parte de los otros metales se volatilizan y parte en calidad de óxidos se combinan con el ácido. Cuando el boton metálico se refina tanto que comienza á cubrirse de una incrustacion gruesa, que consiste en óxido de níquel, la operacion se suspende, el boton sólido de cobre se separa con las pinzas de la escoria flúida, se coloca sobre el yunque, y se le dan uno ó dos golpes con el martillo á fin de aislarlo de toda materia extraña. Aunque este boton es maleable, no posee, sin embargo, el color del cobre puro, sino que es mas ó menos blanco, segun la cantidad de níquel contenida en el ensayo. Si se quiere ir mas adelante en la investigacion del níquel, se tratará el boton con sal de fósforo sobre el carbon á la llama de oxidacion, observando si el vidrio adquiere un color verde hermoso, y si lo retiene cuando se enfria. El color verde es producido por la combinacion del azul verdoso del cobre y del pardo rojizo del níquel, y en este caso es preciso no confundirlo con el azul verdoso que resulta del cobre cuando está en gran cantidad, cuyo color presenta tambien el vidrio de co-

bre y borax en frio. Como el níquel es mas oxidable que el cobre, se obtiene el hermoso color verde, procedente de los dos metales, aun cuando la cantidad de níquel sea muy pequeña ¹.

¹ Pattner comunicó al Dr. Muspratt el siguiente método para el descubrimiento del níquel contenido en grandes cantidades de cobalto.

«Siendo muy poco satisfactorios los resultados obtenidos por la via húmeda de los ensayos de óxido de cobalto, en que se sospecha la existencia del níquel, he tratado de ver si podria conseguirlos mas exactos con el soplete, y he llegado al siguiente procedimiento, que es sencillo y decisivo. Fúndese á la llama de oxidacion, en el corchete del alambre de platino, una cantidad regular de borax con el óxido de cobalto suficiente para producir un vidrio opaco; retírase este ensayo, y se preparan otro ú otros dos vidrios semejantes, que se colocan juntos con un boton de oro puro que pese de 50 á 80 miligramos, en una cavidad practicada en el carbon. El operador deberá someter todo esto á la llama de reduccion hasta estar seguro de que todo el níquel se encuentra en estado metálico, inclinando el carbon en todos sentidos durante la operacion, á fin de hacer girar el glóbulo de oro al rededor de la perla fundida, para poder formar liga con las partículas de níquel que se han reducido. Cuando el boton de oro se solidifica, se separa con las pinzas, se envuelve en un papel, y se le dan unos golpes con el martillo para despojarlo de todas las partes vítreas que se le hayan podido adherir. El glóbulo de oro que resultará mas ó menos blanquecino por la presencia del níquel, y tambien mas frágil que el oro puro, se mezcla con sal de fósforo, y se calienta por algun tiempo á la llama de oxidacion. Si la cantidad de óxido de cobalto empleado fué la justa, ó algo menos que la necesaria para saturar el vidrio de borax que se formó al principio, el níquel solo prestará color al nuevo vidrio, siendo por consiguiente pardo rojizo en caliente y amarillo rojizo en frio. Si al reducirse el níquel en la primera parte de la operacion, se hubiere reducido tambien, por estar en exceso, alguna porcion del óxido de cobalto, como este se oxida antes que el níquel, se obtendria, ó un vidrio azul teñido por el óxido de cobalto, ó uno verde si algo de níquel se hubiese oxidado al mismo tiempo. En uno y otro caso se separará el vidrio del boton metálico, volverá á mezclarse con sal de fósforo, y se calentará á la llama de oxidacion hasta que adquiriera una coloracion. Si al principio no se saturó con exceso el vidrio de borax, el de sal de fósforo será teñido por el níquel, aun cuando la cantidad que de este contuviese el cobalto, fuese extremadamente pequeña; y si ninguna contenia, resultará el vidrio de sal de fósforo completamente incoloro. El boton de oro, que siempre conserva níquel, después de tratado con la sal de fósforo, puede volverse á obtener en estado de pureza fundiéndolo sobre el carbon con cierta cantidad de plomo de ensayos, y copelándolo en seguida.»

§. VI.—HIERRO [Fe]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

El Hierro se presenta con mucha abundancia en la naturaleza,

(a) Metálico, en el *Hierro Nativo*, que contiene algun tanto por ciento de níquel.

(b) En estado de sulfuro, solo ó en combinacion con otros sulfuros y arseniuros metálicos, á saber: solo en el *Hierro sulfurado magnético* ó *Pirita magnética* $[\text{Fe}, 2 \text{S} + 6 (\text{Fe}, \text{S})]$; en la *Pirita amarilla y blanca*, *Hierro sulfurado* $[\text{Fe}, 2 \text{S}]$; con azufre y arsénico, en el *Hierro arsenical* $\left[\begin{smallmatrix} \text{Fe} \\ \text{Co} \end{smallmatrix} \left\{ 2 \text{S} + \begin{smallmatrix} \text{Fe} \\ \text{Co} \end{smallmatrix} \left\{ 2 \text{As} \right\} \right\} \right]$; con sulfuro de cobre en las *Piritas de cobre* $[\text{Cu S} + 2 \text{Fe S}]$, y en la *Filipsita* ó *Cobre abigarrado* $[3 \text{Cu S} + \text{Fe}^2 \text{S}^3]$; con sulfuro de antimónio, en la *Hardingerita* ó *Berthierita* $[3 \text{Fe S} + 2 \text{Sb}^2 \text{S}^3]$; con sulfuro de antimonio, sulfuro de plata, sulfuro de cobre y sulfuro de zinc, en el *Plomo sulfurado, antimonífero y argentífero* ó *Weissgultigerz*, y en la *Geokronita*. Con los mismos sulfuros y mezcla de sulfuro de arsénico, en el *Cobre gris* $\left[\begin{smallmatrix} 4 \text{Fe S} \\ 4 \text{Zn S} \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} \text{Sb}^2 \text{S}^3 \\ \text{As}^2 \text{S}^3 \end{smallmatrix} \right\} + 2 (4 \text{Cu}, \text{S}) \left\{ \begin{smallmatrix} \text{Sb}^2 \text{S}^3 \\ \text{As}^2 \text{S}^3 \end{smallmatrix} \right\} \right]$; con sulfuro de cobre y sulfuro de arsénico, en la *Tennantita*; con sulfuro de cobre y sulfuro de plata, en la *Estromeyerina*, y con sulfuro de plata, en la *Esterbergita*.

(c) Como protóxido ó sesquióxido, solo y combinado con óxidos metálicos y agua, á saber: como óxido puro, en el *Hierro oligisto* ó *Hierro especular* ó *Hematites roja* $[\text{Fe}^2 \text{O}^3]$; como óxido combinado con agua, y á veces con pequeñas cantidades de óxido de manganeso y de sílice, en el *Hierro hidroxidado*, y en el *Hierro oxidado hidratado*, que contiene algunas veces un poco de sílice y de ácido fosfórico; como óxido contaminado con sustancias térreas, en el *Hierro oxidado hidratado térreo*, en los *Ocres*, en las *Arcillas*; como óxido negro ó ferroso férrico, en el *Hierro oxidulado*, ó *Hierro magnético* $[\text{Fe O} + \text{Fe}^2 \text{O}^3]$; como óxido ferroso, con óxido de cromo, alúmina y magnesia, en el *Hierro cromado* $\left[\begin{smallmatrix} \text{Fe O} \\ \text{Mg O} \end{smallmatrix} \left\{ + \right\} \begin{smallmatrix} \text{Cr}^2 \text{O}^3 \\ \text{Al}^2 \text{O}^3 \end{smallmatrix} \right]$; como sesquióxido con óxido de zinc y protóxido de manganeso, en la

Franklinita ; como protóxido con óxido de zinc , alúmina , magnesia y un poco de sílice , en la *Automalita*.

(d) Como protóxido, con ácido titánico en varios grados de saturación, en el *Hierro oxidulado en arenas*, ó *Hierro oxidulado titanífero*, la *Crictonita*, *Menacanita*, *Nigrina*, *Iserina*, *Ilmenita*, etc.

(e) Como protóxido, con ácido túngstico, y tungstato de protóxido de manganeso, en el *Wolfram*.

(f) Como sesquióxido, con ácido arsénico y agua, en la *Escorodita*; como óxido negro con ácido arsénico y agua, en el *Hierro arseniatado*, *Farmacosiderita* [3 Fe O , $\text{As O}^5 + 3 \text{ Fe}^2 \text{ O}^5$, $2 \text{ As O}^5 + 18 \text{ aq}$]; como protóxido con ácido arsénico y mucha agua, en la *Simplesita*.

(g) Como protóxido, con ácido carbónico, y á veces con carbonato de protóxido de manganeso y rastros de cal, magnesia y agua, en el *Hierro carbonatado*, ó *Hierro espático*, cuya fórmula general puede

representarse $\left[\begin{array}{c} \text{Fe O} \\ \text{Mn O} \\ \text{Ca O} \\ \text{Mg O} \end{array} \right] \text{C O}^2$.

(h) Como protóxido, con ácido sulfúrico y agua, en el *Hierro sulfatado verde*, ó *Caparroza verde* [$2 \text{ Fe}^2 \text{ O}^5$, $\text{S O}^5 + 6 \text{ aq}$]; como peróxido con ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido antimonioso y agua, en el *Hierro subsulfatado*, ó *Pitticita*.

(i) Como protóxido, con ácido fosfórico y agua, en los *Hierros fosfatados azules*, *Vivianita*, *azul de Prusia*, *Nativo*, *Dufrenita*, ó *Hierro fosfatado verde* [8 Fe O , $3 \text{ P O}^5 + 16 \text{ aq}$], ó [3 Fe O , $\text{P O}^5 + 6 \text{ aq}$]; como protóxido con ácido fosfórico y fosfato de protóxido de manganeso, con mezcla de fosfato de cal, en la *Triplita*; como peróxido con ácido fosfórico y agua, en la *Delvoxina*, *Fosfato pardo terroso*, y tambien como peróxido con ácido fosfórico, fosfato de alúmina y pequeñas cantidades de los ácidos silícico é hidrofluórico, cal y agua, en el *Kakoxeno*.

(k) En estado de oxidación, con la sílice y combinaciones silíceas, á saber : como protóxido, en la *Hisingerita*, *Sideroschisolita* y *Clorofeita*; Berzelius considera como simples estos tres silicatos, en los que las demás sustancias que contienen deben mirarse cual extrañas;

como protóxido, con silicato de protóxido de manganeso, protocloruro de hierro y agua, en la *Piromalita*; como protóxido, con agua y un poco de alúmina, en la *Chamoisita*; como protóxido, con cal, protóxido de manganeso y peróxido de hierro, en la *Ilvaita* $[2 \begin{smallmatrix} 3 \text{ Ca O,} \\ 3 \text{ Fe O,} \end{smallmatrix}]$, $\text{Si O}_5 \begin{smallmatrix} \text{O}^5 \\ \text{O}^5 \end{smallmatrix} (+2 \text{ Fe}^2 \text{ O}^5, \text{ Si O}^5]$; como protóxido, con sosa, agua y un poco de cal, en la *Krokidolita*; como sesquióxido, con agua y un poco de protóxido de manganeso, alúmina y magnesia, en la *Pinguita*; como sesquióxido ó protóxido, con protóxido de manganeso, y generalmente con un poco de alúmina, cal y magnesia, en muchos *Granates*; como sesquióxido, con un poco de peróxido de manganeso y cal, en el *Achmite*; como protóxido, con magnesia, y á veces con los óxidos de níquel y de manganeso, en la *Crisolita* y en el *Peridoto*; como protóxido, con protóxido de cerio é itria, en la *Gadolinita*, y como un componente secundario en un gran número de silicatos¹.

El hierro se presenta tambien en muchos productos que se forman en las fundiciones de minerales de plata, plomo, cobre y estaño, y en casi todas las Escorias, como elemento principal ó como secundario. Seria superfluo nombrar cada uno de aquellos productos; porque, tanto los minerales de hierro que se someten á la fundicion, cuanto las matas crudas y primeros productos que se han de sujetar á ulteriores operaciones, retienen el hierro con tanta avidez, que hasta en el Cobre negro y en el Estaño puede señalarse su presencia.

Análisis del Hierro.

Los ensayos del hierro se fundan en que sus óxidos comunican colores especiales al borax y á la sal de fósforo, y en que el hierro con dificultad puede separarse de estos fundentes en estado metálico solamente. El ensayador ha de mirar primero si el ensayo consiste en aleaciones metálicas, ó en combinaciones de aquel metal con el ar-

¹ Hállase tambien el hierro en la *Kyrosita*, *Sternbergita*, *Cronstedtita*, *Humboldtita*, *Arsenio-siderita*, *Tantalita*, *Thuringita*, *Fayalita*, *Stilpnomelana*, *Cloropalo*, *Knebelita*, *Nontronita*, *Anthosiderita*, *Granate*, *Melanita*, *Rhodalita*, *Trifilina*, *Tetrafilina*, *Eisen-apatita*, *Heterozita*, *Hurolita*, *Fibroferrita*, etc.

sénico ó con los óxidos. Si la sustancia que se examina es una liga metálica pura, compuesta únicamente de metales de difícil fusion, se tratará con borax sobre el carbon á la llama de oxidacion, hasta que, además de los otros óxidos metálicos, se disuelvan el protóxido y el sesquióxido de hierro. Cuando los compuestos contienen mucho plomo, estaño, bismuto, antimonio ó zinc, y se funden con facilidad, se emplea la llama de reduccion, que se dirige principalmente sobre el vidrio, á fin de que la mayor parte de estos últimos metales no pueda oxidarse y disolverse. En uno y en otro caso el vidrio, todavía líquido, se separa de la parte metálica, y se trata en otro punto del carbon á la llama de reduccion, con lo cual se separan los metales fáciles de reducir, y el vidrio de borax aparece teñido de un color verde botella por el sesquióxido de hierro, á menos que el óxido de cobalto imposibilite la reaccion. En seguida se calienta el vidrio juntamente con las partículas de la aleacion á una llama muy pura de reduccion, en la que los metales reducibles que se hayan disuelto se volverán á precipitar en estado metálico, y á combinarse de nuevo con el resto de la aleacion. Si esta contuviese mucho estaño, ó si el vidrio verde botella se tratara en otra parte del carbon con un poco de estaño á la llama de reduccion por pocos momentos, quedaria el hierro completamente reducido al estado de protóxido, y el vidrio al enfriarse apareceria de color verde vitriolo puro.

Si el borax presenta un color azul en vez del verde vitriolo, propio del protóxido de hierro, es señal de que el óxido de cobalto está presente, destruyendo la coloracion prestada por el hierro. En este caso se volverá á calentar el vidrio á la llama de reduccion, su mayor parte se separará del carbon con las pinzas, pero sin levantar con él ninguna partícula del metal, y se fundirá en el corchete del alambre de platino. Cuando el color resulta tan intenso, que el vidrio es casi opaco, se oprime entre las pinzas estando aun líquido, se sacude una parte de él sobre el yunque, y la que aun queda adherida se disuelve en mas borax, fundiendo en seguida el vidrio á la llama de oxidacion hasta que el protóxido de hierro se convierta en sesquióxido, y el vidrio, en caliente, aparezca pardo, rojizo, ó amarillo. Si el vidrio tan solo contiene un pequeño rastro de sesquióxido, se pre-

senta verde en caliente y azul puro en frio. Cuando la cantidad de hierro es algo mas considerable, será el vidrio verde oscuro en caliente, y de un hermoso verde cuando frio; porque el sesquióxido de hierro, no estando en exceso, comunica al vidrio de borax un hermoso color amarillo en frio.

La combinacion de los metales con el azufre y el arsénico puede ensayarse en busca del hierro por dos métodos. Segun el primero, se tuesta el ensayo sobre el carbon, pequeñas dosis de aquel se disuelven sucesivamente en el borax, sobre el alambre de platino, á la llama de oxidacion, y el vidrio se examina en caliente y en frio, para ver si descubre algun color. La tinta propia del hierro se obtiene inmediatamente con muchos de estos compuestos, que solo contienen metales cuyos óxidos no producen colores demasiado intensos; con muchos otros, sin embargo, aquella coloracion no se logra, por ejemplo, con los que tienen cobre, resultando por el contrario un color verde, que va debilitándose durante el enfriamiento, y que en frio presenta una tinta que participa del amarillo del óxido de hierro y del azul del óxido de cobre. En este caso se sacude la perla del alambre de platino (véase la pág. 55), y se trata sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que el cobre se separa y el vidrio manifiesta el color verde botella peculiar del sesquióxido de hierro, si el óxido de cobalto no se halla presente al mismo tiempo. El vidrio verde botella puede tambien tratarse con el estaño, para reconocer la tinta verde vitriolo del protóxido de hierro. El segundo método es el siguiente: la sustancia, reducida á polvo, se mezcla con plomo de ensayos y con borax, y se funde sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que el borax aparezca teñido por los metales presentes de difícil reduccion. Al principio se cubre la mezcla con la llama de reduccion; pero tan luego como el borax llegue á formar glóbulo, se dirigirá la llama solo sobre el último, dejando al aire atmosférico libre acceso al metal en fusion.

Los compuestos que de suyo son muy fusibles sobre el carbon pueden ensayarse sin la adicion del plomo. Por este medio puede descubrirse una cantidad excesivamente pequeña de hierro, en muchas Galenas, particularmente cuando se trata el vidrio con estaño.

Si el borax da color azul en lugar de verde, volverá á tratarse el vidrio del modo arriba dicho para los compuestos metálicos.

En los de óxido de hierro con otros metales ó con tierras y ácidos, se descubre muy bien el hierro por medio de la fusion con el borax.

Los compuestos en que no se sospechan los óxidos de cobre, níquel, cromo ni urano, se disolverán con borax en el alambre de platino á la llama de oxidacion, y el vidrio teñido se examinará en caliente y durante el enfriamiento: si ofrece color de hierro, ó de hierro y cobalto á la vez, de los cuales hemos hecho ya mencion, el análisis está terminado; pero si presenta otro color, como el violeta tirando á rojo, el vidrio deberá tratarse por algun tiempo mas á la llama de reduccion, con lo cual desaparece el color violado procedente del manganeso, quedando el verde botella del sesquióxido de hierro. Si aquella sustancia contuviese mucho manganeso, el vidrio tratado á la llama de oxidacion seria rojo oscuro en caliente y rojo en frio. En este caso no es posible convertir el manganeso en protóxido sobre el alambre de platino; es, pues, necesario para ello pasarlo del alambre al carbon, donde tratándolo con estaño desaparece el color de manganeso, resultando el verde vitriolo del protóxido, si el óxido de cobalto no se halla presente.

Cuando una sustancia, además del hierro y del manganeso, contiene cobalto, el vidrio tratado á la llama de oxidacion es amatista mas ó menos oscuro, y tratado por corto tiempo á la llama de reduccion, se vuelve verde en caliente, azul en frio. Este es el caso, por ejemplo, del Cobalto oxidado negro, que consta efectivamente de óxido de cobalto y de hidrato de óxido de manganeso; pero que está mezclado con óxido de hierro. En una combinacion de mucho óxido de manganeso y óxido de cobalto, con muy poco óxido de hierro, puede este descubrirse prontamente fundiendo la sustancia con bisulfato de potasa, disolviendo la masa fundida en agua, añadiendo unas cucharadas de cloruro amónico á la disolucion, calentándola, y cuando la sal esté disuelta, precipitando el óxido de hierro por el amoniaco. Si el hierro existe en la sustancia como protóxido, se añaden algunas gotas de ácido nítrico á la disolucion, y se calienta á fin de convertir el protóxido en sesquióxido. El óxido de hierro se filtra en se-

guida de la disolucion, se lava y se ensaya con el borax en el alambre de platino. Si el ejemplar que se ensaya contiene óxido de cobre ó níquel, siempre es lo mas conveniente disolverlo con borax sobre el carbon á la llama de oxidacion, tratarlo luego á la de reduccion, para separar el cobre y el níquel en estado metálico, y obtener por consiguiente el color ferruginoso solo. Si el vidrio resultase azul, se volveria á oxidar en el alambre de platino, como arriba queda dicho. Cuando la sustancia contiene óxido de cromo, se obtiene con el borax un vidrio verde, que acusa solo la presencia del cromo. En este caso se mezcla la sustancia con tres partes de salitre y una de borax, la mezcla se funde gradualmente en el corchete del alambre de platino, se disuelve en agua el cromato de potasa así formado, el residuo, después de lavado con agua, se calienta con borax en el alambre de platino, y se llega de este modo á obtener el color propio del hierro, con tal que ningun otro óxido colorante se halle presente y que se haya separado todo el de cromo. Ahora bien; el hierro se reduce sobre el carbon por medio del carbonato de sosa, y el metal se obtiene triturando el vidrio en el mortero de ágata y separando las partes no metálicas. Cuando la sustancia hubiese contenido urano se obtendria tambien el color del hierro; pero no procederia solamente de este, sino tambien del urano, que presta casi la misma coloracion que el hierro. Para obtener sola la tinta propia de este metal, se fundiria la sustancia con bisulfato de potasa, la masa fundida se disolveria en agua y se convertirian en sesquióxidos los protóxidos de hierro y de urano presentes, calentando la disolucion después de añadirle unas gotas de ácido nítrico y un exceso de carbonato de amoniaco. El óxido de urano, que se precipita al mismo tiempo que el óxido de hierro, se vuelve á disolver por sí, de modo que puede obtenerse el óxido de hierro por filtracion, y después de bien lavado con agua, se ensaya con el borax. Cuando se hace hervir la disolucion amoniacal, se precipita el óxido de urano como un polvo amarillo, que puede ensayarse al soplete y reconocerse al momento con la sal de fósforo.

Si la sustancia contuviese ácido túngstico ó titánico, se obtendria con el borax y la sal de fósforo á la llama de oxidacion el color pro-

pio del óxido de hierro, en virtud de que estos dos ácidos dan solo una débil tinta amarilla; por el contrario, á la llama de reduccion el vidrio de sal de fósforo tomaria durante el enfriamiento un rojo de sangre mas ó menos intenso.

§. VII.—CADMIO [Cd].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El Cadmio se encuentra únicamente en los minerales de zinc.

(a) Como sulfuro, en muchas *Blendas*; por ejemplo, en la *Greenockita* y en la *Prizibramita*, ó *Blenda cadmífera de Przibram*, en Bohemia.

(b) Como óxido con ácido carbónico, en el *Zinc carbonatado*.

La cantidad de este metal contenida en cualquiera de los minerales citados, no excede, sin embargo, del 1 al 4 por 100.

Análisis del Cadmio.

Este metal solamente puede reconocerse al soplete como óxido, á causa de su volatilidad. Los minerales cadmíferos, reducidos á polvo, se calientan por algun tiempo sobre el carbon á la llama de reduccion, con lo cual el cadmio se sublima, y en contacto del aire se reoxida inmediatamente. La mayor parte de este óxido se deposita sobre el carbon, y en enfriándose enteramente, se reconoce por su color pardo rojizo, que cuando la capa de óxido es delgada aparece amarillo. Cuando la cantidad de cadmio presente no es mas que de 1 por 100, es difícil, en general, obtener por estos medios un sublimado de óxido de este metal; pero si el mineral pulverizado se mezcla con carbonato de sosa, y esta mezcla se trata por pocos momentos sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un sublimado muy perceptible de óxido de cadmio. Si la insuflacion se continuase demasiado, una parte del zinc se volatilizaria y se depositaria sobre el carbon como óxido de zinc, al mismo tiempo que el de cadmio; este, sin embargo, se deposita siempre mas léjos del ensayo que el óxido de zinc, y puede distinguirse muy fácilmente.

§. VIII.— PLOMO [Pb].—Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.

El plomo existe con bastante abundancia en la naturaleza; hállese :

(a) Metálico, en combinacion con otros metales; v. gr., con el telurio en el *Plomo telurado* [Pb Te]; con telurio, oro y plata en el *Telurio auro-plumbífero* ó *Telurio amarillo* [Ag Te + 2 (Pb, Te) + 3 (2 Au, 3 Te)]; con selenio en el *Plomo seleniado*, que contiene á veces rastros de cobalto; con selenio y cobre en el *Seleniuro de plomo y de cobre* [Pb Se + Cu Se], y en el *Seleniuro de cobre y de plomo* [2 (Pb Se) + Cu Se], y con selenio y mercurio en el *Seleniuro de plomo y de mercurio* [Pb Se, mezclado con Hg Se].

(b) Como sulfuro, solo y en combinacion con otros sulfuros metálicos, á saber : solo en el *Plomo sulfurado* ó *Galena* [Pb S]; con antimonio y rastros de hierro, zinc y cobre en la *Jamesonita* [2 (Pb S, Sb 3 S) + Pb S]; con antimonio y cobre en la *Burnonita* [3 (Cu S) + Sb 3 S + 2 (3 Pb 3 S + Sb 3 S)]; con bismuto y un poco de hierro y cobre en el *Bismuto sulfurado plumbo-cuprífero*; con antimonio y un poco de cobre en la *Zinkenita* [Pb S + Sb 3 S], y con bismuto, cobre y una pequeña cantidad de telurio y de níquel en el *Bismuto sulfurado plumbo-cuprífero* ó *Nadelerz* de Siberia [Cu S, Bi S + 2 (Pb S, Bi S)].

(c) En combinacion con el cloro; como en el *Plomo clorurado* ó *Cotunita* del Vesubio [Pb Cl], y en la *Berzelita* [Pb Cl + 2 Pb O] de Mendiphills, en Inglaterra.

(d) En estado de óxido, con alúmina y agua, en el *Plomogoma* [Pb O, 2 Al² O³ + 6 aq].

(e) Como óxido con ácidos, parte solo y parte combinado con otras sales metálicas; v. gr. :

(1) Con ácido carbónico, en el *Plomo carbonatado* ó *Plomo blanco* [Pb O, C O²]; en el *Plomo carbonatado negro*, de la misma composicion, solo que contiene una pequeña proporcion de carbono libre¹,

¹ Se atribuye casi siempre su color negro, dice Mr. Dufrénoy, á una alteracion

y en el *Plomo carbonatado, acicular*, en masas bacillares y en masas amorfas, mezclado con alúmina, sílice y sesquióxido de hierro.

(²) Con ácido sulfúrico y cerca de 2 por 100 de agua, en el *Plomo sulfatado* $[Pb\ O, S\ O^5]$.

(³) Con ácido arsénico ó ácido fosfórico y cloruro de plomo, en los *Plomos fosfatados Pardo y Verde*, y en el *Plomo arseniatado* $[Pb\ Cl + 3\ (3\ Pb\ O, As\ O^5)]$.

(⁴) Con ácido crómico, en el *Plomo cromatado* ó *Plomo rojo* $[Pb\ O, Cr^5]$; con ácido crómico y cromato de cobre, en el *Plomo cromado* ó *Voquelinita* $[3\ Cu\ O, 2\ Cr\ O^5 + 2\ (3\ Pb\ O, 2\ Cr\ O^5)]$.

(⁵) Con ácido molibdico, en el *Plomo molibdatado* ó *Plomo amarillo* $[Pb\ O, Mo\ O^5]$.

(⁶) Con ácido túngstico, en el *Plomo tungstatado* $[Pb\ O, W\ O^5]$.

(⁷) Con ácido vanádico, en el *Plomo Vanadiatado* $[2\ Pb\ O + Pb\ Cl + 3\ Pb\ O\ 2\ V\ O^5]$.

Forma el plomo además un elemento esencial, ó se presenta asociado únicamente con muchos productos de fundicion.

(^a) Metálico, combinado con otros metales; v. gr., con plata en el *Plomo de obra*, con cobre en el *Cobre negro plomizo*, etc.

(^b) En estado de sulfuro, combinado con otros sulfuros metálicos; por ejemplo, con sulfuro de hierro en las *Matas de plomo*, con sulfuro de cobre en las *Matas de cobre plomizas*, y segun la naturaleza de los minerales fundidos, mezclado con otros sulfuros metálicos ¹.

(^c) En estado de oxidacion en el *Litargirio* y en el *Abstrich*, que es la espuma gris que se retira de la superficie de los *Plomos de obra* durante la operacion de extraerles la plata. El plomo se funde al prin-

producida por los vapores sulfurosos. Mr. Fournet asegura que es debido á la interposicion de una pequeña cantidad de sulfuro de plata ó de sulfuro de plomo, deduciendo de aquí que el carbonato de plomo es la mayor parte de las veces resultado de la alteracion de la Galena. (Dufrénoy, *Traité de Minéralogie*, tomo III; Kersten, *Annuaire de Freyberg*, 1833.)—*Moriana*.

¹ Hállase tambien el plomo en la Kilbrickenita, Geokronita, Bulangerita, Federerz, Dufrenoisita, Plagionita, Kotrelita, Esteinmanita, Kilbrickruerita, Weissgultigerz, Plomo cloro-carbonatado, Plomo oxidado amarillo, Nussierita, Melanocroita.

cipio á una temperatura poco elevada, y entonces se separa el *Abstrich*, que está compuesto en su mayor parte de sulfuros de plomo, antimonio, etc. Encuéntrase además el plomo en los *Fondos* ó *plazas de Copela*, que son la masa de huesos ó de margas calcinadas impregnadas de Litargirio que se obtienen en la copelacion y en los *Schlichs plomizos*¹.

Análisis del Plomo.

Los análisis cualitativos del plomo se ejecutan con suma prontitud del siguiente modo.

Cuando los compuestos plomizos que se hallan en la naturaleza y en los productos metalúrgicos se tratan sobre el carbon á la llama de oxidacion, dan un sublimado que es muy fácil de distinguir. Otros metales muy volátiles, que suelen estar en combinacion con el plomo, ó se resuelven en humo enteramente, ó depositan un óxido sobre el soporte. El sublimado de óxido de plomo, que es amarillo de limon oscuro en caliente, y amarillo de azufre en frio, se deposita mas cerca del ensayo que los sublimados de varios óxidos metálicos, á saber; que los de telurio, selenio, antimonio y arsénico, y se diferencia de ellos por esta circunstancia. Cuando el zinc forma tambien parte del ensayo, el sublimado de óxido de plomo se mezcla con cierta cantidad de óxido de aquel metal; pero no puede, sin embargo, confundirse con ningun otro color el amarillo de azufre del sublimado de plomo, cuando está ya completamente frio. Los compuestos sulfurados plomizos se pueden ensayar por plomo segun dos métodos. Ó tratándolos á la llama de reduccion sobre el carbon, con una pequeña adicion de borax para separar el hierro y obtener un sublimado de plomo, ó tostando el ejemplar á un calor moderado sobre el carbon, y reduciéndolo por la sosa; con lo que se obtiene el plomo puro, separándolo de las materias carbonosas, etc. Si la sustancia contuviese bis-

¹ El *Schlich* es el mineral en polvo fino procedente del lavado de los minerales pulverizados. Así como digimos del *Speiss*, las voces *Schlich* y *Abstrich* están adoptadas en España y en toda Europa. El *Abstrich* es un litargirio impuro procedente de la copelacion, y precede siempre á los litargirios.—*Moriana*.

muto, aparecerá, siguiendo el primer método, un sublimado de óxido de este metal, que es mucho mas oscuro que el sublimado de óxido de plomo; con el segundo método se obtendrá un metal desmenuzable, que cuando el bismuto se halla en cierta cantidad no tiene la apariencia de plomo. En este caso se funde la sustancia con bisulfato de potasa, como se dirá en el párrafo del bismuto; el sulfato de plomo obtenido en esta manipulacion se calienta con la sosa sobre el carbon, y se obtienen á la vez el metal puro y un óxido del plomo sublimado. Si existia tambien el cobre en mucha cantidad, resultaria cobre negro por el segundo método; de modo que, teniendo un color tan diferente del plomo, no puede haber equivocacion al distinguirlos.

Las combinaciones del plomo con el cloro y las sustancias que contienen plomo en estado de oxidacion, á mas de otros óxidos metálicos, tierras ó ácidos, deben tratarse siempre con la sosa sobre el carbon á la llama de reduccion, por cuyo medio se producen plomo metálico y óxido de este mismo metal, que se consiguen con solo separarlos de las escorias. El plomo así obtenido podria no ser puro si el ejemplar contenia al mismo tiempo otros óxidos metálicos. Para determinar de una manera infalible la presencia de este metal, es preciso tratar el ensayo por largo rato á la llama de oxidacion; si el plomo existe, aparecerá sin remedio el sublimado característico del óxido de plomo.

§. IX. — BISMUTO [Bi]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

Hállase el bismuto en la naturaleza,

(a) Metálico, como *Bismuto nativo* [Bi], que contiene generalmente una pequeña cantidad de arsénico; con telurio, azufre y rastros de selenio, en el *Telurio nativo bismutífero* [Bi S + 2 (Bi, Te)]; y tambien en muy reducida proporcion en el compuesto de arsénico, cobalto, hierro, y un poco de cobre, níquel y azufre, con vestigios de manganeso, en el *Cobalto bismutífero* de Schneeberg.

(b) En estado de sulfuro, solo ó en combinacion con otros sulfu-

ros metálicos, á saber : solo en el *Bismuto sulfurado* [Bi S]; con cobre en el *Bismuto sulfurado cuprífero*; con plomo, cobre, y un poco de níquel y telurio en el *Bismuto sulfurado plumbo-cuprífero* ó *Nadelerz* de Siberia, y con plomo, plata y un poco de hierro y cobre, en el *Bismuto sulfurado plumbo-argentífero*.

(c) Como óxido, en el *Bismuto oxidado* [Bi O³] con rastros de hierro y probablemente de cobre. También como óxido, con ácido carbónico y agua, mezclado con un poco de sesquióxido de hierro, alúmina y sílice, en el *Bismuto carbonatado*.

Este metal se presenta á veces como un elemento secundario en muchos productos de fundición. Hállase, por ejemplo, en estado mas ó menos metálico en muchos *Speises de Cobalto*, cuando los minerales empleados para la preparacion del esmalte no están exentos de bismuto ¹.

Análisis del Bismuto.

El método mas sencillo para descubrir el bismuto en los minerales y *Speises de cobalto*, de que queda hecha mencion, es tratar las sustancias que contienen el bismuto en estado metálico con ó sin azufre, mezcladas con una pequeña cantidad de borax, sobre el carbon á la llama de reduccion, y las que contienen este metal en estado de óxido, tratarlas con sosa tambien sobre el carbon á la llama de reduccion. El bismuto, bien sea el que se halla en estado metálico, bien el reducido por la sosa, se sublima poco á poco, y cubre el carbon con un óxido que en caliente aparece de color de naranja subido, y enteramente frio de color amarillo de limon.

Si la sustancia contiene al mismo tiempo mucho plomo, el color del sublimado es menos intenso y se asemeja mucho al del sublimado de plomo; esto sucede con el *Nadelerz*. En este la presencia del bismuto no puede averiguarse con entera certidumbre por el método precedente, y es preciso recurrir á otros procedimientos.

¹ El esmalte es un silicato de cobalto que se obtiene precipitando el sulfato de cobalto por el silicato de potasa, y que en Sajonia se prepara en grandes cantidades. — *Muspratt*.

Es el primero tostar la sustancia, advirtiendo que cuando contiene azufre ó arsénico es preferible practicar esta operacion en un tubo de vidrio, á fin de eliminarlos lo mas posible, porque puesto el mineral inmediatamente sobre el carbon, se derrite muy pronto; disolverla después en la sal de fósforo á la llama de oxidacion, y tratar el vidrio con estaño por corto tiempo á la llama de reduccion. Si la cantidad de bismuto es tan pequeña que no llega á la cuarta parte del plomo contenido en la sustancia, la sal de fósforo se teñirá de gris oscuro cuando se enfrie, y por último resultará opaca. Como el óxido de antimonio produce la misma reaccion con el estaño y la sal de fósforo, es necesario, para descubrir el bismuto, asegurarse de la ausencia del antimonio por un ensayo previo. Si la sustancia, además de este metal, contuviese cobre, resultaria la sal de fósforo al enfriarse gris oscura, casi negra y opaca.

Durante la torrefaccion en el tubo de vidrio, de una sustancia muy rica en bismuto, se forma generalmente cerca del ensayo y en la parte mas baja del tubo un sublimado blanco amarillento, que se funde á una fuerte llama, formando una porcion de globulillos parduscos, que al enfriarse se hacen transparentes y de color amarillo. Este depósito es de óxido de bismuto.

El segundo método es el siguiente, que se emplea cuando la cantidad de bismuto es excesivamente pequeña y el plomo no se distingue. La sustancia, después de reducida á polvo, se tuesta por bastante tiempo; la masa tostada se funde en la cucharilla de platino con bisulfato de potasa, y la masa que resulte se trata con agua en un baño de porcelana sobre la llama de la lámpara hasta que llegue á disolverse. Por este medio el sulfato de potasa y los demás sulfatos solubles se disuelven, en tanto que los sulfatos básicos de plomo y de bismuto quedan insolubles. Decántase el líquido con mucho cuidado, el residuo vuelve á tratarse con agua destilada, y añadiéndole unas cuantas gotas de ácido nítrico, se calienta. El sulfato de bismuto se disuelve, y el sulfato de plomo no lo verifica. Si ambas sales se separan por filtracion, y el óxido de bismuto se precipita de la disolucion por la sal de fósforo y la aplicacion del calor, se obtiene un precipitado blanco, que es incoloro ó amarillento cuando se disuelve en la sal de

fósforo; si el vidrio formado se trata con el estaño sobre el carbon á la llama de reduccion, toma un color gris oscuro al enfriarse, y se conduce exactamente como el óxido de bismuto.

El níquel metálico, preparado en grande escala, no siempre está exento de bismuto; cuando se desea, pues, determinar por medio del soplete una pequeña cantidad de bismuto contenida en el níquel, se mezcla una parte del ejemplar muy dividido, con dos partes de nitro, y se trata en el alambre de platino á la llama de oxidacion. Este ensayo, que consta de potasa, óxido de níquel y óxido de bismuto, se separa del alambre, y se sostiene por algun tiempo sobre el carbon á la llama de reduccion. Por este método el óxido de bismuto se reduce muy pronto, y el bismuto metálico se sublima cubriendo el carbon con un óxido.

§. X. — URANO [U]. — *Su presencia en el Reino Mineral.*

El urano, que es un metal excesivamente raro, se presenta en la naturaleza en estado de oxidacion,

(a) Como hidrato pulverulento y como hidrato compacto de sesquióxido de urano, el último de los cuales está mezclado con cal y óxido de plomo en las dos variedades del *Urano oxidado hidratado*; *Uranocker* y *Gummierz*.

(b) Como peróxido, con ácido fosfórico y fosfato de cal, en el *Urano fosfatado*, ó *Uranita* $[3, \text{Ca O}, \text{P O}^5 + 2 (\text{U}^2 \text{O}^3, \text{P O}^5) + 24 \text{aq}]$, mezclado con $[3 \text{Ba O}, \text{P O}^5]$, y en el mismo estado de oxidacion con ácido fosfórico y fosfato de cobre en la *Chalkolita* $[3 \text{Cu O}, \text{P O}^5 + 2 (\text{U}^2 \text{O}^3, \text{P O}^5) + 24 \text{aq}]$.

(c) Como óxido con ácido titánico, cal, óxido de cerio, protóxido de manganeso, óxido de hierro y agua en el *Pirocloro* de Fredicks-warn analizado por Wohler.

(d) Como óxido, con ácido tantálico é itria, en la *Itrotantalita* $[3 \text{Y O} \{ \begin{smallmatrix} \text{Ta O}^3 \\ \text{U}^2 \text{O}^3 \end{smallmatrix} \}]$.

(e) Como protóxido, con sílice y vestigios de sesquióxido de hierro,

plomo sulfurado y óxido de cobalto, en el *Urano oxidulado*, ó *Pechblenda* [3 U O , 2 Si O_3]¹.

Análisis del Urano.

En los minerales que acabamos de citar, menos en el Pirocloro y en la Chalkolita, se determina el Urano tratándolos, después de pulverizarlos, con la sal de fósforo en el alambre de platino, tanto á la llama de oxidacion quanto á la de reduccion. (Véase la *Tabla II.*)

El Pirocloro, en razon á que contiene una cantidad considerable de ácido titánico y de hierro, destruye el color que produce el urano en la llama de reduccion, y da un vidrio, que al enfriarse aparece rojo de sangre. En la llama de oxidacion, sin embargo, el vidrio de sal de fósforo se vuelve verdoso, y un poco amarillento al enfriarse. Cuando la sustancia contiene una cantidad pequeña de urano y mucho hierro, prevalece la reaccion del último con el borax y con la sal de fósforo, por lo cual es preciso fundir el ejemplar con bisulfato de potasa, disolver el residuo en agua, añadirle ácido nítrico para convertir el hierro y el urano en sesquióxidos, vertiendo después en el líquido carbonato de amoniaco para separar el uno del otro, como queda dicho al tratar del hierro.

Cuando el mineral contiene óxido de cobre, como sucede con la Chalkolita de Cornwal, se obtiene tambien un vidrio verde, con el borax y con la sal de fósforo á la llama de oxidacion; pero, como los minerales que contienen protóxido y sesquióxido de hierro, y óxido de cobre sin urano, dan una reaccion semejante con aquellas sustancias, cuando se los ensaya para descubrir este metal se necesita someterlos á otro experimento. Fúndese pues la sustancia con carbonato de sosa, borax y un poco de plomo, sobre el carbon, á la llama de reduccion, hasta que todo el cobre se reduzca, quedando aleado con el plomo. El vidrio, dejado enfriar, se pulveriza, se trata con ácido clorohídrico y agua, los protóxidos de urano y de hierro, si

¹ Hállase además el Urano en el Urano-tántalo, Urano sulfatado, Urano subsulfatado, Fergusonita, Eugenita, Polikrasa y Thorita.

existen, se convierten en sesquióxidos por la adición de unas gotas de ácido nítrico, se añade á la disolucion carbonato de amoniaco en exceso, y el resto de la operacion se conduce como queda dicho en el párrafo del hierro.

§. XI.—COBRE [Cu].—*Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

Hállase este metal con mucha abundancia en la naturaleza,

(a) Metálico, en el *Cobre nativo* [Cu].

(b) Con selenio, ó solo, ó con otros seleniuros, á saber: solo, en el *Cobre seleniado* [2 Cu Se]; con plomo, en el *Seleniuro de plomo y de cobre*, y con plata, etc., en la *Eukairita* [2 Cu Se+Ag Se].

(c) En estado de sulfuro, solo y en combinacion con otros sulfuros metálicos, á saber: solo, en el *Cobre sulfurado*, *Cobre vítreo* [Cu²S], que generalmente contiene hierro en poca cantidad; con hierro y un poco de plomo, en la *Covelina* [Cu S]; con hierro, en la *Filipita* ó *Cobre abigarrado* [3 Cu²S, Fe²S³], y en las *Piritas de cobre*; con arsénico y hierro, en la *Tennantita* $\left[\begin{smallmatrix} 4 \text{ Fe S} \\ 4 \text{ Cu S} \end{smallmatrix} \right\{ 2 \text{ As}, 3 \text{ S} + 2 (4 \text{ Cu}, 4 \text{ S}, 2 \text{ As}, 3 \text{ S}) \}$; con plata y un poco de hierro, en la *Estromeyerina*, *Cobre sulfurado argentífero* [Cu S+Ag S]; con arsénico, hierro y un poco de antimonio y plata, en los *Cobres grises*; con estaño y un poco de hierro, en las *Piritas de estaño*, *Estaño sulfurado* [Cu S+Sn S]; con antimonio, plata, hierro y zinc, en la *Polibasita*, *Plata sulfurada frágil*; con plomo, antimonio y un poco de hierro, en la *Burnonita*; con bismuto, en el *Cobre sulfurado bismutífero*, y con bismuto, plomo y un poco de níquel, en el *Nadelierz*.

(d) En estado de oxidacion, ó solo, ó en combinacion con otros óxidos metálicos y agua, á saber: como subóxido, en el *Cobre oxidulado*, *Cobre oxidado rojo* [Cu²O]; como óxido mezclado ó combinado con sesquióxido de manganeso y agua, en el *Manganeso peroxidado cuprífero* $\left[\begin{smallmatrix} \text{Cu O} \\ 3 (\text{Mn}^2 \text{ O}^3) \\ 3 \text{ H O} \end{smallmatrix} \right\} + 3 \cdot (2 \text{ Mn}^2 \text{ O}^3 + 3 (\text{H O}))$; como óxido con un poco de hierro, en el *Cobre oxidulado ferrífero* [Cu O], y con azufre

ó arsénico, y á veces una cantidad considerable de óxido de manganeso ó de óxido de hierro, en el *Cobre oxidado negro*.

(e) Como óxido combinado con cloruro de cobre, en el *Cobre clorurado ó muriatado* [$\text{Cu Cl}^2 + 3 \text{ Cu O} + 6 \text{ aq}$].

(f) En estado de oxidacion, con ácidos solo ó con otras sales metálicas ó tierras y agua, á saber:

(1) Con ácido carbónico, óxido de cobre y peróxido de hierro, en la *Misorina* ó *Carbonato de cobre anhidro* [$2 \text{ Cu}^2 \text{ O}, \text{ C O}^2$]; con ácido carbónico y agua, en el *Cobre carbonatado azul* [$2 (\text{Cu O}, \text{ C O}^2) + \text{Cu O}, \text{ H O}$], y en el *Cobre carbonatado verde*, *Malaquita* [$2 (\text{Cu O}) \text{ C O}^2 + \text{H O}$].

(2) Con ácido arsénico y agua, en el *Cobre arseniado*, *Condurita* [$6 (\text{Cu O}) \text{ As O}^5 + 4 \text{ aq}$]; en la *Eucroita* [$4 (\text{Cu O}) \text{ As O}^5 + 7 \text{ aq}$]; en la *Erinita* [$5 (\text{Cu O}) \text{ As O}^5 + 2 \text{ aq}$]; en la *Olivenita* [$4 \text{ Cu O} (\text{As}^2 \text{ O}^5, \text{ Ph}^2 \text{ O}^5) + \text{aq}$], y con alúmina y agua, en la *Liroconita* [$2 (\text{Al}^2 \text{ O}^5, 3 \text{ H O}) + 3 (4 \text{ Cu O}, \text{ As O}^5, 8 \text{ H O})$].

(3) Con ácido fosfórico y agua, en el *Cobre fosfatado* [$4 \text{ Cu O}, \text{ P O}^5 + 2 \text{ aq}$], y en el *Cobre hidro-fosfatado*, ó *Fósforocalcita* [$5 \text{ Cu O}, \text{ P O}^5 + 5 \text{ aq}$].

(4) Con ácido sulfúrico y agua, en la *Brochantita* [$\text{Cu O}, \text{ S O}^5 + 3 \text{ Cu O}, \text{ H}^2 \text{ O}$], y en el *Cobre sulfatado*, *Caparrosa azul* [$\text{Cu O}, \text{ S O}^5 + 5 \text{ aq}$].

(5) Con ácido crómico y cromato de plomo, en la *Voquelinita*.

(6) Con ácido silícico y agua, en la *Diopstasa* [$3 \text{ Cu O}, 2 \text{ Si O}^5 + 3 \text{ aq}$]; con sílice, agua y un poco de ácido carbónico, en el *Cobre hidro-silíceo* [$\text{Cu O}, \text{ Si O}^5 + \text{aq}$], y con sílice y silicato de alúmina, en la *Alofana*.

El cobre se encuentra además en estado metálico en las Escorias de la fundicion de minerales de cobre, y con frecuencia como un elemento secundario en las de los minerales plomizos y argentíferos. Hállase tambien,

(a) Metálico en el *Cobre maleable* ó *afinado*, en el *Cobre negro*, y en el *Plomo de obra*.

(b) Con azufre ó solo, ó con otros sulfuros; v. gr., en las *Matas crudas* ó *Crudios*, *Matas de plomo*, *Matas de cobre*, etc.

(c) En estado de oxidacion y vitrificado en todas las Escorias procedentes del tratamiento de los cobres crudos, y de la refinacion del cobre para la extraccion de la plata.

Análisis del Cobre.

Este ensayo es tan sencillo y tan seguro, que la presencia ó ausencia del cobre en una combinacion cualquiera puede determinarse en muy poco tiempo.

La combinacion del cobre con otros metales, tal como se encuentra en la naturaleza, contiene selenio generalmente, y si se expone por algun tiempo sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el glóbulo que resulte se trata con borax á una llama de oxidacion muy sostenida, el vidrio presenta ordinariamente el color producido por el óxido de cobre. Calentada la perla formada, después de separarla del exceso del metal, en otra parte del carbon á la llama de reduccion, toma cuando se enfria un color rojo, y es enteramente opaca. Esto último no siempre se verifica, porque si se tiene demasiado tiempo á la llama de reduccion se separa el cobre, y el vidrio resulta enteramente incoloro. La coloracion se logra mejor añadiendo al vidrio un poco de estaño; y tratándolo unos instantes á la llama de reduccion. Una parte del estaño se oxida á expensas del óxido de cobre, y se disuelve sin prestar color alguno, en tanto que el cobre, reducido á subóxido, tiñe el vidrio de rojo cuando se enfria y aparece opaco. El color encarnado es mas ó menos intenso, segun la proporcion de los demás óxidos disueltos al mismo tiempo que él.

Hé aquí el modo de hallar el cobre en muchos productos de fundicion, que consisten solo en combinaciones metálicas. Trátanse estas con borax ó sal de fósforo sobre el carbon á la llama de reduccion; la perla vítrea que resulta, líquida aun, se separa del glóbulo metálico por medio de las pinzas, se observa si ha habido coloracion debida al óxido de cobre, se lleva el ensayo á otro punto del carbon, y se trata con estaño, como acabamos de decir. Si existiese únicamente un vestigio de cobre, lo que solo puede suceder con los *Plo- mos de obra*, no siempre se obtendrá una perla roja; si el compuesto

metálico contiene al mismo tiempo antimonio, el vidrio al enfriarse se vuelve opaco y se tiñe de gris ó de negro. En semejante caso, la liga metálica se funde previamente sin reactivos sobre el carbon á la llama de oxidacion, hasta que todo el antimonio se volatilice, haciendo disolver en seguida en el ácido bórico la mayor parte del plomo, como se dirá al explicar, en el análisis cuantitativo del cobre, el procedimiento para refinarlo. El glóbulo que resulte se trata primero con sal de fósforo á la llama de oxidacion, y la perla cristalina se funde con estaño á la llama de reduccion. Con solo un rastro de cobre que exista, tomará el vidrio al enfriarse un color rojo, y resultará ó del todo ó parcialmente opaco.

Si la liga metálica contuviese mucho níquel, cobalto, hierro y arsénico, se eliminarían la mayor parte del cobalto y del hierro por medio del tratamiento con borax sobre el carbon, á la llama de reduccion, y estudiando los colores del vidrio, como se ha dicho al hablar del hierro. Añádese plomo al producto fundido que se obtiene á la llama de reduccion, por cuyo medio la mayor parte del arsénico se volatiliza, y después de tratar el residuo con ácido bórico, tanto el plomo como cualquier rastro de cobalto y de hierro que pueda existir, queda disuelto. El glóbulo restante, compuesto de níquel y de cobre, y probablemente de una parte del arsénico, se trata con sal de fósforo á la llama de oxidacion, y se observa el color que toma el vidrio. Si se halla presente el cobre, aparece aquel, verde oscuro en caliente, verde mas claro al enfriarse, y enteramente frio verde muy brillante. Este último color se forma con el moreno claro del óxido de níquel, y el azul del óxido de cobre.

Las combinaciones de cobre con azufre y otros sulfuros metálicos, ó se calientan alternativamente sobre el carbon á la llama de oxidacion y á la de reduccion, hasta que el azufre se disipe del todo; ó se tratan con sosa sobre el carbon á la llama de reduccion, con lo cual se obtiene el cobre en estado metálico; ó se disuelven en el borax ó en la sal de fósforo, y se trata el vidrio con estaño sobre el carbon para reconocer la presencia del cobre por el color rojo que presente. Si la sustancia tostada contuviese, además del cobre, otros óxidos metálicos de fácil reduccion, no se obtendría puro aquel por su fusion

con la sosa, sino una liga de cobre y los demás metales, la cual, si no se obtiene en un solo glóbulo, es preciso lavarla con agua en el mortero para separarla de las escorias ó de otra materia extraña, añadirle plomo si no lo contuviese la aleacion, y refinarla tratándola con ácido bórico sobre el carbon. Si no conviene refinar, puede la liga metálica ensayarse con borax y sal de fósforo para hallar el cobre, como queda dicho acerca de las combinaciones metálicas. Cuando el ensayo tostado, además del cobre, solo contiene óxido de hierro, no resulta por su reduccion una liga de los dos metales, sino dos régulos de cobre y de hierro, separados uno de otro, que después de la operacion se distinguen muy claramente con los lentes ó con el iman. Pero cuando contiene óxido de estaño, que es el caso de las piritas de estaño, se obtiene por la reduccion una liga metálica pulverulenta, que, fundida por algun tiempo con una perla de sal de fósforo á la llama de oxidacion, produce un vidrio rojo y opaco. Si la torrefaccion no ha sido completa, se produce una mezcla de sulfuro de cobre y de otros sulfuros metálicos.

Tratando la sustancia tostada con borax ó con sal de fósforo, después de añadirle estaño, primero á la llama de oxidacion y en seguida á la de reduccion, aun cuando contenga otros óxidos metálicos, excepto el óxido de bismuto y el de antimonio, siempre se manifiesta la reaccion del cobre, con tal que haya una cantidad apreciable de este metal; pero si al mismo tiempo contuviese mucho bismuto ó antimonio, el vidrio tomara, al enfriarse, un color gris oscuro, que destruye la tinta roja producida por el subóxido de cobre. Cuando, por el contrario, el bismuto ó el antimonio están presentes solo en cortas cantidades, el vidrio toma casi siempre un color gris moreno. Si se obtuviese una perla negra ó gris, se mezclaria la sustancia tostada con sosa, borax y plomo de ensayos, y se fundiria la mezcla á la llama de reduccion. El glóbulo metálico que se obtiene por este medio se trata sin reactivos sobre el carbon, y después con el ácido bórico, hasta que se forma un régulo de cobre puro, ó hasta que todo él se disuelve y el cobre comunica al ácido bórico un color verde, azul ó rojo. El glóbulo de cobre, libertado por el ácido bórico de la mayor parte del plomo y del bismuto, se trata con sal de fósforo y estaño,

como arriba queda dicho. Este último procedimiento, según el cual se volatiliza el antimonio, quedando el bismuto enteramente separado por medio del ácido bórico, es el más seguro.

Si el cobre existe en una sustancia en tan insignificante cantidad, que una parte de ella, disuelta en el borax ó la sal de fósforo, no produce reacción de cobre, ni aun después de añadirle estaño, se toman 100 miligramos del ejemplar, poco más ó menos, se tuestan como para los análisis cuantitativos del cobre, se mezcla la sustancia tostada con partes iguales de sosa y de borax, y si no contiene ningún metal reducible con facilidad, se añaden de 30 á 50 miligramos de plomo de ensayos, y se reduce como en los análisis cuantitativos del cobre. La liga metálica, obtenida en forma de glóbulo, en el que está contenido todo el cobre, se ensaya para reconocer este metal, tratándolo primero con el ácido bórico y luego con la sal de fósforo y el estaño. Los ulteriores procedimientos son idénticos á los arriba ya explicados. El protóxido y el subóxido de cobre, tal como se hallan en la naturaleza, y el último también, en combinación con otros óxidos metálicos, se conducen con el borax y la sal de fósforo y con el estaño, á la llama de reducción, de un modo exactamente igual al del óxido de cobre, y por consiguiente, la presencia de este metal se reconoce en los minerales sin dificultad. Puede también el cobre ser separado de ellos con solo reducirlo con la sosa y una cantidad corta de borax. Las sales naturales de cobre, como son los silicatos de este metal, y un compuesto de este silicato y de silicato de alúmina, la Alofana, prestan al borax y á la sal de fósforo el color del protóxido de cobre, particularmente si se tratan con estaño sobre el carbon á la llama de reducción. Cuando es necesario separar el cobre en estado metálico, se tuesta primero ligeramente el sulfato de cobre en una y otra llama, alternando; este se reduce, como las demás sales, con sosa y borax sobre el carbon, y el cobre ordinariamente se reúne y forma un glóbulo, mientras que los óxidos metálicos de difícil reducción quedan disueltos en el borax.

En las manipulaciones con sulfatos ó arseniats de cobre, níquel, cobalto ó hierro, se volatiliza el azufre en la torrefacción, pero parte del arsénico queda con el níquel como arseniato. Cuando la sustancia

tostada se reduce sobre el carbon por medio de la sosa y del borax, el cobre, el níquel y el arsénico producen un glóbulo metálico líquido, y el óxido de cobre y el de hierro quedan disueltos por el borax. Si el glóbulo metálico reducido contiene cobre, comunicará al borax ó á la sal de fósforo, á la llama de oxidacion, una tinta verde, procedente del níquel y del cobre; coloracion que al enfriarse resulta siempre algo mas pálida.

La presencia del cobre puede tambien aseverarse si, tratado aquel vidrio con estaño, pierde su transparencia cuando se enfria, y toma una tinta encarnada. Si el vidrio de borax, sin la adicion del estaño, se trata á la llama de reduccion hasta que todo el cobre y el níquel se separen en estado metálico, y se nota que el glóbulo aparece azul, es prueba de que la torrefaccion no ha sido completa, y que en la reduccion quedó algun arseniuro de cobalto acompañando al boton metálico.

Por medio del borax y la sal de fósforo es difícil determinar el cobre que se halla en las escorias como protóxido ó subóxido, á excepcion del contenido en el *Cobre maleable ó afinado*, en razon á las pequeñas cantidades presentes en lo general, y á que los otros elementos, que son casi siempre silicatos de diversas tierras y óxidos metálicos difíciles de reducir, destruyen la reaccion del óxido de cobre. Por esta razon, en vez de emplear los métodos de reduccion, deben las escorias tratarse con sosa sobre el carbon, y si ni aun por este medio pudiera el cobre ser descubierto, una cantidad superior, unos 100 miligramos, se reducen con partes iguales de sosa, 50 miligramos de borax y de 30 á 50 miligramos de plomo de ensayos, y el plomo, juntamente con el glóbulo, se trata con ácido bórico hasta que todo quede disuelto ó el cobre se concentre. Si la escoria contiene un rastro solo de cobre, se reducirá y combinará con el plomo, habiendo en el primer caso teñido el ácido bórico de rojo, verde ó azul. Si el cobre presente es muy poco, la coloracion se nota solo en aquellos puntos en que se disolvió la parte de plomo que contenia el cobre. Si la escoria contuviese 1 por 100 de cobre, y el vidrio se tratara á la llama de reduccion, solo el plomo se disolveria, quedando el cobre en estado de fusion, con su color especial azul verdoso. Si el

cobre se expone por algun tiempo á la llama de oxidacion, se oxidará, y el vidrio todo se teñirá de rojo á causa del subóxido formado. En el segundo caso el glóbulo metálico, fundido con ácido bórico, se tratará con sal de fósforo y estaño, segun se dijo.

El cobre contenido en pequeña cantidad en una sustancia, puede casi siempre descubrirse, si no está en combinacion con el ácido sulfúrico, aplicándole una ó dos gotas de ácido hidroc্লórico. Basta humedecer la sustancia con este ácido y calentarla en las pinzas á la extremidad de la llama azul, con lo cual la llama exterior aparece azul verdosa, y á veces azul rojiza, por el cloruro de cobre formado. Cuanto mas hermosa é intensa es la coloracion, tanto mas rica es la sustancia en óxido de cobre. Los silicatos, por ejemplo las escorias, se pulverizan lo mejor posible en un mortero, su polvo se humedece con una gota de ácido hidroc্লórico en un baño de porcelana, se seca á la llama de la lámpara, y del polvo seco se forma un grano con unas gotas de agua. Este barro se coloca en la sortija del alambre de platino, se calienta con el extremo de la llama azul, y si el silicato contiene cobre, la llama exterior experimenta una coloracion azul. Los minerales en que existe el cobre, excepto el Cobre clorurado, calentados sin reactivos en el extremo de la llama azul, prestan á la llama exterior una tinta verde muy linda, y si el mineral encierra al mismo tiempo mucho plomo, resulta una llama azul con listas verdosas.

§. XII. — PLATA [Ag]: — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos metalúrgicos.*

Hállase la plata en la naturaleza,

(a) Metálica, ó sola ó en combinacion con otros metales, á saber: como *Plata nativa* [Ag], que viene con frecuencia mezclada con pequeñas porciones de antimonio, arsénico y hierro; en el *Oro nativo* que contiene mas ó menos Plata, en la *Plata amalgamada* ó *Mercurio argentífero* [Ag 2 Hg] y [Ag 3 Hg], con antimonio en la *Plata antimonial* [2 Ag, Sb] y [3 Ag, Sb], con oro y telurio en el *Telurio nativo auro-argentífero* [Ag Te + 3 (Au, 3 Te)]; con hierro, arsénico y un poco de antimonio, en la *Plata arsenical*; con oro, telurio y plo-

mo en el *Teluro auro-plumbífero*, *Oro gris amarillento*, y con selenio y cobre en la *Eukairita*, *Cobre seleniado argentífero*.

(b) Con azufre, ó sola ó en combinacion con otros sulfuros; por ejemplo, sola en la *Plata sulfurada* $[Ag S]$; con antimonio y un poco de cobre en la *Plata sulfurada frágil*, ó *Plata agria* $[6 Ag S + 2 Sb 3 S]$; con arsénico, cobre y antimonio en la *Polibasita* $\left[\begin{smallmatrix} 2 Sb 3 S \\ 2 As 3 S \end{smallmatrix} \right] + 3 \left\{ \begin{smallmatrix} Ag S \\ 2 Cu S \end{smallmatrix} \right\}$; con arsénico y una pequeña proporcion de antimonio, en la *Prustita* ó *Plata roja clara* de los alemanes, *Plata arsenio-sulfurada* $[3 (Ag S), + 2 As 3 S]$; con antimonio en la *Plata antimonizada sulfurada*, *Plata roja oscura* $[3 (Ag S), 2 Sb 3 S]$; con antimonio, un poco de cobre y hierro en la *Miargirita* $[Ag S, 2 Sb 3 S]$; con cobre y un poco de hierro, en la *Estromeyerina*, *Cobre sulfurado argentífero*; con antimonio, cobre y un poco de hierro y zinc en la *Polibasita*; con bismuto, plomo, y al mismo tiempo con un poco de hierro y cobre, en el *Bismuto sulfurado plumbo-argentífero*; con antimonio, arsénico, cobre, hierro y zinc, en el *Cobre gris*, y en muy pequeña porcion en muchos minerales de plomo y de cobre, como son, el *Plomo seleniado*, el *Cobre sulfurado*, las *Piritas de cobre*, etc.

(c) En combinacion con el cloro en la *Plata clorurada*, *Plata córnea* $[Ag Cl]$.

(d) En combinacion con el Iodo en la plata *Iodurada* $[Ag 2 I]$.

Tambien se presenta la plata en los productos metalúrgicos,

(1) Metálica, ó sola ó en combinacion con otros metales, á saber: sola en la *Plata afinada*, y combinada en la *Plata de amalgamacion*; con un poco de plomo, y á veces con pequeñas cantidades de cobre, en la *Plata copelada*; con plomo, y tambien con cobre y vestigios de antimonio, arsénico, hierro y azufre, en el *Plomo de obra*; como elemento secundario en el *Cobre negro* obtenido de los minerales de cobre y de plomo, y tambien, aunque en pequenísimas porciones, en el *Abstrich de plomo*.

(2) Combinada con azufre y otros metales, entre los que se halla, sin embargo, en proporcion muy reducida, á saber: en las *Matas* ó *Crudios* obtenidos del sulfuro de plomo y del sulfuro de hierro; en las *Matas cobrizas* del sulfuro de cobre, del sulfuro de plomo y del

sulfuro de hierro; en las *Matas crudas* del sulfuro de hierro, y á veces de un poco de sulfuro de plomo y sulfuro de cobre; en las *Escorias corridas* ó *flúidas* procedentes de la fundicion de diversos sulfuros que contienen plata, y tambien en estado de suma division mecánica, en las escorias que se obtienen de la fundicion de los minerales argentíferos ó de los productos argentíferos que resultan de su reduccion.

(³) En estado de oxidacion, pero solo en cantidades sumamente reducidas, en el *Litargirio*, en el *Abstrich* y en los *Fondos* ó *Plazas de copela*, de las que se ha separado el *Plomo de obra*.

Análisis de la Plata.

Algunos de los minerales, ligas y productos de fundicion son tales, que basta mirarlos para conocer que constan de plata. Pertenece á estos la Plata nativa y el Oro nativo de un color muy bajo, la Plata fina ó afinada, la Plata de amalgamacion y la Plata copelada. Otros minerales argentíferos cuando están combinados con elementos volátiles, si se exponen á una fuerte llama de oxidacion, dan glóbulos de plata pura y el carbon queda cubierto de un sublimado rojo. Son de estos la Plata antimonial, la Plata arsenical y las amalgamas naturales y artificiales. Cuando estas se calientan en un tubo cerrado de vidrio, se volatiliza el mercurio y se deposita en forma de gotas pequeñas, que pueden hacerse reunir en una sola golpeando suavemente sobre el tubo ó matraz. El residuo, que queda por este procedimiento casi libre de mercurio, da cuando se funde sobre el carbon un hermoso glóbulo blanco. Si el Teluro nativo auro-argentífero, y el Teluro auro-plumbo-argentífero se calientan sobre el carbon, queda un glóbulo amarillo aurífero, que se compone de oro y de plata; tratando esta aleacion por el agua regia, el oro se disuelve y la plata se deposita como un cloruro. El oro nativo que contiene plata puede tratarse tambien del mismo modo cuando se desee separar los dos metales. Los minerales que contienen cobre, además de otros metales volátiles, dan un boton de plata y cobre cuando son tratados sobre el carbon á la llama de oxidacion, y para obtener de ellos la plata en es-

tado de pureza, es preciso mezclarlos con plomo y copelarlos. La Eukairita pertenece á este clase. Descúbrese la plata en el Plomo de obra, en el Abstrich de plomo y en el Cobre negro impuro, copelando los dos primeros sin adición de plomo, y tratando al tercero sobre el carbon con diez veces su volúmen de plomo de ensayos. Si solo se trata de buscar la plata contenida en los minerales y productos de fundicion, que consisten en sulfuros metálicos, ó que los contienen únicamente, es de todos los métodos el mas satisfactorio el análisis cuantitativo de la plata con el plomo de ensayos y el borax. Las explicaciones necesarias acerca de él se darán al tratar del análisis mencionado. La Plata clorurada nativa, ó Plata córnea, se funde sobre el carbon á la llama de oxidacion, y forma un glóbulo pardo, gris ó negro, que si está puro da plata metálica á la llama de reduccion. La misma descomposicion se efectúa inmediatamente con la sosa sobre el carbon. Los productos de fundicion que contienen tan solo una cantidad pequeña de plata, por ejemplo, el Litargirio, los Fondos ó Plazas de copela y el Abstrich, se ensayan segun los métodos que se prescribirán en los análisis cuantitativos de aquellas sustancias.

§. XIII.—MERCURIO [Hg].—*Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

Hállase el mercurio en la naturaleza,

(a) Metálico, solo, en el *Mercurio nativo* [Hg], y combinado con la plata, en la *Plata amalgamada* ó *Mercurio argentífero*.

(b) En combinacion con el azufre, en el *Cinabrio* ó *Mercurio sulfurado*, y en el *Mercurio hepático*, ó *Lebererz* [Hg S]. El último, sin embargo, viene mezclado con carbono, sílice, óxido de hierro y otras sustancias.

(c) En combinacion con el cloro, en el mercurio *Clorurado* ó *Córneo* [Hg Cl].

(d) Y en combinacion con el Iodo, en el *Mercurio iodurado*.

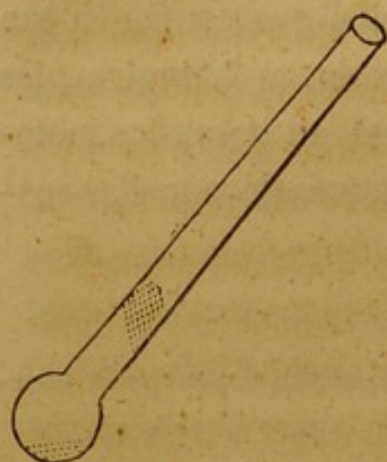
Forma tambien el mercurio parte de muchos productos, residuos, escorias, etc., procedentes de las *operaciones de amalgamacion* para

el beneficio de los minerales de plata. A estos pertenecen los productos de amalgamacion de los minerales de oro y plata, á saber : la *Amalgama de oro*, la *de plata* y los residuos no lavados, en los que existe la *Amalgama de plata* sumamente dividida. Si los minerales que han de amalgamarse contienen cobre y plomo, se hallarán ambos metales en los residuos, cuando la operacion quede terminada.

Análisis del Mercurio.

El Mercurio nativo posee todas las propiedades del metal puro ; por consiguiente, no necesita ensayarse, á no ser que se trate de descubrir si existen algunos otros metales.

Fig. 45.



Las amalgamas de mercurio con oro y plata, á las que corresponden las amalgamas naturales y artificiales, y tambien los residuos impuros obtenidos en el lavado de las amalgamas de plata, cobre y plomo, se caldean á la lámpara de espíritu de vino en un frasco ó tubo de vidrio con una bola soplada en uno de sus extremos (*Fig. 43*). El mercurio se separa, se volatiliza y se deposita en la parte mas fria del tubo en pequeños glóbulos metálicos, que no pueden confundirse con ningun otro metal. En el ensayo de los compuestos de mercurio con azufre, cloro ó iodo, á los cuales pertenecen el Mercurio nativo, el Mercurio hepático, el Mercurio clorurado y el Mercurio iodurado, se tritura un poco de la sustancia en el mortero de ágata con un volumen igual de sosa ; la mezcla se introduce en el tubo de vidrio, y se calienta al rojo á la lámpara de espíritu de vino. El azufre ó el cloro se combinan á esta temperatura con el radical de la sosa, formando sulfuro ó cloruro de sodio ; el mercurio queda en libertad, sube en forma de vapor, y se condensa en las paredes superiores del frasco como un sublimado agrisado, que se reúne en pequeños glóbulos, golpeando el tubo suavemente. Si la cantidad presente de este metal fuese tan mínima, que no se obtuviese sublimado metálico de mercurio

rio, se repite el ensayo en los mismos términos, introduciendo en el tubo al propio tiempo el extremo de un alambre de hierro cubierto con un pedazo de pan de oro, teniéndolo un poco sobre la superficie de la sustancia; con lo cual el oro se pone blanco enteramente, ó casi blanco, aun cuando la cantidad de mercurio sea sumamente corta.

Segun Wackenroder (*Tabellen zur Analyse der unorganischen Verbindungen*, publicadas en 1842), las sales haloideas de mercurio dan un sublimado sobre el carbon. Las sales oxigenadas mezcladas con cloruro sódico, y el mercurio sulfurado con una mezcla de sosa y de cloruro sódico, producen un denso ó ligero vapor blanco, y tambien un sublimado de subcloruro de mercurio. Cuando se busca el mercurio en una sustancia en la que aquel no está combinado con el azufre y que por sí sola no da sublimado, se reduce á polvo fino y se funde con cloruro sódico seco sobre el carbon á la llama de reduccion, obteniéndose de este modo un sublimado blanco de subcloruro de mercurio. Por el contrario, si el mercurio está combinado con el azufre, se funde la sustancia con una mezcla de sosa y de cloruro sódico.

Pero de suyo el cloruro sódico, tratado sin reactivos sobre al carbon, produce un sublimado blanco á la llama de reduccion, y aunque siempre aparece después del sublimado de subcloruro de mercurio, y tan solo cuando la temperatura es muy elevada, conviene en todo caso estudiar el modo de conducirse del cloruro sódico sobre el carbon, antes de emprender el análisis del mercurio por este medio.

§. XIV.—PLATINO [Pt].—PALADIO [Pd].—RODIO [R].—IRIDIO [Ir].—OSMIO [Os].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Estos metales se hallan juntos generalmente, y asociados tambien algunas veces con un poco de hierro, cobre y plomo en el *Platino nativo*, en que el platino es siempre el elemento principal.

El Paladio tambien se halla nativo combinado con un poco de platino y de iridio entre el *Platino nativo* del Brasil.

El Rodio tan solo se encuentra, y en muy corta cantidad, en el *Platino nativo*.

El Iridio se recoge nativo en Rusia, combinado con un poco de Osmio y mezclado con *Oro nativo* y *Platino nativo*. Existe tambien con mayor proporcion de Osmio en forma granular en el *Osmiuro de iridio* [Ir Os], acompañando al *Platino nativo* de la América Meridional. Las cantidades de osmio del *Osmiuro de iridio* varian mucho.

El Osmio no se ha hallado mas que en la sustancia anterior y en el *Platino nativo*.

Modo de conducirse, al soplete, de los metales nativos precedentes.

Dichos metales no pueden ser separados unos de otros por el soplete, de modo que se les reconoce en que tratados con borax ó sal de fósforo en el alambre de platino ó sobre el carbon, ni se oxidan ni se disuelven, obteniéndose vidrios mas ó menos teñidos, cuyo color proviene de los metales oxidables mezclados con ellos, á saber; del cobre, hierro, etc., que pueden por este medio descubrirse prontamente en aquellas combinaciones.

Si se funden con plomo, y la liga se copela, operacion que no dura mas que lo que tardan en presentarse los metales de difícil fusion, se obtiene al cabo un compuesto metálico infusible, que contiene proporcionalmente mucho plomo, y al cual si se añade un grano de oro bastante grueso y se refina á un fuerte calor, producirá un boton blanco amarillento, y en ciertos casos un boton de platino gris metálico, libre enteramente de plomo, siempre que no haya mucho platino en la liga ó mucho iridio. Si de la copela no se obtiene puro, se afina muy fácilmente tratándolo con ácido bórico sobre el carbon á la llama de oxidacion.

La liga de oro, platino, iridio, rodio, paladio, etc., así obtenida, solo se analiza por la via húmeda cuando se trata de recoger el oro. Para ello se disuelve la aleacion en agua regia, se evapora un poco la disolucion, se diluye con alcohol debilitado, y el platino y el iridio se precipitan de esta disolucion por el cloruro potásico ó por el cloruro amónico, y el oro por una disolucion reciente de protosulfato de hierro. Aquel metal se obtiene en estado metálico, y solo resta filtrarlo, lavarlo y fundirlo con un poco de borax sobre el carbon.

El osmiuro de iridio es el único de estos compuestos que se puede descomponer, y cuyo osmio puede reconocerse. Calentándolo fuertemente con el nitro en el tubo cerrado de vidrio, se forma óxido de osmio, que revela su presencia por un olor fétido, semejante al del cloruro de azufre.

§. XV. — ORO [Au]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

El oro se presenta siempre en la naturaleza en estado metálico, á saber :

(a) Mezclado con otros metales y con mas ó menos plata en el *Oro nativo*; con teluro y plata en el *Oro gráfico*, *Teluro auro-argentífero*; con teluro, plomo y plata en el *Oro gris amarillento*, *Teluro auro-plumbífero*; con una gran cantidad de teluro y un poco de hierro en el *Teluro nativo*, y con plomo, teluro, un poco de cobre, plata y plomo sulfurado en el *Teluro negro*, *Teluro plumbo-aurífero*.

(b) En los sulfuros metálicos, á saber; en muchas *Piritas de hierro y de cobre*, pero siempre en cortas proporciones; la cantidad de oro contenida en estas piritas es muy variable. Las piritas de hierro, tan abundantes en Sajonia, cuando se hallan en contacto con su ganga, y contienen al mismo tiempo antimonio sulfurado y plata roja ú otro mineral argentífero muy dividido, rinden siempre mas oro que las que, encontrándose en las mismas circunstancias, no contienen antimonio.

La amalgama de oro es el único de los productos metalúrgicos que se presentan con frecuencia, en el que el oro forma la parte principal.

Y como los minerales de plata que se funden, en muchos casos son auríferos, se halla también el oro, como un elemento secundario, en varios productos que se obtienen en la reduccion de la plata. Hé aquí los mas comunes : la *Plata refinada*, si no se lo ha extraído el oro; la *Plata copelada*, la *Plata de amalgamacion*, el *Plomo de obra*, el *Cobre negro*, las *Matas de cobre*, las *Matas de plomo* y las *Matas crudas*.

Análisis del Oro.

El Oro nativo se reconoce al punto por el color peculiar del metal. Cuando se desea descubrir los metales volátiles en los demás minerales auríferos, á excepcion de las Piritas, se tratan sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta obtener un boton metálico inalterable. Con ciertos minerales, v. gr., con el Teluro nativo auro-argentífero, Teluro auro-plumbífero y Teluro plumbo-aurífero, quedan unos botones, que al enfriarse presentan color de oro, aunque contienen la plata existente en el mineral. Si acontece no obtener un boton metálico puro, se añade á la masa que haya resultado un poco de borax y de plomo de ensayos, y se trata por algun tiempo á la llama de reduccion. Los metales fáciles de reducir se combinan con el plomo de ensayos, y después que se enfrian, pueden separarse del oro y de la plata copelándolos en la ceniza de huesos. Si el boton obtenido por copelacion no tiene color de oro, sino que aparece blanco, la cantidad de oro es menor que la de plata, en cuyo caso se coloca el boton en una cápsula de porcelana, se vierten sobre él unas gotas de ácido nítrico, y la cápsula se calienta á la lámpara.

Si el boton no contiene mas que la cuarta parte de su peso de oro, se vuelve enteramente negro, y se descompone en seguida, disolviéndose la plata y quedando el oro en forma de copos. Cuando el boton de oro contiene mas de la cuarta parte de su peso de oro, se ennegrece, pero la plata no se disuelve; y ni se ennegrece ni se disuelve si la proporcion del oro y la de la plata son iguales, en cuyo caso se funde el glóbulo metálico sobre el carbon con dos veces su volúmen de plata pura, y se trata de nuevo con ácido nítrico, que ennegrece la masa, disuelve la plata y deja intacto al oro.

La amalgama de oro se trata primero en un tubo, del mismo modo que la de plata, para eliminar la mayor parte del mercurio, y después se lleva á la llama de oxidacion, en la que se obtiene un boton de oro puro.

La *Plata afinada*, así como la *copelada* y la de *amalgamacion*, después de haberlas afinado con una ligera adicion de plomo de en-

sayos, se tratan con ácido nítrico en una copela y se observa si la plata se vuelve negra, y si quedan después de su disolucion copos negros de oro ó partículas negras.

El *Plomo de obra* y el *Cobre negro* se afinan sobre una copela; el primero por sí solo y el segundo añadiéndole plomo de ensayos y tratando con ácido nítrico el boton metálico que resulte. Si la plata se ennegrece, ó si quedan partículas negras después que la plata se haya disuelto, los metales contienen oro.

Las Piritas de cobre y las de hierro.

Las *Matas de plomo* y las *Matas de cobre* se ensayan primero en busca de la plata, como en los análisis cuantitativos. El boton de plata resultante se coloca en una cápsula de porcelana que contenga ácido nítrico caliente, y se aplican los lentes con *toda presteza* para observar si se disuelve con color negro ó blanco; en el primer caso contiene oro y en el segundo no. Cuando en el ensayo de las Piritas no se obtiene un boton no puede deducirse por solo esto que el oro no existe en ellas, porque casi siempre está en cantidades tan cortas, que no puede verse con los lentes encima de la copela, ni aunque se hayan empleado tal vez 100 miligramos de mineral. En este caso dos ó mas fragmentos se sujetan á ensayo, el *Plomo de obra* que resulte se concentra por la copelacion, se mezcla con un poco de plata pura y se vuelve á refinar; con lo que se consigue alear el oro y la plata, pudiendo aquel ser reconocido, como hemos dicho, por el color negro del boton, cuando se le trata con el ácido nítrico caliente.

§. XVI. — ESTAÑO [Sn]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

El Estaño se presenta en la naturaleza en los minerales siguientes :

En combinacion con el azufre y los sulfuros de cobre y de hierro, en las *Piritas de estaño*; como óxido, en el *Estaño oxidado* [Sn O²], que contiene con frecuencia cierta proporcion de hierro, manganeso y sílice, y ciertos cristales, por ejemplo los de Finbo, ácido Tantálico. Entra tambien en la composicion de las Tantalitas y de otros muchos minerales que contienen Titano y Urano.

Rara vez se halla en los productos de fundicion, á no ser que se hayan empleado en ella minerales de estaño, del cual se encuentran cortas porciones en las escorias. Cuando las Piritas de estaño acompañan á los minerales de cobre, y este no se aísla del todo por la reduccion, necesariamente deberá encontrarse cierta cantidad de estaño en los primeros productos de la fundicion del cobre, particularmente en las *Matas crudas*.

Análisis del Estaño.

En las Piritas de estaño se reconoce con facilidad exponiendo un pepueño fragmento del mineral sobre el carbon á la llama de oxidacion. El ensayo al principio exhala olor de ácido sulfuroso, vuélvese después blanco de nieve por la parte exterior, y se deja ver un depósito blanco que cubre el soporte, rodeando el ensayo. Este sublimado es tan abundante, que no deja asomar al carbon entre él y el glóbulo metálico, y tan fijo, que no puede expelerse por ninguna de las dos llamas; comportándose por lo demás del mismo modo que el óxido de estaño.

Puede separarse el estaño de este mineral y en estado metálico por otro método, á saber: tuéstase el ensayo alternativamente en la llama de oxidacion y en la de reduccion, pulverízase después la masa en un mortero de ágata, con doble cantidad que la suya, de una mezcla compuesta de 100 partes de sosa, 50 de borax y 30 de sílice, y se calienta todo sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que el estaño y el cobre se reduzcan formando un glóbulo. En este procedimiento todo el cobre se reduce, pero del estaño solo una parte, quedando el resto y el hierro en estado de sesquióxido, disuelto en el vidrio. El glóbulo de cobre y estaño, que es desmenuzable, si la cantidad de estaño no es demasiado pequeña, se separa, y lo que queda se trata con sosa á una fuerte llama de reduccion, por cuyo medio se reduce el resto del estaño, y se obtiene en partículas metálicas, pulverizando el residuo y lavándolo con agua. El glóbulo de cobre, cuando se calienta sobre el carbon con sal de fósforo á la llama de oxida-

ción, se funde, y el vidrio que resulta toma, cuando se enfria, un color rojizo, debido á la presencia del subóxido de cobre.

Con las *Matas crudas* que contengan estaño se seguirá el procedimiento arriba indicado. El Estaño oxidado se conduce como el óxido de estaño, con la sola diferencia de prestar color de hierro al borax y á la sal de fósforo, y de dar á veces con la sosa sobre la hoja de platino la reaccion del manganeso.

El medio mejor de descubrir el estaño en las Tantalitas y en las escorias procedentes de minerales de estaño, es reducirlas por la sosa; pero se requiere en ese caso añadir una pequeña porción de borax, para disolver las combinaciones tantálicas é impedir la reduccion del hierro. Después que se termina esta operacion, se obtiene el estaño pulverizando el ensayo y lavándolo. Para convencerse de que las partículas metálicas obtenidas son de estaño, se disuelve protóxido de cobre en la sal de fósforo, se añaden algunas de aquellas al glóbulo formado, y se calienta todo sobre el carbon á la llama de reduccion. Si el metal presente es el estaño, tomará el vidrio al enfriarse un color rojizo.

§. XVII.—ANTIMONIO [Sb].—*Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos metalúrgicos.*

El antimonio se halla en la naturaleza,

(a) Metálico, en combinacion con otros metales, á saber: con un poco de plata y hierro en el *Antimonio nativo* [Sb]; con plata en la *Plata antimonial*, y con arsénico en el *Antimonio arsenical*.

(b) Con azufre y sulfuros de otros metales; v. gr., solo en el *Antimonio sulfurado*, *Antimonio gris*, que generalmente contiene plomo, cobre, arsénico y hierro; con hierro en la *Berthierita*; con níquel y arsénico en el *Níquel antimoniado sulfurado*; con plomo y un poco de hierro, cobre, bismuto y zinc, en la *Jamesonita*; con plomo, cobre y hierro en la *Burnonita*; con plomo y un rastro de cobre en la *Zinkenita*; con plomo en el *Plomo antimoniado*; con plata, plomo y cobre en la *Plata sulfurada antimonífera y plumbífera*; con plata, cobre y hierro en la *Myargirita*; con plata en la *Plata anti-*

moniada sulfurada, *Plata roja oscura*, á veces con plata y arsénico en la *Prustita*; con un poco de arsénico, plata y hierro en la *Plata arsenical*; y en mayor ó menor cantidad en los siguientes minerales argentíferos: con plata, cobre, hierro y zinc en la *Polibasita*; con cobre, plata, arsénico, hierro y zinc en los *Cobres grises*, y en muy corta cantidad, con cobre, hierro, plata y arsénico en la *Tennantita*.

(c) Como óxido, en el *Antimonio oxidado*, *Antimonio blanco* [Sb O^3]; mezclado á veces con óxido de hierro y con Antimonio sulfurado, en el *Antimonio oxidado sulfurado*, *Antimonio rojo* [$\text{Sb O}^3 + 2 (\text{Sb}, 3 \text{ S})$].

(d) Como Acido antimonioso en el *Acido antimonioso*, *Antimonio oxidado-terroso* [Sb O^4]. El antimonio entra tambien, aunque en cortas porciones, en muchos productos de fundicion argentíferos y plomizos, cuando los minerales fundidos ó amalgamados no estaban libres de plomo ó de plata antimonial. A esta clase corresponden el *Plomo de obra*, los *Metales amalgamados* y los *Abstrichs de plomo*, en los cuales se encuentra el antimonio en estado metálico; las *Matas crudas*, las *Matas de plomo*, las *Matas de cobre*, las *Escorias plomizas*, en las que se halla en estado de sulfuro, y el *Abstrich* de plomo, donde existe como ácido antimonioso en combinacion con el óxido de plomo ¹.

Análisis del Antimonio.

El análisis de este metal no es difícil, porque hay dos métodos para descubrirlo en la mayor parte de las combinaciones en que se encuentra en estado metálico.

El primer método, ó se practica sobre el carbon, y el antimonio se volatiliza y cubre el soporte de un sublimado blanco, ó se pone en planta introduciendo el mineral en un tubo abierto, de vidrio; en cuyo caso se desprenden humos antimoniales formados de óxido de anti-

¹ Tambien se halla el antimonio en el Antimonio en pluma, ó Federerz, en la Plagionita, Zundererz ó mena de Yesca, Antimonfilita, Geokronita, Bulangerita, Plomo goma, el Plomo antimoniado, Steinmanita, Kilbrickruerita, Kobelita, Níquel antimonial y Romeina.

monio y ácido antimonioso, que se condensan en la parte superior del tubo. Si el ensayo consta de compuestos metálicos ó de sulfuros metálicos, en los que se trata de encontrar el antimonio, como por ejemplo, en los minerales arriba citados, en los que el antimonio existe en estado metálico, y en los productos de fundicion, tales como el Plomo de obra, los metales crudos amalgamados, el Abstrich de plomo, los Crudios, las Matas de plomo y cobre, etc., el ensayo, siguiendo el primer método, ha de conducirse de este modo. Tómase un fragmento del Plomo de obra, del metal amalgamado en crudo, ó del Abstrich de plomo, los demás productos y minerales se emplean con mas éxito reducidos á polvo, y se coloca en una pequeña cavidad practicada en el carbon, sometiéndolo á una débil llama de reduccion. Teniendo el soporte en una posicion horizontal, si existe algo de arsénico se volatilizará, con tal que esté en combinacion con el níquel, y cubrirá el carbon de un sublimado blanco ó gris, á una gran distancia del ensayo; si el arsénico no existe, se producirá un ligero depósito de óxido de antimonio. Cuando ya no se desprenden mas vapores arsenicales, se dirige la llama sobre el sublimado, sin encender el carbon; por cuyo procedimiento se llega á expeler todo el arsénico, y queda una superficie limpia, sobre la cual el depósito de antimonio se reconoce sin dificultad. Este depósito es blanco cuando el plomo no se halla presente, y se deja trasladar de un punto á otro del carbon por la llama de oxidacion ó por la de reduccion; cuando se emplea esta, toma dicha llama una tinta azul baja, que es característica, para conocer la presencia del antimonio. Si la sustancia contuviese plomo, se obtendria al mismo tiempo un sublimado amarillo de óxido de este metal, que se deposita á mayor distancia del ensayo que el del antimonio, y que si está en capas delgadas aparece azulado, asemejándose en esto al sublimado de antimonio cuando se halla diseminado de la misma manera. Si el antimonio existe en mucha cantidad, no estorba el plomo para su análisis; pero si el antimonio es poco, no debe sostenerse por mucho tiempo la insuflacion sobre el ensayo, y se obtendrá solo el sublimado de antimonio, porque el de plomo no se hace visible sino después de un fuego largo y no interrumpido. Puede impedirse que el plomo se deposite

añadiendo un poco de ácido bórico vitrificado á la sustancia que se examina; porque cuando se somete esta mezcla á la llama de reduccion, el óxido de plomo que se forma es absorbido por el ácido bórico, y la mayor parte del antimonio, volatilizándose, cubre el carbon con su óxido. El glóbulo de plomo antimonial no debe tenerse en el centro de la masa en fusion, sino solo en contacto con ella, porque el antimonio en el primer caso se volatiliza con dificultad. Si la sustancia contiene zinc, se obtiene tambien un sublimado de este metal, que se distingue prontamente del de antimonio, porque no se volatiliza á la llama de oxidacion.

Algunos minerales y productos de fundicion, en los que existe el antimonio como ácido ó como óxido, pueden ensayarse segun queda dicho; pero no siempre se obtiene un sublimado muy distinto, particularmente si el óxido de antimonio ó el ácido antimonioso están diseminados ó combinados con otros cuerpos. En tales casos se mezcla el ensayo con sosa, y se trata sobre el carbon á la llama de reduccion, con lo cual el antimonio se volatiliza, y cubre el soporte con un óxido que se distingue perfectamente aun cuando sea sumamente pequeña la cantidad de antimonio contenida en el ejemplar. Si el ácido antimonioso está combinado con mucho óxido de plomo, como sucede en el *Abstrich*, no debe continuarse la insuflacion por largo tiempo, para évitar se volatilice mucho plomo. Las combinaciones de óxidos de estaño y antimonio, ó de ácido antimonioso, que no existen en la naturaleza, se tratan con una mezcla de sosa y borax sobre el carbon á la llama de reduccion, y los óxidos se reducen y separan en pequeños y limpios glóbulos metálicos, que se purifican de cualquier partícula extraña adherida á ellos, calentándolos sobre el carbon con tres veces su volúmen de plomo de ensayos, y una pequeña porcion de ácido bórico vitrificado. Si el ensayo se trata únicamente á la llama de oxidacion, se volatiliza el antimonio, deposita un sublimado sobre el carbon, el estaño se oxida, cubre el boton metálico de un depósito que se disuelve con una parte del plomo en el ácido bórico, y el sublimado de antimonio, libre del óxido de plomo por este procedimiento, puede reconocerse sin dificultad. El óxido de estaño que se deposita sobre el boton fundido es semejante al óxido

de níquel que se forma sobre los glóbulos de plomo níquelífero; pero como el estaño y el níquel se conducen con el borax de diferente modo, basta determinar la presencia del último de dichos metales.

El segundo método para descubrir el antimonio cuando está en las combinaciones en estado metálico es el siguiente. La sustancia se calienta en un tubo de vidrio, para que el antimonio se oxide y se sublime, formando un humo blanco, cuyos caracteres varían según los diferentes metales con los que el antimonio está en combinación. Si los metales son muy oxidables, se desarrollarán los humos de ácido antimonioso, que son muy fijos, y sobre los que no tiene influencia el calor.

Los humos que se escapan de los compuestos de plata y de cobre, parte se disipan y parte se depositan en la extremidad superior del tubo; los que se escapan poseen un olor ácido; pero, si existe en ellos el azufre, predomina siempre el olor del ácido sulfuroso.

Si la sustancia contiene plomo, también se desarrollan unos vapores muy densos; la parte de estos que se volatiliza puede tenerse por óxido de antimonio, y la que no se volatiliza por antimonito de plomo.

Se comprende fácilmente que este método no es aplicable al análisis de las ligas metálicas muy fusibles, porque al fundirse se escapan del tubo, que es preciso tener en una posición oblicua.

Cuando la sustancia está en combinación con el azufre, este se disipa como ácido sulfuroso, que se reconoce por su olor característico; en cuyo caso, si solo existe en el ensayo una pequeña cantidad de antimonio, se engendra á veces ácido antimonioso, y no óxido alguno de antimonio. Si la sustancia contiene mucho arsénico, los vapores antimoniales serán muy abundantes; pero, como los cristales de óxido de antimonio y de ácido arsénico se combinan, no siempre pueden distinguirse por su aspecto. Cuando esto sucede es preferible hacer el ensayo sobre el carbon como queda descrito.

Las combinaciones de los óxidos de antimonio, ácido antimonioso y otros cuerpos, no siempre pueden ensayarse en el tubo abierto de modo que no dejen duda. Para analizar el antimonio es siempre lo mejor emplear el procedimiento de la sosa sobre el carbon.

§. XVIII.—MOLIBDENO [Mo].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase :

(a) Metálico, combinado con el azufre, en el *Molibdeno sulfurado* [Mo 2 S].

(b) Como *Acido molibdico* [Mo O³], que es un polvo amarillo que cubre el *Molibdeno sulfurado*; y con óxido de Plomo en el *Plomo molibdatado*, *Plomo amarillo*¹.

Análisis del Molibdeno.

El molibdeno se descubre en el Molibdeno sulfurado, calentándolo con la sal de fósforo en el alambre de platino. Este fundente al principio parece que no disuelve porcion alguna del mineral; pero, después de sostener la llama de oxidacion por largo tiempo, el vidrio de sal de fósforo toma un color verdoso, debido al ácido molibdico. Si la parte de ensayo no disuelta se separa con las pinzas de la masa fundida, y lo restante se trata á la llama de reduccion, el color verde será muy característico. Al soplete el Acido molibdico se funde sobre el carbon, se volatiliza, comunica á la llama una tinta verde amarillenta, y donde reposó el ensayo se observa una mancha rojiza metálica y brillante. El Acido molibdico deja tambien sobre el carbon un depósito cristalino, y el Molibdeno sulfurado, y el metal mismo, dan igual reaccion sin llegar á fundirse. El color verde comunicado al borax por el Acido molibdico, permanece siempre trasparente, por mas tiempo que se tenga expuesto á la llama de oxidacion; lo que prueba que la tinta no procede de ningun otro óxido metálico.

Segun Berzelius, el Acido molibdico nativo de Bispberg se conduce de un modo semejante al del ácido puro; pero tratado con la sosa sobre el carbon, es absorbido por este, y el peróxido de estaño queda sobre su superficie.

¹ Hállase tambien el Molibdeno en el Plomo molibdatado básico, con el óxido, carbonato, fosfato, cloruro y cromato de Plomo.

El Plomo molibdatado se sujeta para descubrir el ácido molibdico, al mismo procedimiento que el Molibdeno sulfurado, cuidando tan solo de no emplear demasiada cantidad de mineral, para no producir el vidrio negro y opaco que resultaria en aquel caso.

El método de Merlet para descubrir el molibdeno por la via húmeda en los minerales precedentes, es el que sigue: pulverízase la sustancia, se funde con nitro en la cucharilla de platino, y se forma molibdato de potasa; disuélvese en un baño de porcelana con agua, á la lámpara de alcohol; decántase la disolucion clara para dejarla libre de cualesquiera residuos que pudieran ocurrir; se trata en seguida la disolucion acuosa caliente con ácido hidroclórico, y se introduce en la mezcla una tira de cobre metálico. Solo con que exista un vestigio de ácido molibdico, el líquido en que está el cobre adquiere un hermoso color azul, que desaparece cuando se enfria la disolucion, pero que se restablece inmediatamente por medio del calor ¹.

¹ Hé aquí un nuevo método para el ensayo del Molibdeno, publicado últimamente por el autor:

El Molibdeno metálico, que se obtiene fundiendo el óxido en un crisol brascado con carbon, no es fusible al soplete, pero cuando se calienta sobre el carbon á la llama de oxidacion, se oxida y poco á poco va depositando á corta distancia del ensayo un sublimado que en muchos puntos, y singularmente en los mas próximos á aquel, se compone de láminas brillantes lechosas y transparentes, y tambien de la misma materia en estado pulverulento. El depósito de ácido molibdico es amarillo en caliente, y blanco en frio. Las láminas cristalinas resultan mas hermosas cuando el ensayo se hace á mucha distancia de la llama del soplete, aunque siempre es preciso para que se formen graduar muy bien el calor. Puede el sublimado ser expelido del carbon por la llama de oxidacion, pero el lugar que deja aparece en enfriándose de un color oscuro rojo de cobre, y queda un óxido brillante de molibdeno, producido por el ácido molibdico puesto en contacto con el carbon incandescente. El molibdeno es inalterable á la llama de reduccion.

El Molibdeno sulfurado, que tambien es infusible, da á una continuada y fuerte llama de oxidacion, el mismo sublimado que el Molibdeno puro, y su azufre se disipa como ácido sulfuroso.

El Acido molibdico se funde muy pronto y se volatiliza á la llama de oxidacion, cubriendo el carbon de ácido cristalino y de óxido metálico brillante de color rojo de cobre. El molibdeno posec, en su calidad de óxido, la propiedad de dar

§. XIX.—TUNGSTENO [W].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Este cuerpo existe en la naturaleza siempre como ácido $[W O^5]$ en combinacion con ciertas bases, á saber : con la cal en el *Scheelio calizo* ¹, *Cal tungstatada* $[Ca O, W O^5]$; con el óxido de plomo en el *Plomo tungstatado* $[Pb O, W O^5]$; con hierro y protóxido de manganeso en el *Wolfram* $[Mn O, W O^5 + 3 (Fe O, W O^5)]$. Berzelius representa su composicion de este modo $[Fe^2 O^3, 2 W O^5 + Mn^2 O^3, 2 W O^5]$. Hállase tambien en cortas cantidades en algunas variedades de *Tantalita*, en la *Itrotantalita parda* y en la negra.

color á la llama exterior del soplete; v. gr. : si el Acido molíbdico humedecido se trata sobre el alambre de platino con el extremo de la llama azul, se volatiliza, comunicando á la llama exterior un color verde amarillento, análogo al de la Barita. La misma tinta le comunica el Molibdeno sulfurado, como puede verse calentando en las pinzas, á la extremidad de la llama azul, un fragmento fino de este mineral, que sin fundirse, presta á la llama exterior el color verde amarillento.

¹ Los Sres. Saez y Ferrari, en su traduccion del *Tratado de química* de Berzelius, tom. III, pág. 353, escriben : « El Tungsteno se encuentra en varios minerales, en particular en el *Schwerstein* (scheelio calizo), etc. »; y mas abajo insertan una nota del autor, concebida en estos términos : « Algunos químicos le han llamado (al tungsteno) *Scheelium*, en honor de Scheele; pero esta denominacion no es tan adecuada á la lengua sueca, y la inmortalidad de nuestro compatriota no tiene necesidad de este homenaje, por lo tanto soy de opinion llamarle en sueco *Wolfram* y en francés *Tungsteno*. » Hasta aquí la nota. Ahora bien; con el ejemplo de tan gran maestro, y abundando en las razones que da Berzelius para la adopcion del nombre de *Wolfram*, que podemos reservar exclusivamente para el Tungstato de hierro y de manganeso, me atrevo á proponer que, relegando nosotros tambien á la inmensa sinonimia en que por desgracia abunda la mineralogía, cualquier vocablo que tienda mas ó menos á reproducir el nombre del insigne sabio Scheele, hagamos siempre uso, para expresar este metal, de la voz tungsteno, que es, por su terminacion, la mas flexible para formar los adjetivos, y que no está tampoco, como lo están las otras, en lucha abierta con nuestra pronunciacion y nuestra ortografia.—*Moriana*.

Análisis del Tungsteno.

El ácido túngstico se descubre con facilidad en la Cal tungstatada, en el Wolfram y en el Plomo tungstatado, de la manera siguiente: mézclase una corta cantidad del mineral pulverizado con cinco veces su volúmen de sosa; la masa se calienta fuertemente en la cucharilla de platino, se deslie el ensayo fundido en agua hirviendo, se decanta el líquido claro, que es el que contiene el tungstato de sosa, se trata con ácido hidroc্লórico esta disolución, y se deposita un polvo blanco que calentado toma un hermoso color de limon. El comportamiento del ácido túngstico de la Cal tungstatada con la sal de fósforo queda dicho en la pág. 107.

Cuando se ensayan las Tantalitas para buscar el ácido túngstico, acompañará á este el ácido tantálico si está el tántalo contenido en ellas como ácido, y estorbará la reaccion amarilla que debe resultar cuando se aplica el calor á la mezcla. Si esto sucede se filtra la disolución, se separa el polvo blanco, se lava y se trata con sal de fósforo del modo siguiente: la sal de fósforo se disuelve en el alambre de platino y se le añade sesquióxido de hierro, hasta que el vidrio formado aparezca incoloro ó ligeramente amarillo á la llama de oxidacion, y tratado á la de reduccion, enteramente incoloro en frio; añádese entonces un poco del precipitado, húmedo todavía, y se somete primero á la llama de oxidacion y después á la de reduccion. Si se halla presente el ácido túngstico tomará el vidrio una tinta amarilla, encarnada ó roja de sangre¹, segun la cantidad de sustancia empleada. Esta reaccion es tan sumamente sensible, que con solo el mas mínimo rastro de ácido túngstico que contenga el ácido tantálico, adquiere el vidrio ferruginoso de sal de fósforo una tinta ó un viso amarillento. Es preciso ir con mucho pulso para la adiccion del sesquióxido de hierro, á fin de evitar la reaccion azul que se obtiene á la llama de re-

¹ Como el ácido titánico y el ácido túngstico presentan la misma reaccion con la sal de fósforo, para distinguir uno de otro se requiere un ensayo expreso. Segun Rose el ácido túngstico da un vidrio amarillo con el borax, y el ácido titánico una perla de color violeta, que es opaca á la llama.—*Muspratt.*

duccion. Como casi todas las tantalitas contienen mas ó menos sesquióxido de hierro, rara vez habrá que emplear el método enunciado, porque la reaccion se consigue sin dificultad disolviendo en la sal de fósforo el mineral pulverizado, y tratándolo á la llama de reduccion; si el ácido túngstico se halla presente resultará un vidrio diáfano rojo oscuro ¹. La presencia del protóxido de manganeso, óxido de estaño, itria y cal, no influyen en contra de la coloracion.

El ácido titánico ferruginoso, el óxido de níquel ferruginoso y el ácido antimonioso ferruginoso dan con la sal de fósforo una reaccion semejante á la del ácido túngstico ferruginoso.

§. XX. — VANADIO [V]. — *Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase en un *Mineral de hierro* de Taberg, en Suecia; en un *Mineral de plomo* de Zimapan, en Méjico; y en otro de Warlothead, en Escocia, que es el *Plomo vanadatado* ²; en el *Cobre vanadiado*, *Volborthita*; en un *Mineral de hierro en Granos* de Steinlade, cerca de Goslar; en el *Cobre esquistoso* de Mansfeld; en la *Hidrofta* y en el *Vanadato de cal*. Segun Berzelius la presencia del Vanadio en el *Uraño oxidulado*, *Pez blenda*, puede provenir del *Vanadato de cal*, mineral descubierto hace poco.

El vanadio es un elemento muy poco comun ³.

¹ El ácido túngstico se obtiene mejor descomponiendo, por medio del ácido clorohídrico, la Cal tungstatada nativa, reducida á polvo fino, fórmase cloruro cálcico y se precipita el ácido túngstico. Disuelto en el amoniaco y vuelto á precipitar por un ácido, el ácido túngstico forma siempre un compuesto con el ácido empleado. Si se quiere obtener aislado el ácido túngstico basta calentar el tungstato de amoniaco hasta el rojo, y se obtiene un polvo de color de naranja, que se vuelve verde oscuro cuando se somete á un calor intenso. Es enteramente insoluble en el agua y en los ácidos, pero se disuelve en las disoluciones alcalinas. — *Graham, Muspratt.*

² M. Rose ha observado últimamente este mineral en Beresoff, cerca de Eka-terinemburg, en Siberia, asociado al Plomo fosfatado. — *Dufrénoy, Moriana.*

³ El siguiente análisis del vanadio ha sido inserto por Muspratt. — *Moriana.*

Análisis del Vanadio.

Las propiedades pirotécnicas del Vanadato de plomo son muy características. Al soplete, sobre el carbon decrepita fuertemente, se funde en un glóbulo, da chispas, produce un régulo de plomo, y el soporte se cubre de un sublimado amarillo.

Con la sal de fósforo á la llama de oxidacion da un vidrio amarillo rojizo, que se vuelve verde amarillento cuando se enfria; á la llama de reduccion da una perla de un hermoso color verde de cromo.

Solo sin reactivos se funde en las pinzas, y al enfriarse presenta su tinta amarilla.

El vanadio, sin los fundentes, sobre el platino á la llama de oxidacion, se convierte en ácido vanádico y da con el borax un vidrio amarillo oscuro en caliente, y amarillo bajo cuando se enfria. En la llama de reduccion es el vidrio verdoso ó pardusco en caliente, y verde de cromo en frio, sin tomar el color azul por la adicion del estaño.

El ácido vanádico con la sal de fósforo se disuelve muy pronto, produciendo un vidrio amarillo rojizo, que al enfriarse es amarillo pálido. En la llama de reduccion toma el glóbulo un hermoso viso verde trasparente, que se convierte en amarillo oscuro á la llama de oxidacion.

Con la sosa se disuelve con facilidad, y es absorbido por el carbon.

Sobre la lámina de platino se funde, formando una masa flúida espesa, que se vuelve cristalina cuando se enfria.

El ácido vanádico se distingue del óxido de cromo por el color amarillo del vidrio que aquel forma en el alambre de platino, á la llama de oxidacion; lo que no puede ejecutarse con el óxido de cromo.

Hé aquí el método de Seftstrom para obtener el ácido vanádico de las escorias de los minerales. Fúndense una parte igual del ensayo con otra de nitrato de potasa y dos de carbonato de sosa; cuando la temperatura es muy elevada se forma vanadato de sosa. Viértese agua hirviendo sobre la masa resultante, neutralizase el líquido con ácido nítrico; se añade cloruro bárico ó acetato de plomo á la disolucion, y se obtiene un precipitado de vanadato de barita ó de plomo vana-

datado. Trátase con ácido sulfúrico, y se separa el líquido enrojecido por el sulfato; añádese alcohol, con lo cual al formarse éter se reduce el ácido vanádico á bióxido de vanadio, y la disolución queda azul; evapórase á sequedad, y el residuo se enrojece fuertemente para expeler el ácido sulfúrico. Obtiénese así el ácido vanádico impuro, que se funde con nitrato de potasa, hasta que una parte del ensayo, dejada enfriar, pierda su color rojizo; se disuelve, se filtra y se introduce en el líquido un pedazo largo de sal amoníaco, que hace aparecer un precipitado blanco de vanadato de amoníaco, insoluble en una disolución saturada del cloruro amónico: filtrase, y se lava primero con una disolución de la sal amoníaco, y después con espíritu de vino; disuélvese en agua hirviendo, que contenga unas gotas de amoníaco, y al enfriarse se obtiene vanadato puro de amoníaco, que es la sal con que se forman los demás compuestos.

De la disolución del vanadato de plomo en ácido nítrico pueden separarse el plomo y el arsénico por el hidrógeno sulfurado, resultando una disolución azul de bióxido de vanadio, que evaporada á sequedad da ácido vanádico, con el que puede formarse vanadato de amoníaco, siguiendo el método precedente.

§. XXI. — TANTALO¹ ó COLOMBIO [Ta].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Hállase este metal en la naturaleza como ácido [Ta O⁵] en combinación con las bases, y como óxido [Ta O²] en unión de otros óxidos metálicos, á saber:

(a) Como ácido, con itria, cal y mas ó menos hierro tungstatado, en la *Itrotantalita negra* y en la *parda*; con itria y óxido de urano, en la *Itrotantalita amarilla*; y con Protóxido de manganeso y de hierro en la *Tantalita*. Estas variedades se hallan en diferentes puntos, y casi siempre contienen bióxido de estaño, ácido túngstico y cal; v. gr., la *Tantalita de Kimito*, en Finlandia [Fe O, Ta O⁵+Mn O, Ta O⁵], la

¹ Es un metal que se obtiene en polvo negro que frotado toma un color gris de acero. — Kane, Muspratt.

Tantalita de Brodbo $\left[\begin{array}{c} \text{Mn O} \\ \text{Fe O} \\ \text{Ca O} \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{c} \text{Ta O}^5 \\ \text{W O}^5 \\ \text{Sn O}^2 \end{array} \right\}$ y la *Tantalita de Bodenmé* $[3 \text{ Mn O}, 2 \text{ Ta O}^5 + 3 \text{ Fe}, 2 \text{ Ta O}^5]$.

(b) Como óxido, con los protóxidos de hierro y de manganeso, en la *Baierina*, *Tántalo oxidado* $\left[\begin{array}{c} \text{Fe O} \\ \text{Mn O} \end{array} \right] \text{Ta O}^2$ ¹.

Análisis del Tántalo.

La presencia del tántalo en cualquiera de las Tantalitas se reconoce en que, calentadas con el borax, se obtiene, teñido por el cromo ó por el hierro, un vidrio que se presenta en algunos casos salpicado de puntos como de esmalte. Con la sal de fósforo, ó se disuelven las Tantalitas, dejando un esqueleto de ácido tantálico, ó dan un vidrio trasparente teñido por el cromo, el hierro y el tungsteno. Todos estos minerales son descompuestos; pero no se disuelven por la sosa sobre el carbon.

El ensayo del tántalo es semejante al del tungsteno: el mineral reducido á polvo se funde en la cucharilla de platino con tres veces su volúmen de sosa, y tres veces el mismo de nitrato de potasa, y se forma tantalato de potasa. Disuélvese en agua el residuo en un baño de porcelana, filtrase, y se añaden á lo filtrado unas gotas de ácido hidrocórico, que precipita el ácido tantálico y una gran cantidad de ácido túngstico. Este precipitado permanece blanco aun cuando se caliente, en lo que se distingue del ácido túngstico puro, que toma un color amarillo por medio del calor. Este ácido se descubre en el ácido tantálico por los efectos pirotécnicos que produce con el vidrio ferruginoso de sal de fósforo, como queda dicho en el Análisis del Tungsteno.

Las pequeñas cantidades de ácido tantálico, que, segun Berzelius,

¹ El Niobio se presenta como ácido en la Tantalita, Pirocloro, Itrotantalita, Eugenita, Fergusonita, Wohlerita, etc. — *Muspratt*.

El Niobio es un metal nuevo, poco conocido, descubierto en una *Tantalita* por M. Rose en 1844. El Pelopio es tambien otro nuevo metal hallado por el mismo sabio en las Tantalitas de Babiera. — *Moriana*.

se descubren por la vía húmeda en una variedad de Berilo, con dificultad pueden reconocerse al soplete, en razón á la presencia de las combinaciones silíceas.

§. XXII. — TITANO [Ti]. — *Su presencia en el Reino Mineral y en los productos de fundición.*

Hállase como ácido [Ti O²] solo, y en combinación con las bases, á saber :

(a) Solo, en la *Anatasa*, *Arkansita*¹, *Brookita* y *Rutilo*, que contiene generalmente protóxido de hierro y de manganeso, aunque en corta cantidad.

(b) En combinación con tierras y óxidos metálicos; v. gr., con cal y silicato de cal, en la *Titanita* y *Esfena*; con cal, protóxido de cerio, de urano, de hierro, de manganeso, de estaño, etc., en el *Pirocloro*; con zircona, itria, óxido de cerio y de hierro, cal y rastros de potasa, magnesia, sílice y óxido de estaño, en la *Polimignita*; con protóxido de hierro en el *Hierro titanado*, *Menacanita*, *Criptonita*, *Iserina*, *Nigrina*, *Ilmenita*, *Hierro volcánico*, *Arenas titaníferas*, y en todos los minerales refractarios de hierro, cuyas escorias son de naturaleza vítrea.

(c) En muy escasa cantidad se halla en la *Cymofania*, *Cianita*, *Achmite*, y en muchas variedades de *Mica*².

Análisis del Titano.

El titano contenido en la *Anatasa*, *Rutilo*, *Titanita* y *Esfena*, puede descubrirse por medio del soplete. Los dos primeros se comportan

¹ La *Arkansita*, segun los análisis de M. Whitney, es el ácido titánico puro, con una cantidad insignificante de hierro, y no un niobato, como dedujo el profesor Shephard; tiene la misma forma cristalina y la gravedad específica de la *Brookita*. La de la *Arkansita* de 4,085, y su insolubilidad en los ácidos, es una prueba muy fuerte de que el ácido titánico no está allí combinado con ninguna base, porque todos los titanatos conocidos son solubles en los ácidos. — *Muspratt*.

² El Titano se halla tambien en la *Perwskita*, *Polikrasa*, *Eschinita*, *Eugenita*, *Itrotantalita*, *Oerstedtita*, *Teschewkinita* y *Mosandrita*.

con el borax, la sal de fósforo y la sosa, como el ácido titánico; los otros dos dan solo el color del titano con la sal de fósforo. En otros minerales en que entra tambien el titano es algo mas difícil descubrirlo por medio de los fundentes, porque los demás óxidos metálicos que están en combinacion con él impiden la reaccion. Mas, sin embargo, si un mineral de titano ferruginoso se disuelve en la sal de fósforo, y el vidrio, que presenta únicamente el color de sesquióxido de hierro, se trata por largo rato á la llama de reduccion, se llegará á hacer tomar al ensayo una tinta rojiza, mas ó menos intensa, semejante á la que produce el ácido túngstico ferruginoso. La cantidad de titano presente se deduce de la intensidad del color que toma el vidrio. Si la cantidad es grande se obtendrá la reaccion característica del óxido de titano, tratándolo con la sal de fósforo sobre el carbon y añadiéndole estaño; pero si la cantidad de titano es pequeña, no se logra el objeto por este medio. El titano, cuando forma un elemento esencial, ó parte considerable de los minerales, se descubre por un método muy sencillo; hélo aquí: fúndese gradualmente en una cucharilla de platino, con seis á ocho veces su volumen de bisulfato de potasa, el mineral reducido á polvo muy menudo, disuélvese en agua caliente á una temperatura próxima á 93° C., se deja reposar la disolucion, se decanta á una vasija que contenga mas agua caliente, y se hace hervir. Si el mineral contiene todavía pequeñas cantidades de titano, se depositará un polvo blanco, que es el ácido titánico, con tal que el hierro no se halle en estado de protóxido, porque en ese caso presentaria un color amarillo probablemente, por contener algun poco de hierro en combinacion. Este precipitado se separa por filtracion, y se ensaya, sin lavarlo, con la sal de fósforo en el alambre de platino ó sobre el carbon. Cuando la cantidad de ácido titánico es tan pequeña, que no comunica color alguno violeta á la sal de fósforo, se añade al ensayo tratado en el alambre, una pequeña porcion de sesquióxido de hierro, y al tratado sobre el carbon, un pedazo de alambre de hierro; se calienta el vidrio por algun tiempo en la llama de reduccion y aparece amarillo en caliente, y en frio rojo, análogo al del óxido de níquel ó al del ácido túngstico ferruginoso. El precipitado amarillo produce esta

reaccion inmediatamente que se calienta con sal de fósforo á la llama de reduccion.

Cuando este precipitado se disuelve en el borax, el hierro no influye en el color que le presta el ácido titánico.

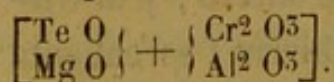
Para tener una seguridad completa de la ausencia total del ácido túngstico, el método mas decisivo es el del tratamiento con bisulfato de potasa, porque haciendo hervir la disolucion se precipita el ácido titánico, quedando sin disolver el ácido túngstico, que se ensaya después con la sal de fósforo, como queda dicho.

Si se funde la Polimignita con unas diez veces su volúmen de bisulfato de potasa, y se trata la masa fundida con agua caliente, el ácido titánico no se disuelve, ó se disuelve en muy corta cantidad, que queda con la zircona y un poco de protóxido de hierro, como una masa blanca voluminosa, pudiendo reconocerse recogiéndola en un filtro, y tratando después con la sal de fósforo una parte del precipitado. El titano metálico que se encuentra en las escorias se disuelve en el borax con dificultad; y es bastante soluble en la sal de fósforo. Los cristales que he empleado en este análisis, examinados con los lentes, aparecieron ser puros; pero el vidrio amarillo hecho con sal de fósforo nunca tomó á la llama de reduccion, ni por sí solo ni añadiéndole estaño, el hermoso color violeta, sino una tinta rojiza, como la del ácido túngstico ferruginoso.

§. XXIII.—CROMO [Cr].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El Cromo se presenta en la naturaleza únicamente en estado de oxidacion.

(a) Como óxido [$\text{Cr}^2 \text{O}^3$] en una mezcla mecánica con cuarzo, alúmina, hierro, cal y magnesia, en el *Cromo oxidado*; como óxido, con protóxido de hierro, alúmina y magnesia, en el *Hierro cromado*.



(b) Como ácido crómico [Cr O^3] con plomo, en el *Plomo cromado*, *Plomo rojo* [$\text{Pb O}, \text{Cr O}^3$], y con óxido de plomo y de cobre, en el *Plomo cromado*, *Voquelinita*; además el óxido de cromo y el

ácido crómico forman en varias combinaciones silíceas un componente accesorio, al que muchas deben su hermoso color verde ó rojo de sangre; v. gr., la *Esmeralda* propiamente dicha, el *Piropo*, etc.

Tambien se halla el cromo en el *Schillerspath*, variedad de *Dialaga*, de los mineralogistas alemanes, y en algunas variedades de *Serpentina*¹.

Análisis del Cromo.

La presencia del cromo en la mayor parte de los minerales citados se descubre fácilmente al soplete por su comportamiento con el borax y la sal de fósforo, siendo el vidrio que resulta de un hermoso color verde en frio. Este color es producido por aquellos minerales que no contienen ni plomo ni cobre, especialmente después de tratados á la llama de reduccion. Cuando los minerales contienen óxidos de plomo y de cobre; v. gr., el Plomo cromatado y Voquelinita, el vidrio que producen presenta á la llama de reduccion un color gris ó rojo, quedando destruido el color peculiar del cromo; por lo cual es preciso tener presente que en el análisis de estos minerales solo debe atenderse á los colores que ofrecen á la llama de oxidacion.

Los minerales que contienen poco cromo y una gran cantidad de otros metales que dan óxidos colorantes, y que no presentan con el borax y la sal de fósforo reaccion alguna satisfactoria de cromo, se ensayan para hallar este metal de la manera siguiente: un pequeño fragmento del mineral se reduce á polvo fino lo mas posible, se mezcla con tres veces su volumen de salitre, la mezcla se funde por medio del soplete, ó en el alambre ó en una cucharilla pequeña de platino, y resulta cromato de potasa, que se hace disolver en agua en una cápsula ó baño de porcelana, á la llama de la lámpara de espíritu de vino. Decantando á otra cápsula la disolucion clara, en que se hallan los óxidos metálicos insolubles, se satura con un exceso de ácido acético y se introduce un cristal de acetato de plomo; este se

¹ El Cromo se halla en la Husenita, Wolconskoita, Uwarovita, Pirosclerita, Miloschina, Espinela, Crisoberilo, Melanocroita, Meteorites y Kasumererita.

disuelve, y el ácido crómico se combina instantáneamente con el óxido de plomo, formando un hermoso polvo de color de naranja, que se precipita, y que después de filtrado, da con el borax ó la sal de fósforo á la llama de oxidacion un hermoso vidrio verde. Cantidades de cromo sumamente pequeñas pueden descubrirse por este medio. Si la sustancia contuviese azufre ó ácido sulfúrico, que no se halla, sin embargo, en los compuestos naturales, el cromato de plomo se mezclaría con el sulfato, y el color amarillo seria mas débil en proporcion á la cantidad presente de sulfato. Los silicatos que contienen solamente un poco de cromo y mucho hierro, ú otros metales que dan óxidos colorantes, y que solo presentan con los fundentes las tintas peculiares del hierro y de los demás metales, no pueden ensayarse por los métodos que anteceden cuando se trata de descubrir el cromo, porque las combinaciones silíceas no se descomponen por el salitre. Es preciso en semejante caso seguir este procedimiento: el mineral, muy bien pulverizado, se funde en un glóbulo sobre el carbon con una parte ó parte y media de sosa, y media de borax; el vidrio se tritura, se trata con ácido clorohídrico, se evapora á sequedad; se disuelve en agua la masa seca que resulte, se separa la sílice por filtracion, se añaden á la disolucion unas gotas de ácido nítrico para convertir el protóxido de hierro en sesquióxido, y los óxidos de cromo y de hierro, la alúmina, etc., se precipitan por el amoniaco. Este precipitado, después que se recoge en el filtro, se funde con salitre, y se obtiene cromato de potasa, que puede ser descompuesto por el acetato de plomo del modo que queda dicho.

Los silicatos teñidos de rojo sanguíneo por el ácido crómico, á saber; el Piropo y la Espinela de Ceilan, poseen la propiedad de volverse negros y opacos cuando se los calienta; pero durante el enfriamiento aparecen gradualmente amarillentos ó verdes de cromo, en seguida incoloros, y cuando están completamente frios, vuelven á presentar su color primitivo. Los silicatos teñidos de color encarnado por el cromo y el hierro á la vez, se vuelven tambien opacos por la calcinacion; pero al enfriarse recobran inmediatamente su tinta roja y su transparencia.

§. XXIV.—TELURO [Te].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Solo se presenta en la naturaleza en estado metálico.

(a) Como *Teluro nativo* [Te], que contiene un poco de oro y de hierro.

(b) Con oro y plata, en el *Teluro gráfico*, *Teluro auro-argentífero* de Nagyag, con plomo, en el *Teluro negro*, *Teluro auro-plumbífero*, mezclado mecánicamente con telururo de oro, y á veces con sulfuros de plata, de cobre y de antimonio; con bismuto y un poco de sulfuro de bismuto y selenio, en el *Teluro nativo bismutífero*; con plata, plomo y oro, en el *Teluro-plumbo aurífero*, y en un compuesto de bismuto, plomo, cobre y un poco de níquel, el *Bismuto sulfurado plumbo-cuprífero*, ó *Nadelerz* de Siberia.

Análisis del Teluro.

Las sustancias que se ensayan para hallar este metal se tratan ó sobre el carbon ó en el tubo de vidrio abierto por los dos extremos. En el primer caso, calentando el mineral en cualquiera de las dos llamas, se obtiene un sublimado blanco con un borde rojizo, cuyo sublimado desaparece, dando una hermosa tinta verde un tanto azulada, si se dirige sobre él la llama de reduccion. Esta toma un color azulado cuando el mineral es rico en teluro, y siempre que el ensayo así tratado despida el olor de *coles podridas* el mineral contiene selenio. Si contiene plomo ó bismuto, y la operacion se hace sobre el carbon, no se consigue en toda su pureza el sublimado de óxido de teluro, cuando la insuflacion dura algunos segundos mas de lo indispensable, sino que por el contrario, se obtiene el óxido de teluro mezclado con óxido de plomo ó de bismuto. En cuyo caso es lo mas conducente pulverizar la sustancia, mezclarla con un volumen igual al suyo de ácido bórico vitificado, colocarla sobre un trozo ancho de carbon y tratarla á la llama de reduccion. Los óxidos de plomo y de bismuto que á pesar de la accion de esta llama se van formando, se

disuelven en el ácido bórico y no producen sublimado, en tanto que el teluro se sublima y cubre el soporte por sí solo. Cuando el mineral contuviera además gran cantidad de selenio, una parte de este se depositaria al mismo tiempo sobre el carbon, y el teluro no podria luego reconocerse con certidumbre. En ese caso es mejor practicar la operacion en el tubo abierto.

Si se hace el experimento en un tubo de vidrio, del mismo modo que el del antimonio, se obtienen de los minerales de teluro unos fuertes humos blancos, que se depositan sobre el vidrio como un óxido pulverulento, y que calentados se funden sobre la misma pared del tubo en que se han depositado, formando unas gotas claras é incoloras, que la vista inerme es incapaz de distinguir del óxido de teluro puro.

Cuando los metales teluríferos contienen mucho plomo, se obtiene un sublimado que aparece gris cerca del ensayo, y blanco á alguna distancia de él. La parte blanca puede fundirse en gotas incoloras, que son de óxido de teluro; la gris, por el contrario, no se funde como el óxido de teluro, sino que cambia un poco de aspecto, y forma únicamente sobre el vidrio un depósito gris medio fundido, que es, segun Berzelius, un telurato de óxido de plomo.

Si el bismuto se halla presente en los metales teluríferos, no se altera mientras se volatiliza el teluro, y se deposita en el tubo. Sosteniéndolo á la llama por largo tiempo, el teluro se oxida y la superficie del ensayo aparece cubierta de óxido de bismuto fundido, y de color pardo.

§. XXV.—ARSENICO [As].—*Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

El arsénico se halla con mucha abundancia en la naturaleza, á saber :

(a) Metálico, ó solo ó en combinacion con otros metales; solo, en el *Arsénico nativo* [As], que contiene generalmente rastros de antimonio y de hierro; con cobalto, en el *Cobalto arsenical*, que casi

siempre trae vestigios de hierro, cobre y azufre; con níquel, en el *Níquel arsenical*, que encierra á veces cortas porciones de hierro, plomo, cobalto, antimonio y azufre; con menor proporción de níquel, en el *Níquel-arsenio sulfurado*, *Níquel gris*; con antimonio, en el *Antimonio arsenical*; con bismuto, en el *Bismuto arsenical*, y con plata, hierro y antimonio, en la *Plata arsenical*.

(b) Con azufre, ó solo ó combinado con otros sulfuros, á saber: solo, en el *Arsénico sulfurado rojo*, *Rejalgar* [As S^2], y en el *Arsénico sulfurado amarillo*, *Oropimente* [$\text{As}^2 \text{S}^3$]; con hierro, en la *Pirita arsenical*; con cobalto y un poco de hierro, en el *Cobalto gris*; con níquel y hierro, en el *Níquel arsenio-sulfurado*; con cobre, antimonio, hierro y plata, en el *Cobre gris*, *Fhalerz*; con plata y un poco de antimonio, en la *Prustita*, *Plata arsenio-sulfurada*; con níquel y antimonio, en el *Níquel antimonial*, y con cobre y hierro, en la *Tennantita*.

(c) Como ácido, á saber: como ácido arsenioso, en el *Acido arsenioso*, *Arsénico blanco*, *Arsénico-oxidado* [As O^3]; como ácido arsénico y ácido arsenioso, combinado con otros cuerpos, á saber: como ácido arsénico con cal y agua, en la *Farmacolita*; con óxido de cobalto y agua, en el *Cobalto arseniatado*; con óxido de cobre y agua, en la *Olivenita*, la *Erinita*, la *Afanesa*, la *Eucroíta* y la *Condurita*, y acompañado por la alúmina, en la *Liroconita*; con óxido de níquel y agua, en el *Níquel arseniatado*, que contiene muchas veces rastros de óxido de cobalto y de hierro, y ácido sulfúrico; con protóxido de hierro y agua, en la *Escorodita*; con peróxido de hierro, en el *Hierro arseniatado*; con óxido y cloruro de plomo, en el *Plomo arseniatado*, que contiene tambien un poco de hierro y de ácido fosfórico, y con peróxido de hierro y de manganeso, ácido sulfúrico y agua, en la *Pittizita*. Finalmente, como ácido arsenioso, combinado con óxido de cobalto, en una sustancia pulverulenta de Schneeberg, en Sajonia.

Como muchas de las combinaciones arsenicales citadas, parte por sí y parte acompañadas de otras sustancias, se someten á operaciones en grande escala para la reducción de los metales que contienen, y como el arsénico es un metal muy difícil de separar de los demás

metales por la via seca, siempre forma, en mas o en menos cantidad, uno de los elementos de los minerales preparados para la fundicion, llamados en castellano *Parvas* ó *Revolturas*, y de los diversos productos intermedios de las operaciones de fundicion. A estos pertenecen especialmente los productos que se obtienen de la fundicion de minerales arsenicales, y del tratamiento de los argentíferos, como son, las *Matas crudas*, *Matas plomizas*, *Asbtrich*, etc., y los *Speises* producidos en la fundicion de los minerales de cobalto, y á veces tambien en la de los *Esmaltes*.

Análisis del Arsénico.

El análisis del arsénico en muchos casos es sencillo ; sin embargo , es preciso asegurarse de si el arsénico existe en estado metálico ó como ácido. El Arsénico nativo se reconoce inmediatamente por el *olor de ajos* que exhala al volatilizarse, cuando se trata al soplete sobre el carbon. En un matraz ó tubo cerrado de vidrio se sublima en estado metálico, dejando una masa metálica, no volátil, que fundida con el plomo y copelada sobre la ceniza de huesos, da á veces un boton de plata. Las combinaciones del arsénico con el azufre, v. gr. el Rejalgar y Oropimente, se queman con una luz amarilla blanquizca, cuando se calientan sobre el carbon por medio del soplete, y esparcen un denso vapor gris que huele á ajos y que se deposita sobre el carbon. En un tubo cerrado se funden con efervescencia y se subliman, el sublimado es trasparente y de un color amarillo oscuro ó rojo. Calentado este en un tubo abierto, se quema y deposita arsénico blanco en la parte superior del tubo, que ha de tenerse inclinado oblicuamente, y en cuyo extremo se reconoce muy pronto el olor del ácido sulfuroso. El arsénico metálico, como mejor se obtiene del arsénico sulfurado es por el método siguiente : calentado el compuesto en un tubo abierto, se descompone en ácido arsenioso y ácido sulfuroso; el primero se deposita en forma cristalina sobre las paredes del tubo, el segundo se escapa. Para esto es preciso tener el tubo oblicuamente y calentarlo un si es no es mas arriba del ensayo, para que los vapores desenvueltos, pasando por la parte mas ca-

liente del tubo, se quemen completamente. En seguida se estira e tubo muy cerca del punto donde reposa el ácido arsenioso, al que se fuerza á pasar á la parte estirada, y se reduce con el carbon por el método que describirémos dentro de un instante para la reduccion del ácido arsenioso puro al estado metálico. La mayor parte de las combinaciones del arsénico con otros metales, cuando se colocan en pequeñas cantidades sobre el carbon, y se calientan á la llama de reduccion, dejan desprender inmediatamente una parte del arsénico, que cubre el carbon con un depósito blanco. Si la cantidad de arsénico que contienen es considerable, suben del ensayo unos densos humos grises muy claros, que se esparcen y que pueden reconocerse á gran distancia por su olor aliáceo; pero si la cantidad es de poca consideracion, no en todos los casos se ven los humos durante la insuflacion, ni en todos tampoco se experimenta el olor arsenical; en estos el ensayo caliente se aproxima á la nariz, á fin de reconocer por su olor característico si el arsénico se escapa. Siempre que una pequeña cantidad de arsénico esté combinada con un metal, del cual sea muy difícil arrancarla, v. gr. con el níquel, se fundirá el compuesto con plomo de ensayos á la llama de oxidacion, y se observará el olor para cerciorarse de si el arsénico se ha volatilizado.

Muchos compuestos de arsénico y otros metales dan arsénico metálico cuando se calientan en un tubo de vidrio cerrado; por ejemplo, algunas variedades de Cobalto arsenical, de Níquel arsenical, de Antimonio arsenical, etc.; en tanto que otras no lo dan, v. gr. el Níquel arsenio sulfurado. Todos los arseniuros metálicos que se presentan en la naturaleza, cuando se calientan en un tubo abierto dan ácido arsenioso, que se sublima en combinacion con el óxido de antimonio siempre que este metal se halle en la sustancia que se ensaya.

Si un compuesto metálico, calentado sin reactivos ó con plomo de ensayos sobre el carbon, no presta olor ni da sublimado de ácido arsenioso en el tubo abierto, todavía la pequeñísima cantidad de arsénico que pudiera contener se descubriría por el siguiente método.

Los compuestos desmenuzables ó que pueden reducirse á polvo, se pulverizan, y los que no, se pasan por la hilera en tanta cantidad cuanta sea suficiente para un ensayo. Las ligas artificiales niquelife-

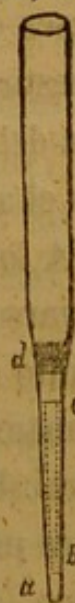
ras preparadas en grande escala no necesitan reducirse á un gran extremo de division, porque ya de suyo se obtienen en polvo muy menudo, ó en una masa no muy coherente que se deja triturar con facilidad. Por el contrario, es preciso dividir, como queda dicho, el níquel fundido, el Malchior ó Metal blanco, y otros compuestos semejantes. Ahora bien; de 75 á 100 miligramos del polvo metálico se mezclan en un mortero de ágata con otra tanta cantidad de salitre ó nitrato de potasa, y la mezcla se calienta fuertemente en la cucharilla de platino á la llama de oxidacion (véase pág. 69); con lo que el metal se oxida y el ácido arsénico se combina con la potasa del nitrato que queda libre. Sepárase la masa fundida, colócase la cucharilla en un baño de porcelana, se vierte agua sobre ella y se calienta todo junto á la llama de la lámpara de espíritu de vino, por cuyo procedimiento el ácido arsénico formado, el carbonato de potasa y el nitrato de potasa restante, que no ha llegado á descomponerse, quedan disueltos. Si el metal que se ensaya contuviese zinc, plomo, estaño ó bismuto, siendo así que la potasa disuelve sus óxidos, se hallarian en la disolucion vestigios de su existencia; vestigios que no obstan, sin embargo, al reconocimiento del arsénico. La disolucion, después de concentrada un poco mas, y sin ser separada del residuo, se diluye con espíritu de vino, se decanta, y aplicando un calor suave á la disolucion alcohólica, se disuelve en ella ácido tártrico pulverizado, hasta que el papel de tornasol acusa una reaccion ácida.

El bitartrato de potasa formado se deposita en el líquido mismo, en el cual es infusible. Cuando la disolucion aparece clara se decanta con cuidado á un baño de porcelana, se sumerge un cristal pequeño de nitrato de plata, y se calienta todo á la lámpara. Si la disolucion contiene ácido arsénico, se combina con el óxido de plata, formando arseniato insoluble de plata, que cae al fondo como un polvo rojo moreno; cuando la disolucion está libre de arsénico, el nitrato de plata se disuelve sin producir precipitado alguno. Los sulfuros arsenicales, calentados sobre el carbon á la llama de reduccion, dan muy pronto mas ó menos olor arsenical; pero si la cantidad de arsénico contenida en el sulfuro es extremadamente pequeña, no se deja percibir ni el mas mínimo olor ni vapor de arsénico. Semejantes sustancias, á

las que pertenecen los *Crudíos*, las *Matas de plomo*, las *Escorias corridas*, etc., se pulverizan, se mezcla su polvo con sosa, y la mezcla se funde sobre el carbon á la llama de reduccion. El azufre se separa por estos medios, se combina con el radical de la sosa, y el arsénico se volatiliza y puede reconocerse por su olor particular. Los sulfuros arsenicales naturales, y segun sus diversos componentes, cuando se calientan en un tubo cerrado, ceden un poco de arsénico sulfurado y mucho arsénico metálico, por ejemplo, el hierro arsenical; á veces no dan mas que arsénico sulfurado, como el Niquel arsenio sulfurado, y otras no presentan sublimado de ninguna clase, v. gr. el Cobalto gris. Sin embargo, en el tubo abierto por los dos extremos, todos dejan desprender ácido arsenioso y sulfuroso.

Al soplete el Acido arsenioso puro se ensaya ó con la sosa sobre el carbon, ó siguiendo el método dado por el ilustre Berzelius; método, sin duda alguna, el mas seguro y el mas á propósito para analizar pequeñas cantidades. Hé aquí el modo de conducir el experimento. Es preciso estirar un tubo de vidrio á la lámpara de alcohol ó á cualquier otra que llene el objeto, de modo que el diámetro de la parte estirada sea igual al de una aguja gruesa de hacer costura, y en seguida se cierra el extremo estirado. Para descubrir el ácido arsenioso, que puede ser menos aun de un milígramo, se introduce la sustancia en la parte estirada, se le obliga á caer hasta el fondo (*a*, *Fig. 44*), y se coloca sobre ella un pedazo de carbon poco mas ó menos del tamaño representado por *b c*; la parte del tubo ocupada por el carbon se calienta á la llama de la lámpara de espíritu de vino, hasta que aquel se enciende, y se va introduciendo por grados en la llama la parte que contiene el ácido arsenioso. Este se volatiliza, y poniéndose en contacto con el carbon encendido, se reduce, dejando en la parte fria del tubo un depósito de arsénico metálico. Cuando la cantidad de ácido arsenioso es sumamente pequeña, solo se obtiene una ligera mancha negra de arsénico metálico, entre *c* y *d*. Si la parte estirada del tubo se calienta cada vez mas y mas cerca del depósito negro, llegará este á formar un anillo sobre el tubo, y si se corta su parte estrecha por el punto *c*, y el trozo de mas diámetro se

Fig. 44.



calienta por *d* á la llama de la lámpara de alcohol, se volatilizará el arsénico, y su olor peculiar se hará sensible ¹.

Cuando el arsénico se halla como ácido combinado con tierras ú óxidos metálicos, pueden emplearse tres distintos métodos para descubrirlo.

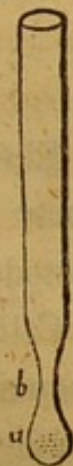
El primero y el mas sencillo es mezclar la sustancia con sosa, tratarla sobre el carbon á la llama de reduccion, y observar si se desenvuelve olor de arsénico. Este experimento no es bastante delicado en ciertos casos, especialmente cuando los ácidos arsenicales están combinados con óxidos metálicos, que, reduciéndose con facilidad, forman con el arsénico metálico ligas arsenicales muy fusibles, que con dificultad prestan olor de arsénico. Este es propiamente el caso del óxido de níquel.

El segundo método para descubrir los ácidos arsenicales en los compuestos en que se presenta el arsénico en combinacion con tierras, es mezclar la sustancia con polvo de carbon y calentar la mezcla en un pequeño tubo, que termine en una bola soplada; con lo cual los ácidos arsenicales se reducen y el arsénico metálico se sublima. Los arseniatos y arsenitos metálicos, excepto el arsenito de cobre, conocido en las artes por *Verde de Scheele*, no puede ensayarse en busca del arsénico por este medio, porque muchas veces los compuestos arsenicales están formados de bases que, viniendo en compañía del ácido, se han reducido al mismo tiempo que él, y de las cuales el arsénico no puede sublimarse.

A los compuestos de ácidos arsenicales y tierras que pueden ensayarse por el método anterior, corresponde particularmente el arsenito de cal, que se obtiene con frecuencia, aunque en cantidades sumamente pequeñas, de los análisis médico-químicos de la medicina legal. Berzelius, en su *Lehrbuch der Chemie*, da el método siguiente para proceder en tales casos. El arsenito de cal se calienta poco á poco, se mezcla con carbon recién hecho, y se introduce en la bola

¹ Este método es mucho mas delicado substituyendo al carbon el cianuro potásico, y tiene la ventaja de poderse ensayar con él otras sustancias además del ácido arsenioso.—*Muspratt*.

soplada al extremo del tubo cerrado de vidrio (*Fig. 45*). *Fig. 45.* Calientase primero este para desalojar la humedad, y la parte (*a*) que contiene la sustancia se sujeta á la llama del soplete, casi hasta el punto de fusion del vidrio. Por este medio el arsénico se reduce y se reúne en la parte mas estrecha del tubo (*b*), donde en razon á la pequeña superficie sobre la que se ha depositado, pueden observarse hasta los menores rastros de arsénico.



El tercer método para hallarlo en los arsenitos y arseniatos, cuyas bases son tierras ú óxidos metálicos, es mezclar la sustancia con tres veces su volúmen de nitrato de potasa, y proceder del modo ya descrito para el ensayo de los metales arseníferos, en los que no puede descubrirse el arsénico tratándolos sobre el carbon á la llama de reduccion.

§. XXVI.—SELENIO [Se].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Se presenta con mayor frecuencia en los minerales siguientes :

Con plomo, en el *Plomo seleniado*, que muchas veces contiene un poco de cobalto y de hierro; con cobre, en el *Cobre seleniado*; con plata, cobre y materias terrosas, en la *Eukairita*; con plomo y cobre, en el *Seleniuro de plomo y de cobre*; con plomo y cobalto en el *Seleniuro de cobalto y de plomo*¹; con plomo y mercurio, en el *Seleniuro de plomo y mercurio*, y en muy corta cantidad en el *Teluro nativo bismutífero* y en algunas variedades de *Galena* de Suecia².

¹ El Seleniuro de cobalto y de plomo presenta casi el mismo aspecto que el Plomo seleniado. En el tubo cerrado da un sublimado de selenio, y con los fundentes, los cuales tiñe de azul, presta la reaccion del cobalto. — *Phillips, Muspratt.*

² Hállase tambien el Selenio en el *Biseleniuro de plata*, en el *Seleniuro de zinc* y de *mercurio*, descubiertos en Méjico por Del-Rio, y en el *Seleniuro de mercurio* hallado por Mr. Zinken en Hartz. — *Moriana.*

Análisis del Selenio.

El ensayo del selenio es tan poco complicado, que hasta sus menores vestigios pueden reconocerse con seguridad por el siguiente método.

Caléntase sobre el carbon á la llama de oxidacion un fragmento pequeño del compuesto, y se aproxima á la nariz. Si la sustancia contiene selenio, exhala un fuerte y desagradable olor, semejante al de *la col en putrefaccion*, que es peculiar de este metal. Si el Selenio existe en gran cantidad, se desenvuelve antes de que comience la incandescencia, un vapor rojizo, que consiste en selenio sumamente dividido, y después se deposita sobre el carbon un sublimado metálico brillante, gris de acero, que por las orillas pasa á veces al color violeta, y cuando está en láminas finas aparece azul.

El selenio se separa tambien sin dificultad de sus compuestos, con solo tostar el ensayo en un tubo abierto de vidrio (véase la pág. 52), inclinando el tubo durante la operacion, para oxidar los demás elementos; bastando esto para que el selenio se sublime con un color rojizo. Si la cantidad de selenio es medianamente grande, la porcion del sublimado que está mas próxima al ensayo, parece casi de un gris de acero; á veces, antes que el sublimado rojo, se depositan pequeños cristales de ácido selénico, pero desaparecen á un calor muy moderado. Si el azufre se halla presente al mismo tiempo, que es el caso de las galenas seleníferas, se desenvolverá ácido sulfuroso, que se reconoce en el extremo del tubo, por su olor, y con el papel de tornasol humedecido.

Cuando el selenio se presenta con el telurio, por ejemplo en el Telurio nativo bismutífero de Tellemarken, que contiene bismuto seleniado, y se ensaya el ejemplar en el tubo de vidrio, lo primero que se desprende es el óxido de telurio, y continuando la insuflacion, se deposita el selenio como una mancha roja entre el óxido de telurio y el ensayo calentado. Como sin embargo, el arsénico sulfurado se sublima á veces en un tubo abierto del mismo modo que el selenio, este solo experimento no basta; es preciso además tratar la sustancia so-

bre el carbon, y por el olor puede decidirse inmediatamente si el sublimado es de arsénico ó de selenio.

(c) ANÁLISIS DE LOS CUERPOS Y ÁCIDOS NO METÁLICOS.

§. I.—OXIGENO [O] é HIDROGENO [H] *en combinacion como AGUA [H].* —
Su presencia en el Reino Mineral.

No vamos á tratar aquí del agua que se presenta en la naturaleza en forma de lluvia, de nieve, en los rios, en los lagos, en el mar, etc., sino solo del agua de los minerales, de los que es á veces un elemento esencial. Hállase en mucha cantidad en varios minerales é hidratos, y puede estar tambien contenida en ellos mecánicamente.

Seria superfluo enumerar todos los minerales que contienen agua, puesto que queda ya dicho en sus párrafos respectivos.

Análisis para descubrir el agua.

Es muy sencillo, y se practica de la manera siguiente: colócase la sustancia en un matraz de vidrio perfectamente seco, (*Fig. 8*, pág. 16), y se calienta á la lámpara de espíritu de vino. Si el agua está contenida mecánicamente, desde luego quedará toda eliminada; si el agua está combinada químicamente en una sal, no será eliminada sino en parte. El vapor de agua se deposita en gotas en la parte superior del frasco, en donde se deja ver perfectamente. Cuando una sustancia insoluble en el agua contiene á su vez agua combinada químicamente, casi nunca se desenvuelve el vapor á la primera aplicacion de la llama; pero si el matraz se introduce en esta cada vez mas, y se calienta fuertemente, el agua quedará en libertad, como en el caso anterior.

En tanto que dura el ensayo del agua, deberán irse observando todos los fenómenos que ocurran, porque así pueden distinguirse varias sustancias, cuyo aspecto es muy semejante; por ejemplo, las que contienen ácido sulfúrico, fosfórico ó hidroflluórico, cuando se calientan fuertemente, dan agua que reacciona como ácido con los papeles de tornasol y de Fernambuco, y los sulfatos desenvuelven

muchas veces tanto ácido sulfuroso, que puede muy bien distinguirse por su olor característico.

Los fluoruros, á una temperatura muy elevada, dan ácido fluorhídrico, que ataca las vasijas de vidrio, como sucede con el fluoruro de cerio.

Luego que el agua ha sido expelida de los arseniatos, se sublima el ácido arsenioso, como pasa con la Scorodita.

La reaccion alcalina con el papel de curcuma ó el de tornasol enrojecido, indica la presencia del amoniaco.

La decrepitation y el cambio de color deben tambien observarse cuidadosamente para determinar con exactitud la sustancia que se analiza.

§. II.—NITROGENO ó AZOE [N] y OXIGENO [O] *en combinacion como ACIDO NÍTRICO* [N O⁵].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Este ácido se presenta en el *Nitrato de potasa nativo*, que generalmente se encuentra mezclado con sulfato, nitrato y carbonato de cal, y un poco de hierro y de cloruro cálcico; y en el *Nitrato de sosa*, que contiene ordinariamente de 7 á 8 por 100 de cloruro sódico.

Análisis para descubrir el Acido Nítrico.

Las sales naturales que lo contienen se calientan hasta el rojo, después de secarlas bien en un tubo de vidrio, y dejan desprender humos amarillos oscuros, que son el gas nitroso, que se elimina y que se reconoce por su color y por su olor peculiares. Si el ácido nítrico contenido en una sustancia es poco, y está íntima y fuertemente unido á una base, de tal modo que no puedan obtenerse los humos característicos, se triturrará en el mortero una porcion del cuerpo que se analiza, con un peso igual al suyo de bisulfato de potasa, y se tratará la mezcla como anteriormente. El ácido sulfúrico puesto en libertad se combina con la base, deja aislado el ácido nítrico, y el tubo se llena de gas nitroso, cuyo color moreno rojizo ó amarillo se percibe mejor mirándolo perpendicularmente dentro de la boca del tubo.

§. III.—AZUFRE [S] y ACIDO SULFURICO [S O₃].— *Su presencia en el Reino Mineral.*

El azufre se halla en la naturaleza en hermosos cristales, pero con frecuencia viene mezclado con betun, sílice, cal, hierro, carbono, agua, etc., y mas á menudo en combinacion con los metales.

El ácido sulfúrico solo existe en la naturaleza en combinacion con los álcalis, tierras y óxidos metálicos, cuyas combinaciones ya conocemos. Todos los minerales de fundicion que contienen una mezcla de sulfuros metálicos, y que sin haberse tostado de antemano sufren la primera fundicion imperfecta, dan cuando vuelven á fundirse sulfuros metálicos que llevan el nombre de *Matas ó Crudíos*, y muchas veces cortas cantidades de estos mismos sulfuros resultan contenidas mecánicamente en muchos productos que deberian estar completamente libres de ellos. Puede, pues, considerarse el azufre como parte esencial de las *Matas crudas*, *Matas cobrizas*, *Matas plomizas*, etc., y como elemento secundario en el *Plomo de obra*, *Cobre negro*, *Escorias*, etc.

El ácido sulfúrico existe en muchos minerales tostados, que antes de la torrefaccion contenian azufre.

Análisis para descubrir el Azufre y el Acido sulfúrico.

El azufre nativo se reconoce inmediatamente sometiéndolo á la llama de la lámpara sobre el carbon, donde se quema con un bonito color azulado, y engendra ácido sulfuroso.

El azufre en los compuestos puede descubrirse por diferentes métodos, á saber :

(a) Unas veces calentando fuertemente la sustancia en un tubo de vidrio, porque algunos sulfuros metálicos, que poseen un alto grado de sulfuracion, por ejemplo, las Piritas de hierro, dejan escapar el azufre que se deposita en la parte superior del tubo. Si la combinacion constaba al mismo tiempo de arsénico, v. gr. el Mispikel ó Hierro arsenical, y el Níquel gris, ó Níquel arsenio sulfurado, no

se obtendrá sublimado amarillo de azufre, sino uno pardo amarillento, que consiste en arsénico sulfurado.

(b) Descúbrese también el azufre tostando la sustancia en un tubo abierto. Cuando solo existe en ella en cantidad muy reducida, no se deja percibir olor alguno de ácido sulfuroso, pero su presencia se averigua introduciendo en el tubo una tira de papel de tornasol humedecido, que se enrojecerá inmediatamente.

(c) Hállase además el azufre calentando la sustancia sobre el carbon á la llama de oxidacion. Si la cantidad de azufre contenida es apreciable, se percibirá inmediatamente el olor de ácido sulfuroso.

El medio mejor de asegurarse de la existencia del azufre, cuando el selenio no se halla presente, es fundir el ensayo reducido á polvo, si puede ser, y si no, en partículas pequeñas, con dos partes de sosa y una de borax sobre el carbon. Por este procedimiento se forma sulfuro sódico, que cuando está húmedo y se aplica á una pieza de plata bruñida, la ennegrece. La adicion del borax es para evitar que el sulfuro sódico formado sea absorbido por el carbon.

Como los seleniuros se conducen exactamente como los sulfuros respecto á la plata metálica, la sustancia se tuesta primero sobre el carbon para cerciorarse de si exhala ó no el olor de col podrida, característico del selenio. Cuando este y el azufre concurren en una sustancia, se hace lo primero el análisis del azufre en el tubo abierto.

El ácido sulfúrico puede descubrirse cuando se encuentra en combinacion con los álcalis, tierras ú óxidos metálicos.

(1) Fundiendo la sustancia con silicato de sosa á la llama de reduccion. El ácido sulfúrico se combina al principio con una porcion de sosa, queda reducido á sulfuro sódico, y el vidrio toma en seguida un color rojo ó amarillo oscuro, segun la proporcion de ácido sulfúrico existente. Si esta fuese muy escasa, solo aparece el color después de haberse enfriado el vidrio completamente. Este método solo sirve para los compuestos incoloros de ácido sulfúrico; los sulfatos que tienen color, se ensayan de este otro modo.

(2) Fúndense con dos partes de sosa y una de borax, sobre el carbon á la llama de reduccion; la masa que resulta se humedece con

agua, se coloca sobre la plata, y una mancha que producirá en el metal indica la presencia del azufre.

§. V.—ACIDO FOSFÓRICO [P O⁵].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Este ácido se encuentra siempre en la naturaleza en estado de combinacion. Los minerales de que forma parte, quedan ya citados en los párrafos de la cal, alúmina, itria, cobre, urano, plomo, hierro, manganeso, etc.

Análisis para descubrir el ácido fosfórico.

Cuando las sustancias contienen mas del 4 ó 5 por 100 de ácido fosfórico, el adjunto análisis, que es el de Berzelius, es el mejor. Se disuelve un poco de la sustancia en ácido bórico sobre el carbon, á la llama de oxidacion, se introduce un pedazo de alambre de hierro en el vidrio fundido, y se expone todo junto á la llama de reduccion. El hierro se óxida á espensas del ácido fosfórico, y se producen borato y fosfato de hierro, de los cuales el último es fusible á una temperatura muy elevada. Cuando el glóbulo está enfriándose, se observa generalmente en varios puntos del carbon cierta fosforescencia, que procede de la cristalizacion del fosfuro de hierro, y cuando el vidrio está completamente frio se retira del carbon y se hace pedazos sobre el yunque, entre unas hojas de papel. El fosfuro de hierro se separa así en forma de boton metálico, y puede someterse á ulteriores procedimientos. Debe aquel ser atraído por el iman, ser frágil cuando se martille, y sus fragmentos deben presentar un aspecto ferruginoso. Si solo contuviese la sustancia una pequeña cantidad del ácido que nos ocupa, el glóbulo que contiene el fosfuro de hierro seria sensiblemente maleable. Cuando no hay, ó es muy poco el ácido fosfórico presente, al romper el boton se hallará intacto el alambre de hierro, excepto en la parte que haya estado constantemente introducida en el ensayo.

Si la sustancia que se examina contiene otros elementos reducibles por el hierro, y capaces de fundirse con él en un glóbulo, v. gr. el

ácido sulfúrico, el ácido arsénico, etc., se analiza en busca de estos, antes de someterla al tratamiento que queda explicado.

El ácido fosfórico cuando llega al 3 por 100 se descubre en los minerales de la manera siguiente: un fragmento delgado del mineral se toma con las pinzas de puntas de platino, se sumerge en ácido sulfúrico y se calienta en seguida en un cuarto oscuro, con la extremidad de la llama azul, que toma al momento un color verde azulado, de una calidad enteramente distinta de la del producido por el ácido bórico, la barita ó el cobre. Muchos minerales que contienen ácido fosfórico tiñen de verde la llama exterior, por ejemplo, la Wavelita.

Cuando no se consiguen reacciones por los métodos precedentes, es menester recurrir á la via húmeda. La sustancia libre del ácido sulfúrico y la alúmina, se funde en la cucharilla de platino á la llama de oxidacion, con cuatro veces su volúmen de sosa, y el residuo se disuelve en agua en un baño de porcelana á la llama de la lámpara de espíritu de vino, y se deja reposar. Un poco del líquido claro, se decanta, se mezcla con ácido acético, vuelve á calentarse á la lámpara, y se introduce en la mezcla un cristal pequeño de nitrato de plata. Si solo contiene la disolucion una cantidad muy reducida de ácido fosfórico, se obtiene un precipitado de trifosfato de plata de color de limon; pero si antes de añadirle la sal de plata la mezcla no se ha calentado lo suficiente, se precipitará el pirofosfato de plata como un polvo blanco, que no se puede distinguir muy bien de otros compuestos.

Cuando la sustancia contiene alúmina, como la Wavelita, Ambli-gonita, Lazulita, etc., el ácido fosfórico no puede descubrirse del modo que acabamos de explicar, porque al fundir el ensayo con la sosa, se combina con ella el fosfato de alúmina, y esta combinacion se disuelve al tiempo de calentarla con el agua, y se deposita cuando se añade el ácido acético. El siguiente método, debido á Berzelius, sirve para descubrir los menores vestigios de ácido fosfórico en los compuestos de alúmina. La sustancia pulverizada se tritura en el mortero de ágata, con una mezcla compuesta de seis partes de sosa y una y media de silice, y se funde la masa sobre el carbon á la llama de oxidacion; trátase el residuo con agua hirviendo en un baño de porce-

lana, y el fosfato y un exceso de carbonato de sosa se disuelven, dejando silicato de alúmina y de sosa. Si la sustancia contiene muy poca alúmina, se disolverá también algo del silicato; pero no ejerce ningún influjo para estorbar el descubrimiento del ácido fosfórico. El líquido claro se trata con ácido acético, etc., como es excusado repetir. Cuando la disolución contuviese silicato de sosa, se precipitaría por la adición del ácido acético; pero de ningún modo impediría la reacción amarilla del ácido fosfórico con la sal de plata.

Cuando se ensaya al soplete el fósforo de los fosfuros metálicos, el ensayo reducido á polvo se funde con nitrato de potasa en el alambre de platino, y la masa que resulta se trata con la sosa del mismo modo que las sustancias que contienen ácido fosfórico. El fósforo y el metal se oxidan, se forma fosfato de potasa, y finalmente los óxidos metálicos se separan.

§. V.—CLORO [Cl].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El Cloro no se presenta nunca en estado de libertad; pero sí en combinación con otros cuerpos.

Los minerales que contienen cloro quedan citados al tratar de la potasa, sosa, amoníaco, cal, magnesia, plata, mercurio, cobre y plomo.

Análisis del Cloro.

El cloro, según Berzelius, se descubre en los cloruros metálicos del modo siguiente: disuélvese óxido de cobre en sal de fósforo sobre el alambre de platino, hasta obtener un vidrio diáfano á la llama de oxidación; se le añade la sustancia, que se examina y se calienta. Si existe el cloro, se rodeará el ensayo de una llama hermosa azul, tirando á púrpura, que desaparece pasado algún tiempo, pero que puede reproducirse añadiendo un poco más del cuerpo que se examina. No puede el cloro confundirse con ninguno de los ácidos que se presentan en el reino mineral, porque ninguno produce la reacción precedente, y aun aquellos que prestan color á la llama mezcla-

dos con una sal de cobre, no se lo comunican cuando se hallan en presencia de un vidrio de sal de fósforo que contenga cobre. Otro método tenemos, debido tambien á Berzelius, para descubrir el cloro en los compuestos solubles en el agua. Redúcese á disolver en esta una pequeña cantidad de sulfato de hierro ó de sulfato de cobre, de cuya disolucion se vierten unas gotas sobre una lámina ó pedazo de plata bruñida, mezclando con ellas sobre la chapa misma el cloruro metálico que se ensaya, por cuyo procedimiento la plata se pondrá negra si el cloro existia realmente en la sustancia. Segun Merlet, si el cloruro es insoluble en el agua, antes de añadirlo á la disolucion debe fundirse con sosa en el alambre de platino. Cuando la cantidad de cloro en los cloruros es pequeña, la mancha que produce sobre la plata es gris muy oscura.

Siempre que no puedan obtenerse resultados satisfactorios por los métodos anteriores, queda el recurso de la via húmeda para averiguar hasta los menores vestigios de cloro. Si la sustancia es insoluble se funde antes con sosa, como queda dicho; si es soluble, no hay mas que disolverla en agua destilada y añadirle una gota de la disolucion de nitrato de plata. Con solo que haya una parte de cloro por cada diez mil de disolucion, esta aparece blanca.

§. VI.—BROMO [Br].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El bromo se halla, aunque siempre en cortas cantidades, en casi todas las aguas de las fuentes saladas y del mar, como Bromuro sodico y magnésico.

Análisis del Bromo.

Segun Berzelius, los bromuros metálicos dan con un vidrio de cobre y sal de fósforo, y lo mismo con el sulfato de cobre sobre una lámina de plata, las mismas reacciones que los cloruros metálicos; pero la tinta azul que toma la llama no se inclina al color de púrpura, sino que aparece verde, especialmente hácia los bordes. Para diferenciar uno de otro con toda seguridad, la sustancia que se examina

se funde con bisulfato de potasa en un pequeño matraz de cuello muy largo, á la llama de la lámpara de espíritu de vino. El bromo y el ácido sulfuroso quedarán eliminados, y el primero llenará el matraz de un gas amarillo, que se reconoce por su olor característico, aun cuando esté en presencia del ácido sulfuroso.

En los análisis de las aguas saladas de fuentes, etc., es preciso evaporar de antemano una porcion considerable de líquido, hasta que aparezca separado casi todo el cloruro sódico. Las aguas madres se decantan, se evaporan á sequedad, y el residuo se ensaya con bisulfato de potasa en un tubo de vidrio. En este caso, sin embargo, queda tambien en libertad el iodo, y por consiguiente no se obtiene el color amarillo puro del bromo, sino que adquiere una tinta un poco violeta, debida á la presencia del iodo.

§. VII.—IODO [I].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El iodo se presenta en la *Sal gema* y en las *Fuentes saladas*, en muy cortas cantidades, y generalmente en combinacion con el sodio. Tambien ha sido descubierto en un mineral de Méjico, combinado con la plata, y en otro de Silesia en combinacion con el zinc.

Su presencia en el reino vegetal no corresponde á esta obra; pero si dirémos que se halla en muchos géneros de plantas marítimas, combinado con el sodio.

Análisis del Iodo.

Segun Berzelius, los ioduros metálicos, cuando se tratan con sal de fósforo cuprífera, comunican una hermosa y fuerte tinta verde á la llama del soplete, que no puede confundirse con el color que toma cuando el vidrio por sí solo se funde en cualquiera de las dos llamas. Los ioduros metálicos, fundidos con bisulfato de potasa en un tubo de vidrio, desenvuelven vapores de iodo que presentan un hermoso color de púrpura. El ácido sulfuroso queda tambien en libertad.

Las aguas minerales pueden ensayarse lo mismo para descubrir el iodo que para el bromo; pero la presencia de aquel se manifiesta

por los vapores violados. Si la cantidad de bromo que contienen las aguas no es muy reducida, los gases que se desarrollen tendrán un color amarillo oscuro.

§. VIII.—FLUOR [F].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El fluor se encuentra siempre combinado : los minerales, de que forma parte esencial ó accesoria, quedan citados con la sosa, litina, cal, magnesia, alúmina, itria y cerio.

Análisis para descubrir el Fluor ó el ácido Hidrofluórico.

El ácido hidrofluórico no se elimina fácilmente por medio del calor de aquellas sustancias en que el fluor forma un elemento esencial, v. gr. del Espato Fluor, Topacio, Criolita, etc.; ni de aquellas tampoco en que se encuentra como secundario, por ejemplo, la Mica y la Hornablenda, de las que generalmente se elimina como ácido fluosilícico.

Si una cantidad corta de ácido hidrofluórico estuviese débilmente combinada en un mineral que contenga agua, es necesario calentarlo en un tubo de ensayos y aplicar á su boca una tira de papel de Fernambuco humedecida; conforme va la temperatura elevándose, se va desarrollando el ácido fluosilícico, se forma un círculo de sílice á corta distancia del ensayo, y el ácido hidrofluórico tiñe de color de paja el papel de Fernambuco.

Segun los experimentos de Bonsdorf, tambien los ácidos fosfórico y oxálico tiñen de color de paja el papel de Fernambuco; lo que no se verifica con los ácidos nítrico, arsénico y bórico. Mas, como el ácido fosfórico no es volátil, sin embargo, en este ensayo el color que tome el papel indicará la presencia del fluor. Este es un experimento tan delicado, que á veces basta humedecer con ácido hidroc্লórico en un vidrio de reloj el compuesto de fluor, y aplicarle el papel reactivo humedecido. Cuando la sustancia en que se sospecha el fluor no produce marca alguna sobre el vidrio, ni da tampoco reaccion con el papel de Fernambuco, se hace uso del siguiente método hallado

por Berzelius. Mézclase el ensayo con metafosfato de sosa, que se forma calentando la sal de fósforo á un rojo incipiente, y la masa se tuesta en el extremo de un tubo abierto, y colocado de modo que haya acceso del aire calentado por la llama, con lo cual se forma ácido hidrofúrico acuoso, que puede conocerse por su olor, mas sofocante que el del cloro, y también por la marca producida en el vidrio á causa de la condensacion del vapor. El papel de Fernambuco aplicado al extremo del tubo tomará color inmediatamente.

Hé aquí otro método inventado por Merlet para el descubrimiento de este ácido. Reducida la sustancia á polvo impalpable, se mezcla con otro tanto de bisulfato de potasa, y se calienta poco á poco en un tubo de ensayos seco y un tanto ancho. La aplicacion prudente del calor no debe jamás descuidarse; si se calienta primero la parte del tubo en que reposa el ensayo, este se perderá, porque el tubo se hará pedazos. La llama del alcohol se aplica primeramente á la parte de tubo que está mas distante del ensayo, y este se va haciendo llegar á ella poco á poco, hasta que el ensayo se funde. Luego que se ha tenido la mezcla en fusion durante un poco de tiempo, se separa la lámpara, y la parte que contenia el ensayo se corta con una lima; el trozo de delante de la masa fundida se lava bien, y se seca con papel de filtro. Si el fluor contenido en la sustancia es insignificante, mirando el tubo al trasluz se verá que ha perdido su transparencia y que queda muy áspero al tacto.

§. IX.—CARBONO [C] y ACIDO CARBONICO [C O²].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

El Carbono se presenta puro en la naturaleza, en el *Diamante*, y combinado con otros cuerpos, en la *Antracita*, *Grafito*, *Carbon de piedra*, etc.

El ácido carbónico se encuentra en los minerales combinado con las bases de que hemos hecho mencion en las secciones anteriores de esta obra, y tambien en forma gaseosa en las minas, en las regiones volcánicas y en los sitios en que la tierra contiene grandes masas de carbonato de cal. Pero, como el análisis de los gases libres

no es de la incumbencia del soplete, no tenemos necesidad de enumerar los lugares en que se exhala este gas.

Análisis para descubrir el Carbono y el Acido carbónico.

El Diamante es tan difícil de quemar, que el soplete ordinario no basta á conseguirlo. Algunas variedades de carbon, cuando se calientan con alumbre anhidro á la llama de oxidacion, dejan una masa escoriácea, que consiste en partículas ferruginosas y térreas, que pulverizadas, mezcladas con nitrato de potasa y calentadas fuertemente en la cucharilla de platino, detonan, y producen carbonato de potasa.

La presencia del ácido carbónico se manifiesta por el gas que se elimina con efervescencia cuando se calienta al soplete el mineral que lo contiene. Tambien se descubre instantáneamente humedeciendo la sustancia con una gota de ácido hidrofúrico, que al punto determina la efervescencia.

§. X.—ACIDO BORICO [B O₃].—*Su presencia en el Reino Mineral.*

Este ácido se presenta combinado con el agua en el *Acido bórico nativo*, y en otros muchos minerales en combinacion con diferentes bases. Los fósiles de que forma un elemento esencial ó secundario, quedan ya citados en los párrafos de la sosa, cal, magnesia y alúmina.

Análisis para descubrir el ácido bórico.

Segun Berzelius el Acido bórico nativo de Toscana, produce las siguientes reacciones: humedecido con agua y colocado encima de un papel de Fernambuco, lo blanquea al cabo de media hora, y hecha la disolucion en el alcohol, y aplicada al papel de curcuma, le comunica una tinta parda.

Sin reactivos sobre el carbon, se funde en un vidrio claro, y si contiene yeso aparece opaco cuando se enfria.

Turner recomienda el siguiente método para la invencion del ácido

bórico en las sales y en los minerales. Redúzcase la sustancia á polvo impalpable, y mézclese con un fundente compuesto de cuatro partes y media de bisulfato de potasa y de una de espato fluor perfectamente pulverizado. Con todo esto, y pocas gotas de agua, se forma una pasta que se coloca húmeda en el anillo del alambre de platino, y se funde con el extremo de la llama azul. Durante la fusion del ensayo queda libre el gas ácido fluobórico, que comunica un color verde puro á la llama exterior. Es preciso sumo cuidado cuando las cantidades de ácido bórico son poco considerables, porque la coloracion no dura mas que un momento. Merlet hace observar que cuando se emplean tres ó cuatro partes del fundente para cada una de la sustancia, la reaccion es mucho mas segura.

§. XI.—SILICE [Si O_3].—*Su presencia en el Reino Mineral y en los Productos de fundicion.*

La Silice forma uno de los elementos principales de la parte sólida del globo. Hállase casi en estado de pureza en el *Cristal de roca* ó *cuarzo*, *Calcedonia*, *Agata*, etc., y cuando alguno de estos minerales tiene color, es debido en general á la presencia del hierro y del manganeso. Los silicatos nativos quedan mencionados con las tierras y los metales; pero tambien entra como elemento esencial en los minerales preparados para la fundicion, y en las escorias.

Análisis de descubrir la silice.

El Cristal de roca y el Cuarzo lechoso se comportan con los fundentes como la silice pura; las demás variedades del Cuarzo se conducen de la misma manera respecto á su solubilidad en los fundentes; pero los colores que prestan á los vidrios de borax y de sal de fósforo, los diferentes óxidos metálicos, dependen de la cantidad de estos que cada cual contiene.

Los silicatos se reconocen por medio de la sal de fósforo y la sosa: la primera los descompone de tal modo, que sus bases se combinan únicamente con el ácido libre en el reactivo, y el ácido silícico se se-

para. Este análisis casi siempre se ejecuta en el alambre de platino. Fúndese en él primeramente la sal de fósforo, se le añade el silicato y se trata á la llama de oxidacion. El vidrio en caliente es diáfano, y la silice aislada flota dentro de él como una masa cavernosa. Pero siendo muchos los silicatos de que se pueden formar vidrios claros en caliente y opalinos al enfriarse, es preciso, para descubrir la silice, mirarlos atentamente cuando se hallan en fusion. Obsérvase generalmente la silice en todos los compuestos de ácido silícico, que tienen por base la cal, magnesia, glucina, itria ú óxido de zinc.

Los silicatos de zircona, como el Jacinto y el Zircon, son atacados con mucha dificultad por la sal de fósforo. El método preferible para el descubrimiento de este ácido en aquellos minerales quedó sentado al tratar de la zircona. Cuando una sustancia solo contiene una corta porcion de silicato, ó está mezclada con un poco de Cuarzo, se obtiene un vidrio en que no aparece esqueleto alguno de silice, debido á la disolucion del ácido silícico; sin embargo, puede descubrirse por la via húmeda, como dijimos al hacernos cargo de los diversos silicatos térreos, separándose de ellos la silice por este medio, en tal disposicion, que puede después ensayarse con un poco de sal de fósforo en el alambre de platino, ó con carbonato de sosa sobre el carbon.

La sosa, aunque no completamente, disuelve los silicatos con efervescencia en el alambre de platino y sobre el carbon. Si es un compuesto en que el oxígeno del ácido silícico es doble, á lo menos, del de la base, se obtendrá, aplicando la sosa con prudencia, un vidrio claro, que seguirá estándolo cuando se enfrie, porque el vidrio de silicato de sosa obra como disolvente con las bases libres.

Un silicato que contenga una base infusible da un vidrio diáfano con un poco de sosa; con muy poca mas se vuelve opaco, y aumentada aquella, el ensayo queda inalterable.

Por la adiccion primera de la sosa, se separa una parte de la base y se disuelve, dejando el vidrio diáfano; pero cuando se aumenta mucho la dosis de reactivo se separa tal cantidad de base, que el ensayo entero resulta infusible.

Las sustancias en que solo se contienen cantidades tan mínimas

de silicato, que no permiten ser descubiertas por la sosa, se tratan por la via húmeda. A este método es preciso recurrir tambien en los análisis de los minerales preparados para las fundiciones, que encierran con frecuencia sulfuros y arseniuros metálicos.

Ejemplos de aplicacion de los métodos de análisis al soplete, para descubrir en los cuerpos compuestos las sustancias que los constituyen.

(A) SALES.

Las sales que se presentan en la naturaleza son :

- (a) Sales que tienen Alcalis por base.
- (b) Sales que tienen Tierras.
- (c) Sales que tienen Tierras y Alcalis al mismo tiempo.
- (d) Sales que tienen Oxidos metálicos.
- (e) Y sales que tienen Oxidos metálicos y Tierras al mismo tiempo.

Estas sales se distinguen á veces unas de otras por sus caractéres exteriores, y por consiguiente se conocen inmediatamente; sin embargo, hay ocasiones en que no pueden calificarse con tanta facilidad, y es forzoso recurrir á los análisis químicos.

Estos se ejecutan con el soplete, y toda la operacion se termina en muy corto tiempo si se saben escoger los medios mas á propósito, que vamos á poner de manifiesto en los ejemplos siguientes :

1. *Sulfato de Potasa* $[K\ O\ S\ O^3]$.

Cuando esta sal se presenta en estado pulverulento, no es posible decidir por solo su aspecto si la base es una tierra, un álcali ó un óxido metálico; su análisis se conduce de esta manera. Una pequeña dosis de la sal se calienta en una redoma de vidrio semejante á la que representa la *Fig. 8*, y se observa si deja desprender agua; cuando se emplea en estado cristalino, decrepita, pero no da humedad. La sal pulverizada se mezcla en seguida con sosa, la mezcla se funde en la hoja de platino, á la llama de oxidacion, y se examina

durante la fusion si esta se verifica permaneciendo clara toda la masa, ó si se precipita alguna sustancia. El Sulfato de potasa se funde con la sosa sobre la lámina de platino, en un vidrio enteramente diáfano; por consiguiente su base es un álcali. Cuál sea este se determina examinando el color que toma la llama exterior, cuando se funde á la extremidad de la llama azul un pequeño fragmento de la sal, adherido á la sortija humedecida del alambre de platino, y si la llama exterior presenta un color violado, puede asegurarse la presencia de la potasa.

Si se quiere determinar tambien el ácido, una pequeña porcion de la sal se trata sobre el carbon á la llama de reduccion. Aquella se funde y es absorbida por el soporte, que queda cubierto de una sustancia blanca, formada de una multitud de gotitas, semejantes á las que produce el sulfato de potasa, ó una combinacion de potasio con bromo, cloro ó iodo. Si la masa absorbida por el carbon se humedece con unas gotas de agua, exhala un fuerte olor hepático; y si se separa de aquel, se coloca sobre una tira de hoja de plata y se moja con un poco de agua, produce sobre la lámina la mancha negra de sulfuro de plata.

Por medio de un ensayo tan sencillo como el precedente podemos quedar persuadidos de que la sal se componia de ácido sulfúrico y potasa.

2. *Nitrato de Potasa (Salitre ó Nitro)* [K O N O⁵].

Cuando esta sal no puede reconocerse por sus caractéres exteriores, se conduce el ensayo del mismo modo que el anterior.

Caliéntase en un frasco ó redoma, y se funde inmediatamente, formando un vidrio claro, pero sin dar agua. Esto basta para conocer que la base es un álcali, por consiguiente nos ahorramos el ensayo con la sosa sobre la lámina de platino.

Tenido el salitre en estado de fusion sobre el alambre de platino, tiñe de color de violeta la llama exterior; luego tiene por base la potasa.

Calentado sobre el carbon, produce una detonacion sumamente viva; es porque el ácido nítrico se halla presente ¹.

3. *Ioduro Potásico* [K I].

Cuando se calienta una pequeña cantidad de él en un tubo de ensayos, con bisulfato de potasa ó ácido sulfúrico, se levantan vapores purpúreos, que comunican color azul al almidon.

4. *Carbonato de Sosa* [Na O C O²].

Para el ensayo de esta sal el procedimiento al principio es igual al de la anterior, pero luego es preciso ir mas adelante, porque el ácido no puede reconocerse del mismo modo.

La sal hidratada da en la redoma de vidrio agua, que no reacciona ni ácida ni alcalinamente.

Con la sosa sobre el carbon se funde en un vidrio claro; luego su base es un álcali.

Sobre el alambre de platino se funde con facilidad, y tiñe de amarillo muy fuerte la llama exterior; por consiguiente su base es la sosa.

Se funde sobre el carbon sin detonacion, y es absorbida por él, pero no da sublimado; de donde se infiere que no está en combinacion ni con el ácido nítrico ni con el sulfúrico ni con el hidroc্লórico.

Con el papel de curcuma ó con el de tornasol enrojecido da reaccion alcalina.

Resta solo determinar si la sosa está combinada con el ácido carbónico. Para esto un poco de la sal se funde con sílice sobre el carbon, y se observa si las dos sustancias se combinan y forman un vidrio claro con efervescencia. Esto es lo que debe suceder con el

¹ Los nitratos tienen por carácter distintivo la detonacion que producen con el carbon cuando son fusibles; si no lo son, se calientan en un tubo cerrado de vidrio, primero hasta secarlos completamente, y en seguida hasta el rojo, y no tarda en llenarse el tubo de un gas amarillo de color de naranja, que es el ácido nitroso.—*Berzelius, Moriana.*

carbonato de sosa, porque su ácido se escapa, mientras la sosa se combina con la sílice. Si toma el vidrio un color amarillo ó rojo al enfriarse, el carbonato de sosa no estaba libre de ácido sulfúrico.

5. *Cloruro Amónico* [$\text{N H}^4 \text{Cl}$].

Al hacer el ensayo en la redoma, si se sublima la sal sin dejar residuo, es indefectiblemente una sal amoniacal. Ensayada después con sosa para descubrir el amoniaco, y formando un vidrio con sal de fósforo, saturada de óxido de cobre, para hallar el cloro, se obtienen resultados que solo pueden convenir al cloruro amónico.

6. *Sulfato de Sosa* [$\text{Na O S O}^5 + 10 \text{aq}$].

Calentado en un tubo de ensayos da agua y un residuo infusible. Sobre el carbon toma la llama un intenso color amarillo rojizo. El residuo humedecido con un ácido deja escapar hidrógeno sulfurado.

7. *Alumbre de Potasa* [$\text{Al}^2 \text{O}^5, 3 \text{S O}^5 + \text{K O S O}^5 + 24 \text{aq}$].

Cuando esta sal se presenta en polvo, no puede reconocerse como alumbre mas que por su sabor, ni puede determinarse por sus caracteres externos si la base es un álcali ó una tierra, ó si ambas concurren para formar aquella. Los ensayos, pues, se dirigen de un modo análogo al que se ha dicho para el sulfato de potasa.

Se funde el Alumbre en una redoma, y lo verifica con intumescencia, y cediendo agua que no da reaccion ácida ni alcalina. La masa seca calentada da un ácido que enrojece el papel de tornasol húmedo, colocado en la parte superior del tubo, y que se determina un poco mas adelante continuando el análisis.

Con la sosa sobre la hoja de platino forma un compuesto infusible luego que el agua ha desaparecido. La base por lo tanto es una tierra. Si se trata sin reactivos una pequeña porcion, sobre el alambre de platino á la punta de la llama azul, la llama exterior presentará un color violeta oscuro, debido á la potasa; de donde se in-

fiere que la sal tiene dos bases; es preciso, pues, averiguar cuál es la tierra.

La sal después de perder su agua aparece completamente blanca, y se ensaya con el nitrato de cobalto, que le comunica un hermoso color azul si sobre el carbon, y después de eliminada el agua, se emplea una llama de oxidacion muy pura. La tinta azul manifiesta que la base es la alúmina.

Resta solo calificar el ácido: para ello se ensaya como si fuese sulfúrico, porque al analizar la sal en la redoma, enrojeció el papel de tornasol. Así pues, si la sal se funde con sosa sobre el carbon, y la masa fundida puesta sobre la plata y humedecida con agua produce la mancha negra característica de sulfuro de plata, el ácido será necesariamente el sulfúrico, puesto que los ensayos que se hagan para descubrir los demás ácidos no producen reaccion. Por consiguiente la sal se compone de sulfato de alúmina y de sulfato de potasa.

8. *Bromuro Sódico* [Na Br].

Calentado en un tubo de ensayo con bisulfato de potasa ó ácido sulfúrico fuerte, despiden esta sal vapores pardos de bromo.

9. *Sulfato de Magnesia* [Mg S O³ + 7 aq].

Los componentes de esta sal se reconocen del mismo modo que los del alumbre.

En la redoma deja una gran cantidad de agua, que no da reaccion ácida.

Con la sosa sobre la hoja de platino, es infusible; por consiguiente su base es un álcali.

La sal anhidra, tenida con las pinzas á la llama azul, presta á la llama exterior un color amarillo, muy apagado algunas veces, pero muy evidente si se le añade la sosa.

El nitrato de cobalto comunica á la sal una débil, pero hermosa tinta rosa; es preciso inferir que la magnesia es su base.

Cuando se funde la masa con sosa sobre el carbon á la llama de

reduccion, produce, si se coloca sobre la lámina de plata y se moja con agua, una mancha negra de sulfuro de plata, y con la sosa y la sílice forma un vidrio de color hepático. El ácido es pues el ácido sulfúrico, y por consiguiente la sal es el sulfato de magnesia, que contiene á veces un poco de sulfato de sosa.

10. *Cloruro Lítico* [Li Cl].

Esta sal comunica un color rojizo á la llama del soplete.

11. *Estronciana sulfatada*.

Cristalizada, decrepita fuertemente cuando se calienta en una redoma, pero no da agua. El análisis con la sosa sobre la lámina de platino, es excusado, puesto que se reconoce instantáneamente que la base es una tierra. Sin embargo, se hace para ver si tiñe la llama exterior. Un fragmento tenido entre las pinzas y tratado con la punta de la llama azul, se funde y comunica á la llama exterior una coloracion rojiza mucho mas clara que la que prestan las sales de cal, y semejante á la que produce la litina, sin ser tan hermosa. Esto pues manifiesta la existencia de la litina ó de la estronciana.

Trátase en seguida un poco de la sustancia con sosa sobre el carbon, para averiguar si es absorbida por él al mismo tiempo que el fundente. Este se funde con la sal que se ensaya, entra en una fuerte ebullicion el nuevo compuesto, y se introduce en el carbon como una masa hepática. Por este medio queda ya sentado que la sal es ó sulfato de barita ó de estronciana; pero como se vió al principio que teñia la llama exterior de encarnado, y que no era de difícil fusion, puede darse casi por seguro que no es Barita, sino Estronciana sulfatada.

Si un ensayo de esta sustancia se calcina por largo tiempo sobre el carbon á la llama de reduccion, se trata con ácido hidrocórico el sulfuro estróncico así formado, y la sal que resulte se evapora á sequedad, y se trata con alcohol, como mas largamente queda dicho en los análisis de la estronciana; se reconocerá con toda certeza la

presencia de esta por el color rojo que comunica á la llama de espíritu de vino.

12. *Cal Carbonatada.*

Esta sal se reconoce al punto por sus caractéres externos. El ensayo es semejante al anterior.

Calentada en la redoma no da agua.

Entre las pinzas, y fuertemente calentada en la extremidad de la llama azul no se funde, pero se hace muy luminosa, y tiñe la llama exterior de color de carmin bajo. Durante el enfriamiento generalmente se vuelve verde negruzca, lo que indica la presencia del hierro ó del manganeso.

El fragmento tostado, humedecido con agua y colocado sobre un papel de tornasol, da reaccion alcalina.

De todos estos resultados debe pues deducirse que la sustancia que se ensaya es una tierra alcalina, y que la tierra es la cal, combinada con el ácido carbónico.

En seguida se disuelve un fragmento con borax en el alambre de platino, para observar si produce ó no efervescencia durante la disolucion, y el color que comunica al vidrio de borax; si se ha disuelto en él en mucha cantidad, el vidrio cristaliza al enfriarse, presentándose erizado de puntas. De todo lo cual se infiere que la sustancia que se analiza es un carbonato que contiene un poco de óxido de hierro, y que la base es efectivamente la cal. Un ensayo aparte para el manganeso decide si la sal contenia además este otro metal.

Cuando se trata una porcion del carbonato de cal con sosa sobre el carbon, aquel no se disuelve, y la sosa es absorbida por el soporte, dejando una masa infusible, que no es otra cosa que la cal.

13. *Seudo-Apatita.*

Este mineral se encuentra algunas veces en una localidad no léjos de Freyberg, en los flancos de venas pequeñas, acompañando diversos minerales de plata, en especial la Plata roja, Plata antimoniada

sulfurada, y tambien con Piritas de hierro sobre las gangas como un producto natural aparentemente alterado, formando agujas de figura prismática exágona, de un color blanco amarillento en ciertos puntos, y en otros amarillo rojizo, y cuya fractura es casi terrosa.

Muchos de estos cristales, particularmente los mas oscuros, calentados en la redoma de vidrio, decrepitan, y rinden tan solo una pequeña cantidad de agua.

Los fragmentos que quedan en la redoma se vitrifican un poco por los bordes, cuando se calientan con mucha intensidad en el extremo de la llama azul, son muy fosfóricos, al mismo tiempo, y cuando se enfrian, presentan un color mas bajo. Durante la ignicion la llama exterior aparece amarilla muy oscura á causa de la sosa; sin embargo, observando con atencion, se ve perfectamente una tinta verde oscura, que acusa la presencia del ácido fosfórico. Con el ácido bórico y el hierro da un régulo de fosfuro de hierro.

De todo lo que precede puede inferirse que la sal es un fosfato. Ahora es preciso tratarla con los fundentes y con el nitrato de cobalto, para llegar á conocer sus otros elementos, particularmente las bases.

La Seudo-Apatita se disuelve con lentitud en el borax, formando un vidrio, que á veces resulta salpicado de líneas opalinas si el mineral no está en exceso; cuando está en mucha cantidad se enturbia del todo durante el enfriamiento. Los cristales amarillo-rojizos dan con el borax una tinta amarillenta de óxido de hierro.

En la sal de fósforo se disuelve con una ligera efervescencia, da un vidrio teñido por el óxido de hierro, que únicamente se vuelve *opaco á la llama* cuando se añade una gran cantidad de la sustancia, y si está próximo á saturacion, se enturbia por sí mismo al enfriarse, y presenta facetas imperfectas. Cuando está del todo saturado se obtiene un vidrio casi blanco de leche.

Con un peso de sosa igual al suyo, el mineral pulverizado se funde sobre el carbon, formando un glóbulo, que continuando por mucho rato la insuflacion se hace infusible y pierde su forma esférica. Añadiéndole sosa es absorbido por el carbon. Si se funde con sosa, sobre el carbon, á la llama de reduccion, otra dosis del mineral pul-

verizado, y la masa fundida se coloca sobre una placa de plata mojada, se producirá la mancha negra de sulfuro de plata.

Cuando se funde con sosa y salitre sobre la lámina de platino no da reaccion; por consiguiente, el manganeso no existe en ella.

El nitrato de cobalto comunica un color gris al mineral pulverizado.

Por su manera de conducirse con el borax, la sal de fósforo, la sosa y el nitrato de cobalto, se ve que este mineral contiene, además del ácido fosfórico, ácido carbónico, porque se disuelve con efervescencia en la sal de fósforo, y ácido sulfúrico, porque, fundido con la sosa, ennegrece la plata. Tambien se deduce que el elemento colorante es el óxido de hierro, y que la base no es la alúmina, porque da un color gris, en vez de azul, con el nitrato de cobalto.

Si estas reacciones al soplete se comparan con las prestadas por las combinaciones del ácido fosfórico que nos presenta la naturaleza, se hallará que son muy semejantes á las de la Apatita.

Sabemos, sin embargo, que la Apatita es una combinacion de fosfato de cal y de cloruro cálcico, estando este sustituido algunas veces por el fluoruro cálcico; por lo cual es indispensable ensayar directamente el mineral para descubrir el cloro, el ácido hidrofluórico, la cal y las demás bases.

Como ya hemos visto en el Análisis del Cloro, no hay ninguna reaccion que nos lo indique infaliblemente por la via seca: si en vista de ello tratamos el fósil con ácido nítrico, al punto se disuelve con efervescencia; extendiendo esta disolucion con agua destilada y añadiéndole nitrato de plata, se enturbiará ligeramente, y por lo tanto, el mineral no está del todo exento de cloro.

Cuando aquel se funde con una cantidad igual á la suya de bisulfato de potasa en un tubo de vidrio cerrado por uno de sus extremos, se producen sobre la superficie del tubo unas manchas ligeras á corta distancia del ensayo, que no se borran aunque la parte cerrada del tubo se corte, se lave con agua y se seque: infiérese pues que el mineral contiene ácido hidrofluórico.

El ensayo de la cal y de las demás tierras se practica con el auxilio de la via húmeda. Puede tenerse, sin embargo, por casi averiguado que

el componente principal es la cal, porque la sustancia, cuando ha sido fundida con sal de fósforo, forma al enfriarse facetas imperfectas; pero la mezcla con otras tierras únicamente puede descubrirse recurriendo á la via húmeda.

Para ello se trata una cantidad de la sustancia con ácido hidroclórico, y se precipitan las tierras como queda explicado en el Análisis de la Cal, y mas especialmente cuando nos ocupamos de la Apatita. El mineral se disuelve prontamente con produccion de calórico y de gas, que es el ácido carbónico que se escapa, y la disolucion extendida en agua y espíritu de vino presta, con el ácido sulfúrico diluido, un precipitado, que después de lavado presenta al soplete la reaccion del yeso. La disolucion, libre de este por filtracion, da un precipitado, un poco gelatinoso, que, ensayado á su vez, se comporta como la alúmina ferruginosa. Hé aquí los elementos de que consta el mineral :

- Ácido fosfórico, en mucha cantidad;
- Ácido carbónico, en menos cantidad;
- Ácido hidrofluórico, } en menor cantidad todavía;
- Ácido sulfúrico, }
- Cloro, muy poco;
- Cal, mucha cantidad;
- Alúmina, poca cantidad;
- Sosa, aparente, tan solo en muy pequeña cantidad;
- Óxido de hierro, como materia colorante;
- Agua poca, probablemente solo mezclada;

Estos componentes manifiestan que el mineral problemático es una combinacion de fosfato de cal con fosfato de alúmina, carbonato de cal, sulfato de cal, fluoruro cálcico y cloruro cálcico.

14. *Cloruro Sódico* [Na Cl].

Calentado en un tubo de vidrio decrepita, dando generalmente indicios de agua.

Sobre el alambre de platino tiñe la llama de amarillo muy subido.

Con un vidrio muy saturado de sal de fósforo y cobre colora la llama de un azul muy oscuro, que indica la presencia del cloro.

15. *Borax* [Na O, 2 B O⁵ + 10 aq].

Experimenta una viva intumescencia con el calor, dando gran cantidad de agua.

Expuesto á la llama en el alambre de platino, aumenta extraordinariamente de volúmen, y da por resultado un vidrio incoloro. La llama se tiñe de amarillo. El ácido bórico se descubre del modo siguiente: se mezclan borax, ácido sulfúrico y alcohol, se calientan, y una llama verde que resulta manifiesta la existencia del ácido bórico.

16. *Plomo fosfatado.*

Este mineral se distingue fácilmente por sus caractéres exteriores cuando se halla en estado sólido; en este caso basta someterlo á ensayos directos para conocer sus componentes. Pero cuando se presenta en estado pulverulento puede muy bien confundirse con otros minerales del mismo color, y se debe ensayar de esta manera:

Tuéstase primero sobre el carbon en ambas llamas, y se examinan su fusibilidad y los demás caractéres de que pueda deducirse algun resultado. El polvo se funde sobre el carbon, á la llama de oxidacion, forma un glóbulo, cristaliza durante el enfriamiento y presenta un color oscuro. Si se observa que mientras la fusion se ha volatilizado alguna sustancia, y depositádose en cierta parte del carbon, como un sublimado blanco, que permite ser llevado léjos del ensayo por la aplicacion de una y de otra llama, se puede casi asegurar que el antimonio es el que está presente. No se necesita dedicar un ensayo especial al antimonio, en la duda de que existen otros compuestos que pudieran dar un sublimado blanco, porque sin buscarlos directamente, los iriamos hallando durante el curso del análisis. Si se sostiene el vidrio por mucho rato á una fuerte llama de reduccion, el carbon aparecerá amarillo, como cuando está cubierto de óxido de plomo; y si la insuflacion cesa, cristaliza el vidrio casi instantánea-

mente mientras se enfria, y se forman anchas facetas casi blancas, con brillo anacarado. Como este aspecto es exclusivo del Plomo fosfatado, y como se ha obtenido ya el sublimado de óxido de plomo sobre el carbon, no es necesario continuar el ensayo en busca del ácido fosfórico y del plomo. Con todo, para quedar enteramente convencidos, se puede hacer un glóbulo de fosfuro de hierro y de plomo metálico, con ácido bórico y hierro; y con la sosa sobre el carbon, un boton de plomo que para ver si contiene plata se copela sobre la ceniza de huesos.

La aparicion del sublimado blanco, cuando el mineral se trata sin reactivos sobre el carbon, se explica fácilmente con solo enunciar el hecho de que las combinaciones naturales de ácido fosfórico y óxido de plomo contienen siempre cloruro de plomo, que se volatiliza. Un ensayo hecho expresamente para el cloro, con un vidrio de sal de fósforo saturado de óxido de cobre, manifiesta, sin dejar duda, que el mineral contenia cloro.

17. *Níquel arseniatado.*

Con mucha facilidad puede averiguarse que este mineral es una sal metálica. Sus componentes se reconocen sin dificultad en el curso del ensayo.

Calentado en una redoma, cede un poco de agua y su color se oscurece; sin reactivos sobre el carbon, á la llama de oxidacion, esparce á veces un olor aliáceo muy perceptible, y á la llama de reduccion se funde, dejando escapar algo de arsénico, y forma un glóbulo metálico negro, fragil, que es atraido con fuerza por el iman.

De esta propiedad, y del color verde que tiene el mineral, casi puede inferirse que aquel consta principalmente de arseniato de óxido de níquel.

Pero como los Arseniatos naturales de níquel no siempre están libres de óxido de cobalto, de óxido de hierro y de ácido sulfúrico, se ensaya con el borax y se hace un análisis expreso para el ácido sulfúrico.

En el borax se disuelve el mineral con facilidad, dando un vidrio de color de violeta en caliente, y pardo rojizo en frio; vidrio, pues, de óxido de níquel. Tratado este vidrio sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que todo el níquel se precipite, aparecerá el vidrio enteramente incoloro si el mineral está libre de cobalto y de hierro; si no lo está, aparecerá el vidrio ó azul en razon del cobalto, ó amarillo á causa del hierro. El vidrio azul puede tambien contener hierro, en cuyo caso es necesario, después de quitarle las partículas metálicas que se hayan reducido, fundirlo en la sortija del alambre de platino, tratarlo por algun tiempo á la llama de oxidacion, y observar con mucho cuidado si estando caliente es azul ó verde; si sucede esto último, no se halla exento de hierro.

Es por demás difícil separar completamente las partículas de níquel reducidas, del vidrio mismo de que aquel se ha precipitado en estado metálico; sin embargo, esto se logra con mucha facilidad fundiendo el níquel precipitado con unas partículas de plomo, y tratando el vidrio tan solo á la llama de reduccion. El níquel se combina por este medio con el plomo, formando una aleacion fácilmente fusible, de la cual puede separarse el vidrio mientras aquella se halla en estado de fusion.

Para descubrir el ácido sulfúrico se funde el ensayo con sosa y borax sobre el carbon, á la llama de reduccion, y se trata sobre una lámina de plata humedecida.

18. *Wolfram.*

El comportamiento de este mineral al soplete, solo, sobre el carbon, y con los fundentes, se experimenta lo primero, para ponerse en disposicion de determinar sus principales elementos, á no ser que basten sus caractéres fisicos para calificarlo de Wolfram.

Calentado en un tubo cerrado ó en la redoma, decrepita y da muy poca agua.

Examinase en seguida su fusibilidad, cuya operacion se verifica mejor en las pinzas, pudiendo observarse al mismo tiempo si la llama externa toma color. Sobre el carbon se funde, aunque con difi-

cultad, sin producir sublimado, y forma un glóbulo cuya superficie presenta pequeñas eminencias, producidas por una multitud de cristales bastante grandes, laminares, grises de hierro y con aspecto metálico.

En seguida se ensaya el mineral con borax y con sal de fósforo.

Con el borax se disuelve á la llama de oxidacion, sin ninguna dificultad, en un vidrio claro, que es amarillo rojizo en caliente, cuando la cantidad de mineral empleado es corta, y mientras se enfria de un amarillo puro, como cuando los vidrios están teñidos por el óxido de hierro. Con una cantidad mayor aparece rojo de sangre en caliente, y amarillo rojizo en frio. Tratado por unos instantes á la llama de reduccion, la tinta se vuelve mas clara, manifestando un color derivado únicamente del óxido de hierro.

La sal de fósforo lo resuelve muy pronto á la llama de oxidacion, en un vidrio diáfano que aparece amarillo rojizo en caliente, y por enfriamiento un poco mas bajo de color. Su aspecto, sin embargo, no revela mas que la presencia del óxido de hierro. Tratado el vidrio á la llama de reduccion, resulta rojo oscuro, y aun cuando no sea mucha la cantidad de mineral que contenga, es opaco. Si una cantidad pequeña del vidrio saturado se trata con estaño, por cortos momentos, sobre el carbon, á la llama de reduccion, tomará el vidrio un color verde cuando se enfrie. Si se expone este por algun tiempo á una fuerte insuflacion, á la llama de reduccion, desaparece el color verde y queda una ligera tinta amarilla rojiza, que no experimenta cambio ulterior.

Estas reacciones con el borax y la sal de fósforo nos hacen ver que el vidrio de borax toma una tinta mas roja después de ser tratado con la llama de oxidacion, y un color mas ó menos amarillo cuando se tiene por corto tiempo á la llama de reduccion; podemos pues inferir que el mineral contiene manganeso y hierro al mismo tiempo. Vemos tambien que el vidrio de sal de fósforo se tiñe de rojo oscuro á la llama de reduccion, y que añadiéndole estaño y sometido por poco rato á la llama de reduccion, se vuelve amarillo rojizo; luego el tungsteno se halla presente, así como el hierro y el manganeso.

El mineral reducido á polvo, fundido con sosa en la cucharilla de

platino, y la masa resultante, disuelta en agua después de añadir ácido hidroc্লórico á la disolucion, forma un precipitado blanco, que calentado con el liquido presenta un hermoso color de limon, producido por el ácido túngstico.

Por consiguiente los elementos del Wolfram son : el ácido túngstico, los protóxidos de hierro y de manganeso, y un poco de agua. El color del mineral manifiesta que el hierro y el manganeso están presentes como protóxidos y no como sesquíóxidos.

(B) ALUMINATOS.

Como su número en la naturaleza es muy limitado, y como ya nos hemos ocupado de la mayor parte de ellos al tratar de la magnesia y de la alúmina, no presentaremos mas que un ejemplo.

Espinela roja de Ceilan.

Lo primero es estudiar su comportamiento al soplete, sola y con los flujos. Sujeta entre las pinzas, y calentada fuertemente con la extremidad de la llama azul pierde su forma; pero no presta á la llama ningun color. Un fragmento totalmente encendido, visto á la luz solar por reflexion, aparece casi negro y opaco en caliente; conforme va enfriándose, verde de cromo, primero, incoloro después, y últimamente, cuando llega á enfriarse por completo, recobra su color rojo sin haber sufrido alteracion. Estos cambios de color acusan la presencia del cromo.

Con borax se disuelve con dificultad aunque se haya empleado en polvo, formando un vidrio verde diáfano con un ligero viso amarillo, que no se vuelve *opaco á la llama*.

La sal de fósforo la disuelve con dificultad, cuando la Espinela está en fragmentos; pero se resuelve completa y prontamente cuando se emplea pulverizada, y forma un vidrio claro de color rojizo en caliente, que al enfriarse se convierte en verde de cromo, aunque no muy intenso.

Con la sosa no se disuelve; pero se funde formando una masa am-

pulosa, sin depositar ningun sublimado sobre el carbon. Fundida con sosa sobre la hoja de platino, se descubren señales de manganeso.

En polvo muy menudo toma color azul con el nitrato de cobalto.

Ahora bien; como el mineral se disuelve con dificultad en el borax, sin producir un vidrio salpicado de líneas turbias; como no deja ningun esqueleto de silice por su disolucion en la sal de fósforo; como que tratado con la sosa no se disuelve ni da tampoco sublimado, y como en polvo recibe color azul del nitrato de cobalto; es fuerza inferir que el mineral que se analiza es un aluminato, no un silicato, y que no contiene ni óxido de plomo ni zinc.

Como los aluminatos se funden fácilmente con sosa y borax sobre el carbon, segun queda dicho al explicar los ensayos de estas combinaciones en el capítulo de la magnesia, se pueden reconocer con certeza en la Espinela de Ceilan, la alúmina, la magnesia, otro elemento poco interesante, la cal, y además la silice, sometiendo la masa fundida á ulteriores procedimientos ya descritos.

(C) SILICATOS.

Los silicatos pueden dividirse en

- (a) Silicatos monobásicos, y
- (b) Silicatos polibásicos.

Los primeros se califican muy pronto al soplete, y la base, sea una tierra ó un óxido metálico, se reconoce al mismo tiempo.

Los segundos se califican tambien de silicatos por su comportamiento al soplete; pero las bases no se distinguen con la expedicion que en los anteriores.

En caso que estas no se reconozcan con toda certidumbre por medio del soplete, nos queda el recurso de la via húmeda, descomponiendo el compuesto y haciéndolo fundir con bisulfato de potasa en la cucharilla de platino, ó con la sosa y el borax sobre el carbon. El primer medio satisface con los silicatos monobásicos, excepto los de alúmina; para los demás el segundo posee muchas ventajas.

1. *Wolastonita.*

Calentada en la redoma no se altera, pero da algun poco de agua.

En las pinzas no comunica color á la llama externa, y solo por los bordes se resuelve formando un vidrio no del todo claro.

En mucha cantidad se disuelve formando un vidrio claro, que no se presenta salpicado de listas turbias.

Con la sal de fósforo se funde tambien en un glóbulo diáfano, que contiene un esqueleto de sílice, y que moderadamente saturado, se vuelve opalino durante el enfriamiento.

Con un peso de sosa igual al suyo se funde el mineral hecho polvo, formando una masa ampulosa, que sufre intumescencia añadiéndole mas fundente, y se hace infusible.

El nitrato de cobalto dificulta mucho su fusion, y presenta color azul solo por los bordes.

Podemos pues concluir que en vista de que deja un esqueleto de sílice tratándolo con la sal de fósforo, es un silicato, y que su base, porque el mineral se disuelve con facilidad en el borax, y porque el nitrato de cobalto le comunica color azul tan solo en los puntos que llegan á fundirse, no es otra que la cal.

Para probar completamente esta consecuencia no se requiere mas que fundir con bisulfato de potasa el silicato pulverizado, y tratar la masa fundida del modo descrito en el Análisis de la Cal.

2. *Piedra de Jabon.*

Calentada sola en la redoma, cede un poco de agua, da olor empi-reumático y se ennegrece.

Sostenido el mineral con las pinzas y calentado á la llama de oxidacion, se blanquea, se contrae ligeramente, y se funde por sus bordes mas delicados en un esmalte blanco, sin comunicar coloracion alguna á la llama exterior.

El borax lo disuelve presto en un vidrio claro, que presenta en general una ligera tinta ferruginosa.

La sal de fósforo lo descompone, deja un residuo de sílice, y el vidrio claro é incoloro que se forma, cristaliza al enfriarse.

Con cierta cantidad de sosa se funde formando un vidrio claro, que se enturbia por demasiada, ó por demasiado poca dosis de fundente.

El nitrato de cobalto le comunica un color rojizo cuando, reducido á polvo, se expone por bastante tiempo á la llama de oxidacion.

De estas reacciones se deduce claramente que la Piedra de Jabon es un silicato de magnesia.

Como el mineral contiene á veces un poco de alúmina, que no puede hallarse por la via seca únicamente, se pulveriza muy bien, se funde con bisulfato de potasa, para cerciorarse de si existe la alúmina, y la masa fundida se descompone del modo dicho en el Análisis de la Magnesia.

3. *Pirosmalita.*

Calentada sin reactivos en una redoma, la Pirosmalita no sufre mudanza, pero da un poco de agua.

En las pinzas se funde solo por los bordes, formando una escoria negra con brillo metálico, que se vuelve roja á la llama de reduccion.

El borax disuelve al mineral á la llama de reduccion, con una ligera efervescencia, y forma un vidrio claro, color de amatista, que desaparece á la llama de reduccion; si el vidrio no está saturado se vuelve incoloro.

La sal de fósforo descompone este fósil con dificultad. A la llama de oxidacion da un vidrio color de amatista, con un esqueleto de sílice, cuyo color desaparece al fuego de reduccion.

Con poca sosa se resuelve y forma un vidrio negro; si se aumenta el fundente, produce una escoria negra, de difícil fusion.

La Pirosmalita es, por consiguiente, un silicato que tiene por base el óxido de manganeso; pero, como su disolucion en el borax se verifica con efervescencia, revela que el ácido carbónico se halla tambien presente combinado con este óxido.

4. *Feldespató.*

Calentado en una redoma sin reactivos, no experimenta variacion, y cuando es enteramente diáfano no cede nada de agua.

En las pinzas se disuelve con dificultad, y solo por los bordes, forma un vidrio espumoso semitrasparente, y tiñe la llama exterior de amarillo, como lo hace la sosa.

Con el borax se disuelve, aunque muy despacio y sin efervescencia, en un vidrio claro.

La sal de fósforo, solo en el caso de emplearse en polvo, lo descompone completamente, dejando un esqueleto de sílice, y formando un vidrio opalino en frío.

El fósil hecho polvo se funde con la sosa muy poco á poco y con efervescencia, produciendo un vidrio claro de difícil fusion y enteramente exento de burbujas.

El nitrato de cobalto comunica color azul al polvo fino, pero no mas que en los bordes fundidos.

Así pues el Feldespato no es otra cosa que un silicato; y como es muy difícil de fundir con el borax, y como da color amarillo á la llama exterior, se infiere que su base consta principalmente de alúmina y de un poco de sosa; pero lo que no se puede decidir con solo el soplete, es si este silicato está ó no combinado con otros silicatos.

Para averiguarlo se disuelven con sosa y borax sobre el carbon como 75 miligramos del mineral reducido á polvo muy fino, y producen un vidrio claro, que se pulveriza, se trata con ácido hidrocórico, y cuya disolucion se evapora á sequedad. El cloruro formado se disuelve en agua; de la disolucion clara se separa por filtracion, la sílice, y lo filtrado se ensaya en busca de las tierras del modo que queda descrito en los Análisis de la Barita, de la Cal y de la Alúmina. De este modo se hallará que contiene una gran cantidad de alúmina y vestigios de cal.

Los elementos así encontrados manifiestan que el silicato debe ser un Feldespato; pero si contiene sosa, ó potasa con un poco de sosa, solo puede averiguarse haciendo un ensayo aparte para descübrir la

potasa del modo que dijimos en la pág. 92. El Feldespato de potasa indica contener un poco de sosa, porque generalmente da á la llama exterior una coloracion mas ó menos amarilla. Si una disolucion alcohólica de la parte alcalina de este mineral, tratada por el cloruro platino-potásico, da un precipitado abundante, el Feldespato será de potasa con solo rastros de sosa; pero en el caso de no obtenerse precipitado, el Feldespato será Feldespato sódico. Un poco de la disolucion del ácido hidroclórico preparada para ensayar las tierras puede emplearse para descubrir la potasa, y así se ahorra volver á fundir de nuevo el mineral con la sosa, como se previene en la página antes citada.

5. *Escoria de los Hornos de Fundicion de Freyberg.*

Sostenida en las pinzas, se funde pronto, conservando su color verdinegro, y da señales de sosa, porque, aunque ligeramente, comunica á la llama exterior una tinta amarilla.

En el borax se disuelve con facilidad en un vidrio claro teñido tambien fuertemente por el hierro.

En la sal de fósforo se resuelve en un vidrio claro teñido de amarillo, que encierra un esqueleto de sílice.

Sobre el carbon, con la sosa, se funde sin dificultad y con efervescencia, formando un glóbulo negro, que no deposita sublimado sobre el carbon á la llama de reduccion, pero que ordinariamente produce, pasado algun tiempo, una mancha negra en la plata metálica humedecida.

Fundida con sosa y salitre sobre la hoja de platino, da la reaccion del manganeso.

De todas ellas se deduce que la Escoria ensayada al soplete resulta ser un silicato, cuya base principal es el protóxido de hierro. Pero, como sabemos que semejante Escoria contiene tambien varias tierras, que no pueden descubrirse con aquel instrumento, se toman para lograrlo unos 100 miligramos de ella reducidos á polvo, se funden con sosa y borax sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el glóbulo fundido se descompone segun el método dado para el Aná-

lisis de la Barita. El ácido sulfúrico ó el bisulfato de potasa producen un precipitado, sumamente escaso, de sulfato de barita en la disolución extendida de los cloruros. Cuando por la adición de unas gotas de ácido nítrico se convierte el protóxido de hierro en sesquióxido, y se añade un poco de cloruro amónico á la disolución filtrada del precipitado barítico, el amoniaco precipita el sesquióxido de hierro y la alúmina; el oxalato de amoniaco produce en la disolución filtrada de estas sustancias un ligero precipitado de oxalato de cal; y por último, la sal de fósforo da otro, tambien poco abundante, en la disolución filtrada del oxalato de cal; precipitado que consta de magnesia y protóxido de manganeso, combinados con ácido fosfórico y amoniaco.

Si todos estos precipitados, después de lavarlos bien, se tratan al soplete, como hemos dicho al tratar de cada una de las tierras, se verá que la Escoria contiene :

Silice,

Protóxido de hierro,

Alúmina,

Cal,

Magnesia,

Barita con vestigios de

Manganeso, Azufre y Sosa.

Siendo el fragmento empleado enteramente vítreo, y estando libre de partículas de mata ó crudio mezcladas con ella, las pequeñas cantidades de azufre presentes pueden considerarse como combinadas con la barita ó con la cal.

6. *Escoria del Cobre Negro, de los Hornos de Fundicion de Freyberg.*

Tenida entre las pinzas, se funde pronto, sin dar color á la llama exterior, pero si se humedece con ácido hidrocórico, tiñe dicha llama de verde azulado, por el cloruro de cobre que se forma.

Con el borax y la sal de fósforo se conduce como la Escoria que acabamos de analizar; pero el glóbulo, con la misma cantidad de sus-

tancia, aparece de un color mucho mas intenso, y la sal de fósforo no exhibe un esqueleto de silice tan considerable; lo que prueba que contiene mas hierro y menos silice.

Con la sosa se disuelve en el carbon con efervescencia y forma un glóbulo negro, que si se trata por algun tiempo á la llama de reduccion deposita sobre el carbon un sublimado blanco de óxido de plomo.

Ensayada á la llama de reduccion con una gran cantidad de sosa, se obtienen partículas metálicas, que se comportan con el ácido bórico, como una mezcla de plomo y de cobre.

Con sosa y nitro, sobre la lámina de platino, manifiesta la existencia de reliquias de manganeso.

Dedúcese pues de todas estas reacciones que la Escoria del Cobre Negro es realmente un silicato de protóxido de hierro, que contiene algunos vestigios de óxido de plomo, de óxido de cobre y de protóxido de manganeso. Las bases térreas es preciso buscarlas valiéndose de la via húmeda.

Para esto, como unos 100 miligramos del mineral, reducido á polvo muy fino, se funden con sosa y borax y con un boton de plata pura que pese 8 miligramos próximamente; se forma un glóbulo con todo ello á la llama de reduccion, y el glóbulo fundido se trata en seguida del modo descrito en el análisis de la Escoria, de que antes nos ocupamos. Por este medio se hallará que la Escoria del Cobre Negro contiene alúmina y señales de cal, que ambas á dos se consideran como bases.

Si el glóbulo de plata, libre de escorias, se trata con sal de fósforo, por poco tiempo sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el glóbulo que se obtenga se vuelve á fundir con un poco de estaño á la llama de reduccion, resultará rojo moreno y opaco durante el enfriamiento, á causa de la presencia del protóxido de cobre.

La Escoria del Cobre Negro consta por consiguiente de

Silice,

Protóxido de hierro,

Alúmina,

Cal, con señales de

Oxido de plomo y de cobre, y Protóxido de manganeso.

(D) COMPUESTOS DE ÓXIDOS METÁLICOS.

Los compuestos de óxidos metálicos que nos presenta la naturaleza, y que no pueden considerarse como sales, son ú óxidos ó hidratos. De ellos, unos existen de por sí, en tanto que otros están combinados con varios minerales simples. Los que sometidos al calor en una redoma no dan agua, son óxidos, y los que la dan, ó son hidratos ó son óxidos que contienen hidratos.

Los óxidos metálicos obtenidos en los productos de fundicion se acompañan frecuentemente con el ácido sulfúrico, con ácidos arsenicales, con ácido antimonioso y con una porcion de óxidos combinados con estos ácidos; pero nunca contienen agua químicamente combinada.

El método de análisis para la investigacion de los compuestos de óxidos metálicos se desprende de los dos ejemplos siguientes:

1. *Cobalto Oxidado Negro.*

Calentado en una redoma da agua de olor empireumático que no altera el color del papel de tornasol.

Sobre el carbon, á la llama de oxidacion, no experimenta cambio alguno; á la llama de reduccion exhala olor aliáceo, pero ni se funde ni presenta sublimado.

El borax y la sal de fósforo lo disuelven á la llama de oxidacion, formando un vidrio trasparente de color violado oscuro, que tratado á la llama de reduccion, aparece verdoso en caliente, y azul muy puro en frio.

La sosa no lo disuelve, pero cuando se funde con el mineral sobre la hoja de platino forma una masa verde muy oscura á causa del manganeso que contiene.

Reducido con la sosa, y la masa resultante lavada, se obtiene un polvo metálico, que es atraído por el iman, y que cuando se disuelve en la sal de fósforo aparece verde en caliente y azul en frio. Cobalto y hierro.

Si el glóbulo formado con el borax se satura con este mineral y se trata por algun tiempo con un poco de plomo sobre el carbon á la llama de reduccion, el plomo se consolidará al enfriarse con una superficie clara, igual y brillante; por consiguiente, el níquel no se halla presente.

Ahora bien; no dando agua en la redoma el Cobalto Oxidado Negro, disolviéndose en el borax y la sal de fósforo, á la llama de oxidacion, con un color de violeta oscuro, que se vuelve azul á la llama de reduccion, y produciendo con la sosa sobre la lámina de platino un color verde, podemos inferir que consta de hidrato de óxido de cobalto y de hidrato de óxido manganeso. Hemos visto tambien que da un ligero olor de arsénico cuando se calienta sobre el carbon, y que el glóbulo de borax, cuando se trata por poco tiempo á la llama de reduccion, con lo cual el manganeso se reduce al estado de protóxido, presenta color verde en caliente, y solo azul en frio, luego estamos en el caso de decidir que contiene además arsénico y óxido de hierro.

2. *Abstrich de los Hornos de Fundicion de Freyberg.*

Calentado en la redoma no experimenta cambio alguno.

Sobre el carbon se funde fácilmente, se extiende, se reduce con efervescencia y forma un boton metálico muy flúido, que esparce un fuerte olor aliáceo cuando se sostiene en estado de fusion á la llama de oxidacion; cubre el carbon con un sublimado de óxido de antimonio y óxido de plomo, y por último se comporta él mismo como óxido puro de plomo.

El borax lo disuelve prontamente á la llama de oxidacion en un vidrio verde trasparente, que conserva su color en frio. A la llama de reduccion el glóbulo se esparce, y una porcion de glóbulos plomizos se reducen, dando olor aliáceo y cubriendo el carbon de óxido de antimonio y de plomo.

Si aquellos globulillos se combinan, se separan del vidrio fundido, y este se vuelve á fundir á una no interrumpida llama de reduccion, se hace incoloro y continúa siéndolo en frio. Pero si un fragmento de

Abstrich se reduce á la llama de reduccion sobre el carbon, con una perla de borax de la mitad de su volúmen, si el plomo reducido se quita y el vidrio de borax se funde en un glóbulo, aparecerá este verdoso, y tratado con el estaño tomará un color verde vitriolo á causa del hierro.

Tambien la sal de fósforo lo disuelve á la llama de oxidacion, en un vidrio verde diáfano, que conserva su color en frio. El color del vidrio no se altera sobre el carbon á la llama de reduccion en caliente; pero, mientras se enfria, se enturbia y se vuelve de color amarillo verdoso. Si el vidrio se trata por corto tiempo con el estaño, toma durante su enfriamiento un color uniforme gris negruzco, á causa del antimonio reducido; si se sostiene en fusion por mucho tiempo á la llama de reduccion, el antimonio se volatiliza y al enfriarse se obtiene un vidrio rojo en razon al protóxido de cobre.

Con la sosa se reduce instantáneamente, formando un boton gris metálico, un tanto brillante.

Vemos por estas reacciones que el Abstrich es un óxido de plomo, que contiene un poco de óxido de cobre y un poco menos todavía de óxido de hierro, y que una porcion del óxido de plomo está combinada con un ácido antimonial y arsenical, porque no se ha hecho visible ningun cuerpo volátil, puesto en libertad cuando se calentó la sustancia en la redoma de vidrio.

(E) SULFUROS, ARSENIUROS Y SELENIUROS.

El sistema que debe seguirse en esta clase de ensayos es semejante al de los Análisis de los Óxidos Metálicos que hemos explicado poco há; pero en muchos casos en que existen varios metales, que juntos producen con los fundentes una coloracion confusa, hay que tomar otro camino. Las mas veces, antes de hacer uso de los reactivos, es preciso eliminar el azufre y el arsénico, tostando la sustancia sobre el carbon. Los siguientes ejemplos aclararán mucho esta materia.

1. *Blenda Cadmífera de Bohemia, Prizibramita.*

Calentada en un matraz se reduce á polvo, y cuando este polvo se calienta hasta el rojo no se desenvuelven ningunos elementos volátiles. Si se aplica el calor al polvo de la sustancia en una vasija abierta, se cambia su coloracion por un viso mas ligero y se desenvuelve gas ácido sulfuroso, que enrojece el papel de tornasol humedecido.

Sobre el carbon, á la llama de reduccion, el color del polvo toma tambien una tinta mas baja, y se perciben vestigios de ácido sulfuroso. A la llama de reduccion el carbon se cubre de un sublimado amarillento, que es blanco en frio. Con el nitrato de cobalto toma un hermoso color verde de óxido de zinc. El borax y la sal de fósforo sobre el carbon, á la llama de oxidacion, disuelven en gran abundancia el mineral reducido á polvo fino, obteniéndose un vidrio trasparente, que presenta solo una tinta ferruginosa, menos en el caso de estar saturado con exceso, que aparece opaco.

El polvo tostado, así como el que no lo está, se disuelve con efervescencia en la sosa sobre el carbon, formando una masa opalina. Continuando la insuflacion, con la llama de reduccion, el carbon se cubre primero de un sublimado pardo rojizo, cuyo color es mas sensible en frio, y que se reconoce al punto ser el óxido de cadmio; en seguida se presenta un sublimado abundante de zinc, y la sosa es absorbida por el carbon. Si se opera sobre la sustancia sin haberla tostado previamente, se percibe olor hepático cuando se humedece con agua el sitio en que la sosa ha sido absorbida por el soporte.

De las reacciones anteriores podemos, pues, deducir que la Prizibramita contiene

Zinc, y

Azufre, con un poco de

Cadmio, y de Hierro.

1. *Cobre sulfurado Bismutífero.*

Calentado en un tubo cerrado, decrepita fuertemente, se funde al cabo, pero no deja escapar elemento alguno volátil.

Calentado en un tubo abierto, se sublima el azufre, y aparece en la parte inferior del tubo un depósito, que calentado fuertemente, se funde en unas gotas pardas, quedando la sustancia de un color amarillento después de fría: hé ahí el óxido de bismuto.

Sobre el carbon se funde fácilmente con efervescencia, y salpicando al mismo tiempo. Cuando la insuflacion es continua, casi todo se volatiliza, y el carbon presenta una mancha color de naranja, cuyo depósito al enfriarse se convierte en amarillo de limon, y resulta ser óxido puro de bismuto. Si la materia restante se funde con borax á la llama de oxidacion, se obtiene un hermoso vidrio verde, que no se altera por el enfriamiento: hierro y óxido de cobre. Tratando este glóbulo con estaño, el ensayo toma un color rojo opalino en frío: subóxido de cobre.

Si el mineral tostado se disuelve con bisulfato de potasa sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el ensayo fundido se trata segun el método prescrito en el Análisis del Bismuto, no se hallará plomo. Si el mineral se funde con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un vidrio verdoso, que adquiere una tinta verde vitriolo, tratado con el estaño: protóxido de hierro. Cuando una pequeña cantidad del mineral se purifica con plomo de ensayos sobre el carbon, y se somete á la llama de oxidacion hasta que el azufre quede eliminado, y se funde con un poco de ácido bórico, resulta un boton de cobre, que viene á ser como el 5 por 100 de la cantidad empleada.

Por consiguiente, el mineral consta de

Bismuto,

Azufre,

Cobre, y vestigios de

Hierro.

3. *Burnonita de Kuprinz, cerca de Freyberg.*

Calentada, sin reactivos en un tubo cerrado, decrepita y exhala elementos volátiles.

Calentada en el tubo abierto, desprende gran cantidad de ácido sulfuroso, y además un denso vapor blanco, que se deposita, parte en lo mas alto del tubo, y parte en el fondo del mismo. La porcion superior, que es volátil, es el óxido de antimonio; la inferior es fija, y cuando está en gran cantidad, se ve que es un antimoniuro de plomo.

Sobre el carbon se disuelve sin dificultad cubriéndolo de óxido de antimonio, y forma un glóbulo negro de superficie áspera. Continuando la insuflacion, el glóbulo vuelve á fundirse, y el carbon se cubre de una espesa capa de óxido de plomo. Si el glóbulo, cuyo volumen está considerablemente disminuido, se trata con borax á la llama de reduccion, se forma un vidrio incoloro; luego el hierro no existe; pero si se sujeta á la llama de oxidacion, se obtiene un vidrio rojo de cobre, producido por el subóxido de cobre; y un boton del mismo metal, que es frágil porque contiene un poco de azufre; pero que tratado con la sosa en pequeña dosis, se hace completamente maleable.

El boton de cobre, copelado con plomo, da un boton de plata.

La Burnonita pues está compuesta de

Azufre,
Antimonio,
Plomo,
Cobre,
Plata (0,1 por 100).

4. *Níquel arsenio sulfurado, Níquel Gris.*

Este mineral calentado solo en un tubo cerrado, decrepita, desarrolla una gran cantidad de arsénico sulfurado, y si se aumenta la temperatura se funde. Calentándolo en un tubo abierto, se eliminan los ácidos arsenioso y sulfuroso. Tostado sobre el carbon, se eleva un

denso vapor arsenical, y parte de él se extiende sobre el carbon y es expelido con facilidad. Si la mayor parte del arsénico se ha volatilizado se funde muy pronto el ensayo, y forma un glóbulo, brillante todo él cuando se enfria. Si este se funde con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, aparece el vidrio cuando está bien frio, azul verdoso. Separado el vidrio del metal, y calentado aquel en el corchete del alambre de platino á la llama de oxidacion, aparece verde en caliente por el cobalto y el óxido de hierro, y después de frio, solo manifiesta una ligera tinta azul, debida al óxido de cobalto; con estaño sobre el carbon, toma el vidrio color verde vitriolo, mezclado con mucho azul. El glóbulo metálico, separado del vidrio de borax, y tratado nuevamente á la llama de oxidacion con borax sobre el carbon, da solo la coloracion del óxido de níquel; este se separa en estado metálico á la llama de reduccion, y el vidrio se presenta incoloro.

De las reacciones precedentes se deduce que el Niquel gris contiene

Arsénico,

Niquel,

Azufre,

Hierro, y

Cobalto.

5. *Cobre gris de Freyberg.*

Decrepita en el tubo cerrado, y da, si se funde, un sublimado rojo de arsénico sulfurado.

El mineral reducido á polvo deja escapar bastantes humos en el tubo abierto, y este vapor deposita sobre el vidrio un sublimado blanco, que resulta ser una mezcla de ácido arsenioso y de óxido de antimonio. Por la parte superior del tubo se exhala un fuerte olor de ácido sulfuroso.

Solo el mineral hecho polvo se funde sobre el carbon, y forma un glóbulo que da humos en abundancia; parte de cuyo vapor, que consiste en óxido de antimonio, se deposita sobre el carbon. Si no se ha tomado muy poca sustancia, se obtiene, mas próximo al ensayo

que el sublimado de antimonio, un segundo sublimado amarillento en caliente, y blanco en frio, que toma un color verde con el nitrato de cobalto : es de óxido de zinc.

En razon á la gran cantidad de azufre presente, no se percibe ningun olor arsenical cuando se trata el ensayo sin reactivos sobre el carbon; pero si en este se trata otra porcion del mineral con sosa, se separará el azufre, se volatilizará el arsénico, y se hará notar por su olor aliáceo. Cuando una porcion del ejemplar se tuesta por grados sobre el carbon, y se trata en él con borax á la llama de reduccion, se obtiene un vidrio verde botella, que tratado con el estaño se vuelve verde vitriolo, porque contiene hierro, y que deja un glóbulo metálico algo líquido, con viso de color de cobre, que por consiguiente demuestra estar compuesto de este metal y de un poco de antimonio. Si este glóbulo se trata por algun tiempo con borax á la llama de oxidacion, el vidrio se tiñe de rojo, por el subóxido de cobre que encierra, y el glóbulo toma un hermoso color de este metal. Si el boton cupriferó se copela con plomo, se logra un pequeño glóbulo de plata.

Consta, pues, el Cobre gris de

Azufre,
Antimonio,
Arsénico,
Cobre,
Plata,
Hierro, y
Zinc.

6. *Mata cruda, ó Crudio de los Hornos de Fundicion de Freyberg.*

Calentada fuertemente en una redoma, no deja escapar ningun elemento volátil; pero se vuelve negruzca.

Calentada en un tubo de vidrio abierto, desenvuelve ácido sulfuroso, que se reconoce por su olor, ó con el papel de tornasol humedecido.

En la parte inferior del tubo, cerca del ensayo, se forma una costra blanca no volátil, que resulta ser el ácido antimonioso.

Sola sobre el carbon, se funde muy pronto, y después de una continuada exposicion á la llama de reduccion, se cubre el soporte con tres diferentes óxidos metálicos. El sublimado que se produce primero se deposita á alguna distancia del ensayo; es blanco, y permite ser trasladado de un punto á otro por la llama de oxidacion: óxido de antimonio. El sublimado que se presenta en seguida está en contacto con el sublimado antimonial; es en caliente amarillo de limon, y al enfriarse amarillo de azufre: óxido de plomo. El tercer depósito es el mas inmediato al ensayo, y solo se presenta en láminas muy delgadas, que humedecidas con nitrato de cobalto, y calentadas fuerte, aunque cautamente, á la llama de oxidacion, se vuelven verdes: óxido de zinc. Estas matas exhalan vapores arsenicales cuando se calientan con sosa sobre el carbon.

La sustancia, reducida á polvo fino, tostada con cuidado sobre el carbon, y una parte del ensayo así tostado, disuelta en el borax sobre el alambre de platino á la llama de oxidacion, produce un vidrio claro, que presenta tan solo el color del óxido de hierro. Si se trata este vidrio por corto tiempo con estaño sobre el carbon, se vuelve rojizo al enfriarse, en razon del cobre; después de sufrir una llama mas sostenida de reduccion, el cobre se separa, y el vidrio permanece claro en frio, con un viso de color verde vitriolo, á causa del hierro que está presente.

Si otra porcion de Mata tostada se mezcla con sosa, borax y plomo, y se calienta sobre el carbon á la llama de reduccion, aquellos óxidos metálicos se reducen, combinándose con el plomo.

A la llama del soplete, la aleacion plumiza en estado de fusion, desenvuelve antimonio, y cuando se interrumpe la insuflacion se enfria con una superficie brillante; lo que prueba que no existe el níquel. Si el glóbulo plumizo se funde con ácido bórico hasta que la mayor parte del plomo se separe; si este se funde después con sal de fósforo sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el vidrio que resulte se trata con estaño, se producirá además una reaccion de cobre muy evidente.

Entran, pues, en la composicion de estas Matas:

Azufre,

Hierro,
Antimonio,
Plomo,
Cobre,
Zinc,
Arsénico, y segun un análisis cuantitativo de la plata,
Plata (0,18 por 100).

7. *Speis de Plomo de los Hornos de Fundicion de Freyberg.*

Calentado hasta el rojo en un tubo de vidrio, se derrite formando una masa negra, pero sin desprender nada volátil.

En el tubo abierto se elimina un poco de ácido arsenioso, deja cerca del ensayo un depósito blanco no volátil, probablemente de ácido antimonioso, y por la parte superior del tubo del vidrio se percibe un olor muy marcado de ácido sulfuroso.

Solo, sin reactivos sobre el carbon, á la llama de reduccion, se funde al principio, forma un glóbulo, y esparce vapores arsenicales. Continuando la insuflacion, se forma una costra sobre la superficie, y el glóbulo se hace infusible. Si otro ejemplar del mineral se funde con dos veces su volúmen de plomo y ácido bórico sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un sublimado bastante sensible de óxido de antimonio, y se observa un denso vapor arsenical.

Si una parte del Speis de Plomo en polvo muy fino se tuesta sobre el carbon, con lo cual se volatiliza el azufre y parte del arsénico, y otra parte del arsénico se convierte en ácido arsenioso, y sin que le sea posible separarse, se combina con los óxidos metálicos formados, y si el ensayo tostado se funde con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un vidrio negro opaco, y un glóbulo blanco metálico con dendritas. Disuelta en el borax sobre el carbon una parte del vidrio, y tratada por algun tiempo á la llama de oxidacion, presenta un color azul verdoso; fundido este vidrio en la sortija del alambre de platino y tratado al fuego de oxidacion, toma un color amarillo rojizo, que cuando se enfria se vuelve verde amarillento. Debe por consiguiente su coloracion al hierro y al cobalto. Si el glóbulo metálico

se funde sobre el carbon con sal de fósforo, á la llama de oxidacion, resulta un vidrio verde teñido por el níquel y el óxido de cobre, que cuando se trata con estaño es rojo, y opaco por enfriamiento, á causa de la presencia del subóxido de cobre.

Segun las reacciones precedentes, el Speis Plomizo contiene:

Arsénico,

Azufre,

Níquel,

Hierro,

Cobalto,

Antimonio,

Cobre, y da por copelacion

Plata (0,048 por 100).

Si se desea conocer la presencia del níquel, hierro y cobalto con mas exactitud, y observar por separado los colores prestados á los flujos por los óxidos metálicos en particular, es preciso seguir un método mas estricto, y análogo al siguiente.

Como 75 miligramos del Speis muy dividido, se tuestan sobre el carbon á la llama de reduccion, para volatilizar el azufre y los demás metales capaces de serlo, y para formar arseniatos de níquel y cobalto.

Fúndese el ensayo tostado con partes iguales de sosa y de borax sobre el carbon á la llama de reduccion, con cuyo tratamiento, el níquel, el cobre, y la mayor parte del antimonio, del cobalto y del arsénico, se reducen, formando un glóbulo limpio metálico, en tanto que el hierro como protóxido, y el óxido irreducible de cobalto, quedan disueltos en las fundentes. Si el vidrio está muy flúido y libre de partículas metálicas, se suspende la insuflacion, y los metales arsenicales se separan del vidrio.

Este se tritura, se mezcla con dos veces su volúmen de sosa, y se expone el ensayo sobre el carbon á la llama de reduccion. Sepárase el polvo gris metálico atraible por el iman de las materias escoriáceas, que han de hacerse disolver en el borax, y resultará un vidrio con color del hierro solo, ó del hierro con un poco de cobalto.

Cuando las partículas metálicas se tratan por mucho tiempo con

borax sobre el carbon, á la llama de oxidacion, y una parte del vidrio que resulta se mezcla con mas borax y algun plomo, y se expone sobre el carbon á la llama de reduccion, tomará el fundente la tinta azul característica del cobalto.

El ensayo libre del cobalto por el tratamiento con el borax, se vuelve á tratar con este flujo sobre el carbon á la llama de oxidacion, y el glóbulo vítreo en caliente se separa del ensayo metálico, con lo cual se obtiene aislado el color del níquel. Colocado en otro punto del carbon, y tratado á la llama de reduccion, el níquel se separa en estado metálico, el vidrio toma al enfriarse un color rojo moreno, y se presenta opaco por el óxido de cobre. Al cabo de una larga insuflacion, el cobre se separa tambien en estado metálico, y el vidrio manifiesta únicamente una tinta azul de un poco de cobalto restante. El cobre no aparece reducido hasta que el níquel se ha separado. Si el vidrio de borax, enteramente libre de glóbulos metálicos, se funde sobre el carbon con sal de fósforo á la llama de oxidacion, se obtiene un vidrio oscuro; si se funde del mismo modo sobre el alambre de platino á la llama de oxidacion, es infusible, y se presenta de un hermoso color verde, por el óxido de níquel y de cobre que contiene.

8. *Seleniuro de Cobre y Plomo.*

Este mineral decrepita fuertemente cuando se calienta en un tubo cerrado; por lo demás, no sufre mudanza alguna. En un tubo abierto de vidrio da un sublimado, que en la parte que mas dista del ensayo es rojo, y mas cerca de él es acerado: selenio. No se percibe el ácido sulfuroso acercando la nariz á la boca del tubo, ni por medio del papel de tornasol humedecido. Sobre el carbon humea, esparce un fuerte olor de selenio, se funde por la superficie únicamente, y al principio cubre el carbon de selenio, que aparece gris y de un lustre metálico brillante, y después se presenta tambien el óxido de plomo. Continuando la insuflacion, queda una masa escoriácea negra, que no tarda en reducirse á glóbulo, y comunica una tinta verde-botella al vidrio, que debe este color á una pequeña cantidad de hierro presente. El glóbulo metálico separado del vidrio es un poco malea-

ble; tratado sin reactivos sobre el carbon produce un sublimado abundante de óxido de plomo; y con el ácido bórico sobre el carbon, da un glóbulo de cobre puro.

Son, pues, los elementos del mineral ensayado:

Selenio,

Plomo,

Cobre, y un poco de

Hierro.

(F) LIGAS METÁLICAS QUE CONTIENEN POCO Ó NADA DE ARSÉNICO.

El método que debe seguirse para ensayar estas combinaciones se deduce sin dificultad de los ejemplos siguientes.

1. *Amalgama nativa.*

Sola de por sí y calentada fuertemente en una redoma deposita en su cuello glóbulos metálicos, que se reúnen sacudiendo el frasco. Si el residuo poroso se trata con borax sobre el carbon, primero á la llama de oxidacion y después á la de reduccion, se obtendrá un vidrio incoloro y un glóbulo metálico que tiene el mismo aspecto de la plata, y que por la copelacion no se altera. Compónese, pues, de

Plata y de

Mercurio.

2. *Plomo de Obra de los Hornos de Fundicion de Freiberg.*

Cuando se tiene la conviccion de que el mercurio no existe, es inútil el ensayo en la redoma. Tambien podemos ahorrárnoslo cuando se trata del Plomo de Obra.

Este se funde en el tubo abierto y forma un glóbulo cubierto de óxido, que no presta nada volátil. Sobre el carbon se derrite muy pronto, despide un poco de olor arsenical y cubre al principio el carbon de óxido de antimonio, y tambien de óxido de plomo si la insuflacion se lleva adelante.

Fundido con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, se obtiene un vidrio claro é incoloro, que permanece así cuando se funde

en la sortija del alambre de platino, y se trata por algun tiempo al fuego de oxidacion; está por consiguiente exento de hierro y de cobalto. Fundido con sosa y borax sobre el carbon á la llama de reduccion, y colocado el vidrio sobre una chapa de plata humedecida, produce con frecuencia una mancha negra de sulfuro argéntico, no está, por consiguiente, exento de azufre en todas ocasiones.

Tratado con ácido bórico, sobre el carbon á la llama de reduccion, hasta que queden solo particulas metálicas, y este glóbulo vuelto á fundir con sal de fósforo sobre el carbon á la llama de oxidacion, se obtiene un vidrio verdoso, que, tratado con estaño, aparece cuando se enfria rojo y opaco, á causa del cobre. Si el glóbulo metálico se copela después de la fusion con la sal de fósforo, quedará un glóbulo de plata.

Atendiendo, pues, á las precedentes reacciones, consta el Plomo de Obra de

Plomo,
Plata, un poco de
Cobre,
Arsénico,
Antimonio, y algunas veces rastros de
Azufre.

3. *Estaño impuro.*

Sobre el carbon á la llama de oxidacion se conduce como el estaño puro, á causa de la facilidad con que se oxida. A la llama de reduccion da un sublimado de óxido de estaño, mezclado con un polvo amarillo oscuro, que presenta color de limon cuando se enfria, resultando ser el óxido de bismuto. Para comprobacion se fundió otro ensayo del mismo estaño, con sal de fósforo sobre el carbon, primero á la llama de oxidacion, y luego á la de reduccion. El vidrio obtenido era diáfano en caliente, pero al enfriarse quedó negro y opaco; lo que indica la presencia del bismuto. Fundido con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, produjo un vidrio teñido de color verde vitriolo, por el protóxido de hierro.

Estaba, pues, el estaño objeto del ensayo, contaminado con bismuto y hierro.

4. *Cobre Negro muy impuro.*

Calentado fuertemente en un tubo abierto, deja en libertad un poco de ácido sulfuroso, que se reconoce por medio del papel de tornasol humedecido. A alguna distancia del ensayo se forma un depósito poco abundante, blanco, que presenta el aspecto del óxido de antimonio. Sin reactivos sobre el carbon, se funde con dificultad, dando únicamente un sublimado de óxido de plomo. Fundido con plomo de ensayos y ácido bórico, de tal modo, que una parte del ensayo quede descubierta en tanto que el plomo se disuelve, produce un sublimado de óxido de antimonio. La parte restante del glóbulo metálico que está libre de plomo, tiene un color gris muy claro, y es escabrosa.

El Cobre Negro fundido con borax sobre el carbon á la llama de reduccion, produce un vidrio teñido de azul por el cobalto, que se funde sobre el alambre de platino á la llama de oxidacion, apareciendo verde en caliente y azul en frio: cobalto y óxido de hierro. El glóbulo metálico que queda después del tratamiento con el ácido bórico, produce con la sal de fósforo sobre el carbon á la llama de oxidacion un vidrio que aparece de un hermoso verde, así en frio como en caliente, y que con el estaño se vuelve rojo y muy poco traslucido: níquel y cobre. El glóbulo metálico insoluble que resulta, todavía aparece blanco agrisado, y extremadamente dendrítico. Este aspecto indica la presencia del arsénico, que estando combinado con el níquel, no han bastado á separarlo de este metal ni el ácido bórico ni la sal de fósforo. Un análisis expreso del arsénico, hecho segun lo expuesto en la pág. 215, demostrará la presencia de este metal.

Consta pues este Cobre Negro de

Plomo,

Cobre,

Níquel,

Cobalto,

Hierro,

Antimonio,

Arsénico,

Azufre, y segun resultó de un ensayo hecho expresamente para averiguarlo, contiene además un poco de Plata.

5. *Metal Inglés ó Blanco, Malchior, Alpaca.*

Calentado en un tubo de vidrio, no se altera.

Fundido sobre el carbon á la llama de reduccion, da un sublimado amarillo en caliente y blanco en frio, que con el nitrato de cobalto toma un hermoso color verde; por consiguiente, es de óxido de zinc.

Fundido el glóbulo sobre el carbon y tratado con borax en la llama exterior, hasta que se disuelvan los óxidos metálicos que no pueden reducirse en la llama interior, se vuelve á fundir á la llama de reduccion, para separar los metales. El vidrio así obtenido es azul, y no cambia de color cuando se funde en el alambre de platino á la llama de oxidacion. Por consiguiente, el único metal que se ha disuelto es el cobalto.

El glóbulo metálico libre de él y fundido con sal de fósforo sobre el carbon á la llama de oxidacion, da un vidrio de color verde oscuro. Un poco de esta masa vítrea tratada con mas sal de fósforo, en el alambre de platino á la llama de oxidacion, forma un glóbulo, que cuando se enfria es de un verde hermoso: cobre y níquel. Separado este glóbulo y tratado con estaño sobre el carbon, se vuelve rojo opaco al enfriarse, á causa del cobre que encierra.

El glóbulo insoluble que queda, después de tratarlo con la sal de fósforo, aparece completamente maleable, resulta blanco rojizo y contiene un rastro de plata que se descubre copelándolo: cobre y níquel.

Es, pues, la composicion de esta liga:

Cobre, con rastros de

Plata,

Níquel, con algo de

Cobalto, y

Zinc.

SECCION III.

THE HISTORY OF THE
CITY OF BOSTON
FROM THE FIRST SETTLEMENT
TO THE PRESENT TIME
IN TWO VOLUMES
BY NATHANIEL BENTLEY
VOL. II.

THE HISTORY OF THE
CITY OF BOSTON
FROM THE FIRST SETTLEMENT
TO THE PRESENT TIME
IN TWO VOLUMES
BY NATHANIEL BENTLEY
VOL. II.

SECTION III.

THE HISTORY OF THE
CITY OF BOSTON
FROM THE FIRST SETTLEMENT
TO THE PRESENT TIME
IN TWO VOLUMES
BY NATHANIEL BENTLEY
VOL. II.

THE HISTORY OF THE
CITY OF BOSTON
FROM THE FIRST SETTLEMENT
TO THE PRESENT TIME
IN TWO VOLUMES
BY NATHANIEL BENTLEY
VOL. II.

DESCRIPCION

DE UN ÚTIL Y CÓMODO APARATO

PARA LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS AL SOPLETE.

Los muchos análisis que he ejecutado por medio del soplete para valuar las cantidades de metal contenidas en los minerales y en las matas, me han convencido de que cierto número de análisis cuantitativos, hechos sin descanso uno tras otro, llegan á fatigar al ensayador mas acostumbrado. Este mal puede, sin embargo, tener remedio, con tal que el analista no haya de variar de residencia á cada paso, haciendo uso de un aparato que produzca la corriente de aire necesaria.

Semejante aparato debe poseer las siguientes condiciones :

- 1.ª La de ser impermeable al aire bajo la mayor presion que se requiere en los experimentos al soplete.
- 2.ª Debe tener la salida para el aire bastante estrecha, á fin de producir una igual, continua y hasta violenta corriente de él cuando sea necesario.
- 3.ª La presion ha de poderse aumentar ó disminuir á voluntad.
- 4.ª Ha de tener un tubo largo y flexible para conducir la corriente

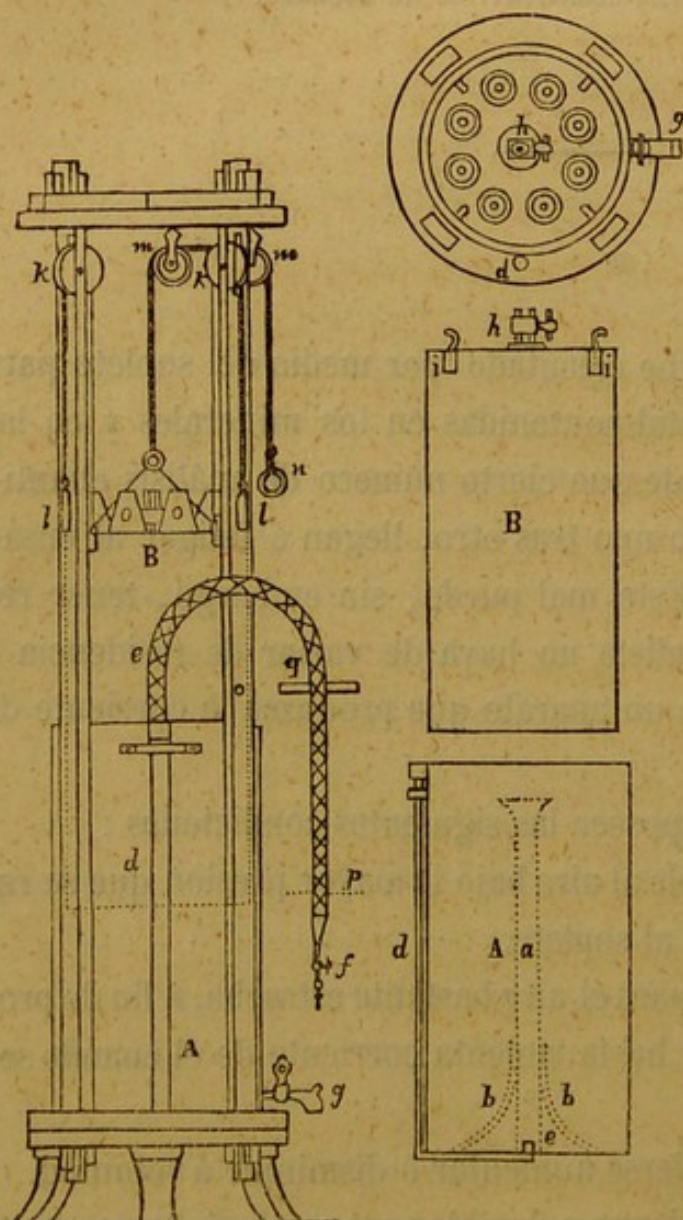
de aire; cuya manga ó tubo no haya de estar sujeto á las piezas móviles del aparato.

5.^a Que ocupe el menor espacio posible.

6.^a Y que durante la insuflacion no sea necesario cargarlo de aire por medio de manubrios ó de pedales, ó de cualquier esfuerzo físico.

Si considerásemos semejante aparato como absolutamente necesario, el objeto mas interesante de la aplicacion del soplete caeria por tierra; es preciso por lo tanto advertir que no pueden servirse de él mas que aquellas personas que tienen costumbre de hacer uso del soplete de boca; y aun estos solo como auxiliar, ó para conservar la salud en caso de que el pecho se resintiese de una insuflacion dema-

Fig. 46.



siado continua. Porque si una persona cualquiera, sin práctica del soplete ordinario, se viesse precisada á hacer uso de él, en viaje por ejemplo, los resultados que obtendria serian muy inciertos.

El aparato que yo presento, arreglado á un modelo de gasómetro del Real Laboratorio que Mr. Lampadius, comisario de minas, ha tenido la bondad de prestarme, y que con ligeras variantes es igual al propuesto por Mr. Harkort, me parece ser el que llena todos los requisitos.

Consta pues de dos cilindros huecos de chapa fuerte de zinc (Fig. 46 A B)

A es de 65 centímetros de alto y de 35 de diámetro; B es de 62 centímetros de altura y de 32 de diámetro. En vez del zinc, puede emplearse cobre ú hoja de lata, pero esta no dura tanto como el zinc, por ser muy propensa á oxidarse, á no ser que esté protegida por alguna pintura ó barniz.

En el fondo del vaso A, y en su centro, se eleva perpendicularmente un tubo (a) de zinc, de 57 centímetros de altura, terminado por la parte superior en forma de embudo. Está asegurado en su lugar por dos tiras (b b) de chapa gruesa de estaño, soldada á su superficie y al fondo del cilindro. Al final de este tubo está unido otro (c) de menor diámetro, que pasa por la parte exterior del fondo, sube paralelo á las paredes del cilindro A, y está sujeto á su remate con una grapa de zinc. En el extremo del tubo c se adapta una manga fuerte de goma elástica de 90 centímetros de longitud, que tiene en su extremidad una llave (f) de latón, en la que se fijan las boquillas de soplete. Otra llave (g), también de latón, está colocada cerca del fondo del vaso A para desocuparlo del agua.

En el fondo de B, reforzado por la parte interior con una doble cruz de hoja de lata muy fuerte, está sujeta otra tercera llama de metal (h), de un centímetro de diámetro, que sirve para dar paso al aire. También hay cuatro ganchos (i i) soldados á los extremos de dos diámetros del fondo del mismo vaso A, cruzados en ángulo recto, á los cuales se sujetan los cordones de los contrapesos que sirven para que la campana B no gire sobre su eje cuando esté suspendida.

Ambos cilindros están colocados en un armazon de madera fuerte, de 180 centímetros de alto. El menor de ellos (B) está invertido en el mayor (A), que se llena de agua hasta unos 40 centímetros. Tiene el armazon un disco de madera de 20 milímetros de espesor y 32 de diámetro, en el cual se fijan cuatro piés derechos de 6 centímetros de anchura, y 2,5 de espesor, vueltas sus caras hácia los cilindros, y sujetos á otro disco paralelo é igual al primero, que forma el asiento en que reposa el vaso A, y en el que hay practicada una ranura para dejar hueco al tubo c, que pasa por debajo de aquel, como queda dicho, y que le permite estar perfectamente asentado.

Una polea (k) se coloca en cada uno de los ángulos del techo que

corresponden á los ganchos del vaso B, por la cual corre un cordon, que lleva sujeta á uno de sus extremos una pesa de plomo de medio kilógramo. Esta tiene por objeto, como hemos dicho, impedir que gire el vaso B, y conservar siempre la llave *h* en la misma direccion, para poderla abrir y cerrar con comodidad.

Otras dos poleas de metal se sujetan á la parte superior del armarzon, para dar paso á un cordon fuerte atado á una sortija adonde vienen á parar cuatro alambres gruesos, que enganchan en *i*, dejando en libertad la llave *h*. Por medio del cordon se levanta el vaso B.

Cuando este llega á sumergirse del todo en el agua del cilindro A, se le llena de aire abriendo la llave *h* del vaso B, cerrando la llave *f* del tubo de goma, y subiendo aquel por medio del cordon hasta enrasar casi con la superficie del agua; en seguida se cierra la llave *h* por la cual el aire se ha introducido.

Encerrado de esta manera, se comprime por medio de ocho pesas de plomo, de forma de conos truncados, y de 2 kilógramos cada una, á fin de hacer pasar á través de la boquilla de soplete, colocada á la punta de la llave *f*, una corriente de aire igual, y bastante fuerte para ejecutar cualquier análisis. La boquilla ha de tener, sin embargo, un orificio mas ancho que el de la punta de un soplete comun; cuánto deba ser su diámetro no es cosa que puede fijarse aquí con exactitud, pero no tardará mucho la persona que haga uso del aparato en conocer cuál sea el mas á propósito.

Lleno de agua el vaso A hasta 40 centímetros de su altura, el cilindro B tocando á la superficie del líquido, y los pesos ejerciendo su presion, no se pueden arrojar por la boquilla del soplete mas que las dos terceras partes, poco mas ó menos, del aire encerrado, porque la tercera parte restante queda ocupando el espacio que media entre el agua y la parte superior del cilindro B.

Sin embargo, haciendo uso de la boquilla, mas conveniente para los ensayos de plata y de cobre, no cesa la corriente de aire en cincuenta y dos minutos; pero si se toma otra de orificio mas ancho, que es la mas á propósito para los análisis de plomo y de estaño, tarda el vaso B en llegar al fondo del cilindro A treinta y cinco minutos.

Como la insuflacion no se sostiene por tanto tiempo en ningun

análisis, se cierra la llave *f* cuando no se necesita la corriente de aire. De ese modo no será muy frecuente tener necesidad de montar mas de una vez el aparato en una hora ú hora y media.

Este, tal como queda descrito, se coloca en el laboratorio ó gabinete, á la derecha de la mesa, y cuando se haya de hacer uso de él se abre la llave *f*, sosteniéndola entre los dedos como una pluma de escribir, y colocando la boquilla en la llama de la lámpara. Cuando no se trabaja con el aparato, la manga de goma se pasa por la sortija *n*.

Sirve tambien esta máquina para arreglar los pequeños tubos de vidrio que se emplean en el análisis de los minerales, etc., al soplete, sirviéndose de una lámpara de torcida gruesa, quitando algunos pesos para disminuir la presion del aire, y empleando una boquilla de mayor salida que las que se usan para los ensayos. En este caso pueden quedar desembarazadas ambas manos fijando la llave *f*, en un soporte tal, que la corriente de aire pueda dirigirse sobre la llama, del modo que mejor convenga.

Para terminar, advertiré de qué manera se ha de llenar de agua el vaso *a*. Separados los pesos de encima del cilindro *b*, se eleva este lo que permita el armazon ó castillejo, ó lo que es lo mismo, hasta que la llave *h* se ponga en contacto con la polea semicentral (*m*), sosteniéndose en esta posicion por medio de dos clavijas de madera que entran en unos agujeros practicados al intento en las caras interiores de dos de los piés derechos opuestos. El embudo en que termina el tubo *a* se cubre con un cristal y se vierte el agua dentro de *a* hasta que suba 40 centímetros, sin que deba llenarse mas, en razon á que la presion del aire en el vaso *b* podria hacer que se derramase el exceso.

Luego que el vaso *a* tiene el agua necesaria, se quita el cristal, se sacan las clavijas, se deja descender el vaso *b*, y se le cargan las pesas. Si los cilindros están hechos de chapa de hierro bien barnizada, debe usarse agua fria; pero si son de zinc, de cobre, ó de hierro sin pintar, debe emplearse agua caliente; de otro modo, en una habitacion abrigada el vapor acuoso se condensaria en su superficie exterior, produciendo oxidacion, que, si bien no podria causarles por sí misma daño alguno, bastaria para deslucirlos, poniéndose blanco el

zinc y verde el cobre. Basta que la cuarta parte del agua esté caliente, para evitar tales deterioros.

ANÁLISIS CUANTITATIVOS AL SOPLETE.

Preparacion de las sustancias sometidas al análisis.

Antes de proceder al análisis de un mineral, producto de fundicion, etc., para averiguar las cantidades de los diversos metales de que consta, es preciso sujetarlo á ciertos tratamientos, que llevan el nombre de *Preparacion del Ensayo*.

Las operaciones preparatorias consisten en desecar aquellas sustancias que contienen agua mecánicamente, y cuando el caso lo exige, en triturar hasta reducirlas á polvo muy fino. Las sustancias brillantes, muy difíciles de pulverizar, se machacan con el martillo sobre el yunque; pero los cuerpos maleables se laminan primero, y en seguida se cortan con una tijera fuerte en pedazos tan menudos como se desée.

Acontece con frecuencia que los minerales preparados en grande escala aparentan estar secos aun cuando contengan mecánicamente entre sus poros y hendiduras algunos tantos por ciento de agua, y sucede tambien que minerales conservados después de su desecacion en habitaciones húmedas ó en vasijas abiertas, reabsorben la humedad del aire. Por consiguiente, si la sustancia que se analiza no está seca, ó si contiene agua mezclada mecánicamente, una cantidad de la materia objeto del análisis, como dos veces la necesaria para un ensayo, se calienta en un baño de porcelana á la llama de espíritu de vino, para expeler el agua que contenga, y se tritura la masa desecada. Mientras se seca la sustancia, es preciso tener cuidado de no elevar demasiado la temperatura, para que el ensayo no llegue á tostarse.

Los minerales, productos de fundicion, etc., que se reciben para el análisis secos, pero no pulverizados, se hacen pedazos sobre el yunque, y si son capaces de serlo, se trituran en el mortero de ágata.

No puede esperarse gran exactitud en los resultados, á no preparar una porcion ocho ó diez veces mayor que la indispensable para un solo análisis, excepto cuando se examinan cristales puros ó ejemplares homogéneos de un mineral. Es imposible, por el contrario, hacer el cálculo exacto de los componentes de una sustancia cualquiera, por ejemplo de un mineral rico metálico asociado con cuerpos extraños no metálicos, cuando solo se toma para el análisis una cantidad mínima; siendo mas que probable que el tanto por ciento de los metales obtenidos sea, ó muy exagerado ó muy escaso, segun el exceso de los componentes metálicos ó no metálicos que contuviese el pequeño ejemplar analizado. Por lo tanto, de los minerales preparados en grande escala para la fundicion, se escogen de 30 á 40 gramos de diferentes puntos de la masa, se machacan en un mortero de hierro, y si es posible, se reducen á polvo. Pueden obtenerse resultados muy seguros empleando de 8 á 10 decigramos, que es suficiente cantidad para un análisis.

CLASIFICACION DE LOS ANALISIS CUANTITATIVOS AL SOPLETE.

Todos los minerales y productos de fundicion pueden referirse á estas dos divisiones, á saber :

A. Minerales y Productos de Fundicion que pueden subdividirse en

- (a) Los que contienen elementos volátiles;
- (b) Los que no contienen ningun elemento volátil excepto el cloro;
- (c) Los compuestos de óxidos metálicos, reducibles sobre el carbon; y finalmente,
- (d) Los que son irreducibles con borax y plomo de ensayos.

B. Ligas metálicas cuyos principales elementos son :

- (a) Plata,
- (b) Oro,
- (c) Cobre ó Niquel,
- (d) Plomo,

- (e) Antimonio ó Zinc,
- (f) Estaño,
- (g) Mercurio,
- (h) Hierro ó Acero.

I.—ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PLATA.

El análisis de la Plata hecho al soplete, que ha publicado Mr. Hankort, es uno de los mas importantes que pueden ejecutarse con el auxilio de aquel instrumento, dando, no sólo los medios de establecer las proporciones de plata existente en los minerales, matas y cualesquier otros productos de fundicion, sino tambien revelando el modo de valuar con la necesaria exactitud las cantidades de aquel metal contenidas en ellos. Con todo, para obtener resultados satisfactorios, deben tenerse en cuenta los demás componentes que con la plata concurren á formar el cuerpo que se examina.

A.—*Minerales y Productos de Fundicion.*

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PLATA EN LOS MINERALES QUE CONTIENEN ELEMENTOS VOLÁTILES.

A esta division, además de los minerales preparados en grande escala para la fundicion, que contienen grandes cantidades de sulfuros de hierro, cobre, arsénico, antimonio y zinc, corresponden los minerales siguientes: la Plata sulfurada, Plata vítrea, Plata antimonial, Plata antimoniada sulfurada, Prústita, Plata telurada, Plata arsenical, Cobre sulfurado argentífero, Miargirita, Cobre gris, Bismuto sulfurado cuprífero, Cobre sulfurado, Burnonita, Piritas de estaño, Galena, etc.; y entre los productos metalúrgicos, los Crudios, las Matas de cobre, las Matas de plomo, los Speises de plomo, de cobalto, etc.

Después de prepararlos del modo que queda explicado en la página 282, se procede al análisis por el orden siguiente:

Peso y mezcla del ensayo.

El peso se averigua, ó con la balanza ó en las Escalas que describirémos después del Análisis del Oro.

De los minerales ricos en plata asociados á otros cuerpos no metálicos, y cuya riqueza es muy variable, dos, ó si necesario fuese, tres ensayos de un decígramo, se pesan dos veces; pero los minerales argentíferos pobres, los minerales cristalizados, y tambien los productos de fundicion que forman generalmente una masa homogénea, se pesan una vez sola. Sin embargo, si el que ha de hacer el análisis no tiene mucha costumbre del soplete, será conveniente que pese y ensaye dos veces, aun aquellos cuerpos que ordinariamente no suelen dar resultados diferentes unos de otros.

Pesado pues un miligramo de la sustancia que ha de analizarse, se retira del platillo de la balanza, se vierte en la cápsula de laton (*Fig. 28*), se recogen con un pincel, y se le añaden para no incurrir en error, todas las particulas del ensayo que hayan quedado adheridas al platillo, y se mezcla en ella con borax y plomo de ensayos. Las proporciones de borax varían segun la cantidad y la fusibilidad de la sustancia. En la mayor parte de los casos, un decígramo es suficiente aun para las aleaciones de difícil fusion; pero si durante la operacion, y sometida la masa á un fuerte calor, permaneciese inalterable, se le añadirá un poco mas de borax. Para los minerales fácilmente fusibles, particularmente para aquellos que, no estando asociados con tierras, constan de sulfuros, que se unen pronto al plomo, pero que no se oxidan con la presteza que este metal, se toma solo una cantidad pequeña de borax, de 50 á 75 miligramos, advirtiéndole que si el elemento arcilloso está en exceso, ó si contiene el ensayo mucho hierro, cobalto ó estaño, será necesario emplear un decígramo de aquel fundente.

Respecto al plomo, es preciso tener en cuenta los otros metales que entran en la liga además de la plata, porque si un mineral ó producto de fundicion no contiene mas que el 7 por 100 de cobre, ó el 10 por 100 de níquel, serian suficientes 5 decígramos de plomo.

para cada uno de sustancia; por el contrario, si esta contiene mas del tanto por ciento susodicho de cobre ó de níquel, se aumentará la dosis de plomo. Como es imposible saber siempre con antelacion el tanto por ciento de aquellos metales en un mineral, mata, etc., es lo mas conveniente que el plomo esté siempre un poco en exceso, porque de otro modo no puede el cobre separarse completamente de la plata, y porque además la fusion de *un plomo de obra* níquelífero es punto menos que imposible.

La adjunta Tabla manifiesta las cantidades de plomo que deben mezclarse con los minerales y productos de fundicion que mas comunmente contienen cobre y níquel.

	NOMBRE DE LAS SUSTANCIAS.	POR CIENTO	DECÍGRAMOS
		DE METAL.	DE PLOMO.
UN DECÍGRAMO DE	Cobre sulfurado.	84 de cobre.	15 decigramos.
	Cobre abigarrado (Filipsita).	63 »	12 »
	Cobre gris arsenífero (Tennantita).	45 »	10 »
	Cobres grises.	42 »	10 »
	Bismuto sulfurado cuprífero.	35 »	10 »
	Piritas de cobre.	34 »	10 »
	Cobre sulfurado argentífero.	50 »	10 »
	Piritas de estaño.	28 »	7 »
	Plomo antimoniado sulfurado (Bur- nonita).	12 »	7 »
	Matas cobrizas de segunda fundi- cion.	45 »	10 »
	Matas cobrizas de tercera fundicion.	50 »	10 »
	Speis de plomo.	50 de níquel, cobalto y cobre.	10 »
	Speis de cobalto.	55 de níquel y cobal- to.	10 »

Añadida que sea al mineral la proporcion necesaria de borax y de plomo, se mezcla muy bien todo el ensayo, haciendo de espátula para este fin el mango de la cucharilla (*Fig. 31*). Tómase un cartucho de papel de sosa entre el pulgar y el índice de una mano, y con la otra la cápsula que contiene el ensayo; este se vierte con cuidado en el cartucho, y las partículas adherentes á la cápsula se recogen con el pincel y se añaden al resto de la mezcla. Hecho esto, se juntan

los bordes del papel por la parte superior, se vuelven como unos seis milímetros sobre sí mismos, y se prensan, teniendo sumo cuidado, al tiempo de hacer estas operaciones, de que no se rompa el papel ni se despliegue por la parte inferior, á fin de que no se pierda una sola partícula de mineral; lo cual puede siempre evitarse, sosteniendo el cartucho con el dedo de en medio de lo mano en tanto que dura la operacion de llenarlo.

Lleno pues, se coloca en seguida en un baño de porcelana, donde se deja hasta que vaya á hacerse el experimento; y si han de repetirse los análisis de una misma sustancia, ó si han de ensayarse, para descubrir la plata, minerales de distintas clases, todos se pesarán y se dispondrán como queda dicho. El analista no debe olvidar que el peso del ensayo debe ir seguido inmediatamente de su mezcla con borax y plomo, y cuando haya de examinar diferentes sustancias evitará mil confusiones escribiendo sobre los cartuchos el nombre de cada una. Terminados el peso y la mezcla, se procede á la

Fundicion del Ensayo.

Practicase esta sobre el carbon á la llama de reduccion. Primeramente en un buen trozo de carbon, y en la seccion perpendicular al eje del árbol de que procede, se abre una cavidad cilíndrica de las dimensiones del cartucho lleno, haciendo uso para ello del instrumento descrito en la Seccion I, pág. 25, *Fig. 23*. Colócase en ella el cartucho y se ajusta con cuidado, procurando esté todo él en contacto con el carbon.

En seguida se dirige sobre la superficie de este una fuerte llama de reduccion, todo al rededor y cerca del ensayo. Aun cuando se carboniza el papel de sosa, sin embargo, este carbon no queda destruido hasta que la capa superior del borax, mezclada con las partículas del mineral, llega á fundirse, en cuyo caso es imposible ya que estas puedan ser arrastradas por la corriente de aire. Si después de la combustion del carbon de papel de sosa apareciesen porciones del ensayo, al modo de escorias líquidas, mezcladas con glóbulos de plomo, se envolveria el todo en una pura y fuerte llama de reduccion, durante la

cual una pequeña parte del azufre, arsénico, antimonio, zinc, etc., se volatilizan, y el resto se funde, formando un solo glóbulo con el plomo, etc., en tanto que las partes térreas, con algunas cortas cantidades de los metales no volátiles, se oxidan, y uniéndose con el borax, forman las escorias. A veces, cuando la liga consta de metales de difícil fusion, aparecen las escorias libres enteramente de plomo, mientras en su parte inferior la sustancia permanece intacta; para sujetarla tambien á la accion del fuego se inclina un poco el carbon al lado contrario á que estuvo anteriormente, no interrumpiendo la insuflacion, y de este modo se establece dentro de la cavidad una corriente nueva y el ensayo da la vuelta.

Por este giro, que no se puede dispensar ni á las mezclas mas fusibles, el papel de sosa, que formaba el fondo del cartucho, sube á la superficie, y como tardaria bastante tiempo en consumirse á una pura llama de reduccion, se coloca el ensayo de tal manera que las escorias estén cubiertas por aquella solo en los puntos en que no se hallan en contacto con el papel de sosa: haciéndolo así tiene acceso el aire atmosférico, y el cartucho no tarda en consumirse. Tan luego como esto se verifica, todo el ensayo vuelve á cubrirse con la llama, para reducir y reunir al glóbulo principal todas las reliquias del plomo, que durante los procedimientos precedentes hayan podido oxidarse y combinarse con las materias escoriáceas.

Si las escorias que se envolvieron en la llama de reduccion apareciesen en forma globular, perfectamente líquidas y exentas de plomo, después de haberlas hecho cambiar de posicion repetidas veces, en contacto siempre con el glóbulo de este metal, puede ya inferirse que están tambien libres de plata.

No es indispensable que durante la operacion esté el glóbulo de plomo cubierto enteramente por la llama de reduccion en tanto que las escorias están sometidas á ella; pero sí debe ser siempre la temperatura bastante elevada para que el boton de plomo no deje de estar líquido. Con todo, si por efecto de una llama de reduccion imperfecta aconteciere que las escorias se esparciesen sobre el carbon, presentando pequeños glóbulos de plomo, se hará cubrir por la llama el glóbulo principal todo entero, é inclinando el carbon, se le llevará de uno

en otro á todos los puntos del soporte en que los pequeños glóbulos sean visibles, á fin de combinarlos con él. Por una moderada é inteligente aplicacion de la llama, los metales volátiles y el azufre se separan del plomo, y de aquellos, los que se oxidan con facilidad, como son el hierro, el estaño, el cobalto, y además una pequeña porcion del níquel y del cobre, se combinan con las escorias, parte como protóxidos y parte como sesquíóxidos, en tanto que todo el resto del níquel, cobre y plata queda con el plomo.

Después que se eliminan casi todos los elementos volátiles, el plomo se oxida rápidamente y tambien cierta cantidad de plata; esta, sin embargo, es casi imperceptible aun en los minerales mas ricos, y es mas insignificante todavía cuando las escorias que contienen el óxido de plata tocan al carbon caliente; porque la mayor parte vuelve á reducirse y se le obliga por el movimiento de las escorias á combinarse de nuevo con el glóbulo de plomo argentífero.

Tan luego como los componentes volátiles se evaporan, el movimiento y la oxidacion del plomo aumentan rápidamente, acompañados de una considerable ebullicion de las escorias. Inclinando el soporte, el boton, que está rodeado generalmente por aquellas, rueda solo á otro punto del carbon, en el que se le deja enfriar. Después del enfriamiento, si el plomo argentífero, *plome de obra*, obtenido es blanco, la operacion está terminada; pero si aparece oscuro ó negruzco es señal de que hay todavía restos de azufre, que es forzoso expeller, repitiendo la oxidacion. Requiere cierta prolijidad para la expulsion de los elementos volátiles, porque, en primer lugar, lo frágil de un *plomo de obra* impuro contribuye á que no pueda separarse de las escorias sin pérdida de algun poco de su masa, y en segundo lugar, no solo no puede copelarse con facilidad, sino que, particularmente si es el azufre el que ha quedado sin eliminar, se sigue durante la operacion un movimiento tan violento, que ocasiona la proyeccion de parte del metal fuera de la copela.

Siguiendo estrictamente las prevenciones que dejamos sentadas, los pequeños glóbulos de plomo que quedan en las escorias no serán sensiblemente argentíferos, debiendo ser únicamente el resultado de la oxidacion del glóbulo principal y de la reduccion del óxido de las

escorias no argentíferas por medio del carbon. Aunque las pequeñas porciones de plata que se oxidan en compañía del plomo hayan de calcularse como pérdida, sin embargo, aquellas, en comparacion de la cantidad del plomo oxidado, no exceden á la proporcion de plata perdida al principio de la oxidacion con la misma cantidad de plomo, como se demostrará después de describir este procedimiento.

De las sustancias tratadas del modo dicho, las más difíciles de fundir son las siguientes: los sulfuros de hierro, el arsénico, algunos minerales de níquel, el cobalto y una especie de mata que consta principalmente de hierro sulfurado; euando, por el contrario, otras sustancias que pertenecen á las mismas clases se funden, en general, con facilidad aunque contengan tierras de difícil fusion.

La de estas sustancias se facilita en gran manera tostándolas sobre el carbon, operacion á la que se sujetan generalmente los ensayos de plomo, y añadiéndoles en seguida el borax y el plomo de ensayo necesarios. En este procedimiento la mayor parte del arsénico y del azufre se volatilizan, y el resto se acidifica y se combina con los óxidos, recién formados, de cobalto y de níquel. Sometiendo el ensayo á la llama interior, el óxido de níquel se reduce, el sesquióxido de hierro se convierte en protóxido, y los ácidos se reducen tambien á azufre y á arsénico. El níquel metálico se combina con el plomo juntamente con la plata y restos de azufre y arsénico, formando una liga fusible; las porciones libres de azufre y de arsénico se volatilizan, y el sesquióxido de hierro y óxido de cobalto se disuelven en el borax.

Cuando las escorias aparecen en completa fusion y libres de plomo, solo se necesita exponer la liga por algunos momentos á la llama exterior, para eliminar hasta el último resto del azufre y arsénico.

La fundicion de los minerales argentíferos debe siempre hacerse á la llama de reduccion, porque si el ensayo se tratase á la de oxidacion no podrian esperarse resultados seguros, en razon á que una porcion considerable del plomo se oxidaria al principio, se disolveria en el borax, y viniendo al contacto del carbon, seria reducido por él, formando glóbulos, de que harian parte las pequeñas partículas de plata que se hallan mezcladas con las escorias, y que cuando se reúnen con el glóbulo principal son al punto reemplazadas por otras que

se van formando, y que no pueden distinguirse del plomo argentífero.

El tiempo necesario para fundir una liga que no ha sido tostada de antemano varia de cinco á ocho minutos, segun su fusibilidad, y la cantidad de sus elementos volátiles y arcillosos.

Hé aquí el modo de extraer de las escorias el glóbulo después de frio. La masa entera se levanta con las pinzas, se envuelve en un papel, se coloca sobre el yunque, y dándole golpes suaves con el martillo, se separarán perfectamente todas las escorias.

Tratamiento del Plomo de Obra obtenido de la fundicion.

La separacion del plomo y de la plata contenidos en el *plomo de obra* se efectúa por medio de la oxidacion á una temperatura elevada, con el libre acceso del aire atmosférico, y está basada en la propiedad que posee el plomo de oxidarse á un calor tal, que no es suficiente todavia para alterar la plata. M. Harkort divide este procedimiento en dos operaciones: primera, la Oxidacion; segunda, la Copelacion.

Oxidacion.

Los trámites de esta son muy sencillos. Se prepara por medio de los instrumentos descritos en la pág. 29 (*Fig. 29*), una copela de ceniza de huesos tamizada se coloca sobre el molde y se hace enrojecer á la llama de oxidacion para ahuyentar el agua higroscópica que contenga, evitándose con esta precaucion la pérdida de parte del *plomo de obra*.

Seca la copela y cargada con él, se funde á una fuerte llama exterior hasta tanto que la superficie del ensayo brille, que es cuando comienza la oxidacion. Si el *plomo de obra* contiene grandes proporciones de cobre ó de níquel, se requiere mas tiempo para hacerle entrar en fusion, debido esto á que el níquel se separa del plomo al principio, cubriendo la superficie de este con una costra infusible, que impide el acceso al aire atmosférico é imposibilita la oxidacion. El

cobre hace que la liga sea muy difícil de fundir. Cuando la cantidad de níquel es mucha, hay que añadirle de 2 á 4 decigramos de plomo. Luego que comienza la oxidacion, la punta del soplete se adelanta en la llama de la lámpara, á fin de producir la llama azul que se dirige á los bordes de la copela para hacer que continúe la fusion sin su contacto inmediato con el ensayo, y de este modo el aire encuentra paso hasta el glóbulo, cuyo plomo y cobre se oxidan, formando escorias, que de la masa liquida van retirándose á los bordes. Si el ensayo no contiene mucha plata, la escoria presenta cierta hermosa irisacion, y se queda hácia los bordes de la copela formando una masa sólida; el *litargirio*; si por el contrario el ensayo es rico en plata, no aparecen los colores del iris; de manera que por solo este fenómeno podemos venir en conocimiento de la riqueza ó pobreza del mineral. La presencia del cobre hace el *litargirio* casi negro; pero si este metal no se halla presente, aparecerán las escorias de color amarillo rojizo.

Es preciso tener muy en cuenta cuál ha de ser, y que ha de sostenerse durante la operacion la misma adecuada temperatura, porque si el calor fuese muy fuerte se volatilizaria parte del plomo, singularmente en los ensayos ricos, arrastrando consigo una pequeña porcion de la plata; y el *litargirio*, en vez de consolidarse, permaneceria liquido, y seria absorbido por la ceniza de la copela, causándose así una nueva pérdida de plata. Por la inversa, si la temperatura no fuese suficiente para desarrollar la oxidacion, se cubriria la parte exterior del ensayo de una capa de litargirio, se detendria la oxidacion, etc. La pérdida de la plata causada por esta interrupcion seria casi imperceptible, puesto que la oxidacion continúa luego que se aumenta la temperatura; pero de todos modos debe evitarse este accidente.

Si se efectúa la oxidacion á la temperatura, á la que el litargirio que rodea al glóbulo se solidifica, y que de tal modo va aquel acumulándose á su alrededor, que cubre la mayor parte del ensayo, impidiendo el acceso al aire, se inclina la copela para que el plomo fundido rueda por su propia gravedad hácia los bordes, adquiriendo de ese modo mayor superficie oxidable. Entonces su volumen se reduce rápidamente, y cuando se trata de un ensayo pobre disminuye

mas de la mitad del que se ha representado en la *Fig. 6 (c)*, pág. 12. Cuando el ensayo es rico, debe regularse con gran cuidado la distancia entre la copela y la llama, para el gradual enfriamiento de aquel. La lentitud al enfriarse es necesaria para obtener el glóbulo de una forma regular y evitar pérdidas de plata; porque la demasiado rápida disminucion de la temperatura hace generalmente que el plomo se separe de las escorias por sí mismo, y de golpe, ocasionando á veces proyeccion de partículas de plata fuera de la copela.

No puede pasarse en silencio otro fenómeno peculiar de las aleaciones ricas. Si un ensayo contiene mas del 50 por 100 de plata, y se trata hasta el punto de que la proporcion de plata sea á la de plomo como 7 es á 1, el glóbulo al consolidarse adquiere una cubierta blanca agrisada, que contiene gran cantidad de plata; me inclino á creer que dicha cubierta es un subóxido de plomo con plata metálica. Aquella en su mayor parte queda con el *litargirio*, causando una considerable pérdida del metal noble. Si llegara este caso á presentarse, se volveria á fundir el ensayo, primero á la llama de reduccion y en seguida á la de oxidacion, á fin de establecer las susodichas proporciones. Ahora bien; cuando se ensayan sustancias ricas debe continuarse el procedimiento hasta que el glóbulo conste casi de plata pura, puesto que el fenómeno indicado tan solo se verifica con las aleaciones, en cuya composicion entran una parte de plomo y siete de plata.

Terminada la operacion con regularidad, se separa la copela de su pié, se pone sobre el yunque, y el *litargirio*, con el glóbulo argentífero, se coloca en un baño de porcelana. En tanto que aquel se enfria se procede á preparar la copela para la segunda operacion.

El separar el glóbulo metálico de las escorias se ejecuta con la mayor facilidad, colocando sobre el yunque la masa envuelta en un papel grueso, y dándole con el martillo unos cuantos golpes medianamente fuertes; con lo cual adquiere el glóbulo cierta forma y aspereza, que son convenientes para que cuando se coloque en la copela no pueda correrse de un lado á otro.

Copelacion.

La copelacion es la parte mas difícil de todo el procedimiento, y para alcanzar resultados exactos se requiere gran cuidado y tambien mucha práctica. Uno de los principales requisitos es una buena copela, que tenga una superficie tersa, sin hendiduras interiores y que no sea demasiado gruesa; si bien es necesario en esta operacion que la ceniza de huesos absorba todo el *litargirio* que se forme. Por esta razon hay que emplear las cenizas de huesos, no solo tamizadas, sino tambien lavadas; las primeras producen una masa de la densidad necesaria en tanto que las segundas comunican tersura á la superficie.

La preparacion de la copela se hace del modo siguiente. Terminada la *Oxidacion* y el plomo argentífero, etc., separado de la ceniza de huesos, se desmenuza con la espátula de hierro la copela cargada todavía de litargirio, se coloca en el molde (*Fig. 29*), se rellena la cavidad con ceniza de huesos lavada, se da forma á la nueva copela por medio del macho de hierro, y se calienta hasta el rojo. Si se abren algunas grietas durante la operacion, á causa de la humedad que pudieran conservar las cenizas, se cierran fácilmente, aplicando con cierta fuerza sobre la copela el macho limpio y caliente.

Terminada aquella, se coloca el plomo argentífero muy cerca de su borde, y el soporte se aproxima á la llama. La de oxidacion se dirige en seguida horizontalmente sobre el boton hasta que lo funde, y entonces el soporte se va inclinando gradualmente para hacerle tomar una posicion vertical, con cuyo movimiento el glóbulo abandona su sitio y rueda á colocarse en el centro de la copela. En este momento se cesa de dirigir la llama sobre el glóbulo, y se lleva sobre la copela únicamente, calentándola todo al rededor y teniéndola siempre al calor rojo durante la operacion. Si la temperatura se eleva lo bastante, el glóbulo estará líquido sin necesidad de que la llama lo toque; si no sucede así, será preciso fundirlo de nuevo con la llama de oxidacion y sujetarlo en seguida al tratamiento explicado.

Lo que mas asegura el éxito de la copelacion es la completa se-

quedad de la ceniza de huesos y la absorcion del *litargirio*, porque cuando las cenizas no están bastante calientes, adquiere la copela un barniz de *litargirio*, sobre el cual oscila el glóbulo, y que si no se hace desaparecer enteramente, conduce á resultados muy inciertos. Para completar la operacion, se aumenta la temperatura á fin de expeler hasta el mas mínimo resto de *litargirio*, y después de conseguirlo, se retira el glóbulo de la llama gradualmente y se deja enfriar. La nueva inspeccion con el lente manifestará al ensayador si la superficie del glóbulo esta brillante; si no lo está, es preciso hacer otra nueva copelacion. En los ensayos ricos, de cinco á diez segundos antes del relámpago¹, se observa una hermosa irisacion, que desaparece con el resto del *litargirio*. Es preciso, con todo eso, proseguir la insuflacion y tocar el boton por todas partes con la punta de la llama azul, hasta que la plata presente un color puro y brillante.

Cuando se trata un glóbulo de mayor diámetro, aparecen alguna vez ciertas asperezas por la parte exterior, que pudieran tomarse por materias extrañas; pero que después del enfriamiento se reconocen son de plata.

Para evitar que esta sea escupida con violencia por el glóbulo, es preciso enfriarlo poco á poco, como queda dicho.

La causa de aquella proyeccion es debida, segun Lucas y Gay-Lussac, á que la plata en estado de fusion es capaz de absorber grandes cantidades de oxígeno del aire atmosférico, del que se desprende rápidamente durante el enfriamiento del metal, ocasionando á veces la proyeccion de pequeñas porciones de plata fuera de la copela.

Cuando el ensayo contiene cobre, la plata generalmente se dilata sobre la copela al tiempo del relámpago, y aunque aparece blanca al enfriarse, no es esto, sin embargo, una prueba irrecusable de su pureza. Semejante boton es preciso que se funda y se copele segunda vez con un decígramo de plomo de ensayos, si dicho glóbulo es bastante grande para poderse apreciar con la balanza, y si no lo es, con 50 mi-

¹ Un hermoso juego de colores se deja ver momentáneamente sobre la superficie del glóbulo, que poco después aparece brillante y blanco. Este fenómeno se denomina el *relámpago*.—*Muspratt*.

lígramos de aquel metal, á fin de obtener un nuevo boton puro y voluminoso. La copelacion de una liga cuprífera hecha de este modo es de resultado mas seguro que la que se hace añadiendo desde luego todo el plomo necesario para la separacion del cobre, que muchas veces requiere una dosis duplicada de plomo, que estorba la oxidacion y la copelacion. La razon de esta ventaja es, que en la oxidacion se oxida comparativamente mucho menos cobre que en la copelacion.

En la de ensayos pobres se presentan á veces inconvenientes que parecen tener poca importancia, y que si se descuidan imposibilitan la exactitud de los resultados. Vamos pues á indicar aquellos embrazos.

1. Sucede con frecuencia que los glóbulos pequeños se adhieren á la copela, y si se prosigue la operacion, resultan de una forma tan irregular, que es muy difícil por ella determinar su gravedad. Cuando esto sucede se les añade una pequeña porcion de plomo de ensayos, á fin de aumentarles el peso, y se vuelve á copelar. Teniendo al hacer esto un poco inclinada la copela, basta la gravedad del boton para desprenderlo y hacerlo rodar á otro punto de la misma, en que la operacion pueda terminarse.

2. A veces, si el que opera no tiene mucha práctica de la copelacion, el *litargirio*, en vez de ser absorbido por la ceniza de huesos, circunda la masa metálica. Cuando esto acontece, se suspende la operacion, el boton, si es bastante grande, se separa de la materia extraña con las pinzas, y si es, por la inversa, muy pequeño, se le añade un poco de plomo puro y se funde con él. En ambos casos la operacion debe terminarse en una copela nueva.

3. Otras veces, después del relámpago queda sobre la plata una capa de litargirio, y aunque el metal parece estar puro, no se puede, sin embargo, separar aquella. Para expulsarla pues, y hacer que el litargirio sea absorbido, se coloca el ensayo á una distancia competente, y se le sujeta á una fuerte llama de oxidacion. Si se llenan con exactitud todas las prevenciones hechas en las páginas precedentes, es posible obtener resultados seguros, hasta de sustancias que no contengan mas que 0,000752 por 100 de plata.

En los casos en que es necesario hallar el contenido de sustancias mas pobres todavía, se pesan varios ensayos de un decígramo, con las cantidades necesarias de borax y de plomo; se funden del modo que queda dicho, y se copelan como *plomo de obra* dos ó tres glóbulos á un tiempo. Concluido esto, se reúnen todos los botones, y se someten á otra nueva oxidacion y copelacion. Por este medio se determina la plata contenida en toda la sustancia, de modo que por una simple division del peso del boton, único, obtenido en último resultado, por el número de decígramos empleados, se halla con facilidad el tanto por ciento de plata que corresponde á cada ensayo.

Peso de los glóbulos de plata obtenidos.

Para determinar el peso de un glóbulo de plata pura se separa de la copela con las pinzas, y limpio, como queda dicho, del *litargirio* adherido, se pesa en la balanza. Si el glóbulo es tan pequeño que su gravedad puede valuarse con mayor exactitud sobre la Escala, se levanta de la copela con sumo cuidado, á fin de que su forma no se altere, y se mide con el instrumento descrito después del Análisis del Oro.

Pero como al copelar una cantidad mayor de plomo argentífero se oxida una pequeña porcion de plata, que se combina químicamente con el *litargirio* y es absorbida por la ceniza de huesos, es preciso apreciar esta pérdida para venir á un resultado exacto.

Aunque esta oxidacion de la plata, no solo tiene lugar en la copelacion, sino en los anteriores procedimientos, la pérdida sufrida es mucho menor, sin embargo, que la que se experimenta en los ensayos mercantiles, en que todo el *litargirio* es absorbido por la copela.

En un ensayo que contenga 1 por 100 de plata es casi imposible determinar la pérdida valiéndose de la balanza; aquella, sin embargo, aumenta en proporcion del tamaño y naturaleza del glóbulo. Varía tambien segun la cantidad de plomo empleada; pero queda constante para cada tanto por ciento de plata, con tal que las proporciones del plomo y la temperatura no se cambien.

El siguiente resultado pondrá de manifiesto la exactitud de estas

observaciones, en contradicción con algunos químicos, que suponen ser mecánica la separación de la plata que tiene lugar.

1. Si un botón de plata pura y de un peso conocido se funde á la llama de oxidación, con cierta cantidad de *litargirio* en una cápsula de arcilla, y después del enfriamiento y separación de las escorias se vuelve á pesar, se observará una pérdida de la plata, aunque ni en el *litargirio* ni en la cápsula pueda distinguirse el menor vestigio de plata metálica. Si este *litargirio* se mezcla con una pequeña cantidad de sosa, y se trata á la llama de reducción, se obtiene un glóbulo, que copelado da un botón de plata. El oro, sometido á un tratamiento semejante, no experimenta pérdida, y por consiguiente, no se obtiene ni rastro de aquel metal cuando se copela el *litargirio*.

1. Si un glóbulo de plata pesado de antemano se calienta con el borax sobre el carbon á la llama de oxidación, tomará el vidrio en breves momentos un aspecto de esmalte debido á la disolución de un poco de óxido de plata. Cuando este vidrio se calienta á la llama de reducción, aparecen en su superficie pequeñas partículas de plata metálica. Aunque este último ejemplo no pruebe que la pérdida de plata sufrida en la copelación sea química, demuestra, con todo, la capacidad de este metal para oxidarse á una alta temperatura.

Por todas estas razones he creído conveniente formar una Tabla, en la que á primera vista pueda hallarse la cantidad de plata perdida en cada análisis. Esta Tabla, no solo sirve para determinar las pérdidas sufridas en la copelación de sustancias exentas de cobre, sino tambien para las de aquellas aleaciones cupríferas que no se obtienen en estado de pureza á la primera adición del plomo. Dánse en dicha Tabla las proporciones con las cantidades de este metal que se requieren para la copelación, á saber: en lugar de los 5, 7, 10, 12 y 15 decigramos, página 282, se tomarán 6, 8, 11, 13 y 16 (véase la página 296). Aquí surge naturalmente la siguiente cuestión: ¿Si un mineral de plata cuprífero, que requiere, por ejemplo, 15 decigramos de plomo de ensayos, se trata, porque contiene azufre, á la llama de oxidación, en la que, como es consiguiente, parte del plomo se oxida combinándose con las escorias, y parte se volatiliza; la pérdida de plata en la copelación sería ó no la misma que si no se hubiera per-

dido plomo alguno en la fundicion? La experiencia contesta de la manera siguiente :

Si un plomo argentífero se trata con borax sobre el carbon á la llama de oxidacion, una pequeña cantidad de plata se oxida con el plomo; pero, como esta pérdida está en relacion exacta con la pérdida sufrida por *oxidacion* cuando el *litargirio* queda en la copela, es muy fácil y muy preciso tomarla en cuenta. Por lo que hace á la pérdida de plomo por sublimacion, que llega á veces á medio y hasta á un decígramo, no es de apreciarse, en razon á que la parte volatilizada no produce en la copela cambio alguno capaz de causar diferencia en tales casos, ni aun cuando el tanto por ciento de plata sea muy alto, no pasando nunca la pérdida de 0,01, ó á lo mas, de 0,05 miligramos.

TABLA DE COMPENSACION DE LA PÉRDIDA DE PLATA POR COPELACION.

Peso en Miligramos del glóbulo de plata obtenido por copelacion.	Los ensayos que contienen de cobre de					Los ensayos que contienen me- nos del 7 por ciento de cobre, ó en que no se halla absoluta- mente este metal, se mezclan con				
	80 á 90 por ciento,	60 á 79 por ciento,	30 á 59 por ciento,	10 á 29 por ciento,	7 á 9 por ciento,					
	se mezclan y se oxidan con (Decigramos de plomo)					(Decigramos de plomo)				
	16	15	11	8	6	5	4	3	2	1
Pérdida de plata por absorción, en <i>Miligramos</i>										
99.75 á						0.50	0.45	0.39	0.32	0.25
99.5 . .	...	...	...	0.85	0.69	0.47	0.42	0.36	0.29	0.22
90 . . .	...	...	...	0.75	0.64	0.44	0.39	0.33	0.26	0.20
80 . . .	...	...	0.82	0.68	0.58	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18
70 . . .	...	...	0.74	0.61	0.52	0.36	0.30	0.26	0.20	0.16
60 . . .	...	...	0.65	0.54	0.46	0.32	0.26	0.23	0.17	0.14
50 . . .	...	0.62	0.55	0.46	0.39	0.27	0.22	0.20	0.15	0.12
40 . . .	...	0.57	0.50	0.42	0.36	0.25	0.20	0.18	0.15	0.11
35 . . .	...	0.51	0.45	0.38	0.32	0.22	0.18	0.16	0.12	0.10
30 . . .	...	0.45	0.40	0.34	0.29	0.20	0.16	0.14	0.10	etc.
25 . . .	0.45	0.39	0.35	0.29	0.25	0.17	0.14	0.12	etc.	
20 . . .	0.37	0.32	0.28	0.25	0.20	0.15	0.12	0.10		
15 . . .	0.32	0.26	0.23	0.19	0.17	0.13	0.11	etc.		
12 . . .	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15	0.11	0.10			
10 . . .	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.10	etc.			
9 . . .	0.22	0.18	0.16	0.15	0.15	0.09				
8 . . .	0.20	0.16	0.14	0.15	0.12	0.08				
7 . . .	0.17	0.14	0.12	0.11	0.10	0.07				
6 . . .	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.06				
5 . . .	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.05				
4 . . .	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04				
3 . . .	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05				
2 . . .	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.02				
1 . . .										

No deja de ser oportuno advertir en este lugar que si el que ejecuta el ensayo no tiene costumbre de usar el soplete, hace generalmente la copelacion á una temperatura demasiado elevada, en cuyo caso, y aun cuando no se haya omitido el cálculo de la pérdida sufrida en la copelacion, resulta un tanto por ciento del metal noble, demasiado alto. Por consiguiente, es de la mayor importancia fijar

el grado de calor mas á propósito para la operacion, lo cual de ningun modo se aprende á hacer mejor que ejercitándose en repetidos análisis. Presentaré el siguiente por via de ejemplo :

Se pesa con toda exactitud un glóbulo de plata fina, se mezcla con 5 decigramos de plomo y la proporcion necesaria de borax, se funde á la llama de reduccion, y el *plomo de obra* obtenido se copela. Si no ha habido pérdida alguna mecánica, y pesando el glóbulo se obtiene una merma mayor que la indicada en la Tabla, la temperatura ha sido excesiva; pero si la pérdida corresponde con la marcada en aquella, no se ha empleado mas calor que el necesario. En general, las mayores pérdidas se experimentan durante la copelacion.

Cuando la balanza es tan sensible que aprecia un peso de 0,05 miligramos, la pérdida por copelacion debe llevarse á la segunda cifra decimal, y calcularse como para un boton de plata, cuyo peso está entre 90 y 100, 80 y 90, ó 70 y 80, etc., segun la diferencia del número obtenido respecto á estos, por ejemplo: supongamos que de un ensayo mezclado con 5 decigramos de plomo se ha obtenido un boton, cuyo peso es 15,45 miligramos; como la diferencia entre 50 y 60 es 10, y como 53,45 viene á ser la tercera parte de esta diferencia, resulta que la *pérdida por copelacion*, segun su tanto por ciento de plata, es: $0,32 + \frac{0,36 - 0,32}{3} = 0,32 + 0,01 = 0,33$.

Sin embargo, si la balanza es bastante delicada para ceder con 0,1 miligramo no hay que llevar la pérdida por copelacion hasta la segunda decimal; cuando la cifra de esta es mayor que 5, se considera como 0,1.

Es de advertir que la pérdida por copelacion se ha de despreciar en los análisis que se practican con objeto de comprobar los ensayos mercantiles, porque en estos resulta siempre una pérdida mucho mayor. Tampoco es necesario apreciar la de los glóbulos, cuyo peso se valúa por la Escala, porque la pérdida de estos es tan sumamente reducida, que siempre han de ser mucho mayores las equivocaciones que se cometan al medir sus diámetros.

(b) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS MINERALES Y PRODUCTOS DE FUNDICION QUE NO CONTIENEN ELEMENTOS VOLÁTILES, EXCEPTO EL CLORO.

A esta division corresponden los minerales que constan principalmente de materias terrosas y pobres de plata, los *minerales argentíferos tostados*, todos los *minerales de plata tostados con cloruro sódico*, que deben ser amalgamados; *los residuos de los procedimientos de amalgamacion*, la *Plata córnea ó Plata clorurada*, la *Plata negra ó Plata sulfurada frágil*, las *escorias argentíferas*, y las que proceden de la fabricacion de los enseres y alhajas de oro y plata.

De cualesquiera de estas sustancias secas y pulverizadas se pesan dos terceras partes de un decígramo, y se mezclan con uno de borax y 5 decígramos de plomo de ensayos. Si el ejemplar además contuviese cobre, la proporcion del plomo se aumentaria con relacion á la cantidad que existiese del primer metal. En ambos casos, pues, se envuelve en seguida la mezcla en un cartucho de papel de sosa, que se introduce y se oprime un poco dentro de la cavidad practicada en el carbon.

Como en esta operacion hay presentes muy pocos elementos que deban combinarse con el plomo, y del cual hayan de ser separados en el curso del análisis; y como el procedimiento tiene por objeto principal formar un boton argentífero, y vitrificar, por medio del borax, las tierras y los óxidos metálicos de difícil reduccion, el experimento se ejecuta sin el menor inconveniente. Sométese para ello el ensayo á la llama de reduccion, hasta que el plomo se haya aleado del todo con la plata, formando un boton, y las materias escoriáceas estén completamente fundidas; debiendo por lo demás observarse las mismas precauciones que para la fundicion de los minerales que contienen elementos volátiles. Con este procedimiento las tierras y los óxidos metálicos difíciles de reducirse se vitrifican, los fáciles, v. gr. el óxido de plomo de los minerales de plomo tostado, etc., se reducen, se combinan con el plomo de ensayos; el cloruro de plata se descompone, el cloruro de plomo formado se volatiliza como un vapor blanco,

parte del cual cubre el carbon, y la plata se funde, y se aléa con el plomo, formando *plomo de obra*.

Terminada la operacion, se deja enfriar este, se separa de la escoria, y se le hace tomar la forma cúbica sobre el yunque. La oxidacion, la copelacion, y el peso ó medida del glóbulo se ejecutan por el método ordinario.

Si la sustancia contuviese, á mas del cloro, otros componentes volátiles, el *plomo de obra* apareceria negro ó gris oscuro, y en ese caso es preciso volverlo á fundir con las escorias, por unos cuantos minutos, á la llama de oxidacion, á fin de expeler cuanto azufre ó arsénico haya presente. Los minerales que contienen tan solo pequeñas cantidades de plata, no resultan negros, en razon á que cualquiera que sea la cantidad de azúfre ó de arsénico que encierren, toda ella se desenvuelve á la primera aplicacion del calor.

(c) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS PRODUCTOS DE FUNDICION QUE CONSTAN DE ÓXIDOS METÁLICOS FÁCILES DE REDUCIR SOBRE EL CARBON.

Los que figuran en primer término entre todos aquellos son los *Litargirios* y los *Abstrichs*¹.

Su contenido de plata no se aprecia, y á veces ni puede fijarse en ensayos de un decígramo. Sin embargo, como estas sustancias no constan de mas metal extraño que del plomo, cuya reduccion se hace tan fácilmente, se determina sin dificultad su riqueza en plata.

Pésanse para ello 5 decígramos del cuerpo dado, se pulverizan,

¹ Cuando el *plomo de obra* procedente de minerales plumizos se copela, resultan varias suertes de *litargirios*. El primero que aparece inmediatamente después de la fusion de la sustancia es el *abzug*, que se adhiere á los minerales plumizos. El segundo se llama *abstrich* ó *litargirio negro*, y se presenta cuando la masa fundida se expone á una corriente de aire. Su aspecto pasa, de negro y metálico, á ser amarillo y gris amarillento, conteniendo únicamente metales de fácil oxidacion; el metal que predomina por lo comun es el antimonio. Los *litargirios rojos*, que se forman después de los *abstrichs*, y hasta la terminacion del procedimiento, constan de óxido de plomo casi puro, con algunos restos de plata y de óxido de cobre.—*Muspratt*.

se mezclan con 50 miligramos de sosa y 50 de borax, se introducen en un cartucho de papel de sosa, se colocan en la cavidad preparada en el carbon, y se tratan con la llama de reduccion hasta que se reduzca todo el óxido, y las escorias libres de plomo se presenten del todo líquidas.

El glóbulo obtenido del *litargirio* está ordinariamente libre de metales volátiles, y no contiene mas que una ligera proporcion de cobre, en tanto que el que se obtiene del *abstrich* viene en general aleado con antimonio, arsénico, cobre, zinc, etc., cuyos componentes, sin embargo, desaparecen si las escorias se tratan por mucho tiempo á la llama de reduccion. La oxidacion y copelacion se ejecutan como queda dicho para otros análisis, y el glóbulo que resulta se valúa por la Escala.

(d) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS MINERALES QUE NO SON DESCOMPUESTOS SOBRE EL CARBON POR EL BORAX Ó EL PLOMO.

Hasta ahora ningun mineral puede referirse á esta clase, excepto el Molibdeno sulfurado, que contiene 0,176 por 100 de plata.

Para analizarlo encuentro ser este el fundente mas á propósito.

Un decígramo del ejemplar se mezcla con

Sosa, 150 miligramos;

Borax, 150 miligramos;

Plomo, 5 decígramos.

Colócase en un cartucho de papel de sosa, se introduce en la cavidad abierta en el carbon, y se sujeta á un fuego de reduccion enérgico. La sosa descompone el mineral, se forma sulfuro sódico, el molibdeno queda en libertad, parte de él se combina con el plomo, y parte se volatiliza, cubriendo el carbon de un sublimado blanco. Cuando las escorias líquidas lo están con tranquilidad, sin hacer efervescencia y sin movimiento alguno, es señal de que la operacion ha terminado. El glóbulo argentífero se expone entonces al aire, y se trata con la llama de reduccion, sin interrumpirla hasta que todo el molibdeno, que forma con el plomo una blanca y frágil aleacion, sea expelido. La adicion del borax es para impedir que las escorias se

dilaten sobre el carbon. En seguida el plomo de obra así obtenido se oxida y se copela.

B. — *Ligas Metálicas.*

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALEACIONES CUYO ELEMENTO PRINCIPAL ES LA PLATA.

Corresponden á esta division la *Plata nativa*, la *plata copelada*, la *plata afinada*, la *plata fina*, la *plata de amalgamacion* y la *plata acuñada*, etc. Los procedimientos con estas sustancias se reducen á fundirlas con plomo de ensayos y á copelarlas. La cantidad de ensayo que ha de tomarse varia entre 80 y 100 miligramos, por la dificultad de lograr ejemplares de un determinado peso, en razon á que semejantes ligas no se obtienen fácilmente en partículas pequeñas¹; y como las materias extrañas en la superficie del ensayo se oponen á la exactitud de los resultados, deben rasparse antes de pesarlo y de tratarlo sobre el carbon. Si la Plata nativa, la plata copelada ó la plata afinada son el objeto del análisis, se requiere un decígramo de plomo y 50 miligramos de borax; para las amalgamas cupríferas y la plata acuñada, la proporción de plomo varia de 2 á 5 decígramos, segun la cantidad de cobre. La mezcla se funde á la llama de reduccion hasta que el metal noble se alée con el plomo, y el borax aparezca completamente libre de partículas plomizas; déjase enfriar entonces el ensayo, y el boton se levanta y se separa del fundente. Aunque la adicion del borax no es de absoluta necesidad,

¹ Cuando no se ha hecho el análisis sobre 100 miligramos exactos, es necesario un cálculo expreso para deducir del peso de la sustancia analizada el tanto por ciento del ensayo; v. gr., 85,5 miligramos han sido tratados con 200 miligramos de plomo, y se han obtenido 83,6 miligramos de plata, cuya pérdida por copelacion es 0,27 miligramos; está por consiguiente indicada la siguiente proporción:

$$85,5 : 83,6 + 0,27 :: 100 : x.$$

$$x = \frac{(83,6 + 0,27) 100}{85,5} = 98,09 \text{ por } 100. — \text{El Autor.}$$

evita, sin embargo, cualquier explosion ó accidente violento, que si ocurriese contribuiría á falsear los resultados.

Cuando semejantes aleaciones no requieren mas que 1 á 2 decigramos de plomo, se ensayan en la copela. Las ligas cupríferas, que se mezclan con 3 á 5 decigramos de plomo, se sujetan primero á la oxidacion para desembarazarlas de la mayor parte del cobre, y luego se copelan.

El glóbulo de plata fina, después de concluida la operacion, se separa de la copela, se golpea ligeramente con el martillo sobre el yunque, y se pesa en seguida.

(b) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PLATA EN LAS LIGAS METÁLICAS QUE CONSTAN PRINCIPALMENTE DE ORO.

A esta clase pertenecen el *Oro nativo* y las aleaciones que se componen de oro, plata y cobre.

En aquellas sustancias, el tanto por ciento de la plata se determina al mismo tiempo que el del oro; por lo cual especificaré el procedimiento cuando expliquemos el Análisis del Oro.

(c) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA PLATA EN LAS ALEACIONES EN QUE PREDOMINAN EL COBRE Y EL NÍQUEL.

Estos compuestos son: el *cobre negro* y el *cobre maleable* afinado en grande escala, el *cobre acuñado* que contiene plata, el *bronce*, el *metal de campanas*, el *metal blanco* ó *metal inglés*, etc.

A fin de procurarse las cantidades necesarias de estos cuerpos para hacer los pesos, se reducen á limaduras con una lima fuerte, y cuando haya de analizarse el cobre maleable, el cobre negro, el cobre acuñado ó el metal blanco, se emplearán las proporciones siguientes:

Sustancia, 1 decígramo.

Plomo, 15 decigramos.

Borax, 1 decígramo.

El ensayo, mezclado, se introduce en el cartucho de papel de sosa, se coloca en el hueco abierto en el carbon, y se trata con la llama de

reduccion hasta que haya estado en fusion por algun tiempo, y todas las particulas metálicas hayan desaparecido de la superficie del soporte. En esta operacion el cobalto, el hierro y el zinc se oxidan, y los dos primeros se disuelven en el borax, en tanto que el zinc se volatiliza.

El *plomo de obra* obtenido, que contiene cobre ó níquel, ó los dos metales á la vez, se lleva sin dejarlo enfriar, sobre el yunque de acero, lo cual ahorra de tener que despojarlo de las escorias. En seguida se copela por el método ordinario; pero si el glóbulo obtenido contuviese cobre produciria una dilatacion, que no permitiria se graduase su peso por la Escala; esto, sin embargo, se remedia añadiéndole 50 miligramos de plomo y volviéndolo á copelar.

Cuando se analiza bronce ó metal de campanas se toman las proporciones que siguen:

Aleacion, 1 decígramo.

Plomo, 10 decígramos.

Borax, 1 decígramo.

Este ensayo se funde, como el anterior, á la llama de reduccion, hasta que el borax quede exento de particulas metálicas; dirigiéndose entonces la llama solo sobre el fundente para permitir el libre acceso del aire atmosférico al plomo, y para oxidar el estaño y las porciones de zinc que no se hayan volatilizado. El óxido de estaño se combina con el borax, el óxido de plomo es expelido en su totalidad, y cuando la superficie del ensayo aparece brillante, se lleva sobre el yunque, y se ejecutan las ulteriores operaciones segun el método prescrito para las sustancias cupríferas.

(d) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS CUYOS METALES PREDOMINANTES SON EL PLOMO Ó EL BISMUTO.

Corresponden á esta clase el plomo de obra preparado en grande escala, el *plomo regenerado*, el *bismuto argentífero*, etc.

De todas estas aleaciones, el *plomo de obra* es la mas rica en plata; para analizarla se lamina la cantidad necesaria, se corta en pedazos menudos con las tijeras, se pesan 2 decígramos, se colocan en

la copela, se funden á una llama moderada de oxidacion, y se copelan inmediatamente. Si el plomo de obra contiene poco ó ningun cobre, se obtendrá un glóbulo esférico y brillante; pero cuando la cantidad de este metal es considerable, se sigue una dilatacion del glóbulo, y no presenta brillo alguno exterior. Cuando esto sucede, se añade un decígramo de plomo y se termina la operacion en otro punto de la copela. El peso del boton obtenido, dividido por dos, da el tanto por ciento de plata por decígramo.

Como el plomo de obra es un producto de fundicion, que requiere un tratamiento ulterior, en el cual ha de experimentar pérdida de plata, es evidente que en esta operacion no debe tomarse en cuenta la pérdida por copelacion; pero, con todo, si el tanto por ciento de plata ha de determinarse con exactitud, se pesan 5 decigramos del citado plomo, se funden, se refinan en dos tiempos, y si en razon á la demasiada cantidad de cobre, el glóbulo de plata no es bastante puro, se vuelve á copelar con un decígramo mas de plomo de ensayos. El peso del glóbulo de plata fina, así obtenido, se suma con la pérdida por copelacion, causada por la oxidacion del plomo, y dividiendo esta suma por 5, se hallará el verdadero tanto por ciento de plata por cada decígramo del plomo de obra analizado.

Si el plomo regenerado ó el bismuto se analizan para valuar la plata que contengan, se corta el primero en pedazos, como el plomo de obra; pero el segundo, por ser muy frágil, se pulveriza con el martillo. No habiendo que esperar en estos compuestos un tanto por ciento de plata muy considerable, se emplea generalmente un ensayo de 5 decigramos. Pesada aquella cantidad, se introduce inmediatamente, como el plomo de obra, en una buena copela, y se funde; ó en caso de que el ensayo conste de muchas partículas muy menudas, se calientan todas al mismo tiempo sobre el carbon, y el glóbulo formado se separa del soporte, dividiéndole en dos trozos.

La separacion del boton de bismuto argentífero, que se ha de copelar en seguida para eliminar el óxido de bismuto formado durante la operacion de la oxidacion, es preciso que se ejecute con sumo cuidado, á fin de evitar que quede partícula alguna de los frágiles materiales restantes. El glóbulo no debe nunca arrancarse de en me-

dio del óxido acumulado, sino que este debe siempre separarse de aquel por medio de las pinzas.

Los glóbulos puros obtenidos en la copelacion se medirán en la Escala, y su tanto por ciento de plata por decígramo se calculará por el peso hallado.

(e) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS EN QUE EL ANTIMONIO Ó EL ZINC PREDOMINAN.

Las siguientes observaciones son aplicables particularmente al antimonio y zinc argentíferos.

Si el antimonio contiene un tanto por ciento de plata considerable, se trata sobre el carbon á la llama de oxidacion; el antimonio se volatiliza, y la plata queda como un grano oscuro. Si esto no sucede, es probable que la plata haya sido arrastrada por la corriente de aire, y es preciso en ese caso hacer el análisis del siguiente modo:

Pésase un decígramo de la liga, se funde sobre el carbon á la llama de reduccion, con 2 decigramos de plomo de ensayos y una corta dosis de borax, y se sujeta el boton metálico á la llama de oxidacion para expeler el antimonio ó el zinc. La oxidacion del plomo no comienza hasta que ambos, ó uno de los dos metales, se hayan volatilizado casi por completo. Cuando cesa el humo, se interrumpe tambien la insuflacion, se deja enfriar el *plomo de obra*, en seguida se separa de las escorias y se copela. Este tratamiento es preferible para el antimonio, aun cuando la plata exista en abundancia, porque sin la adicion del plomo, no pueden eliminarse completamente los últimos restos del antimonio, y las mas veces obtendriamos una cantidad menor de plata que la que realmente existiese; además de que si otros metales, v. gr. el cobre ó el hierro, se hallasen tambien presentes, serian segregados por el plomo en la copelacion.

(f) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS EN QUE FIGURA EL
ESTAÑO COMO ELEMENTO PRINCIPAL.

Ejemplo , el estaño argentífero.

Como el estaño no puede separarse de la plata, ni por copelacion ni por volatilizacion , sobre el carbon , es preciso tratarlo de la manera siguiente :

Se pesa un decígramo de la sustancia que se va á analizar, y se mezcla con

Plomo , 5 decígramos ;

Sosa , 50 miligramos ;

Borax , 50 miligramos.

Envuélvese el ensayo en un cartucho de papel de sosa, colócase en una cavidad preparada en el carbon, se calienta á una fuerte llama de reduccion, hasta que los metales se ligen formando un glóbulo, y el borax y la sosa, la cual se ha empleado únicamente para evitar la oxidacion del estaño , aparezcan vitrificados. Luego que esto se ha cumplido, solo el glóbulo metálico se toca con la extremidad de la llama azul, teniendo cuidado de no permitir una violenta oxidacion del estaño , á fin de que el vidrio vaya absorbiendo todo el óxido formado. Si hácia los bordes de las escorias apareciesen partículas del estaño metálico reducido, se suspende la insuflacion y se deja enfriar el ensayo. Frio el glóbulo, al que hay que añadir un decígramo de borax , se trata sobre otro trozo de carbon con la llama de reduccion, y cuando está completamente líquido, con la llama de oxidacion, hasta que presente una superficie brillante. El *plomo de obra*, que por este procedimiento queda exento de estaño, se somete á la oxidacion y copelacion, y el tanto por ciento de plata se valúa con la balanza, ó si el glóbulo es muy pequeño, por medio de la Escala.

(g) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS CUYO ELEMENTO PRINCIPAL ES EL MERCURIO.

A este grupo corresponden las *Amalgamas naturales y artificiales, argentíferas*, y el *azogue argentífero*.

Pésase un decígramo de la sustancia, colócase en un pequeño tubo de vidrio, que tiene una bola soplada en uno de sus extremos, como se ve en la *Fig. 43*, pág. 184, y sosteniendo el tubo inclinado oblicuamente, se calienta por grados á la lámpara de espíritu de vino. Un color muy moderado volatiliza la mayor parte del mercurio, que se va depositando poco á poco en estado metálico en la parte superior del cuello del frasco. El extremo ensanchado se calienta entonces hasta el rojo, y se sostiene á aquel calor hasta que no se elimine mas mercurio, en cuyo caso se deja enfriar el tubo. Después del enfriamiento, agitándolo suavemente, los glóbulos de azogue se reunen muy pronto, pudiendo sacarse los mas considerables con solo invertir el tubo.

Si la sustancia sometida á esta operacion es una amalgama, la plata queda en la bola del tubo como una masa porosa que puede sacarse fácilmente. Esta se funde á la llama de reduccion con borax y un decígramo, ó si contiene cobre con 2 ó 3 decigramos de plomo de ensayos, el *plomo de obra* formado, se trata de la manera consabida, se averigua con la balanza el peso del glóbulo obtenido, y si se ha empleado una amalgama nativa, se deduce de aquel la pérdida por copelacion.

Sin embargo, si la aleacion destilada fuese de mercurio argentífero, el residuo del tubo es de muy poca consideracion, y no puede arrancarse de él sin gran dificultad. En semejante caso se corta con una lima la mayor parte del tubo, lo que queda en la bola soplada se mezcla con un decígramo de plomo y 50 miligramos de borax, se coloca todo en un agujero practicado en el carbon, y se somete á una fuerte llama de reduccion hasta que el compuesto metálico se divida del vidrio. El plomo argentífero, después de frio, se separa con facilidad del vidrio y del carbon, se refina sobre una buena copela de ceniza

de huesos lavada y bien calcinada, y el glóbulo de plata se mide sobre la Escala.

En dos casos es necesaria la copelacion.

1.º Cuando la plata no puede fundirse en el tubo, por cuya razon el mercurio no puede ser eliminado del todo.

2.º Cuando ha de analizarse la amalgama obtenida de los minerales amalgamados, porque contiene con frecuencia varios metales que quedan en la destilacion y que solo pueden separarse de la plata por copelacion. Con todo, si el oro se hallase presente, no quedaria separado por estos medios, sino que seria preciso tratarlo como se dirá en el análisis de este metal.

(h) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS CUYO ELEMENTO PRINCIPAL ES EL HIERRO Ó EL ACERO.

Como el hierro y el acero no pueden unirse inmediatamente con el plomo á la llama del soplete, su union debe efectuarse de un modo indirecto. Es cosa bien sabida que el hierro sulfurado se combina con el plomo, si ambos cuerpos se tratan con borax á la llama de reduccion, y que calentados á la llama de oxidacion, se volatiliza el azufre, y el hierro se oxida y es absorbido por el borax en estado de óxido ó de sesquióxido. Por consiguiente, si el hierro ó el acero están unidos con el azufre, la plata contenida en el mineral puede separarse con la misma facilidad que cuando se analiza un hierro sulfurado argentífero, etc.

Cuando se ensaya el acero para conocer la plata que contiene, se somete de antemano al calor rojo, se deja enfriar, y cuando está frio se limpia su superficie, y se lima poco mas ó menos la cantidad necesaria para un análisis. Se pesa un decígramo y se mezcla con

Azufre, 50 miligramos;

Plomo, 8 decígramos;

Borax, 1 decígramo.

El todo se envuelve en un cartucho de papel de sosa, se coloca en una cavidad cilíndrica hecha en el carbon, y se calienta á la llama de reduccion hasta que el ensayo forme una perla fundida, en que el azufre se halla combinado con el plomo y el hierro.

No siendo suficiente un decígramo de borax para absorber todo el óxido de hierro formado en la oxidacion que sigue á la primera fundicion, se añade otro decígramo de fundente, se vuelve á fundir el todo, y se sujeta á una llama de oxidacion muy fuerte hasta que el plomo impuro comience á separarse del vidrio. Entonces se hace que solo el plomo quede en contacto con la llama, y con esto el azufre se volatiliza, el hierro se oxida, y el óxido formado se combina con el borax. Después que el azufre se elimina, y después que el hierro aparece segregado, se interrumpe la insuflacion, y el plomo, que presenta una superficie brillante y que contiene toda la plata del hierro, se deja enfriar. Si cuando frio es de un color blanquizco, se tratará como *un plomo de obra* cualquiera, y se averiguará el peso del glóbulo de plata; si el plomo, sin embargo de ser brillante, tuviese un aspecto negruzco, deberá ser sometido á una nueva oxidacion antes de su copelacion, etc.

II.—ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ORO.

El oro, así como la plata, puede separarse por la via seca de las sustancias con que se halle en combinacion.

Como no es susceptible de oxidarse aun tratándolo con borax ó plomo á la llama exterior, y como no sufre pérdida por la copelacion, su tanto por ciento en minerales, productos de fundicion, etc., se puede precisar con la mayor exactitud. El análisis del oro es, sin embargo, mucho mas difícil que el de la plata, porque en muchos casos el oro sometido á los análisis al soplete contiene cierta cantidad de plata que varia en el oro nativo de 2 á 35 por 100.

En cuanto á la cantidad de oro contenida en muchos minerales de plata, yo he tenido ocasion de examinar todos los preparados para la fundicion en los establecimientos de Freyberg, y los resultados obtenidos son los siguientes. Todos los hierros sulfurados que tienen de 0,0142 por 100 á 0,456 por 100 de plata, contienen oro, y este metal forma tambien parte de los productos de fundicion procedentes de la de los minerales de plata auríferos.

Me ha parecido pues clasificar las sustancias auríferas, segun su naturaleza y composicion, del modo siguiente :

A. Minerales de Oro, Minerales de Plata Auríferos, y Productos que contienen Oro y Plata.

B. Ligas Metálicas que constan de

(a) Oro y Plata.

(b) Oro y Plata aleada con otros metales.

(c) Oro y Mercurio.

A. *Analisis cuantitativos de los Minerales de Oro, Minerales de Plata Auríferos, y Productos de Fundicion que contienen Oro y Plata.*

Colócanse en esta division :

1. El *Teluro nativo*, que tiene, segun Klaproth, 0,25 por 100 de oro y ninguna plata.

2. Todos los minerales que contienen plata y oro al mismo tiempo, v. gr. El *Teluro nativo auro-argentífero*, cuya composicion es, segun Klaproth, 60 de teluro, 30 de oro y 10 de plata. El *Teluro auro-plumbífero*, que contiene, segun Klaproth, 44,75 de Teluro, 26,75 de oro, 19,50 de plomo, 8,50 de plata, y 0,50 de azufre. El *Teluro plumbo-aurífero*, *Teluro negro*, cuyo análisis hecho por Klaproth es 32,2 de teluro, 54,0 de plomo, 9,0 de oro, 0,5 de plata, 1,3 de cobre, y 3,0 de azufre. El *Molibdeno sulfurado* de un ejemplar que me ha remitido el profesor Breithaupt, analizado por mí, he hallado que contiene 4,9 de oro y como 0,3 de plata.

3. Todos los *Hierros y Cobres sulfurados argentíferos*.

4. Las *Matas ó Crudios plomizos*.

5. Las *Escorias y barreduras ó polvos auríferos y argentíferos*, llamados *Escobilla*, procedentes de los artífices de oro y plata.

De los minerales de oro que contienen poca ó ninguna plata se prepara la cantidad necesaria para un ensayo, y se trata del mismo modo que un análisis de plata. Después de la copelacion se examina el color del glóbulo; porque, si hay tan solo 2 por 100 de plata, adquirirá el oro un color de bronce. Si el oro es puro, lo que se reco-

noce por su color, se determinará su peso ó con la balanza ó sobre la Escala. Cuando el color es muy bajo, se someterá á cierto tratamiento, de que nos harémos cargo mas adelante.

De las sustancias que contienen mas plata que oro se reduce á polvo una porcion como de 10 á 15 decigramos, se mezcla y se trata como un análisis de plata, deduciendo de la cantidad obtenida el número de ensayos necesario para reunir la cantidad de oro suficiente para un análisis cuantitativo. Supongamos que la sustancia no contuviese mas que 0,114 por 100 de plata : en este caso se pulverizaria una cantidad considerable, y se tomarian por lo menos 2,5 gramos : por el contrario, si el tanto por ciento fuese mas alto, v. gr. 0,29 por 100, bastarian 10 á 15 decigramos para un análisis. La mezcla del ensayo con plomo y borax se ejecuta del mismo modo que para un análisis de plata ; pero cuando el cobre se halla presente, ha de aumentarse la cantidad de plomo. La fundicion y copelacion se practican tambien del mismo modo que cuando se hacen los análisis de la plata. Los demás procedimientos se describirán mas adelante.

Los sulfuros ó minerales que contienen mucha cantidad de azufre y poca plata, se analizan del modo siguiente : de 24 á 36 decigramos de la sustancia reducida á polvo se dividen en porciones de 3 decigramos cada una, se colocan en la cápsula de arcilla (*Fig. 12*, página 17), cuyo interior se cubre de minio, y sin añadirle carbon se tuestan como un ensayo de cobre.

Cuando casi todo el vapor sulfuroso se ha eliminado, se pulveriza de nuevo el ensayo, y se vuelve á calentar hasta que no quede azufre ninguno. Hecho esto, se coloca el residuo en un baño de porcelana sobre la llama de la lámpara de espíritu de vino, y se trata con la cantidad de ácido hidroclórico necesaria para disolver el óxido de hierro y de cobre que se hayan formado. Los óxidos metálicos y la plata se disuelven, y queda solo el oro con algunas materias extrañas. La disolucion se evapora á sequedad, y se trata en seguida con agua hirviendo, que disuelve los cloruros, de los que es preciso separar el cloruro de plata, etc., por filtracion y lavado. El filtro que contiene los elementos insolubles se seca, y después de secarlo, se

abre y se mezclan aquellos escrupulosamente con 5 decigramos de plomo y uno de borax. Así dispuesto el ensayo, se coloca en un agujero abierto en el carbon, se somete á una débil llama de oxidacion para carbonizar y consumir el filtro, y luego se trata á una fuerte llama de reduccion. En esta operacion el cloruro de plata se descompone, su base se aléa con el plomo, y el oro y los elementos terrosos se disuelven en el borax. La liga metálica se oxida y se copela del modo consabido, y el glóbulo de plata aurifero se trata segun el método descrito para la separacion del oro y de la plata.

Sucede á veces tener que analizar sulfuros, que contienen menos del 0,114 por 100 de plata. En este caso no son suficientes los 36 decigramos de la sustancia, por consiguiente, segun el tanto por ciento del metal noble, se tomarán las siguientes proporciones.

De una sustancia que contenga

0,0939	por 100 de plata,	48	decigramos.
0,0616	»	72	»
0,0370	»	144	»
0,0142	»	288	»

Como el pesar 288 decigramos, en porciones de 3 decigramos cada una, seria una cosa muy cansada, se puede pesar de una sola vez y en una balanza comun, toda la cantidad de plomo correspondiente á la plata que contenga el mineral, pulverizando luego el todo perfectamente.

Por la misma razon de ser muy incómodo y muy largo tostar una sustancia de bastante peso en porciones de 3 decigramos cada una, se puede emplear el siguiente método como mas expedito :

Sobre una hoja de hierro doblada en forma de caja, se coloca todo el ensayo á un tiempo, se rocía varias veces con agua de arcilla, y se seca bien, sometiéndolo á un calor rojo fuerte, sin dejar de agitarlo con una espátula de platino, hasta tanto que ya no se desprendan vapores de ácido sulfuroso, después de lo cual se tritura el residuo en un mortero, y su polvo se vuelve á tostar.

Terminadas estas operaciones, se introduce el ensayo en un baño de porcelana, se coloca sobre la llama de la lámpara de espíritu de vino, se trata con ácido hidroclórico, se evapora á sequedad, y se

mezcla en seguida con cierta cantidad de agua para disolver los cloruros solubles; se filtra, se lava y se seca bien lo que queda sobre el filtro, y si excede de un decígramo, se pesa en porciones de un decígramo, cuyas porciones se mezclan cada una con

Plomo, 5 decigramos;

Borax, 1 decígramo;

se funden como un ensayo argentífero, y se copelan según queda dicho. En los párrafos siguientes nos haremos cargo del tratamiento de los glóbulos auríferos.

B. *Ligas Metálicas.*

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS METÁLICAS QUE SOLO CONTIENEN PLATA Y ORO.

Pertenecen á estos el *Oro nativo*, las *Aleaciones de oro y plata*, y el *Oro argentífero* ó la *Plata aurífera* obtenida del ensayo de minerales auríferos.

Como hasta ahora no se conoce método alguno para separar el oro de la plata por la vía seca, es preciso emplear la vía húmeda, practicando el método llamado Incuartacion.

Para efectuar la separacion de ambos metales, la proporción del oro á la de la plata no debe exceder de 1 á 3, porque si el oro estuviese en mayor cantidad, la disolucion seria incompleta, ó no se verificaria. Por consiguiente, es indispensable hacer un ensayo previo para determinar la composicion de la liga, y si es corta la cantidad de plata existente, se le añade la necesaria para que alcance la proporción que queda dicha.

El oro que no contiene mas que el 2 por 100 de plata es de color de bronce; si tiene 30 por 100 de plata, aparece de un color de bronce muy bajo; pero cuando la cantidad de plata asciende á 60 por 100, ya el color amarillo no es perceptible. Por consiguiente, de la intensidad de coloracion de una liga aurífera pueden deducirse tanto su composicion cuanto las cantidades de plata que exige para su análisis.

Cuando haya de analizarse un oro nativo de color de bronce, se supone generalmente que el tanto por ciento de la plata asociada con él no es muy alto, en cuyo caso se pesan 20 á 30 miligramos de la aleacion, se funden con $3 \times 20 = 60$ á $3 \times 30 = 90$ miligramos de plata pura, precipitada del cloruro argéntico, y con una pequeña porcion de borax á la llama de reduccion. De una liga aurífera de color bajo se toman para el análisis 50 miligramos, y se aléan del mismo modo con $50 \times 2 = 100$ miligramos, ó si el tanto por ciento de la plata no llega á 30 por 110, con 100 á 120 miligramos de plata pura. En las ligas que presentan un aspecto blanco brillante, y están compuestas de unos 40 por 100 de oro y 60 de plata, el tanto por ciento de esta no puede adivinarse; por consiguiente, se funde sobre el carbon un decígramo de la liga con 60 á 80 miligramos de plata pura y una corta cantidad de borax. En los compuestos de oro y plata obtenidos de los ensayos de minerales de oro, este prevalece en lo general, siendo necesario fundirlo con doble ó triple de su peso de plata pura. Por otra parte, la composicion de las aleaciones que proceden de minerales tostados ó de sulfuros está casi siempre en proporcion de 25 de oro á 75 de plata; por lo tanto, pueden analizarse sin necesidad de añadirles este último metal.

Después de pesar de 20 á 100 miligramos, segun la calidad del ensayo, y de fundirlos sobre el carbon con la cantidad de plata necesaria, se coloca sobre el yunque el glóbulo formado, se lamina, se vuelve á calentar sobre el carbon, se introduce en un baño de porcelana (*Fig. 40*, pág. 33), se pone á la lámpara, se trata con ácido nítrico puro, se cubre con un vidrio de reloj (*a*), para impedir que se disipen los humos nitrosos, y cuando la disolucion de la plata es completa, se filtra y se lava tres ó cuatro veces con agua destilada caliente, para separar hasta el último resto de nitrato de plata. El oro metálico que queda sobre el filtro se seca en seguida, se calienta hasta el rojo en un crisol de platino, y se pesa; pero si la cantidad es demasiado pequeña para poderse apreciar con la balanza, se aléa con un poco de plomo, se copela, y su peso se determina con la Escala. Un decígramo de plomo y una cantidad pequeña de borax bastan para la mezcla. La afinacion de los glóbulos auríferos es á veces muy dificultosa, en

razon á la proporcion de plomo presente ; pero un poco de práctica facilitará en gran manera estas manipulaciones. Con objeto pues de hacer mas fáciles los cálculos del tanto por ciento de oro en las aleaciones, insertamos el siguiente ejemplo. Si se han ensayado 30 miligramos de una liga, y el oro obtenido es 25,5 miligramos, tendrémós

$$30 : 25,5 :: 100 : x = 85 \text{ por } 100 \text{ de oro.}$$

Si se desea averiguar el tanto por ciento de plata del Oro nativo ó de una aleacion artificial, se copela el ensayo, antes de fundirlo, con plata fina, con 1 á 2 decigramos de plomo de ensayos, para segregar cualesquier otros metales, como hierro ó cobre ; se pesa después de haberlo afinado, y el tanto por ciento de plata se calcula por diferencia, con tal que la cantidad de oro contenida en la sustancia haya sido determinada de antemano.

(b) ANÁLISIS CUANTITATIVOS DE LAS ALEACIONES QUE CONTIENEN OTROS METALES ADENÁS DEL ORO Y DE LA PLATA.

Las que se presentan con mas frecuencia son las ligas de oro aleado con cobre y plata.

De 30 á 50 miligramos de esta aleacion se pesan, se funden, segun el tanto por ciento de cobre, con 3 á 8 decigramos de plomo de ensayos y un poco de borax sobre el carbon, á una buena llama de reduccion, y se afinan en seguida como un *plomo de obra* cuprífero. El cobre se oxida con el plomo, y el oro y la plata quedan puros. Sin embargo, si después de la copelacion no apareciese el glóbulo de oro bastantemente puro, á causa de algun poco de cobre que hubiese podido quedar, se volveria inmediatamente á fundir el glóbulo con un decígramo de plomo, y volveria otra vez á afinarse en otro punto limpio de la copela.

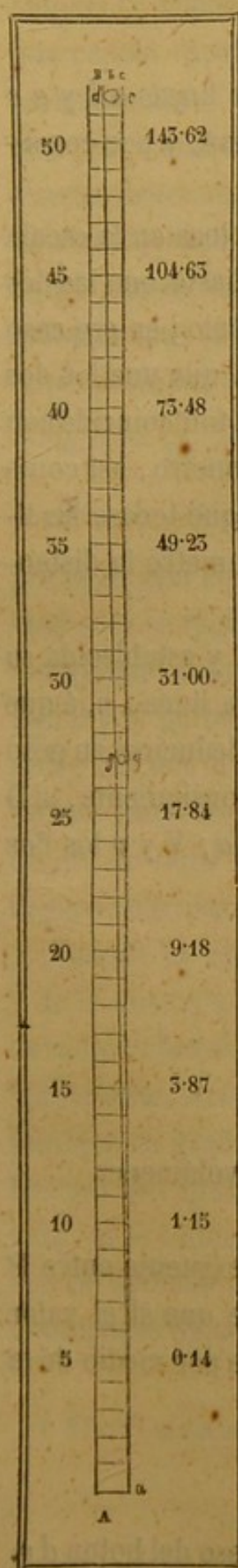
Las demás operaciones son idénticas á las que dejamos descritas en las páginas anteriores.

(c) ANÁLISIS CUANTITATIVOS DE LAS AMALGAMAS QUE CONSTAN
DE ORO Y AZOGUE.

Aunque estas ligas no se hallan en la naturaleza, se producen, sin embargo, en las amalgamaciones auríferas. Para hacer su análisis se destilan 50 miligramos en un tubo de vidrio, como las amalgamas de plata, el residuo se copela con 1 decígramo de plomo, y se pesa el glóbulo afinado. Si su color es muy blanco revela la presencia de la plata, y por consiguiente es preciso sujetarlo á la *incuartacion*, que ya hemos descrito, y determinar la cantidad de oro y de plata que contenga. De las amalgamas pobres de oro y de plata se toman varios ensayos de 1 decígramo, se introducen en una redoma de vidrio, se destilan, y cuando se haya eliminado el mercurio se añaden nuevas cantidades de la amalgama, y se destilan hasta que el residuo del oro argentífero sea suficiente para poderse pesar. Terminada la operacion, se pesa el glóbulo de oro, y si es necesario, se funde con dos á tres veces su peso de plata pura, se trata con ácido nítrico, se determina el peso del oro, y se deduce de él la proporcion de plata.

El peso del oro y de la plata se divide por el número de decigramos de la amalgama sometidos á la destilacion, y se obtiene de ese modo el tanto por ciento de los dos metales que existe en cada uno de los decigramos sujetos al análisis.

Fig. 47.



1. *Determinacion del peso de los glóbulos de oro y plata, deducido de su volúmen.*

Con frecuencia sucede que los glóbulos afinados que se obtienen de los análisis cuantitativos al soplete de 1 decígramo de sustancia aurífera ó argentífera, son tan pequeños que su peso no puede determinarse exactamente ni con la balanza mas sensible ; por otra parte, no se podria operar con las cantidades necesarias para compensar su pobreza sin privar á los análisis al soplete de sus mas recomendables ventajas, á saber : de su sencillez y de su expedicion. Para zanjar pues aquella falta, Harkort se propuso calcular en los ensayos el tanto por ciento midiendo el diámetro de los glóbulos obtenidos. La experiencia ha demostrado lo correcto de semejante método, no obstante las diferencias procedentes de la desigualdad de forma de los glóbulos. Para dar una idea de cómo llevó á cabo su designio, describirémos el instrumento empleado por Harkort y modificado después por Plattner.

Escala de Harkort.—La Fig. 47 representa una chapa de marfil, bien pulimentada, sobre la cual está marcada una línea, *A B*, paralela á uno de sus costados ; á corta distancia de la línea *A B* hay otras dos líneas, *a b* y *a c*, convergentes en *a* y formando un ángulo agudo. La línea *A B* está dividida en partes iguales por pequeñas líneas paralelas, que cortan las líneas convergentes, *a b*, *a c*, formando las bases de otros tantos triángulos semejantes al grande, *b a c* ; todos ellos tienen un ángulo comun, y el lado opuesto á este ángulo paralelo, por consiguiente, entre sus lados ho-

mólogos, puede establecerse esta proporcion, v. gr., entre el triángulo $b a c$ y el $f a g$:

$$a b : a f :: b c : f g, \text{ y } :: a c : a g.$$

Segun esto, el espacio comprendido entre las dos líneas $a b$ y $a c$ puede servir para determinar el volúmen de una esfera, y por consiguiente su peso.

Supongamos que un boton metálico esférico se coloca en la escala entre las líneas $a b$, $a c$, y que se mueva hácia a hasta que las dos líneas convergentes lleguen á ser tangentes del glóbulo; en ese caso su diámetro estará medido y expresado por la línea que une los dos puntos tangentes. Si se halla, por ejemplo, que el boton coincide con el espacio $d e$, entre las dos líneas, este seria su diámetro, así como otro glóbulo cualquiera introducido en la Escala, y que tocase las líneas convergentes en los puntos f y g , tendria por diámetro la distancia entre ellos.

Fijada la posicion de los dos glóbulos metálicos, y establecida su distancia del punto a por medio de las divisiones de la línea $A B$, á que corresponden, se concibe sin violencia cómo puede deducirse su peso de las proporciones relativas de sus diámetros. Por consiguiente, si D y d son las distancias entre los glóbulos, y el punto a ; V y v los dos volúmenes, y P y p los dos pesos, tendremos que

$$V : v :: (d e)^3 : (f g)^3$$

y porque

$$d e : f g :: a d : a f :: D : d$$

tendremos:

$$V : v :: D^3 : d^3.$$

y por consiguiente la proporcion de los pesos á los volúmenes

$$P : p :: D^3 : d^3$$

Aunque esta proporcion indica solo la relacion existente entre P y p , y no da valores á estas cantidades, es evidente que si el valor de P se fijase, el de p se estableceria inmediatamente por medio de la siguiente ecuacion:

$$p = \frac{P \times d^3}{D^3} \text{ ó } = \frac{P}{D^3} \times d^3.$$

Para dar á conocer el valor de P es suficiente el peso del boton $d e$.

Harkort, fundado en esto, escogió un mineral de un tanto por ciento comun, y habiendo obtenido resultados iguales de diferentes glóbulos que copeló repetidas veces, pesó el mas regular, y halló que su peso correspondia á una riqueza de 154 loths por cwt, ó sea al 4,354 por 100¹. Colocó el glóbulo sobre la Escala, y viendo que coincidía exactamente con el número 52 de la línea A B, escribió en frente de aquella division el peso indicado por la esfera que correspondió á aquel punto, estableciendo así un término de comparacion para los glóbulos mas pequeños. Fijado de esta manera el primer término de la proposicion, es evidente que introduciendo el valor de P en la fórmula $p = \frac{P}{D^3} \times d^3$, puede determinarse el peso p de un glóbulo

cualquiera. Es claro tambien que el factor constante $\frac{P}{D^3}$ queda siempre el mismo en los diferentes valores que pueda alcanzar p , por lo cual solo se requiere suma precision al determinar la posicion exacta del glóbulo sobre la Escala, y por consiguiente la distancia d entre aquel y el punto a . Con este fin se sostiene el boton con las pinzas entre las dos líneas $a b$ y $a c$, y se mueve en ellas hasta fijar sus puntos tangentes. Para lograrlo con la necesaria exactitud se requiere un buen lente ó cristal de aumento, y mirar la Escala segun la perpendicular levantada desde ella hasta el ojo.

Aunque en esta operacion se supone que los glóbulos son esféricos y de la misma pesantez específica, no siempre sucede así, porque durante la fusion los glóbulos se comprimen por su propia gravedad, y conservan su forma achatada después del enfriamiento, dependiendo tambien su grado de densidad del tiempo que hayan tardado en enfriarse. Sin embargo, en los límites en que puede emplearse la Escala, ni la influencia de la temperatura ni la de la forma del glóbulo son de apreciar, como Harkort ha demostrado con numerosos y bien conducidos experimentos.

¹ El cwt sajón = á 140 libras, cada una de las cuales se divide en 32 loths.

Fig. 48.

b c	
50	122.5
49	15.5
48	108.4
47	101.7
46	195.4
45	89.5
44	85.5
43	77.9
42	72.6
41	67.5
40	62.7
39	58.1
38	55.8
37	49.6
36	45.7
35	42.0
34	38.5
33	35.2
32	32.1
31	29.2
30	26.5
29	25.9
28	21.5
27	19.5
26	17.2
25	15.5
24	15.5
23	11.9
22	10.4
21	9.1
20	7.8
19	6.7
18	5.7
17	4.8
16	4.0
15	3.3
14	2.7
13	2.1
12	1.7
11	1.3
10	0.98
9	0.71
8	0.50
7	0.34
6	0.21
5	0.12
4	0.06
3	0.026
2	0.008
1	0.0009
0	0
a	

Escala de Plattner, y su uso en los Análisis cuantitativos de la Plata.

Habiéndose ejecutado siempre sobre un decígramo, el Análisis de la plata descrito en las páginas precedentes, Plattner construyó su Escala á propósito para medir los globulos metálicos obtenidos de un ensayo de aquel peso. Con este objeto trituró íntimamente una porcion de *Plata roja*, Plata antimoniada sulfurada, con una cantidad igual de *Espato calizo*, Cal carbonatada, y copeló la mezcla. Repitió esta operacion muchas veces, y constantemente halló 122,5 loths por cwt, ó 5,48 por 100 de plata. Hizo después los mismos ensayos al soplete, y obtuvo idéntico resultado.

La Fig. 48 representa su Escala dividida en cincuenta partes, respondiendo la primera al glóbulo obtenido de un decígramo de mineral que contiene 5,48 por 100 de plata. El factor constante $\frac{P}{D^3}$ es por consiguiente igual á 0,00098 para la division en loths, y á $\frac{5,48}{50^3} = 0,00004384$ para la division decimal.

Parece á primera vista que semejante Escala pudiera hacerse mucho mayor á fin de que sirviese para medir glóbulos metálicos de un volumen superior al indicado en las anteriores líneas; pero no es así, sin embargo, porque el peso de las esferas varía en razon directa de los cubos de sus diámetros, aumentando considerablemente las diferencias de peso por cada una de las divisiones de la Escala; de manera que un boton de mas volumen que el que puede determinarse por la Escala pesa con suma facilidad en la balanza.

La divergencia de las dos líneas *a b* y *a c* exige una observacion. Quanto menor sea esta divergencia, generalmente hablando, tanto menor será la variacion de peso por cada línea que se descienda, y con tanta mayor exactitud podrán medirse los diámetros de los glóbulos; pero esto en la práctica tiene tambien sus límites, porque si la divergencia es tan pequeña que la diferencia entre los diámetros de los glóbulos no puede señalarse, la Escala resulta inútil. Hallo pues que la divergencia mas conveniente es de un milímetro, en una longitud de 157 milímetros.

Las ventajas de la Escala se aumentan considerablemente cuando lleva en cada division marcado el tanto por ciento del glóbulo que coincide con ella. Para los mas pequeños, tres decimales son suficientes; pero con todo, cuando la última cifra decimal es mayor que 5, se aumenta una unidad á la que precede. Un glóbulo de plata colocado sobre la Escala puede no coincidir con ninguna de las líneas horizontales, y en ese caso se fija la distancia del punto de contacto á la línea superior; en seguida la diferencia de los pesos, marcada frente á cada una de las divisiones entre las que se halla el glóbulo, se multiplica por una fraccion que representa la distancia á que se halla aquel, respecto á las dos líneas horizontales que lo encierran, y el producto se añade al peso indicado por la línea inferior. Ejemplo: si á un glóbulo colocado á dos tercios de la distancia entre la division 43 y 44 de la Escala corresponde una riqueza de plata comprendida entre 83,48 y 77,916 loths, ó en decimales, entre 2,37160 y 2,21545 por 100, siendo la diferencia de estos últimos valores 0,15615, se multiplica por $\frac{2}{3}$, y el producto 0,10410, sumado con 2,21545, da por resultado 2,31955 por 100. La exactitud de estos cálculos depende enteramente de la precision con que se coloquen los glóbulos sobre la Escala para fijar sus diámetros. El ensayador deberá en todo caso comprobar los resultados pesando en una balanza y de una vez, después de haberlos medido uno á uno con la Escala, un número cualquiera de glóbulos obtenidos de un mineral de una mediana riqueza, y dividiendo en seguida el peso total por el número de glóbulos que haya tomado.

2. Aplicacion de la Escala para determinar el peso de los glóbulos obtenidos en los análisis cuantitativos del oro.

Es muy fácil comprender que con una Escala semejante á la que acabamos de describir se pueden determinar tambien los diámetros y los pesos de los glóbulos pequeños de oro obtenidos en la copelacion. Si estos experimentasen, cuando se refinan, la misma depresion que los de plata, su contenido pudiera deducirse de la gravedad específica relativa de los dos metales; pero siendo mucho mayor la cohesion del oro que la de la plata, le impide tomar la forma achata-da que acompaña generalmente á los glóbulos de este último metal. Era por lo tanto indispensable calcular un nuevo factor para P, y Plattner lo ejecutó disolviendo 946 miligramos de oro puro en ácido nitrohidroclórico, agua regia, precipitando el metal con protosulfato de hierro, filtrando en seguida, lavando, secando, y calentando el residuo. Mezcló el oro metálico así obtenido con 14,554 gramos de espato calizo, cal carbonatada, y sometió á la copelacion parte de aquella mezcla, y parte analizó tambien al soplete. Los 15,5 gramos de la mezcla contenian, pues, 946 miligramos de oro, ó lo que es lo mismo, el 6,103 por 100.

Los botones metálicos obtenidos de la copelacion dieron muy próximamente el mismo tanto por ciento de la mezcla, pesando cada uno 6,09, y los glóbulos metálicos procedentes de los análisis al soplete pesaron todos juntos 30,5, indicando una gravedad media de 6,08 por cada ensayo.

Viendo Plattner esta concordancia en los análisis, colocó uno de los glóbulos sobre la Escala para la plata entre las líneas *a b* y *a c*, y halló que los puntos de contacto se hallaban hácia la mitad de las divisiones 46 y 47; y como el glóbulo de oro que habia colocado pesaba, segun dijimos, 6,08 miligramos, que corresponden á 214 loths por cwt, estableció la siguiente ecuacion :

$$p = \frac{P}{D^3} d^3$$

Siendo los valores de P y de D

$$P = 6,08, \text{ ó } 214,5 \text{ loths}$$

$$D = 46,5$$

DIVISIONES DE LA ESCALA.	PLATA.		ORO.	
	<i>Loths por cwt.</i>	<i>Por ciento.</i>	<i>Loths por cwt.</i>	<i>Por ciento.</i>
1	0.00098	0.000028	0.00213	0.00006
2	0.00784	0.000225	0.01706	0.00048
3	0.02646	0.000752	0.05760	0.00164
4	0.06272	0.00178	0.13655	0.00388
5	0.12250	0.00348	0.26667	0.00757
6	0.21168	0.00601	0.46081	0.01309
7	0.33614	0.00955	0.75174	0.02079
8	0.50176	0.01425	1.09229	0.03103
9	0.71442	0.02029	1.55525	0.04418
10	0.98000	0.02784	2.13538	0.06061
11	1.30438	0.03705	2.85952	0.08066
12	1.69544	0.04811	3.68648	0.10475
13	2.15306	0.06116	4.68703	0.15296
14	2.68912	0.07659	5.85399	0.16630
15	3.30750	0.09396	7.20015	0.20455
16	4.01408	0.11404	8.75852	0.24824
17	4.81474	0.13678	10.48129	0.29776
18	5.71536	0.16237	12.44187	0.35546
19	6.72182	0.19096	14.65285	0.41570
20	7.84000	0.22275	17.06704	0.48485
21	9.07578	0.25785	19.75936	0.56134
22	10.43504	0.29644	22.71625	0.64534
23	11.92366	0.33874	25.95685	0.73741
24	13.54752	0.38487	29.49184	0.83784
25	15.31250	0.43501	33.35406	0.94699
26	17.22448	0.48935	37.49628	1.06523
27	19.28934	0.54799	41.99151	
28	21.51296	0.61116	46.85195	
29	23.90122	0.67903	52.05100	
30	26.46000	0.75170	57.60126	
31	29.19518	0.82941	63.55552	
32	32.11264	0.91229	69.90659	
33	35.21826	1.00052	76.66727	
34	38.51792	1.09426	83.85056	
35	42.01750	1.19368	91.46866	
36	45.72288	1.29894	99.55497	
37	49.65994	1.41022	108.06209	
38	53.77456	1.52769	117.06282	
39	58.15262	1.65149	126.54996	
40	62.72000	1.78182	136.55652	
41	67.54258	1.91882	147.03468	
42	72.60624	2.06268	158.05785	
43	77.91686	2.21595	169.61864	
44	83.48052	2.37160	181.72984	
45	89.30250	2.53700	194.40425	
46	95.38928	2.70992	207.65467	
47	101.74654	2.89055	221.49591	
48	108.38016	3.07898	235.95476	
49	115.29602	3.27545	250.99002	
50	122.50000	3.48011	266.67250	

Plattner graduó su Escala refiriéndola al cwt de Sajonia, por lo cual en la Tabla se escribe esta graduacion frente á la otra para facilitar el uso de las Escalas divididas segun el sistema sajón. — *Muspratt.*

III. — ANALISIS CUANTITATIVO DEL COBRE.

Antes de comenzar una operacion de esta clase es preciso hacerse cargo de la composicion de las sustancias, sean artificiales ó naturales, que contengan el cobre, porque en ello estriba la dificultad de estos análisis. Por esta razon se dividen en dos clases las sustancias cupríferas.

A. Minerales y Productos de Fundicion.

(a) Que contienen elementos volátiles.

(b) Que contienen el cobre en estado de oxidacion, con ó sin ácidos y agua, vitrificado, ó mezclado de cualquier modo con elementos terrosos.

B. Ligas Metálicas de que el cobre es un elemento esencial ó accidental.

(a) Cobre plomífero y Plomo cuprífero.

(b) Aleaciones de cobre con hierro, níquel, cobalto, zinc y bismuto, con uno ó con varios de estos metales, y á veces tambien con plomo, antimonio y arsénico, como elementos accidentales.

(c) Cobre antimonífero.

(d) Cobre estannífero.

Para eliminar el azufre y el arsénico de los minerales y productos de fundicion que pertenecen á la primera clase es preciso tostarlos antes de proceder á la fundicion del cobre, lo que no sucede con los de la clase segunda. La imposibilidad de obtener el cobre puro inmediatamente de los minerales y productos de fundicion que contienen al mismo tiempo varios metales volátiles, muchos de los cuales no pueden ser expelidos por torrefaccion, es cosa que se deduce sin dificultad de la fundicion del cobre en grande escala, y tambien de los ensayos ordinarios por la via seca. Como es preciso entrar en pormenores acerca de esta materia, trataremos primero de las manipulaciones para obtener el cobre tan puro como es posible con el auxilio del soplete.

A. *Minerales y Productos de Fundicion.*

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVOS DE LOS MINERALES Y PRODUCTOS DE FUNDICION QUE CONTIENEN ELEMENTOS VOLÁTILES, AZUFRE Y ARSÉNICO.

Pertenecen á esta division todos los cobres preparados en grande escala, procedentes de Cobres sulfurados, Filipsita, Tennantita, Cobre gris, Cobre y Estaño sulfurados comunes, Burnonita, Plata sulfurada frágil, etc.; y de los productos de fundicion, las Matas ó Crudios, Cobre maleable, Matas cupríferas, Matas plumizas, etc.

De todas estas sustancias se toma la cantidad necesaria pulverizada, se prepara, y para cada análisis se pesa un decígramo. Como es preciso tostarlo antes de la fundicion, se mezcla en un mortero de ágata con tres veces su volúmen de carbon seco y bien pulverizado, ó con 20 á 25 miligramos de grafito, que en muchas ocasiones, particularmente cuando las sustancias contienen mucho arsénico, es mas ventajoso que el carbon. Colócase todo en una cápsula de arcilla manchada con lápiz encarnado, Hierro oxidado rojo terroso.

Introdúcese en el soporte para el carbon (*Fig. 26*, pág. 27) un prisma de este, de unas dimensiones proporcionadas, y se ajusta; hácese en el carbon la cavidad correspondiente, y se abre una entrada á la llama para que tenga acceso á dicha cavidad, cortando uno de sus lados con un cuchillo, como dijimos al explicar esta figura. Colócanse dentro del hueco practicado en el carbon la pantalla y el alambre de platino, se toma por el borde con las pinzas la cápsula de arcilla, y se introduce, siempre en posicion horizontal, hasta que repose en el alambre de platino. Para obtener la horizontalidad de la cápsula es necesario tener cogidas las pinzas de modo que sus brazos pasen por medio de la hendidura abierta en el carbon. Hechos estos preparativos, se arma el soplete con una boquilla de una salida mediana, y en seguida se dirige una llama de oxidacion, no muy fuerte, á traves del orificio *b*, sobre la parte de cápsula que queda descubierta.

A fin de producir un color rojo igual sobre ella y sobre el espacio

que la rodea, se tendrá al principio el soporte á la distancia de una pulgada ó pulgada y media de la torcida de la lámpara; porque estando muy cerca de llama no se produce suficiente calor, en tanto que á una distancia mayor que la expresada se introduce dentro de la cavidad un gran exceso de aire caliente, que acelera mucho la combustion del carbon, y que en general, perjudica á la operacion. La cápsula se sostiene enrojecida por espacio de algunos minutos, aunque siempre es preciso tener cuidado de no soplar muy fuerte, para evitar que el ensayo se funda parcial, ni mucho menos totalmente. En esta operacion se descubre la presencia ó ausencia de los cuerpos volátiles por el olor de los gases eliminados. Además, el carbon añadido al mineral queda enteramente destruido, lo cual puede examinarse por medio de la espátula de hierro calentada á la llama libre de la lámpara, á fin de impedir se le adhieran las partículas menudas de la sustancia. La cápsula se separa del soporte, se coloca su contenido en un mortero de ágata, y se pulveriza. El mineral cambia generalmente de color á la primera tostadura, formando una masa porosa que se separa fácilmente de la cápsula, y que rara vez hay que arrancar con la espátula.

En esta operacion, que se termina en unos diez minutos, la mayor parte de los elementos volátiles, tales como el azufre, el arsénico y el antimonio se sublima, y el carbon añadido evita que se formen sulfatos ó arseniatos. El residuo de la primera tostadura se mezcla con tres veces su volúmen de carbon pulverizado; la cápsula, preparada como la vez primera, se coloca en el soporte, y cuando el carbon mezclado con la sustancia está en completa incandescencia se aumenta un poco el calor, hasta que se haya consumido la mitad del carbon, examinando luego el ensayo para descubrir si existen todavía sus elementos volátiles. Si no se percibe olor alguno que indique azufre ó arsénico, se hace arder el carbon restante por medio de una insuflacion no interrumpida, después de la cual se da la torrefaccion por completamente terminada. Con todo eso, si los componentes volátiles no se han eliminado del todo, será necesario volver á tostar tercera vez. Es muy poco frecuente, y solo con sustancias que contienen mucho níquel arsenical, tener que repetir la torrefaccion por cuarta vez;

en general dos son suficientes. Para averiguar cuándo aquella está terminada, es lo mas exacto pesar la cápsula cierto número de veces sucesivamente, hasta tanto que su peso quede constante después de dos ensayos consecutivos; pero esto, sin embargo, es difícil y exige mucho tiempo; por lo tanto, el olor que exhala la sustancia tostada sirve en general para determinar este período.

Respecto á la riqueza de las sustancias tostadas con carbon pulverizado, se pueden deducir consecuencias bastante precisas del color del ensayo. Cuanto mas negro aparece, mas rico es, y cuando se presenta rojizo ó blanquizo, la cantidad de cobre que contiene es muy escasa. Si se hubiese empleado grafito en vez de carbon, se sosten-dria el ensayo al calor rojo, hasta que los gases que se desprendiesen fueran inodoros. Destruyéndose el grafito con mayor lentitud que el carbon, y estando en consecuencia por mas tiempo en contacto con la sustancia, reduce sin interrupcion los componentes volátiles, é impide al propio tiempo la formacion de sulfatos y arseniátos. Tan luego como cesa el olor de los gases que se escapan, se levanta la cápsula del carbon, y el cuerpo metálico mezclado con los restos del grafito se tritura de nuevo en el mortero de ágata. Esta operacion es indispensable, porque en general, durante la tostadura, la parte superior del grafito se consume antes que la inferior. El ensayo vuelve á colocarse en la cápsula de arcilla, y se tuesta de nuevo á una temperatura mas elevada. Al principio de esta segunda operacion se suele percibir por algunos momentos el olor de las materias volátiles, que indica la volatilizacion de los últimos restos de arsénico y azufre. La insuflacion se continúa hasta que casi todo el grafito quede consumido, y entonces se retira la cápsula del carbon.

La ausencia del olor en todo ensayo tostado con grafito es una señal segura de que la operacion está terminada, sin que la constancia del peso pueda tomarse como característica, porque no es necesario que todo el grafito llegue á consumirse. La posibilidad de añadir mas grafito á un ensayo, es la ventaja primera que se saca de su empleo en la torrefaccion, pero es necesario usarlo puro. Cuando un mineral cuprífero preparado en grande escala contiene espato pesado, barita sulfatada, ó yeso, cal sulfatada, el ácido sulfúrico no puede ser des-

alojado por la torrefaccion, porque, aunque la barita sulfatada se reduce á un calor rojo, á sulfuro de bario, y el yeso á sulfuro de calcio, ambas sustancias se reoxidan después de la combustion del carbon. Para la reduccion del cobre contenido en un decígramo de la sustancia, tostada de la manera que queda dicha, he adoptado la mezela siguiente:

Sosa, 100 miligramos;

Borax, 50 miligramos.

La sosa reduce el óxido de cobre y los óxidos metálicos fáciles de reducir, y el borax disuelve los óxidos de hierro, de manganeso y de cobalto, y los componentes térreos.

La sustancia tostada, mezclada con sosa y borax en el mortero de ágata, se envuelve en un cartucho de papel de sosa, y se ajusta dentro de la cavidad practicada cerca de uno de los bordes de la seccion horizontal de un buen trozo de carbon.

Terminado esto, se hace caer directamente sobre el ensayo una pura y fuerte llama de reduccion, hasta que el papel, la sustancia tostada y el grafito queden destruidos, y se vea flotar sobre las escorias el cobre metálico con su color peculiar azul verdoso, ó cerca de ellas y solo, en forma de glóbulo metálico.

En las sustancias ricas pronto aparece el cobre reducido; por el contrario, en las pobres, ó tarda mucho ó no llega á presentarse en aquel estado. A veces, después de una larga, fuerte y no interrumpida insuflacion, el cobre se reúne y forma un glóbulo; pero, de todos modos, es mucho mas frecuente que queden en las escorias partículas menudas de cobre. Juzgo, por lo tanto, que es preferible interrumpir el curso de la reduccion tan luego como el cobre aparezca fundido en las escorias completamente vitrificadas; separar estas con mucho cuidado de encima del carbon, si no tienen color rojo, lo que indica que el subóxido de cobre se ha vitrificado; reducir las á fragmentos entre unas hojas de papel sobre el yunque; separar los glóbulos visibles, reducir á polvo y lavar la masa en un baño de porcelana, con objeto de remover las escorias y el carbon, y secar el baño con el cobre á la llama de la lámpara. Si las escorias no se han separado del todo quedarán unidas al cobre, y se adherirán al baño,

del que será preciso arrancarlas con la espátula. En este caso es fuerza volver á porfirizar con agua y á secar segunda vez, después de haber lavado, con lo cual el cobre se separa fácilmente. Si el cobre reducido por este método y examinado con el lente despliega su color natural, y se desprende sin dificultad sobre el yunque, su cantidad puede determinarse inmediatamente; si, por el contrario, aparece de color gris, frágil ó demasiado dúctil, es señal de estar mezclado con otros metales reducidos. Si esto sucediere, se fundiria sobre el carbon á la llama de reduccion con 50 miligramos de plomo y una pequeña adiccion de sosa y borax, hasta que el cobre se uniese al plomo, formando un glóbulo brillante, y el borax se combinase con la sosa, dando origen á una perla diáfana.

Después que se enfria el boton metálico, se arranca de las escorias y se afina del modo que vamos á exponer. Cuando en la reduccion del cobre de una sustancia tostada aparecen glóbulos metálicos de fácil fusion, que se reunen prontamente formando uno mayor, puede asegurarse que

1. La torrefaccion no ha sido completa, ó que hallándose la barita sulfatada ó el yeso presentes, y combinándose su azufre con el cobre, se ha producido un sulfuro que envuelve el metal, y forma con él un boton único.

2. La sustancia contiene otros metales que forman una aleacion fusible con el cobre.

Como por la porfirizacion y lavado, en el primer caso, ha habido una pérdida considerable, debida á la menor gravedad específica del cobre sulfurado, y á su divisibilidad, es preciso seguir otro camino para separar el cobre sulfurado juntamente con el cobre puro. Con este objeto, cuando aquellos glóbulos aparecen, la insuflacion ha de interrumpirse para observar su color. El negro indica la existencia del azufre, en tanto que el gris ó el blanquecino denotan la presencia de otros metales. Por lo cual la reduccion se continúa hasta que todo el cobre se haya reunido en un glóbulo solo; lo cual puede lograrse haciendo que el mas considerable de ellos vaya estando en contacto sucesivamente con todos los puntos de la escoria. Terminada la reduccion, se observa el glóbulo mientras se consolida, después se le

separa prontamente de la escoria por medio de las pinzas y se deja enfriar. Si el sulfato terroso en la sustancia que se analiza viene á componer la mitad de peso de toda ella, el cobre metálico forma un boton único, envuelto en una gruesa costra de sulfuro; pero si la cantidad del sulfato térreo es pequeña, la mata de cobre forma una cubierta delgada sobre el glóbulo. El resultado es el mismo cuando la torrefaccion ha sido incompleta que cuando se encuentra el azufre en estado de ácido. El glóbulo arrancado de las escorias se funde sobre el carbon á la llama de reduccion, con dos veces su peso de plomo y un poco de borax, hasta que todo el azufre del plomo cuprífero se volatilice y aparezca con una brillante superficie metálica. Después del enfriamiento, el boton metálico se separa del vidrio incoloro, y se afina del modo que diremos mas adelante; en cuya operacion los demás metales coexistentes se separan al mismo tiempo.

En el segundo caso, si la sustancia contiene, además de cobre, otros metales que se han oxidado en la tostadura, es preciso tambien continuar la fusion hasta que los metales reducibles formen un glóbulo único y las materias escoriáceas se hayan fundido. Terminado este procedimiento, las escorias, con el glóbulo metálico, se dejan enfriar, y se machacan con cuidado sobre el yunque, para separar todos los cuerpos extraños. Como esta liga durante la reduccion flota sobre la escoria, y puede fácilmente reunirse en un glóbulo, es evidente que no es necesaria ni pulverizacion ni lavado. Si se hallasen presentes el antimonio, el estaño ó el bismuto, el glóbulo resultaria frágil; pero seria dúctil, sin embargo, si contuviese plomo. Para ahorrarse la pulverizacion y el lavado de los compuestos que se reunen con dificultad en un solo glóbulo, basta añadirles, segun el tanto por ciento de cobre que contengan, de 30 á 50 miligramos de plomo de ensayos granulado, por cuyo medio se produce un glóbulo metálico de muy fácil fusion, que se afina del modo que se dirá, y en lo que se ocupa menos tiempo que en porfirizar y lavar.

(b) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS SUSTANCIAS QUE CONTIENEN EL COBRE EN ESTADO DE OXIDACION, PURO, Ó COMBINADO CON ÁCIDOS Y AGUA, Ó VITRIFICADO CON ELEMENTOS TÉRREOS, ETC.

Minerales.—Cobre oxidulado ó Cobre oxidado rojo, Cobre oxidado negro, Cobre clorurado, Cobre carbonatado azul, Cobre carbonatado verde, ó Malaquita, Cobre arseniatado, Cobre fosfatado, Cobre sulfatado, etc.

Productos de fundicion.—Toda clase de escorias de cobre, productos de fábricas, particularmente los colores preparados con el cobre y sus óxidos, y los vitriolos de cobre.

Ninguna de estas sustancias se tuesta, y excepto los vitriolos, todas las demás se tratan como sigue :

Sustancia, 1 decígramo;

Sosa, 1 decígramo;

Borax, 50 decigramos.

Si el cobre pasa del 30 por 100 se le añaden de 10 á 20 miligramos de óxido de antimonio, ó 50 miligramos de plomo de ensayos.

El cuerpo que va á analizarse se mezcla en el mortero de ágata, se coloca en un cartucho de papel de sosa y se introduce en la cavidad cilíndrica preparada en el carbon. La reduccion del cobre se efectúa del mismo modo que en los análisis de sustancias tostadas de antemano; la sosa, obrando como un fundente, se combina con el cloro y con el ácido fosfórico, mientras el borax disuelve las partículas térreas y los óxidos metálicos mas difíciles de reducir, impidiendo que la sosa sea absorbida por el carbon cuando el cloro y el ácido fosfórico hayan desaparecido del ensayo.

Con la adición del óxido de antimonio ó del plomo puro se evitan pérdidas de consideracion, que pasan muchas veces del 3 por 100, procedentes de las salpicaduras del cobre fino; aunque es cierto que el evitar este inconveniente produce otro, á saber: la permanencia de una pequeña proporcion de metales extraños que, sin embargo, en nada influye, porque la afinacion final es una de las operaciones mas sencillas y fáciles.

Para el análisis cuantitativo de las sustancias que contienen mas del 30 por 100 de cobre, ó en que se sospecha la presencia del plomo, no se emplea el óxido de antimonio. En primer lugar, es de temer que el cobre forme un glóbulo pequeño, y sea arrastrado mecánicamente cuando el antimonio se volatilice, y en segundo lugar, la afinacion con el ácido bórico seria inevitable. Los sulfatos de cobre no pueden tratarse del modo descrito, porque aun cuando el ácido sulfúrico se descompone, y su azufre se combina en parte con el sodio al principio de la operacion, sin embargo, como el azufre tiene tanta afinidad por el cobre, se separa de nuevo del radical de la sosa, durante una reduccion no interrumpida, formando cobre sulfurado, que con dificultad puede afinarse, y rara vez sin sufrir pérdida. Es preciso, por lo tanto, disolver en agua un decígramo del sulfato á la llama de la lámpara, precipitar de la disolucion hervida el óxido por medio de la potasa, filtrar, lavar y secar el filtro en un baño de porcelana, quemar el filtro seco sobre el mortero, mezclar las cenizas y los óxidos metálicos con 50 miligramos de sosa y 30 miligramos de borax, y fundir el ensayo, encerrado en un cartucho de papel de sosa, sobre el carbon á la llama de reduccion. Con esto se obtiene el cobre puro inmediatamente, si la sustancia primitiva no contenia metales extraños. Si en este caso queremos ahorrarnos de tener que reducir á polvo impalpable las escorias, se añadirán antes de la reduccion 20 á 30 miligramos de plomo de ensayos, para formar una aleacion plomiza muy fusible, que puede afinarse fácilmente por medio del ácido bórico.

B. *Ligas Metálicas.*

El cobre solamente puede separarse por medio del soplete, de sus compuestos con otros metales, por oxidacion, que obrando sobre ellos, los volatiliza en parte, y en parte los convierte en escoria, con lo cual se obtiene el cobre en estado metálico. Aunque esta operacion pudiera ejecutarse por un procedimiento análogo al de la afinacion del cobre en las fábricas de fundicion, sin embargo, es difícil y siempre está sujeto á pérdidas de metal. La siguiente operacion responde mejor á

los fines docimásticos. Está fundada en la propiedad que posee el ácido bórico de disolver varios óxidos metálicos, particularmente el óxido de plomo, lo mismo á la llama de oxidacion que á la de reduccion, y en la facultad que tiene de mantener esta combinacion, si no está saturada en exceso, hasta en la llama de reduccion mas intensa; de modo que, sea la que quiera la proporcion del cobre al plomo, puede siempre tener efecto su separacion sin la menor pérdida del primero, del cual si se oxida alguna pequeña cantidad, inmediatamente vuelve á reducirse. Cuando el cobre contiene, además del plomo, otros metales que se oxidan con facilidad, todos ellos se convierten en óxidos; por lo tanto, es evidente que las aleaciones que contienen cobre, plomo, y aquellos metales, pueden afinarse por medio del ácido bórico. Las aleaciones con cobre y antimonio exigen otro tratamiento.

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALEACIONES DE COBRE Y PLOMO.

Son las principales el cobre plumizo obtenido de la reduccion de los minerales de cobre plumizos, el plomo cuprífero procedente de la reduccion de los minerales de plomo cupríferos, el *plomo de obra* cuprífero, producido en grande escala, etc.

Las aleaciones de cobre y de plomo obtenidas, generalmente en un glóbulo, de la reduccion de un decígramo de sustancia, se separan de esta manera.

En una cavidad preparada en la seccion diagonal de un trozo de carbon, y cerca de cualesquiera de sus bordes, se funde un glóbulo, con una cantidad de ácido bórico vitrificado, igual en peso al cobre plumizo; se coloca cerca de él el boton metálico, y ambos á dos se cubren con una buena llama de reduccion. Tan luego como se haya fundido el ácido bórico, y el glóbulo presente una superficie brillante, la punta del soplete, cuya abertura no debe ser demasiado ancha, se adelanta en la llama para cambiar gradualmente la de reduccion por otra azul, que se dirige de tal modo sobre el ácido bórico fundido, que quede la aleacion intacta. Es preciso no perder jamás de vista que el metal debe estar siempre en contacto con el vidrio por un lado,

y con el carbon por otro ; porque á la menor inclinacion de este , el glóbulo se oculta bajo el vidrio , causando así una interrupcion en el procedimiento. En este caso es preciso inclinar el carbon al lado contrario , acompañándolo con una débil insuflacion , á fin de dejar que el aire atmosférico tenga acceso al glóbulo.

Mientras se está tratando el vidrio con la llama azul , el plomo contenido en la aleacion absorbe oxígeno de la atmósfera , y el óxido que resulta es arrastrado hácia el ácido bórico , en el que se disuelve inmediatamente.

Esta operacion se continúa hasta que casi todo el plomo se haya oxidado , y el glóbulo aparezca tomar un color azul verdoso , en cuyo momento se dirigirá sobre el vidrio una llama mas ancha , á fin de hacer menos rápida la oxidacion del plomo restante , y para impedir una salpicadura de parte del cobre. Este inconveniente es casi inevitable cuando se hace la operacion en una cavidad poco honda , por consiguiente , esta deberá ser á lo menos de 5 milímetros de profundidad por 10 de anchura. Tan luego como se haya obtenido el color azul verdoso , peculiar del cobre fundido , é indicio del grado de pureza deseado , se interrumpe el procedimiento , el glóbulo consolidado se remueve de las escorias todavía líquidas , y después de frio se pasa á examinar sus propiedades. Son los indicios mas seguros de su perfecta afinacion el color rojo ordinario del cobre , su completa maleabilidad , y el aspecto arborescente de la superficie del glóbulo roto , cuando se le mira á través del lente. Este último carácter , sin embargo , solo es perceptible en los glóbulos que resultan de aleaciones de un tanto por ciento considerable. Si las escorias que quedan sobre el carbon son de color amarillo y están claras y limpias , es señal de que el ensayo se ha llevado á cabo sin pérdida química del cobre , y se puede ya pesar el boton. Cuando las escorias aparecen rojizas ó completamente rojas , manifiestan pérdida de cobre , que puede recuperarse del modo siguiente :

Si , como queda dicho , el ácido bórico no está saturado en exceso con óxido de plomo , el óxido y el subóxido de cobre pueden quedar reducidos fácilmente , y separarse en estado metálico , por medio de una buena llama de reduccion. El vidrio tratado con la llama de

reduccion, después de la separacion del glóbulo de cobre afinado, resulta claro, y de un color amarillento luego que se enfria, quedando esparcido en medio de él, en pequeños glóbulos, el cobre reducido. Estos glóbulos se recogen, ó bien volviendo á fundir el glóbulo grande de cobre á una buena llama de reduccion, dejándolo flotar en las escorias, cubierto por la llama, hasta que todos los pequeños glóbulos se unan con él, y arrancándolo de las escorias, como anteriormente; ó bien machacando estas, envueltas en un papel, encima del yunque, y separándolas por pulverizacion y lavado en un baño de porcelana. En el primer caso puede procederse á pesar el cobre inmediatamente, mientras que en el segundo los glóbulos que resultan después de separadas las escorias, tienen que secarse en un baño de porcelana, á la llama de la lámpara de alcohol, y su peso determinarse al mismo tiempo que el del glóbulo principal.

De un vidrio que contiene cierta cantidad de óxido de plomo, además de óxidos y subóxidos de cobre, se obtiene por reduccion un glóbulo único de plomo y cobre. Para separar el plomo de esta liga solo se necesita fundir el boton por algunos momentos, con una pequeña adicion de ácido bórico, en otra cavidad abierta en el carbon. Practicando con las precauciones debidas los procedimientos que dejamos explicados, muy rara vez hay que echar mano de estos medios, porque en general se obtiene el cobre puro y sin pérdida.

Cuando la sustancia analizada por cobre, y por este método, contiene además cierta cantidad de plata, determinada por un análisis hecho expresamente para apreciar este metal, se deduce aquella de la cantidad del cobre obtenido; pero si el tanto por ciento de la plata no se ha determinado de antemano, es preciso tratar el cobre como un análisis de plata, con cincuenta veces su peso de plomo de ensayos, y someterlo á la oxidacion y copelacion, por cuyo medio se obtendrá la cantidad de plata contenida en él.

Si en vez del cobre plumizo, como en el caso anterior, se analizase un plomo cuprífero, como el obtenido muchas veces del tratamiento de los minerales de plomo cupríferos, no podría afinarse inmediatamente la liga á causa del tiempo que necesita para la oxidacion, y en semejante caso se ejecutará la operacion en dos períodos.

(*a*) La concentracion, y

(*b*) La afinacion del cobre.

Aun cuando la concentracion y afinacion de una liga cuprífera se hacen con ácido bórico del modo que queda descrito, no puede, sin embargo, añadirsele la cantidad del último, necesaria para disolver todo el óxido de plomo, porque el glóbulo de cobre resultante rara vez se obtendría puro, en razon á su tendencia á quedarse entre las escorias; por consiguiente, semejantes ensayos han de concentrarse siempre antes de afinarlos. El plomo cuprífero se pesa exactamente, se funde con una pequeña adicion de sosa y borax sobre el carbon á la llama de reduccion, y forma un glóbulo que acto continuo se trata con su peso de ácido bórico vitrificado, como si se fuese á afinarlo, hasta que aparezcan sobre la superficie del vidrio los glóbulos de plomo reducido. La porcion mayor del plomo, oxidándose por este procedimiento, queda separada del cobre; suspéndese entonces la insuflacion, y después de frio el metal en que ya se halla el cobre concentrado, se separa de las escorias. Cuando el vidrio aparece como un esmalte, lo que sucede ordinariamente, la operacion se ha terminado sin pérdida de cobre; por la concentracion se obtiene un glóbulo plumizo, que es preciso tratar de la manera que dejamos explanada.

(*b*) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALEACIONES QUE CONSTAN DE COBRE, HIERRO, NÍQUEL, COBALTO, ZINC Y BISMUTO, EN LAS QUE EL COBRE ESTÁ COMBINADO CON UNO Ó VARIOS DE ESTOS METALES, Y FRECUENTEMENTE CON PLOMO, ANTIMONIO Y ARSÉNICO.

Corresponden á esta clase :

(*a*) El Cobre Negro impuro procedente del tratamiento de los plomos cupríferos en grande escala.

(*b*) El Cobre Negro obtenido en grande de los cobres sulfurados, de las pizarras cobrizas y de otros minerales de cobre que no contienen plomo.

(*c*) El Malchior, ó Metal blanco, y los compuestos de cobre y de níquel que contienen poco ó ningun plomo.

(^a) *Afinacion del Cobre negro impuro, obtenido en grande escala de los minerales de plomo cupríferos.*

Esta especie de cobre negro contiene, además de plomo y cobre, el hierro, níquel, antimonio, zinc, arsénico y varios otros componentes metálicos. Es muy frágil, y por la percusion sola puede reducirse á láminas que se segregan fácilmente. Hé aquí el modo de afinarlo :

Pésase un decígramo de la sustancia, se funde sobre el carbon en un glóbulo único, si es que constaba de mas de un trozo, y se trata con un decígramo de ácido bórico, como queda dicho, hasta que el glóbulo se cubra con una capa de óxido y pierda su fusibilidad. En esta operacion el plomo, hierro, antimonio, zinc, arsénico y otros metales fácilmente oxidables, mas una parte del níquel, se oxidan, y los óxidos formados, parte se combinan con el ácido bórico, y parte se volatilizan. La otra porcion del níquel queda con el cobre, formando una capa delgada de óxido, que estorba mucho para la afinacion, aun cuando por una insuflacion sostenida, esta cubierta, así como el resto del níquel, son disueltos por las escorias; lo que no se verifica, sin embargo, sin una considerable pérdida de cobre. Por consiguiente, es mucho mejor añadir una cantidad de plomo de ensayos igual en peso al de la liga metálica, y someter todo junto á una nueva oxidacion semejante á la primera, con lo cual se logra oxidar el níquel al mismo tiempo que el plomo, sin pérdida alguna de cobre. Si este metal, no obstante todas aquellas precauciones, se disolviese en las escorias, se someterian estas á una reduccion, y después de porfirizarlas y lavarlas, se pesaria el cobre obtenido, junto con el glóbulo principal. El níquel oxidado únicamente puede reducirse por medio de una fuerte y no interrumpida llama interior. Como esta clase de cobres contienen con frecuencia el $\frac{1}{2}$ por 100 de plata, es preciso determinar la riqueza de este metal, y restarla del peso del cobre.

- (*b*) *Afinacion del Cobre Negro, obtenido del tratamiento del Cobre sulfurado, en grande escala, y en general de los minerales de cobre que no contienen plomo.*

El cobre en estas aleaciones está casi siempre en combinacion con el hierro, ó con el zinc ó con ambos. El bronce corresponde tambien á esta division aun cuando contenga un tanto por ciento considerable de zinc.

Los compuestos metálicos de esta clase deben afinarse de la misma manera que los cobres plumizos, á saber: un decígramo de la sustancia se reduce á fragmentos, se funde sobre el carbon con un decígramo de plomo de ensayos, segun el tanto por ciento del zinc y del hierro, y una corta cantidad de sosa y de borax. Después de haberse enfriado, y arrancándolo de las escorias, se trata el glóbulo con ácido bórico, como un cobre plumizo; el hierro y parte del zinc se oxidan, y otra porcion de este se volatiliza; quedando el cobre, por último, completamente afinado. Si acaso alguna porcion de cobre se hubiese oxidado al mismo tiempo, se recuperaria por la reduccion y lavado. El tanto por ciento de plata en estas ligas rara vez es tal que merezca tomarse en cuenta.

- (*c*) *Determinacion del tanto por ciento de Cobre en el Metal Blanco ó Malchior, y en las aleaciones niquelíferas que contienen poco ó ningun plomo.*

El níquel, en combinacion con metales muy fusibles, se oxida con dificultad, y su óxido se disuelve en el ácido bórico. Pero, sin embargo, si el vidrio saturado se trata con la llama de reduccion, la mayor parte del níquel volverá á separarse en estado metálico. Por consiguiente, en la separacion del níquel de con el cobre por medio del ácido bórico y del plomo puro, es preciso tener el mayor cuidado para evitar la oxidacion de este metal, siendo imposible dejarlo libre de níquel al tiempo de la reduccion.

Como es preciso sufrir una pérdida de cobre en las aleaciones que

contienen mas del 20 por 100 de níquel, es necesario examinar estas ligas en ensayos de unos 50 miligramos. Tómanse pues de 45 á 50 miligramos de la sustancia, se pesan, se funden con 2 decigramos de plomo de ensayos y un poco de borax, sobre el carbon á la llama de reduccion, y si la liga contiene zinc, se volatilizará en esta operacion. Después que se enfria el vidrio de borax, que si se hallasen presentes el hierro ó el cobalto, tendria las tintas de estos metales, se separa del glóbulo metálico, y este se trata con un decígramo de ácido bórico vitrificado, hasta que el plomo y la mayor parte del níquel se oxiden y queden embebidos en las escorias, requiriéndose una temperatura mas elevada para que el glóbulo que resulta continúe en fusion: Esta operacion se ejecuta por medio de la llama azul, dirigida sobre la escoria para dar lugar á la oxidacion y escorificacion del níquel. La esfera metálica se ha de mantener por una parte en contacto con las escorias, y por otra con el carbon; porque si la extremidad de la llama azul obrase solamente sobre aquellas, el cobre se oxidaria; lo que se evita dirigiendo sobre él la llama de manera que lo envuelva.

Tan luego como las escorias están saturadas de plomo y níquel, lo cual se conoce en la reduccion de una parte del plomo, y en la dificultad de sostener el glóbulo en fusion, se le deja enfriar y se arranca de las escorias con las pinzas. Este boton, que contiene solo una cantidad corta de níquel, se trata sobre el carbon con un volúmen igual al suyo de plomo de ensayos y ácido bórico, como ya hemos dicho. De una aleacion pobre de níquel se obtiene el cobre puro por este procedimiento; al contrario, si la cantidad de níquel es considerable, el glóbulo que se obtiene es todavía níquelífero. En este caso se funde de nuevo con un volúmen de plomo de ensayos igual al suyo, y con un decígramo de ácido bórico, repitiéndose esta operacion con doble cantidad de plomo y un decígramo del mismo ácido, si después de la segunda oxidacion no ha perdido el cobre su color blanco.

Las escorias formadas en estos procedimientos han de ser de un color rojo, debido al óxido de níquel, y transparentes cuando se aprietan entre las pinzas. Las escorias verdes transparentes manifiestan el óxido de cobre disuelto; una tinta pardusca y la opacidad de las esco-

rias indican la presencia del subóxido de cobre disuelto, sin embargo de que todas estas coloraciones no aparecen mas que cuando el cobre afinado se sostiene en fusion por demasiado tiempo. La escoria de color rojo pardusco se cubrirá con la llama de reduccion, después de separado el glóbulo, para reducir el cobre y obtenerlo porfirizando, lavando, etc. La reduccion se continúa hasta que el color rojo de las escorias haya desaparecido; pero si están teñidas de azul por el óxido de cobre es difícil desoxidarlas aun con la mejor llama de reduccion. El cobre que se obtiene de esta especie de escoria es generalmente níquelífero, y rara vez pasa de 0,1 miligramo.

Cuando después de estas operaciones el cobre llega á su color natural, se determina su peso para calcular el valor de la aleacion que se ha examinado. Los ejemplos siguientes demuestran que no obstante tantas precauciones, se experimenta en los tratamientos descritos una pequeña pérdida de cobre, que tiene lugar en la afinacion, y en el primero y segundo tratamiento con el ácido bórico; aun cuando esto no pueda percibirse en razon al color oscuro de las escorias.

(1) Yo he formado una liga de 50 partes de cobre, 25 de níquel y 25 de zinc, y de un análisis ejecutado con 50 miligramos de esta aleacion obtuve 24,5 miligramos de cobre puro. Por consiguiente experimenté en este caso una pérdida de 0,5 miligramos igual al 1 por 100.

(2) Una mezcla de 40 miligramos de níquel granulado y 10 miligramos de limaduras de cobre, dió en el ensayo 8,6 miligramos de cobre únicamente; pérdida, 1,4 miligramos = 2,8 por 100.

Aun cuando he emprendido muchos experimentos á fin de descubrir el camino mas corto y mas seguro para estos análisis, todos mis esfuerzos no han bastado á hallar resultados mas satisfactorios que los que se obtienen con el plomo y el ácido bórico.

(c) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS LIGAS DE COBRE Y ANTIMONIO.

Entre ellas se contienen particularmente las aleaciones antimoníferas que resultan del ensayo de los Cobres Grises, de los minerales de cobre que no contienen plomo, y de los obtenidos de minerales de cobre ricos, á los que se ha añadido el óxido de antimonio.

La separacion de estos metales se efectúa fácilmente y sin pérdida alguna, sobre el carbon, á la llama de oxidacion. El ejemplar se coloca en la cavidad abierta en aquel, y se funde á una buena llama de oxidacion á la mayor distancia posible, teniendo cuidado de separar la llama de cuando en cuando para dejar mas libre acceso al aire atmosférico; con lo cual el antimonio se volatiliza, quedando puro el cobre. Si á causa del mucho antimonio la oxidacion se continúa por largo tiempo, la profundidad del hueco hecho en el carbon se va aumentando de manera, que difícilmente llega la llama á tocar la aleacion; en ese caso se suspende el análisis y se continúa de nuevo sobre otro trozo de carbon.

La pureza del cobre se reconoce por su ductilidad, por su color azul cuando está en fusion, y por su color rojo en estado sólido. Si el glóbulo metálico no posee estas cualidades, es preciso sujetarlo á nueva oxidacion.

Estas clases de cobre son en general argentíferas; por lo tanto, hay que analizarlas para descubrir su plata, deduciéndose el tanto por ciento de este metal del peso del glóbulo de cobre.

(d) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ALEACIONES DE COBRE Y ESTAÑO.

Los compuestos de cobre y estaño obtenidos de un decigramo de estaño sulfurado puro, el metal de campanas y el bronce de los cañones de artillería corresponden á esta clase de ligas.

En sus análisis no puede emplearse con éxito el ácido bórico para separar el estaño del cobre, no solo porque este se funde con dificultad si no está en combinacion con el óxido de plomo, sino tambien porque apenas obra como fundente sobre el estaño. Los resultados mas satisfactorios se alcanzan haciendo uso de otro flujo que reúne á su fusibilidad la propiedad de disolver el óxido de estaño. Hé aquí su composicion :

Sosa,	100 partes;
Acido bórico,	50 partes;
Silice,	30 partes.

Cuando haya de analizarse un cobre estannífero se funden, for-

mando un glóbulo sobre el carbon, unos 60 miligramos de esta mezcla, y se coloca al lado de la aleacion. Para los compuestos obtenidos de la reduccion de un decígramo de estaño sulfurado se toma toda aquella cantidad; para el metal de campanas y el de cañones no debe esta exceder de 45 á 50 miligramos.

La perla de vidrio, juntamente con la liga metálica, se funden en seguida á la llama de reduccion, hasta que tiene lugar cierto movimiento de rotacion, y entonces se cambia la llama de reduccion por la de oxidacion, dirigiéndola sobre el vidrio de manera que lo proteja del acceso del aire. El glóbulo metálico comienza á oxidarse por su superficie, y si, además del óxido de estaño, se hallase presente el de hierro, este quedaria disuelto en el vidrio.

Durante la oxidacion del estaño el ensayo ha de tenerse en tal posicion que la liga esté siempre en contacto con el carbon por una parte, y por la otra con el vidrio fundido, para evitar de ese modo la oxidacion del cobre. Como este vidrio disuelve con prontitud el estaño, la operacion ha de continuarse hasta saturarlo perfectamente de este metal, reconociéndose lo está por las cavidades que se forman en el vidrio esmaltado, poco antes de que aparezcan particulas menudas del estaño reducido. El metal consolidado se separa de las escorias fundidas y se calienta sobre otra pieza de carbon, con 60 miligramos del vidrio de que al principio nos hicimos cargo, sin destacar las pequeñas porciones de escoria adheridas hasta que aparezca el color del cobre en fusion, en cuyo período se ha de cubrir el vidrio con una llama de reduccion de una mediana intensidad todo el tiempo necesario para hacer patentes las propiedades del cobre afinado, y en seguida se arranca de las escorias para observar sus caractéres fisicos, color y ductilidad. Si presenta las señales características del cobre puro, se procede á pesarlo; pero si no las manifiesta, volverá á tratarse con 20 á 30 miligramos de fundente.

En los análisis de esta clase es preciso tener gran cuidado de que no se oxide nada de cobre, al mismo tiempo que lo verifica el estaño; cuando esto sucede, el subóxido de cobre disuelto en el vidrio le comunica una tinta roja pardusca. Semejantes escorias han de tratarse por algunos minutos con la llama de reduccion, por cuyo medio se

desoxida el cobre y se combina con el glóbulo principal. La reduccion del óxido de estaño no tiene lugar con la misma prontitud, á no ser que el vidrio esté saturado con exceso. Al separarse del cobre la última porcion de estaño, siempre se oxida cierta cantidad del primer metal, la que, sin embargo, si no se omiten las precauciones necesarias, no puede pasar de 0,3 miligramos por cada 25.

IV. —ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PLOMO.

Hállase este metal combinado de cuatro modos diferentes en los Minerales y en los Productos artificiales, á saber :

- (a) Como liga metálica,
- (b) Como sulfuro,
- (c) Oxidado con minerales ácidos,
- (d) Como Óxido puro, ó solamente en combinacion con ácidos orgánicos.

Estos cuatro estados de combinacion deben considerarse atentamente en los análisis cuantitativos al soplete, porque á veces es necesario cambiar ciertas sustancias por medio de operaciones preliminares, ó separar del todo algunos componentes para poder obtener el plomo en estado de pureza.

De las sustancias que lo contienen sulfurado, determino el tanto por ciento de plomo de dos modos distintos. Las sustancias que encierran otros cuerpos volátiles á mas del azufre, como son arsénico, antimonio, etc., se purifican de ellos lo mas posible por calcinacion, los ejemplares tostados se mezclan después con sosa y borax, se colocan entre carbon pulverizado, en dos cápsulas de arcilla, una de las cuales, que hace de crisol de fundicion, está cubierta de una pasta de carbon, y se someten en seguida á la llama de reduccion para desoxidar el plomo, y escorificar las demás sustancias presentes en el análisis. En este, el plomo reducido queda mezclado con las escorias en granos de diferentes tamaños. El segundo tratamiento, empleado solo de poco tiempo á esta parte, es mas sencillo, mas breve, y da al mismo tiempo resultados mas exactos. Las sustancias que contienen sulfuros y arseniuros sin antimonio, se funden, omitiendo la

tostadura previa, en un crisol juntamente con sosa, borax, ácido tártrico y hierro metálico; el plomo se reúne, formando un boton único, y los óxidos térreos y no reducibles se obtienen escorificados.

Hubiera pasado por alto la descripción del primero de los dos procedimientos, por contemplarlo inútil; pero, como no lo es cuando hay que determinar la presencia del cobre, por eso he descrito uno y otro.

Respecto al análisis cuantitativo del plomo de los minerales y productos de fundiciones y de fábricas, pueden dividirse en

- (a) Los que contienen el plomo en estado de sulfuro,
- (b) Los que lo contienen oxidado y en combinación con minerales ácidos,
- (c) Los óxidos de plomo puro ó combinados con ácidos orgánicos,
- (d) Las ligas metálicas.

(a) ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PLOMO EN LOS MINERALES Y PRODUCTOS DE FUNDICION QUE LO CONTIENEN COMBINADO CON EL AZUFRE.

Método primero.

Las sustancias que pertenecen á esta clase, y que pueden ser ensayadas cuantitativamente para determinar por este método el plomo que contienen, son, entre los minerales, la Galena, Jamesonita, Buronita, Zinkenita, etc.; entre los minerales preparados para la fundicion en grande escala, la Galena y todos los minerales que contienen sulfuros y arseniuros de otros metales; y entre los productos de fundicion, particularmente las *matas plomizas*, las *matas de cobre plomizas*, las *escorias corridas ó flúidas de plomo*, etc.

Un decígramo de estas sustancias se reduce á polvo fino, se pesa, y se liberta de sus elementos volátiles tostándolo en una cápsula de arcilla. Como siempre la torrefaccion de los minerales de plomo es semejante á la de los de cobre con polvo de carbon, no volveremos á explicarla, excepto cuando existan diferencias, á fin de evitar en lo posible repeticiones innecesarias.

Tan luego como la tostadura esté terminada, esto es, cuando todo

el carbon se esté quemando á un calor rojo bajo, y cuando ya no sean sensibles mas vapores de los cuerpos volátiles, se separa la cápsula del carbon, el mineral se tritura en un mortero, se mezcla nuevamente con el doble de su peso de carbon pulverizado, esta mezcla se extiende en la cápsula de arcilla refractaria, y se vuelve á tostar por segunda vez. Tan luego como el fuego llega á la mezcla, tiene lugar un desprendimiento de elementos volátiles perceptibles al olfato, y cuando esto sucede, se deja arder el carbon á un moderado calor rojo; el mineral se tritura luego en un mortero, y por tercera vez se vuelve á tostar con polvo de carbon. Raras veces hay necesidad de esta tercera tostadura; pero, con todo, no puede omitirse cuando se tratan plomos que contienen sulfuros y arseniuros, que se resisten mucho á ser descompuestos. Si no se percibe olor alguno durante la ignicion del carbon en la segunda tostadura, ó solo si uno ligero de ácido sulfuroso, se considera el ensayo completamente tostado tan luego como el carbon, quemándose despacio, quede consumido.

La torrefaccion de las Galenas puras, ó mas bien de aquellas que no contienen ni azufre ni arsénico ni blenda, se hace mucho mas pronto que la de los minerales que contienen tales cuerpos. La cohesion de las partículas del mineral es, sin embargo, menos de temer en los últimos que en las primeras. Las Galenas enteramente puras no pueden tostarse solas con el carbon, sin que sus partículas ó fragmentos se reunan, y por consiguiente, es preciso añadirles algo que impida que dicha union se verifique. Yo hallo que lo que mejor cumple á este objeto, cuando la Galena pura contiene unos 80 por 100 de plomo en 75 miligramos, es mezclarla con 25 miligramos de piritas de hierro puras pulverizadas, y sujetar esta mezcla á una segunda tostadura sobre el carbon. Como los 100 miligramos de Galena, mezclados con las piritas de hierro en la proporcion que se ha dicho, serían demasiados no solo para la operacion del tostado, sino tambien para la ulterior reduccion del plomo, esta proporcion debe cambiarse segun el estado de pureza de la Galena, de modo que las dos sustancias juntas no excedan de 100 miligramos. Siempre es muy conveniente para calcular el tanto por ciento, que el plomo que resulte de la Galena sea menos de 100 miligramos.

Los caractéres de un ensayo de plomo bien tostado son estos :

1. El ensayo incandescente, después de terminada la tostadura, no debe exhalar olor de ácido sulfuroso ni de arsénico.
2. Debe presentar un aspecto como de tierra oscura sin partículas relucientes de plomo sulfurado no descompuesto.
3. Seria tambien muy de desear que el ensayo quedase reducido á cierto estado de fácil desagregacion.

Es preciso esforzarse en reconocer de algun modo al solo aspecto de los minerales antes de ser tostados, así como al de su color después de sufrir esta operacion, no solo las sustancias predominantes mezcladas con los minerales de plomo, sino tambien el tanto por ciento de este metal, porque ambas cosas ejercen una influencia importante en la mezcla requerida para la reduccion del plomo. Esta se hace fácilmente cuando la Galena pura aparece, después de tostada, de un color agrisado ó blanco amarillento, la Galena zincífera con una tinta gris morena, y la Galena piritosa ó ferruginosa teñida de rojo mas ó menos subido.

La mezcla de los minerales de plomo tostados para la reduccion de su óxido, es muy sencilla, dependiendo principalmente de los otros óxidos metálicos que hayan de vitrificarse, y de sus elementos térreos. Consta pues el fundente.

Sosa, 100 miligramos.

Vidrio de borax, de 25 á 50 miligramos.

La sosa y el carbon que rodean el ensayo durante la fusion, sirven para la reduccion del óxido de plomo. Si otros óxidos metálicos estuviesen contenidos en el ensayo, los que son reducibles por este medio dan régulos, y los que no lo son se convierten en protóxidos.

La cantidad de borax que debe emplearse se regula por la calidad del mineral. Si la Galena que se analiza está pura, se trata, previa torrefaccion, con la sosa sola, y si la escoria formada durante la fusion del ensayo es tal que no pueda ser absorbida por el carbon, es preciso tratar el mineral con unos 25 miligramos de borax, cuya cantidad aumenta en proporcion de su pobreza ó de su abundancia de materias extrañas, porque aquel reactivo es el mas adecuado para disolver la mayor parte de los componentes térreos y de los óxidos

metálicos irreducibles. Así, por ejemplo, en una mezcla de Galena, piritas de hierro, piritas arsenicales y blenda que solo contenga, probablemente, de 3 á 5 por 100 de plomo, no podrá este separarse del todo mientras la fusion, cuando se haya empleado una pequeña proporcion de borax, porque durante la reduccion del plomo, la escoria formada no es bastante flúida para que el plomo metálico, que está sumamente dividido, pueda separarse y formar grandes glóbulos al reunirse; por lo tanto, es preciso emplear á lo menos 50 miligramos de borax.

La sosa y el vidrio de borax se pesan, se trituran, en el mortero de ágata, con el mineral tostado, se sacude su polvo en la cápsula de hacer las mezclas, y se echa en un cartucho de papel de sosa, teniendo cuidado de recoger con un pincel las partículas adheridas á la cápsula, para evitar hasta la mas minima pérdida. El cartucho debe cerrarse de modo que la parte sobrante del papel, que en los ensayos de plata ó cobre se oprime sobre el mismo cartucho por ambos lados cuando está lleno, en este caso no se hace mas que doblarlo debajo de la parte llena, á fin de que tome en lo posible la forma de una media esfera.

Así dispuesto el ensayo, se coloca en una cápsula de arcilla vestida de carbon (véase la pág. 20, *Fig. 14*), que debe estar ya preparada de antemano, ó que debe formarse inmediatamente después de la torrefaccion, para que tenga lugar de secarse mientras se hacen los pesos de la mezcla. El ensayo se cubrirá en seguida con una cantidad tal de polvo fino de carbon, que cuando se coloque invertida encima de esta cápsula otra igual que hace veces de tapa, llene aquel todo el espacio comprendido entre ambas.

Si el carbon no se hubiese consumido mucho durante la tostadura puede seguirse empleando para la fundicion; pero, si por la inversa, se hubiese quemado tanto que no pudiera alcanzarse el grado de calor conveniente, se reemplazaria la parte gastada, la cápsula volveria á colocarse en el soporte del carbon, arreglando todo, como hemos dicho para tostar los análisis cuantitativos del cobre, y colocando el alambre de platino con la hoja de este metal unida á él.

Las dos cápsulas, pues, se tienen con las pinzas, y de tal modo se

colocan sobre el carbon , teniendo la cápsula superior suavemente oprimida con dos dedos de una mano , que no solo el borde de la cápsula inferior quede sobre las orillas de la cavidad , sino que caiga al mismo tiempo horizontalmente sobre el alambre de platino , como se ve en *c* (*Fig. 26* , pág. 27). Si la cápsula no hubiese quedado horizontal , el lado que haya caído mas se eleva con las pinzas á aquella posicion , al mismo tiempo que la cápsula superior se sostiene apoyando sobre ella uno de los dedos. Colocadas las cápsulas como queda dicho , se cierra el orificio del soporte del carbon , se cubre todo con un trozo nuevo de este , que tenga por su cara interior una cavidad (*o*) de un centímetro de hondo , formada con el mayor de los taladros para el carbon ; y comunicando con ella , se hace una especie de tubo cilíndrico (*p*) de 5 milímetros de diámetro , colocando la pieza de carbon así arreglada encima de la otra que está dentro del soporte , la cual , en union con los bordes excedentes de este , concurren á sostenerla.

Dispuestas así las cosas , se dirige una fuerte llama de oxidacion , á través de la ventanilla circular (*a*) del soporte , que se debe tener á 4 ó 5 decímetros de distancia de la boquilla del soplete. De este modo se obliga á entrar en la parte ahuecada del carbon una corriente de aire muy caliente , que pronto llega á enrojecer las paredes interiores y las dos cápsulas. La temperatura aumenta con tal rapidéz , que tarda muy poco en asomar una llama por la salida (*q*) de la cubierta de carbon. Cuando se pone al soplete una boquilla de una abertura no muy estrecha , puede tenerse por seguro que los ensayos de plomo de mas difícil fusion quedarán fundidos por una insuflacion no interrumpida en unos cinco minutos , á menos que el carbon fuese muy duro , é impidiese obtener la temperatura necesaria.

Al tiempo oportuno se suspende la insuflacion , se levanta lo que reste de la cubierta de carbon , el alambre de platino con las dos cápsulas se quita del soporte con unas pinzas , teniendo bien sujeto el alambre por el punto *n* , y se pone á enfriar sobre el yunque. Así que el ensayo se haya enfriado de modo que se le pueda tocar con el dedo , se alza la cápsula superior , y el polvo de carbon , empleado como agente protector y tambien para la reduccion , se separa , y se

examina el ensayo. Del feliz éxito de la operacion se juzga por la presencia de los siguientes caractéres.

1. No debe aparecer sublimado alguno de óxido de plomo cerca del orificio de la parte superior del carbon que cubre el ensayo, y si aparece, es señal de que el calor ha sido muy fuerte, y de que una porcion de plomo se ha volatilizado.

2. El ensayo fundido debe ser un glóbulo perfecto con una superficie tersa.

3. El boton fundido, al menor esfuerzo ha de separarse del polvo de carbon, casi intacto, de que se revistió la cápsula al principio.

4. Aunque las escorias de los minerales de plomo pobres tengan una fractura vítrea, esta no puede esperarse cuando los minerales son ricos, porque la sosa, con una ligera adiccion de borax, no da escoria vítrea con los escasos elementos térreos ó metálicos presentes, particularmente si no existe la sílice.

Si la reduccion se ha hecho como corresponde, el plomo, que rara vez se presenta en un glóbulo único, sino generalmente en una porcion de granos mayores y menores, diseminados en medio de las escorias, se separa de estas del modo siguiente: el ensayo se envuelve en un papel, y se reduce á fragmentos sobre el yunque; en seguida se desenvuelve con cuidado, se sacude dentro de una cápsula de porcelana el ensayo hecho polvo, se escogen los granos mayores de plomo, libres de escoria, y el plomo restante se separa porfirizando, como hemos dicho para los Análisis del Cobre. Si los granos que se han escogido no están enteramente libres de escoria, deberán hacerse menores sobre el yunque, purificarse con agua, y secarse con los demás glóbulos de plomo en una cápsula.

De esta manera todo el plomo se separa perfectamente, restándonos solo averiguar si el plomo así obtenido está exento de metales ó de otras sustancias extrañas. Lo cual se determina de este modo:

1. Si la torrefaccion se condujo con el cuidado conveniente, el plomo estará libre del azufre y de arsénico; si no ha sido así, se formará una mata que se habrá reducido á polvo durante la trituracion

de la escoria, y que con los lentes se distingue del plomo después de la lavadura, pero que no puede ser separada de él sin sufrir pérdida. Cuando esto sucede, no se puede contar con tal ensayo como exacto, y por consiguiente se está en el caso de repetir la operación.

2. Si el mineral que se examina es una Galena pura, el plomo que resulte no puede contener mas metal que la plata, porque en general las Galenas, y particularmente las que se hallan en venas ó filones, son argentíferas.

3. Si, por el contrario, fuese una Galena impura, con la cual pueden venir mezclados en el ensayo pulverizado piritas de cobre y antimonio sulfurado, ó si fuese un producto de obras de fundicion que contuviese cierta cantidad de cobre, debida al óxido de este, que se reduce con facilidad, y al antimonio, que no se volatiliza durante la torrefaccion, y queda como ácido antimonioso, en ese caso el plomo obtenido deberá examinarse. Con todo, la presencia del último de aquellos metales se descubre con facilidad en el plomo que resulta, porque, no solo es mas duro, sino mas frágil y menos maleable que el plomo puro.

Como siempre la Galena contiene tan poca plata, que no pasa del $\frac{1}{2}$ al 1 por 100, á no ser que se hayan mezclado con los minerales de fundicion algunas Galenas argentíferas ricas; y como el cobre y el antimonio se presentan raras veces, excepto en muy pocos de los minerales plomizos preparados para la fundicion, tan solo se separan estos metales del plomo obtenido si se desea conocer la cantidad de plata y de cobre que contienen.

Cuando se quiere saber con exactitud la cantidad de la plata, cobre y antimonio contenida en semejantes minerales plomizos, se pesa en la balanza el plomo resultante, y para descubrir los susodichos metales se ensaya de esta manera:

1. Para la plata solo hay necesidad de copelar, del modo descrito en la pág. 290 y siguientes, sobre ceniza de huesos lavada, después de haber fundido el plomo con vidrio de borax, sobre el carbon, á la llama de reduccion.

2. El cobre se halla fundiendo tambien el plomo sobre el carbon,

y tratándolo con ácido bórico, como dijimos cuando se habló del Análisis de este metal.

3. No conozco ningun método para separar con exactitud el antimonio por la via seca. Sin embargo, si semejante aleacion contuviese antimonio, se descubriría muy presto tratándola sobre el carbon, á la llama de reduccion, con lo cual el antimonio se volatiliza y cubre el carbon de óxido blanco.

El análisis cuantitativo del antimonio presente, que rara vez llega á pasar del 1 por 100, en razon á que la mayor parte se escapa mientras se tuesta el mineral, tan solo puede hacerse por la via húmeda. Y como quiera que esto sea bastante largo, y no viniendo bien al plan que nos hemos propuesto, no diremos mas sobre este particular.

Después que se hayan ensayado tales aleaciones por su plata ó su cobre, el peso de los metales separados en aquella operacion debe restarse del peso primitivo de la liga, y considerarse el residuo como el verdadero valor del plomo contenido en el análisis en cuestion.

Método segundo.

Las sustancias que pueden analizarse cuantitativamente por este método son las siguientes: de los minerales en bruto y de los preparados en grande escala, la Galena, y todos los minerales plomizos que vienen mezclados con sulfuros y arseniuros, y de los productos de fundicion; son los principales las *matas plomizas* y las *escorias plomizas de todas clases*.

Para hacer el análisis cuantitativo de cualesquiera de aquellas sustancias se prepara el polvo necesario, se pesa un decígramo de él, se introduce en un crisol hecho de la manera descrita en la pág. 18, y bien cocido, se pone sobre el polvo un alambre de hierro de unos 50 miligramos de peso y del diámetro de una aguja gruesa de hacer costura, y para impedir que se caiga el crisol, se coloca en el molde pequeño. En seguida se pesan

50 miligramos de Sosa,

30 miligramos de Vidrio de borax,

20 miligramos de Ácido tártrico,

y se trituran en un mortero de ágata, poniendo la mezcla en el crisol que contiene la sustancia, y cubriendo todo con 50 miligramos de cloruro sódico seco.

El hierro sirve para separar el azufre y el arsénico; la sosa y el vidrio de borax para producir las escorias necesarias y la disolucion de los elementos térreos y de los sulfuros que puedan hallarse mezclados con el de plomo; el ácido tártrico, para evitar la intumescencia de la mezcla dentro del crisol, y tambien para que su carbono impida que las escorias que, después de la descomposicion del plomo sulfurado, contienen generalmente sulfuro sódico, obren como un disolvente sobre el plomo metálico; y por fin, el cloruro sódico sirve como de cubierta para que los glóbulos de plomo, puestos separadamente en libertad, se combinen con mas presteza, por cuyo influjo se logra cumplidamente, en razon á su gran fluidez cuando se encuentra en estado de fusion, y á la propiedad que posee de no combinarse con las escorias.

Los reactivos empleados en estos análisis pudieran ponerse dentro del crisol mezclados íntimamente con la sustancia que se examina; pero he observado, sin embargo, que suben á la superficie de la escoria mayor número de glóbulos de plomo, y que tardan en reunirse para formar un boton único, mucho mas tiempo que cuando la sustancia se coloca sola con el hierro en el fondo del crisol.

El crisol con su mezcla se coloca, pues, en un trozo de carbon, se sujeta en el soporte para este, y se arregla todo del mismo modo que para tostar un mineral de cobre ó de plomo, excepto que la pantalla de platino no se usa en este caso, de modo que queda libre, suspendida de su alambre dentro de la cavidad; esto es, que no toca al carbon, porque los bordes del crisol han de estar al nivel de la superficie del carbon. Ciérrase el orificio del soporte, y se cubre el crisol con una pieza de carbon que esté arreglada del mismo modo que cuando se funden los análisis de plomo entre dos cápsulas de arcilla.

Estando ya todo preparado de este modo, se dirige una fuerte llama de oxidacion sobre la ventanilla redonda del soporte, á una distancia como de 5 decímetros de la lámpara, de modo que pase un aire sumamente caliente por aquel orificio hasta dentro del carbon, con

lo cual, su parte interior y el crisol entran en ignicion, y se funde la mezcla. Si el carbon no es muy compacto, el calor crece rápidamente y el ensayo queda del todo reducido en euatro, ó á lo mas, en cinco minutos de insuflacion. Luego que esta cesa, la parte superior, ó sea la cubierta del carbon, se levanta, y el soporte se golpea con la parte ancha de las pinzas, para que los pequeños glóbulos de plomo que pudieran haber quedado entre las escorias, lo que rara vez sucede, caigan al fondo y se combinen con el glóbulo principal. En seguida se saca el crisol del carbon, y se coloca para que se enfrie en el molde pequeño de copelas; luego que esté frio se rompe con el martillo sobre el yunque, y el plomo y el hierro que lo acompañan se separan de las escorias. El boton de plomo se toma con las pinzas, se coloca sobre el yunque de modo que el hierro adherente esté hácia arriba; y este, que á veces, cuando el mineral que se examina es muy piritoso, se cubre de sulfato de hierro, se separa del plomo con unas cuantas ligeras percusiones. El boton de plomo, libre de hierro, se purifica de cualquier escoria alcalina adherente, machacándolo sobre el yunque, envuelto en papel de filtro humedecido; después de lo cual se pesa.

Si se sospecha que la sustancia que se examina contiene plata ó cobre, se separa la primera copelándola sobre la ceniza de huesos, y el otro metal tratándolo con ácido bórico, restando por último el peso de los metales separados de ese modo del peso total primitivo del análisis.

El tanto por ciento de la plata así obtenida, cuando es la sustancia galena pura, es igual al que se obtendria analizando esta, solo por la plata, pero es demasiado bajo cuando la sustancia es una piritita argentífera ó contiene algunos otros sulfuros argentíferos. La cantidad de cobre generalmente es muy pequeña, por las razones que sabemos ya, y que por consiguiente es superfluo tratar de explicar de nuevo.

Si la sustancia que se analiza, como por ejemplo, las piritas de hierro, las piritas arsenicales, la blenda, las escorias plumizas con partículas diseminadas y muy divididas, de matas ó crudios, etc., contienen solo de 1 á 10 por 100 de plomo, es siempre difícil separar del

hierro el boton de plomo, de manera que pueda determinarse su peso con exactitud. En tales casos se añade á la mezcla un puro y bien pesado boton de plata de unos 50 á 80 miligramos, y en lugar de los 20 miligramos de ácido tártrico, se añaden 50 á las escorias, que probablemente contienen todavía algun óxido de plomo. Este se reduce, se separa del hierro, se combina con la plata, y la cantidad de plomo se determina, volviendo á pesar el boton, y restando de su peso actual el peso primitivo del boton de plata; el residuo manifiesta el tanto por ciento del plomo.

Cuando las sustancias son ricas en plata y cobre se emplea el primer método con mejor éxito.

Si un mineral preparado en grande escala constase principalmente de Galena, y contuviese un mineral plomizo, en el cual se hallase el plomo en estado de oxidacion, se le añadirían 100 miligramos de ácido tártrico en vez de 20, á fin de procurarse la cantidad de carbono necesaria para reducir el óxido.

(b) ESTIMACION DEL PLOMO EN LOS MINERALES Y EN LOS PRODUCTOS ARTIFICIALES QUE CONTIENEN ESTE METAL EN ESTADO DE ÓXIDO COMBINADO CON ÁCIDOS MINERALES.

Pertenecen á esta division las variedades verde, parda, amarilla y roja de Plomo carbonatado terroso; el Plomo sulfatado, el Plomo cromatado artificial y el amarillo de cromo del comercio.

Todos estos compuestos tienen por carácter comun el no ser ni parcial ni enteramente descompuestos cuando se tuestan, en razon á que la estabilidad de sus ácidos es demasiado grande, y mucha su afinidad por el óxido de plomo.

Si las sales de plomo, libres de otras sales, particularmente de sulfatos metálicos y de componentes térreos, hubiesen de analizarse por su plomo, se considerarian poco menos que como una Galena pura tostada, se mezclaria, después de reducirlo á polvo, un decigramo del ensayo con

Sosa, 100 miligramos;

Vidrio de borax, 25 miligramos;

y se sujetaria á un tratamiento semejante al que dejamos descrito en los Análisis del plomo, que requieren ser tostados antes de la reduccion.

Si, por el contrario, los minerales de plomo que contienen óxidos encierran además otras sales metálicas, con especialidad sulfatos, ó si se hallan mezcladas con ellos combinaciones de sulfuros ó arseniuros metálicos, es necesario tostarlos de antemano, y muy por completo, con el carbon.

Un decígramo de la sustancia tostada de ese modo, se mezcla con

Sosa, 100 miligramos;

Vidrio de borax, de 40 á 50 miligramos.

El tratamiento sucesivo de estos análisis es, sin embargo, el mismo que el de los anteriores.

Si los minerales de plomo en que entran ácidos están mezclados con otras sales metálicas, cuyas bases se reducen al mismo tiempo que el plomo, será este analizado por plata, cobre y antimonio, del modo que queda descrito.

En la reduccion del óxido de plomo de las sales del mismo, la sosa con el carbon que la rodea sirven para reducir el óxido de plomo y los ácidos. Así, por ejemplo, el ácido arsénico se reduce á arsénico metálico, que se volatiliza; el ácido sulfúrico á azufre que se combina con el sodio de una parte de la sosa, formando sulfuro sódico, el ácido crómico á óxido de cromo, que penetra en las escorias. El borax sirve solo, como sucede con la Galena pura, para impedir la absorcion de la sosa por el carbon; porque se funde con la sosa, y probablemente con parte de los minerales reducidos, y forma con ellos una perla, mientras el plomo metálico en glóbulos de diversos tamaños, se reúne sobre su superficie.

En la reduccion del óxido de plomo contenido en un ensayo tostado compuesto de sales de plomo, mezcladas con otras sustancias, la sosa hace el mismo papel que en el caso anterior, en virtud de la accion disolvente que probablemente ejerce sobre los restos de sílice; pero, sin embargo, un exceso de borax es lo que mas contribuye á disolver los óxidos metálicos no reducibles.

- (c) MANERA DE APRECIAR LA CANTIDAD DE PLOMO EN LOS PRODUCTOS DE FUNDICION Y EN OTRAS SUSTANCIAS ARTIFICIALES QUE CONTIENEN PLOMO EN ESTADO DE ÓXIDO PURO, Ó COMBINADO CON ÁCIDOS VEGETALES.

Pertenecen á esta division el *litargirio*, el *abstrich*, las *plazas* ó *fondos de copelas*, las *primeras escorias* ó *gachas*, las *escorias plomizas*, toda clase de vidrio plomizo, las *preparaciones farmacéuticas de este metal*, etc., etc.

Semejantes sustancias no exigen torrefaccion previa; pero al mezclarlas para la reduccion del óxido de plomo es preciso averiguar si el cuerpo que se examina es un simple óxido de plomo ó una combinacion del óxido con otras sustancias.

Como estas han de sujetarse por una vez al menos al procedimiento de la reduccion, es preciso mezclarlas, á saber: el óxido puro de plomo, ó aquellos de entre sus óxidos que están combinados solo con ácidos orgánicos, con

Sosa, 100 miligramos;

Vidrio de borax, 25 miligramos;

y aquellos en que predominan elementos de difícil fusion, como por ejemplo, las *plazas* ó *fondos de copelas*, las primeras escorias y las escorias plomizas, con una cantidad de borax que llegue al 50 por 100.

Si aquellos productos contienen, además del plomo, otros metales de fácil reduccion, el boton de plomo que resulte, después de haberlo pesado, es preciso analizarlo por aquellos metales del modo que queda dicho.

- (d) MÉTODO PARA APRECIAR LA CANTIDAD DEL PLOMO EN LOS MINERALES QUE CONTIENEN ESTE METAL ALEADO CON OTROS.

El Teluro negro, el Teluro amarillo, ó sea el Teluro auro-plumbífero y el Teluro plumbo-aurífero, el Plomo seleniado, el Seleniuro de plomo y cobre, y el Seleniuro de plomo y de mercurio corresponden á esta clase.

De todos estos minerales, solo he tenido ocasion de ensayar al so-

plete cuantitativamente el Plomo seleniado por su plomo, y en razon á esto, me limitaré á manifestar por qué medio se hizo la estimacion del plomo contenido en este mineral.

El análisis se ejecuta con mas exactitud y mas presteza introduciendo 100 miligramos del mineral, reducido á polvo fino, en un crisol de arcilla, con un pedazo de hierro de 30 á 50 miligramos de peso, y cubriendo todo con una mezcla de 150 miligramos de sosa, 30 de vidrio de borax y 20 de ácido tártrico, sobre cuya mezcla se esparcen como unos 50 miligramos de cloruro sódico seco, se funde en seguida del modo descrito en las páginas 352 y 353. Cuando el Plomo seleniado contiene una mezcla de plomo sulfurado, este se descompone; el selenio se combina con el radical de la sosa, formando seleniuro sódico, una parte del cual deja volatilizar el selenio, y el plomo, reunido en un glóbulo, se deposita sobre el hierro en el fondo del crisol. Terminada la fundicion, y frio el ensayo, se rompe aquel y se recoge el plomo reducido, libre de hierro y de escorias. No falta pues, mas que ensayar la maleabilidad del boton de plomo, y pesarlo.

En caso necesario, el aprecio de la plata se verifica copelando el boton sobre la ceniza de huesos, y pesando el glóbulo de plata que resulte, cuando sea capaz de serlo; si fuese demasiado pequeño para la balanza, se mediria con la Escala.

V.—ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ESTAÑO.

El método ordinario para determinar el estaño por la via seca que se ha seguido por tanto tiempo, y que se usa todavía en muchos ensayos de laboratorio, está lejos de ser exacto. Existe gran número de métodos distintos para determinar cuantitativamente la cantidad de estaño de un mineral, empleando la via seca, mas cuando se trata de un mineral de estaño ferruginoso, por un método se obtiene el estaño puro, pero generalmente en cantidad demasiado escasa, mientras que por el otro aparece en exceso y nunca puro. La causa de esto es, probablemente, que con la cantidad necesaria de carbono el estaño reducido contribuye durante la fusion á la reduccion del sesquióxido

de hierro, por cuyo medio, no solo una parte de este se reduce á protóxido, sino al estado metálico, y combinándose con él el estaño reducido, da un boton de estaño duro, que cuando se pesa presenta un resultado muy alto.

Luego que me convencí, después de muchos análisis de estaño hechos segun diferentes métodos, del origen de los errores susodichos, deduje en consecuencia de ello y de mis ensayos al soplete para determinar la cantidad de estaño en los minerales, que todas estas diferencias no podian evitarse en los análisis de comprobacion hechos conforme á los métodos comunes, y por esta razon he introducido uno nuevo.

Con este fin preparé peróxido puro de estaño, mezclado con varias cantidades de diferentes minerales pulverizados, como Piritas de hierro, Arsénico sulfurado, Blenda, etc., que generalmente se hallan con los minerales de estaño; calculé la cantidad de este que cada uno contenia, y sometí la mezcla á la accion del soplete, con la mira de determinar su riqueza por medio de varios experimentos. Los ensayos que ejecuté con estas mezclas me convencieron de que las mismas dificultades se hallaban en los ensayos al soplete que en los ensayos ordinarios de estaño hechos por la via seca y en grande escala. Obtuve con frecuencia de uno á dos, y aun alguna vez, 4 por 100, lo que es demasiado, y esto, por supuesto, de estaño ferrífero. Otra multitud de experimentos que hice, y en que empleé todos los medios posibles para escorificar perfectamente como protóxido por la via seca el peróxido formado durante la tostacion, fueron en vano; jamás logré que el estaño resultase libre de hierro; últimamente me vi obligado á separar del óxido de estaño el hierro en estado de oxidacion por la via húmeda, de un modo sencillo y exacto, á saber, con el ácido hidroc্লórico, sometiendo después á la reduccion el óxido de estaño que queda entre los componentes térreos.

Empleando este método, siempre obtuve un estaño maleable y puro, cuyo peso convino muy bien con el hallado por el cálculo. Las mezclas del Estaño oxidado puro, vulgarmente Piedra de estaño, con otros minerales que contienen cobre ó hierro, dan exactamente el mismo resultado.

Pudiera presentarse como objecion que el empleo del ácido hidróclórico para la separacion del óxido de estaño y el óxido de hierro no corresponde á un análisis al soplete; pero si las dificultades en que se ha de tropezar en la via seca por medio del soplete, á fin de purificar el peróxido de estaño de los óxidos de hierro y de cobre, se comparan con el fácil y seguro método por la via húmeda, sin duda alguna se escogerá el último como el mejor que puede emplearse en los análisis cuantitativos de los minerales ferruginosos y cupríferos, y de los preparados para la fundicion.

Respecto al análisis cuantitativo del estaño en los minerales y productos artificiales en que entra como elemento esencial, pueden clasificarse así :

- (a) Los que contienen el estaño combinado con el azufre,
- (b) Los que contienen el estaño en estado de oxidacion, y
- (c) Los en que el estaño metálico se encuentra aleado con otros metales.

(a) ESTIMACION DEL ESTAÑO EN LOS MINERALES Y PRODUCTOS DE FUNDICION
EN QUE EL ESTAÑO EXISTE COMBINADO CON EL AZUFRE.

Además de las Piritas de Estaño, deben colocarse en esta division los Schlichs de estaño preparados en grande escala; los cuales, aunque contienen estaño en estado de oxidacion, con frecuencia, y á pesar de tostarlos previamente, presentan restos de sulfuros metálicos y de compuestos arsenicales.

De los productos artificiales que pertenecen á esta clase, solo mencionaré el Oro Musivo, sulfuro estánnico.

Para determinar el estaño en cualquiera de las sustancias que corresponden á esta division, se pulveriza un ensayo de ellas segun el método dado en la pág. 278, se pesan 100 miligramos y se tuestan, á fin de libertarlos de los componentes volátiles; pero siendo la torrefaccion de los análisis de estaño exactamente igual á la de los de cobre con polvo de carbon, seria superfluo repetir lo que ya hemos explicado en su lugar.

Si los cuerpos volátiles contenidos en una sustancia que ha de tos-

tarse están reducidos á azufre ó á azufre con un resto de arsénico, ó solo á pocos tantos por ciento de arsénico, en cuyo caso se hallan los schlichs preparados en grande escala, la tostadura se termina muy pronto; pero si se halla presente una cantidad grande de arsénico, se tarda mas en tostarlo con el carbon, y es preciso no cesar hasta tanto que no se perciba ni el mas mínimo olor de arsénico cuando se le añada otro poco mas de carbon, y teniendo la masa en ignicion por algun tiempo. Los schlichs de estaño preparados en grande escala, si estuviesen ya tostados, requieren serlo solo otra vez; por el contrario, es preciso tostar con carbon dos ó tres veces las demás sustancias en que el estaño se halla combinado con el azufre ó mezclado con sulfuros metálicos ó compuestos arsenicales.

Cuando esto se hace como es debido, el azufre, el arsénico, la mayor parte del antimonio y una pequeña cantidad de zinc se desprenden de la sustancia estannífera, mezclada probablemente con Piritas de Hierro, Arsénico sulfurado, Piritas de Cobre, Acido antimonioso, Blenda, Wolfram, etc.; mientras que los otros metales, el estaño cuando no se halla en estado de oxidacion, el cobre, el hierro, el manganeso y el resto de zinc se oxidan. Los metales, excepto el arsénico, que son capaces de acidificarse y que no se volatilizan, ó lo verifican con dificultad durante la torrefaccion, como son, por ejemplo, un poco del antimonio, el molibdeno, el tungsteno, el titano, etc., quedan en calidad de ácidos.

Los caracteres que distinguen á un mineral de estaño bien tostado son, sin excepcion ninguna, los mismos que los de los minerales de plomo bien tostados. Así es que no debe dar olor alguno en contacto con el carbon encendido, y que no deben aparecer partículas brillantes de sulfuros metálicos ó de compuestos arsenicales, cuando, después que el carbon se haya consumido del todo, se quebrante en un mortero, debiendo el mineral tostado ser muy desmenuzable, estando aun en la cápsula misma en que se tostó.

Si un mineral de estaño bien tostado, que constara, por ejemplo, de óxidos de estaño, hierro, manganeso y cobre, se sometiese inmediatamente á la reduccion, se obtendria un boton de estaño frágil, gris y pesado en demasía, aun empleando los mejores flujos y agen-

tes de reduccion; porque el óxido de cobre, reduciéndose al mismo tiempo, da un compuesto metálico frágil, y además, como antes se dijo, porque una cantidad de óxido de hierro se reduce al estado metálico y se combina con el estaño.

Como los inconvenientes susodichos no pueden, sin embargo, evitarse por la via seca, es mejor separar del mineral de estaño tostado, los óxidos de hierro, manganeso y cobre por medio del ácido hidrocórico. Este objeto se logra haciendo lo siguiente :

El mineral bien tostado se introduce en un baño de porcelana (*Fig. 40*, pág. 33), se esparce en su fondo en una capa muy delgada, y se vierte sobre él ácido hidrocórico, dependiendo la cantidad de este de las sustancias que haya de disolver; el baño se coloca en seguida sobre el triángulo de la lámpara, y como 6 centímetros mas alto que la llama de espíritu de vino, cuya torcida se baja de modo que solo dé una llama muy pequeña, que es suficiente para elevar mucho la temperatura y para impedir que los humos se escapen dentro de la habitacion, y se cubre la cápsula con un vidrio de reloj, colocando su convexidad hácia el fondo del baño.

En seguida se observa si el ácido ha tomado color de los óxidos metálicos disueltos, y si acá y allá se elevan pequeñas burbujas que manifiestan el principio de la ebullicion. De este modo, y sin interrumpirla, se continúa la operacion por cuatro ó cinco minutos, cuidando que el ácido no hierva con demasiada violencia, para que no se pierda partícula alguna. Los vapores que se elevan durante la disolucion, generalmente se condensan en la parte convexa del vidrio, y vuelven á caer sobre la disolucion.

Pasados los cinco minutos, en cuyo tiempo todos los óxidos de hierro, manganeso, cobre y zinc, y tambien el ácido antimonioso, se disuelven, el triángulo y el baño se separan de la lámpara y se dejan enfriar.

El vidrio de reloj, después de frio, se saca, y las gotas de ácido adheridas á él se secan con un papel de filtro. La disolucion clara, de color amarillo, ó verde queda sin disolverse sobre el polvo, que consiste solamente en estaño oxidado, mezclado á veces con materias terrosas, ó con los ácidos titánico y túngstico; cuya disolucion

se saca con una pipeta (*Fig. 38*, pág. 32), y se reemplaza con cuatro ó cinco veces mas de agua. El agua ha de irse echando sobre las paredes interiores del baño, de modo que la sustancia que está en su fondo no se revuelva, y queden las particulas ligeras suspendidas en el líquido; porque, de lo contrario, teniendo que esperar á que estas vuelvan á depositarse, se perderia mucho tiempo.

Para separar hasta la última gota de la disolucion teñida, se vuelve á calentar el baño sobre la lámpara, y se saca con la pipeta la mayor parte del agua, inclinando un poco el baño hácia un lado.

Si algunas particulas menudas del polvo, que generalmente son térreas, y que con suma dificultad se aposan en el fondo del baño, flotasen sobre la superficie del agua, la punta de la pipeta con que esta se saca se introduciría unos cinco milímetros dentro del líquido, á fin de no llevarse en ella, y de no perder, por consiguiente, nada de la sustancia.

El resto del agua se separa del ensayo colocando el baño sobre el triángulo á la llama del espíritu de vino hasta que el polvo quede enteramente seco.

Toda operacion en la cual, empleando las precauciones necesarias, no se desperdicia nada de estaño, no requiere para quedar terminada mas tiempo que un cuarto de hora, incluyendo en esto el rato consumido en la disolucion.

Fácilmente se concibe que los protóxidos de hierro y de manganeso, combinados químicamente con el Estaño oxidado ó Piedra de estaño, que rara vez pasan del 2 al 3 por 100 aun en los minerales de esta clase mas oscuros, no pueden separarse por este medio; pero como el protóxido de manganeso y la mayor parte del protóxido de hierro son disueltos por las escorias en la reduccion, solo una parte despreciable de hierro en estado metálico se combina con el estaño reducido.

La operacion siguiente es la reduccion por medio del ácido hidróclórico, del óxido de estaño que resulta de la torrefaccion, ó de la Piedra de estaño libre de los óxidos metálicos mezclados con ella, cuya operacion se efectúa con el auxilio de los fundentes y reactivos mas propios en un espacio cerrado por el carbon, y del mismo modo que

para la reduccion del óxido de plomo en los minerales tostados de este metal. La mezcla para la reduccion del óxido de estaño es muy sencilla, y consiste en

Sosa, 100 miligramos.

Vidrio de borax, 30 miligramos.

Ambas sustancias se mezclan con el mineral en un mortero de ágata; esta mezcla se introduce en un cartucho de papel de sosa, como los minerales tostados de plomo, mezclados con sosa y borax (pág. 347), y se funde entre dos cápsulas de arcilla. Los ensayos de estaño han de tostarse por espacio de unos ocho minutos. Cuando el ensayo esté ya frio se halla en el fondo de la cápsula una perla que consta de escoria, en la que el estaño reducido está encerrado, formando á veces un solo glóbulo, y con mas frecuencia muchos de diversos tamaños diseminados en la masa. Estos glóbulos, como los de plomo y cobre, se limpian de la escoria porfirizando con agua y secando en seguida.

La pureza del estaño que resulte ha de juzgarse por su accion sobre el iman, su color y su maleabilidad.

Si se ha tostado el mineral y se han separado los óxidos de estaño y de cobre y el ácido antimonioso con el cuidado necesario, se obtendrá siempre un estaño puro y de un peso correspondiente, empleando el grado de calor necesario en la reduccion. Si el mineral no se ha tratado como debiera con el ácido hidrocórico, se obtiene después de la reduccion un estaño frágil, cuando el cobre y el antimonio se hallan presentes; y cuando lo está el hierro, aunque sea en corta cantidad, el estaño que se obtiene, si bien maleable, se deja atraer por el iman debajo del agua cuando está muy dividido, y su peso es naturalmente demasiado alto. Si el mineral que se examina contiene ácido túngstico ó titánico, no se separan por el ácido hidrocórico, segun antes dijimos; pero, como en la reduccion del peróxido de estaño se combinan con la sosa, no conducen á ningun resultado falso.

Si el metal que se ha obtenido goza de las propiedades del estaño puro, se pesa, y si no las posee, es preciso volver á hacer otro análisis con mayor cuidado.

El Estaño oxidado se presenta en masas, en filones mas ó menos poderosos, y en los Granitos, Gneis, Esquistos micáceos, Clorita, Espato calizo, y en muchos otros minerales y rocas, como tambien con las Piritas arsenicales y Piritas de hierro, Burnonita, Blenda, Wolfram, Acido molíbdico, Hierro sulfatado ocráceo, ó Pittizita, y en el mineral de Hierro magnético; aunque en muchos de estos minerales se halla diseminado, y en tal estado de division, que apenas puede sospecharse en ellos la presencia del estaño, ni marcarse con seguridad aun haciendo un ensayo al soplete, á causa de la cortísima cantidad en que se encuentra; pero por una minuciosa porfirizacion y lavado de este mineral reducido á polvo fino y pesando y separando las particulas terrosas, se obtiene un schlich en que el mineral de estaño está concentrado, y del cual, después de bien seco y pesado, se hacen por lo menos dos análisis cuantitativos, segun los métodos descritos. El estaño que resulte se pesa, se ensaya su pureza, y se caleula la riqueza del mineral.

Así, por ejemplo, si 5,000 miligramos de un mineral reducido á polvo fino, dan, porfirizados con agua, decantados y después de secos, una cantidad que pese 700 miligramos, de los cuales, íntimamente mezclados y triturados en un mortero de ágata, se preparan dos ensayos, que supongamos que rindan ambos el 1,5 por 100 de estaño, tendrémós para los 700 miligramos de schlich :

$$100 : 700 :: 1,5 : x,$$

ó lo que es lo mismo, $1 : 7 :: 1,5 : x = 7 \times 1,5 = 10,5$ miligramos de estaño. Si la porfirizacion se ha hecho escrupulosamente, los 10,5 miligramos representan muy próximamente el valor total del estaño contenido en los 5,000 miligramos de mineral bruto, cuyo tanto por ciento es

$$5,000 : 100 :: 10,5 : x,$$

$$\text{ó, } 50 : 1 :: 10,5 : x = \frac{105}{50} = 0,21 \text{ por 100 de estaño.}$$

(b) ESTIMACION DEL ESTAÑO EN LOS MINERALES Y PRODUCTOS QUE CONTIENEN
ESTE METAL EN ESTADO DE OXIDACION.

A esta clase pertenecen, entre los minerales, el Estaño oxidado puro, y de los productos artificiales, las *cenizas de estaño*¹, los esmaltes, etc.

Estas sustancias no necesitan tostarse, y á no ser que los óxidos de hierro, cobre ó antimonio se hallen presentes por casualidad, ni tampoco el tratamiento con el ácido hidrocórico antes de la reduccion del óxido de estaño. Tan solo se requiere pesar 100 miligramos del Estaño oxidado reducido á polvo fino y perfectamente seco, y si se analizan cualesquiera de aquellos productos artificiales que no están combinados con la sílice, mezclarlos con

Sosa, 100 miligramos;

Vidrio de borax, 30 miligramos;

y sujetarlos á la reduccion del mismo modo que las sustancias que pertenecen á la clase anterior.

Para determinar la cantidad del estaño en los esmaltes en que el óxido está en combinacion con la sílice, 100 miligramos de la sustancia se mezclan con

Sosa, 150 miligramos;

Vidrio de borax, 30 miligramos;

con lo cual la sílice se combina con la sosa, y el óxido de estaño queda reducido. Pero como á veces se encuentra el óxido de plomo en los esmaltes, y se reduce con mucha facilidad, el estaño que resulta no es puro, á causa de su combinacion con una parte del plomo. Los elementos de este compuesto no pueden separarse por la via seca; pero con el ácido nítrico puede disolverse el plomo, dejando el estaño como un óxido insoluble. Falta solo lavar este óxido, secarlo, sujetarlo á una fuerte ignicion en una cucharilla de platino, y calcular la cantidad del metal por el peso del óxido tostado. Cada 100 partes de óxido de estaño contienen 78,62 de estaño metálico.

¹ Son los residuos que quedan en la plaza del horno de reverbero después de la afinacion del estaño.—*Muspratt*.

(c) ESTIMACION DEL ESTAÑO EN LAS ALEACIONES ESTANNÍFERAS.

A esta clase corresponden el metal de campanas, el de los cañones de artillería, y todas las combinaciones de estaño con plomo, bismuto, zinc y antimonio; pero, como el análisis del estaño de todos estos compuestos es muy incierto al soplete, mientras que por la vía húmeda puede determinarse fácil y seguramente, solo harémos uso de aquel precioso instrumento para analizar el metal de campanas y el de cañones, que estan compuestos de estaño y de cobre.

El método para separar el estaño del cobre quedó ampliamente descrito al hablar del Análisis Cuantitativo del Cobre, pág. 341. En dicho método, cuyo principal objeto es la estimacion del cobre, no se hace mérito del estaño; pero cuando se quiera hallar al mismo tiempo el tanto por ciento del estaño, es preciso que el vidrio que lo contiene todo como óxido no padezca extravío ni pérdida, porque de él se ha de obtener el metal otra vez reducido.

Cuando se desea analizar cuantitativamente al soplete el estaño contenido en una combinacion suya y del cobre, el primero de estos metales se convertirá en óxido del modo descrito anteriormente, y en tal estado se separará, disuelto en el fundente, que se compone de sosa, borax, sílice. Este vidrio se pulveriza, se mezcla con unos 50 miligramos de sosa, se introduce la mezcla en un cartucho de papel de sosa, se funde y se envuelve en carbon entre dos cápsulas de arcilla como un ensayo ordinario. Pero el estaño que se obtiene después de la fusion está impuro, á causa de una cantidad de cobre muy pequeña, que se combina con el vidrio en esta operacion.

El estaño que resulte se pesa, y su tanto por ciento se halla haciendo el sencillo cálculo necesario, en razon á que de semejantes compuestos solo se emplean 50 miligramos para cada análisis.

APÉNDICE.

APPENDICE.

CLASIFICACION DE LOS MINERALES OXIDADOS

POR SU COMPORTAMIENTO AL SOPLETE.

Cuando se trata de clasificar un mineral por su manera de conducirse al soplete, en razon á que sus caractéres exteriores no son suficientes para aquel objeto, importa mucho, sobre todo á los mineralogistas principiantes, hallar establecida una clasificacion que reduzca cuanto sea posible el número de especies con que haya de compararse el mineral que se examina. Por lo tanto, he emprendido una clasificacion metódica que, aunque incompleta en varios sentidos, no deja por eso de ser útil. Tres propiedades principales he considerado en los minerales : su fusibilidad, su intumescencia y su comportamiento con la sosa. Las divisiones principales responden á las dos primeras propiedades, y las subdivisiones á la tercera restante.

1. — MINERALES INFUSIBLES.

Dan un vidrio con la Sosa.	Dan un vidrio con una pequeña cantidad de Sosa, y si esta se aumenta forman una escoria.	Con la Sosa sola forman una escoria.
Cuarzo. Agalmatolita. Hisingerita. Sideroschisolita. Dioplasa. Piralolita. Leucita. Pirofilita. Wolkonskita.	Fenaquita. Picrosmia. Olivino. Cerita. Cianita. Talco. Gadolinita. Turmalina de Litina.	Oxidos de Hierro. Oxidos de Manganeso. Oxido de Estaño, se reduce. Alúmina hidratada. Magnesia hidratada. Espinela. Gahnita. Worthita. Zinc silicatado. Pez blenda. Zircon. Thorina. Andalucita. Estaurotida. Gehlenita. Clorita esquistosa. Alofana. Cymofania. Polimignita. Eschinita. Oerstedtita. Hierro titanado. Itrotantalita. Tantalita. Cromo oxidado. Uwarovita. Hierro cromatado. Carbonatos de tierras y de metales. Itria fosfatada. Alúmina fosfatada bárica. Hierro sulfatado. Alúmina sulfatada. Alunita. Cerio fluatado. Itrocerita. Topacio.

2. — MINERALES QUE FUNDIDOS FORMAN UN VIDRIO.

Con la Sosa dan una perla.	Dan una perla con una pequeña cantidad de Sosa, y si esta se aumenta forman una escoria.	Con la Sosa sola forman una escoria.
Zeolitas. Espodumena. Labradorita. Escapolita. Sodalita de Groenlandia. Eleolita. Mica de Pargas. Talco negro. Achmite. Mesotipa. Lievrita. Cronstedtita. Granate. Cerina. Helvina. Gadolinita de Ytterby, Brodbo y Finbo. Acido bórico. Borato de Sosa. Boracita. Hidroboracita. Datholita. Botriolita. Axinita. Lapislázuli. Eudialita. Pirosmalita. Criolita.	Okenita. Pectolita. Manganeso silicatado rojo. Manganeso silicatado negro. Idocrasa. Granate manganesiano. Orthita. Pirorthita. Ambligonita. Sordawalita. Sodalita. Espato fluor. Dan con la Sosa un metal reducido en glóbulos y en partículas metálicas. Plomo tungstatado. Plomo molibdatado. Plomo vanadiatado. Plomo cromatado. Plomo sulfatado. Plomo clorurado. Voquelinita. Cobalto arseniatado. Níquel arseniatado. Cobre fosfatado. Plata clorurada.	Brevicita. Amfodelita. Clorita. Fahlunita. Piropo. Piedra de jabon. Pyrargilita. Turmalina de potasa negra. Wolfram. Farmacolita. Escorodita. Hierro arseniatado. Tetrafilina. Heterozita. Uranita. Hierro fosfatado. Estronciana sulfatada. Magnesia sulfatada. Polihalita. Häüyna.

3. — MINERALES FUSIBLES SOLO POR LOS BORDES.

Dan con la Sosa una perla líquida.	Dan una perla líquida con una pequeña cantidad de Sosa, y si esta se aumenta forman una escoria.	Con la Sosa sola forman una escoria.
Piedra de jabon. Feldespato. Albita. Petalita. Nefelino. Anorthita. Esmeralda. Euclasia. Calaita. Sodalita del Vesubio.	Wolastonita. Dialaga. Hyperstene. Epidota. Zoisita.	Estilpnosiderita. Plomo Goma. Serpentina. Manganeso silicatado rojo. Mica del Granito. Pimelita. Pinita. Dicroita. Karfolita. Esfena. Pirocloro. Wolfram. Turmalina de Sosa, verde. Lazulita. Barita sulfatada. Yeso.

4. — MINERALES QUE EXPERIMENTAN INTUMESCENCIA.

Se funden en una perla.	Forman una escoria sobre los bordes.	Infusibles.
Zeolitas. Onkosina. Boracita. Hydroboracita. Datholita. Botryolita. Axinita. Manganeso silicatado negro. Espodumena de Litina. Escapolita. Eleolita. Idocrasa. Cerina. Orthita.	Epidota. Zoisita. Turmalina verde. Lazulita. Plomo Goma. Mica del Granito. Hornablenda. Euclasia. Esfena.	Gadolinita, algunas variedades. Turmalina de Litina. Aeschinita. Pirofilito. Alumbre. Alúmina sulfatada.

COMPORTAMIENTO DE LOS CALCULOS URINARIOS AL SOPLETE.

Es de suma importancia para los Profesores de medicina poder determinar la naturaleza de los cálculos urinarios de los pacientes que acuden á ellos para hallar el alivio de sus dolencias en tales casos. Su composicion se reconoce con mas facilidad que lo que generalmente se cree, haciendo uso del soplete, que da resultados muy claros, tan exactos como es menester, y cuyo instrumento no exige de los que hayan de usarlo mayor número de nociones de química que las que á ningun médico es lícito ignorar. Voy pues á describir las diferentes variedades de los cálculos ¹.

1. CÁLCULOS DE ÁCIDO ÚRICO.

Sin reactivos sobre el carbon ó sobre una lámina de platino, se carbonizan, dejan desprender humos y exhalan un olor animal; calentados á la llama exterior, van disminuyendo de masa gradualmente, y hácia el fin de la operacion se queman con un aumento de luz. Si se suspende la insuflacion continúan ardiendo con brillo, y dejan por residuo una cantidad muy pequeña de cenizas blancas fuertemente alcalinas.

Como existen otras sustancias combustibles que pueden confun-

¹ Todos estos ensayos están copiados literalmente de la obra de Berzelius, *Uso del soplete en los análisis químicos*, etc. — *Moriana*.

dirse con el ácido úrico, una parte del cálculo deberá ensayarse por la vía húmeda del modo siguiente. Se colocan de 5 á 6 miligramos de la sustancia sobre una lámina de vidrio delgado ó de platino, se humedecen con unas cuantas gotas de ácido nítrico, y se calientan á la llama del alcohol. El ácido úrico se disuelve con efervescencia, en seguida se seca la masa con cuidado, de modo que no arda, y cuando se calienta por un instante adquiere un hermoso color rojo si la cantidad de ácido úrico contenida en el ensayo no es demasiado escasa, porque sucede entonces que, en vez de presentar la tinta roja, aparece á veces de color negro. Tómase en este caso una nueva porción del cálculo urinario, y después de haberla disuelto en el ácido nítrico, se retira del fuego cuando la disolución está casi seca, y se deja enfriar, en cuyo tiempo acaba de secarse enteramente. Invertiendo entonces el soporte, á cuya superficie está adherida la masa, se le tiene en esta posición encima de una pequeña cantidad de amoníaco cáustico puesto al fuego, y al momento que el vapor del amoníaco llega á la sustancia seca, presenta esta un hermoso color rojo¹. El mismo color se observa, si bien no tan hermoso, cuando se humedece la materia seca con un poco de amoníaco debilitado.

Se encuentran alguna vez cálculos urinarios formados de la mezcla del ácido úrico y de fosfatos térreos, que se carbonizan y se consumen del mismo modo que los primeros, pero dando un residuo bastante considerable, que ni es alcalino ni soluble en el agua; tratados con el ácido nítrico y el amoníaco, presentan el hermoso color rojo que caracteriza el ácido úrico. Las cenizas que quedan son, ó fosfato de cal ó fosfato de magnesia, ó una mezcla de ambos.

2. CÁLCULOS DE URATO DE SOSA.

Esta sustancia, que rara vez forma parte de los cálculos urinarios, se encuentra en las excrescencias duras que se forman al rededor de las articulaciones de las personas atacadas de la gota.

¹ La aplicación del amoníaco á este ensayo es debida al profesor Jacobsen de Copenhague, que demostró por este medio la existencia del ácido úrico en las secreciones de los animales de las clases mas imperfectas.

Quemados sin reactivos sobre el carbon, se ennegrecen, exhalan un olor empireumático animal, se reducen á cenizas con dificultad, dando por residuo una sustancia gris, sumamente alcalina, que se puede vitrificar con una pequeña cantidad de sílice. Cuando el cálculo contiene sales térreas, que es lo mas frecuente, el vidrio que resulta es blanco ó gris muy claro, y opaco.

3. CÁLCULOS DE URATO DE AMONIACO.

Se conducen al soplete del mismo modo que los de ácido úrico. Tratados con una gota de potasa cáustica, esparcen á un calor suave un fuerte olor de amoniaco. Es preciso, sin embargo, no confundirlo con el ligero olor amoniacal que la potasa desenvuelve en casi todas las sustancias animales. Estos cálculos contienen á veces un poco de urato de sosa.

4. CÁLCULOS DE FOSFATO DE CAL.

Solos sobre el carbon, se vuelven negros, esparcen un olor empireumático, animal, y finalmente resultan blancos. No se funden, y en general su comportamiento al soplete es el mismo que el de la cal fosfatada.

La prueba de que estos cálculos no están formados de sílice es que experimentan intumescencia con la sosa, sin vitrificarse, y que disueltos con el ácido bórico, y fundidos en seguida con un poco de hierro, dan un boton de fosfuro de hierro.

5. CÁLCULOS DE FOSFATO AMÓNICO MAGNÉSICO.

Calentados sobre la lámina de platino, despiden olor amoniacal, se ennegrecen, aumentan de volumen, toman un color blanco gris, y se funden con facilidad formando un glóbulo semejante al esmalte y de un blanco agrisado.

Con el borax y la sal de fósforo se disuelven, formando un vidrio trasparente, que cuando la materia del ensayo está en proporcion considerable aparece blanco de leche al enfriarse.

Con la sosa se funden y forman una escoria blanca é intumesciente, que la adición de mayor cantidad de sosa hace infusible.

Con el ácido bórico y el hierro dan sin dificultad un glóbulo de fosforo de hierro.

Con el nitrato de cobalto dan un vidrio de un rojo oscuro.

Cuando la sal de cal y la sal amónico magnésica se hallan juntas, se conoce en que la sustancia se funde con mas dificultad.

6. CÁLCULOS COMPUESTOS DE FOSFATO DE CAL Y DE FOSFATO DE MAGNESIA.

Estos cálculos se reconocen porque esparcen un ligero olor amoniacal, y que proviene principalmente de la destruccion de su materia orgánica. Se funden con mayor facilidad que los demás, formando una perla de esmalte blanco, que no se vuelve roja con el óxido de cobalto, sino negra rojiza.

7. CÁLCULOS DE OXALATO DE CAL.

Cuando se calientan dan al principio un olor de orina. Aquellos cuya cristalización es menos confusa pierden el brillo al mismo tiempo que su color se aclara. Al cabo de una moderada ignición el residuo hace efervescencia con una gota de ácido nítrico, y calentado á un fuego fuerte deja sobre el carbon cal cáustica, que da reaccion alcalina con el papel de tornasol enrojecido, y se desmorona si se la humedece con agua; esto, sin embargo, no se verifica cuando el residuo contiene fosfato de cal.

8. CÁLCULOS SILÍCEOS.

Dejan por residuo, después de la ignición, una ceniza gris infusible, y algunas veces escoriácea, que tratada por una pequeña cantidad de sosa, se disuelve lentamente y con efervescencia, formando una perla mas ó menos trasparente.

9. CÁLCULOS DE ÓXIDO CÍSTICO.

Estos cálculos se comportan al soplete poco mas ó menos como los de ácido úrico. No se funden, se encienden con facilidad, arden dando una llama verde azulada y desenvuelven un olor muy acre de una especie particular, un tanto semejante al que exhala el cianógeno. Su ceniza no es alcalina, y á un fuego activo se resuelve en una masa de un blanco gris.

Se distinguen estos de los cálculos de ácido úrico, porque despiden un olor especial cuando se queman, y porque no dan color rojo con el ácido nítrico.

FIN.

INDICE DE LOS MINERALES

EN CUYA DENOMINACION NO ENTRA METAL.

Acerdesa, 144.
Achmite, 93, 159, 204.
Actinota, 102.
Aerolito, 152.
Aeschynita, 141, 127, 136.
Afanesa, 211.
Afrodita, 113.
Agalmatolita, 91.
Agarico Mineral, 100.
Agata, 231.
Agua Marina, 118.
Alalita, 102.
Alanita, 103, 118, 141.
Albita 93, 117.
Alofana, 118, 174.
Alumbre, 90.
Alumbre Amoniacal, 95.
Alumbre Magnesiano, 113.
Alumbre de Pluma, 117.
Ambligonita, 94, 117.
Analcimo, 93, 117.
Anatasa, 204.
Anauxita, 118.
Andesina, 93.
Andalucita, 118.
Anfibol, 102, 112.
Anfodelita, 113.

Anhidrita, 101.
Anorthita, 102, 112, 117.
Anthraconito, 100.
Anthosiderita, 159.
Antigorita, 113.
Antofilito, 112.
Antracita, 229.
Antrimolita, 91.
Apatita, 101.
Apofilito, 91, 101.
Aragonito, 100.
Arcilla, 118.
Arenisca, 118.
Arfredstonita, 93.
Arsenio-siderita, 159.
Asbesto, 102, 112.
Auricalcita, 147.
Automalita, 116, 147, 158.
Axinita, 103, 118.

Babingtonita, 103.
Baierina, 144, 203.
Batraquita, 113.
Barsowita, 103.
Barito-calcita, 96, 100.
Beaumontita, 103.
Berilo, 118, 125.

- Berthierita, 147, 157, 191.
Bissolita, 102.
Blenda, 147, 164.
Bodenita, 141.
Bol, 118.
Bondorfit, 112.
Boltonita, 112.
Boracita, 111.
Borax, 93.
Botriolita, 101.
Braunit, 96, 144.
Breunerita, 112.
Brevicita, 93.
Brewsterita, 96.
Brochantita, 174.
Brookita, 204.
Brucita, 111.
Bucholcita, 118.
Bytownita, 93.

Calamina, 147.
Calcedonia, 231.
Caparrosa, 158, 174.
Celestina, 99.
Cerina, 103, 118, 141.
Chabasia, 93, 91.
Chalkolita, 171.
Chamoisita, 159.
Chorlo, 91.
Cianita, 117, 204.
Cimolita, 118.
Cinabrio, 183.
Clorita, 112, 117.
Cloropalo, 159, 144.
Clorofeita, 158.
Cloruro Amónico, 95.
Comptonita, 93.
Condrodita, 111, 112.
Condurita, 174, 211.
Cordierita, 112.
Corundo, 116.
Cotunit, 165.
Creta, 100.
Crictonita, 158.
Criolita, 116.
Crisoberilo, 118.
Crisolita, 159.
Cristianita, 102.
Cronstedtita, 159.
Cuarzo, 231.
Cuzeranita, 91, 112.
Cymofania, 118, 125, 204.

Datholita, 101.
Davidstonita, 125.
Delvoxina, 158.
Dermatina, 112.
Desmina, 101.
Dialaga, 112, 207.
Diamante, 229.
Diaspora, 116.
Dicroita, 112, 118.
Diopsida, 102.
Dioplasa, 174.
Diploita, 91.
Dolomia, 100, 111.
Dreelita, 96, 101.
Dufrenita, 144, 158, 166.

Edingtonita, 103.
Edwardsita, 141.
Eisen-apatita, 144.
Eleolita, 117, 91.
Epidota, 102, 117.
Epistilbita, 93.
Erinita, 174, 211.
Escapolita, 102, 117.
Eschinita (véase Aeschynita).
Escolecita, 102, 117.
Escorodita, 158, 211.
Esfena, 101, 204.
Esmarquita, 112.
Esmeralda, 118, 125, 207.
Espadaita, 113.
Espato Calizo, 100.
Espato Diamantino, 116.
Espato en Tablas, 101.
Espato Fluor, 100.
Espato Pesado, 96.
Espinela, 111, 116, 147, 207.

Espinelana, 103, 118.
 Espodumena, 117, 93, 94.
 Espuma de Mar, 112, 115.
 Esquistos Aluminosos, 118.
 Esquistos Arcillosos, 118.
 Esquistos Talcosos, 112.
 Estaurotida, 118.
 Esteatita, 112.
 Esteinmanita, 166, 192.
 Esternbergita, 157.
 Estriegisana, 118.
 Estromeyerina, 157, 173, 181.
 Estromita, 98.
 Estroncianita, 98.
 Euclasia, 118, 125.
 Eucroita, 174, 211.
 Eudialita, 136.
 Eugenita, 127, 141, 172, 203.
 Eukairita, 173, 181, 217.

 Fahlerz, 211.
 Fahlunita, 93.
 Fakolita, 91.
 Farmacolita, 101, 211.
 Fayalita, 159.
 Federerz, 166, 192.
 Feldespato, 91, 117.
 Fenaquita, 125.
 Fergusonita, 127, 136, 141, 172, 203.
 Fibroferrita, 159.
 Filipsita, 157, 173.
 Fischerita, 144.
 Fósforo-calcita, 174.
 Fowlerita, 118, 144.
 Franklinita, 144, 147, 158.

 Gadolinita, 125, 127, 141, 159.
 Gahnita, 116, 147.
 Galena, 165.
 Gaylussita, 93.
 Gedrita, 112.
 Gehlenita, 103, 113, 118.
 Geokronita, 157, 166, 192.
 Gibbsita, 116.

Gigantolita, 91, 113.
 Gilbertita, 118.
 Gimnita, 113.
 Glauberita, 93, 101.
 Glaucolita, 93, 113.
 Glottalita, 103.
 Gmelinita, 91, 93.
 Gneis, 118.
 Goekumita, 113.
 Gramatita, 102.
 Granate, 112, 118, 144, 159.
 Grafito, 229.
 Greenokita, 164.
 Greda, 118.
 Grovoilita, 144.
 Gummierz, 171.

 Haloisita, 118.
 Hardingerita, 101, 157.
 Harina Fossil, 100.
 Harmotoma, 102, 96, 117.
 Harringtonita, 93.
 Hausmanita, 144, 96, 143.
 Häüyna, 118.
 Hedembergita, 102.
 Hematites, 157.
 Helvina, 144, 125.
 Herschelita, 91.
 Heterocita, 144, 159.
 Heulandita, 101.
 Hidrargilita, 118.
 Hidrolita, 91.
 Hiperstene, 112.
 Hisingerita, 158.
 Holmita, 103.
 Hornablenda, 102.
 Hureolita, 144, 159.
 Huronita, 103.
 Humboldtita, 91, 93, 113, 159.
 Hidrofitita, 200.
 Husenita, 207.

 Idocrasa, 102, 112, 118.
 Ilmenita, 102, 112, 118.
 Ilvaita, 102, 159.

Indianita, 93.

Iolita, 112.

Iserina, 158, 204.

Itrocerita, 127.

Itrotantalita, 127, 101, 171.

Itrotitanita, 127.

Jabon de montaña, 118.

Jacinto, 136.

Jamesonita, 147, 165, 191.

Jantita, 113.

Kakoxeno, 158.

Kaolin, 118.

Karfolita, 118, 144.

Karmererita, 207.

Kilbrickenita, 166, 192.

Kirwanita, 103.

Klaprotina, 117.

Knebelita, 144, 159.

Kobelita, 166, 192.

Kolyrita, 118.

Krokidolita, 159.

Kriolita, 118, 93.

Kyrosita, 159.

Labradorita, 93, 102, 117.

Lapislázuli, 103.

Lavendulana, 152.

Laumonita, 102, 117.

Lazulita, 117.

Lebererz, 183.

Lepidolita, 94.

Leucita, 117.

Leutembergita, 113.

Leucofana, 125.

Liroconita, 174.

Maclureita, 111.

Magnesita, 112.

Malacolita, 102.

Malacon, 136.

Malaquita, 174.

Maltacita, 118.

Manganita, 144.

Marga, 100, 118.

Mascañina, 95.

Melanocroita, 166, 207.

Menacanita, 158, 204.

Mesolita, 117.

Mesotipa, 117.

Meteorites, 152.

Miargirita, 181, 191.

Mica, 91, 112, 117, 204.

Miloschina, 118, 207.

Misorina, 174.

Misy, 144.

Monacita, 141, 144.

Monradita, 113.

Mosandrita, 141, 204.

Murchisonita, 91.

Nadelerz, 152, 165, 209.

Nacrita, 118.

Natron, 93.

Nefrita, 113.

Nefelino, 91, 93.

Nemalita, 113.

Newkirkita, 144.

Nigrina, 158, 204.

Nitro, 90, 234.

Nontronita, 159.

Nosina, 103, 118.

Nussierita, 166.

Nutalita, 91.

Ocre, 157.

Oerstedtita, 112, 136, 204.

Okenita, 103.

Oligoclasa, 93.

Olivenita, 174, 211.

Olivino, 112.

Oropimente, 211.

Orthita, 103, 118, 127, 141.

Ottrelita, 118.

Pechblenda, 172.

Peganita, 118, 144.

Pennina, 113.

Periclasia, 111.

- Peridoto, 111, 152, 159.
 Perwskita, 204.
 Petalita, 94, 117.
 Pez blenda, 200.
 Piedra ollar, 112, 117.
 Piknita, 118.
 Pikrosmína, 112.
 Pinguita, 144, 159.
 Pinita, 91, 113.
 Piotina, 113.
 Pirocloro, 127, 136, 203, 204, 141, 171.
 Pirofilita, 112.
 Pirolusita, 144.
 Pirorthita, 103, 118, 127, 141.
 Pirosmalita, 113, 144, 159.
 Piroxeno, 112, 102.
 Pisofana, 118.
 Pitticita, 144, 158, 211.
 Plakodina, 152.
 Pleonasta, 117.
 Plinthita, 118.
 Pohadelfita, 112.
 Polianita, 144.
 Policrasa, 127, 136, 141.
 Polimignita, 127, 136, 141, 204.
 Pórfido, 118.
 Praseolita, 113.
 Prehenita, 102, 117.

 Quincita, 112.

 Ráfilita, 91, 113.
 Ramlita, 118.
 Rejalgar, 211.
 Retinalita, 93, 112.
 Rhodalita, 159.
 Rhodicita, 112.
 Ripidolita, 113.
 Romeina, 113, 192.
 Rosita, 91.
 Rubi, 116.
 Rutilo, 204.
 Ryacolita, 91.

 Sahlita, 102.
 Sal gema, 92.
 Salitre, 90, 234.
 Schilerespato, 113.
 Schillerspath, 207.
 Seibertita, 112.
 Selenita, 101.
 Serpentina, 112, 207.
 Sideroschisolita, 158.
 Silimanita, 118.
 Sodalita, 93, 117.
 Sordawalita, 112.
 Sossurita, 93, 113.
 Sternbergita, 159.
 Stilpnomelana, 163, 159.

 Tachilita, 91.
 Talco, 112, 117.
 Tantalita, 144, 159, 202, 203.
 Tefroita, 144.
 Tennantita, 157, 173, 192, 211.
 Teschewkinita, 141, 204.
 Tetartina, 93.
 Tetrafyлина, 159, 144.
 Tharandita, 111.
 Thomsonita, 93.
 Thorita, 127, 139, 172.
 Thuringita, 159.
 Tierras verdes, 112, 117.
 Titanita, 204.
 Toba, 100.
 Tombacita, 152.
 Topacio, 118.
 Tremolita, 102, 112.
 Trifilina, 159, 144.
 Triplita, 144, 158.
 Trona, 93.
 Troostita, 144.
 Tuesita, 118.
 Turmalina, 91, 93, 94, 118.
 Turnerita, 113.
 Turquesa, 144.

 Uwarovita, 207.

Variscita, 118.
Veissita, 91.
Vermiculita, 112.
Vesubiana, 102.
Vivianita, 158.
Volborthita, 200.
Voltzina, 147.

Wañerita, 144.
Warvicita, 144.
Wavelita, 117, 144.
Weisgultigerz, 157, 166.
Wernerita, 102.
Wiltherita, 96.
Wohlerita, 93, 136, 203.
Wolastonita, 101.
Wolfram, 101, 113, 144, 158,
198.

Wolkonskoita, 207.
Worthita, 118.

Xenolita, 118.

Yenita, 102.
Yeso, 101.

Zafiro, 116.
Zeagonita, 91.
Zeilanita, 111, 116.
Zeuxita, 118.
Zinkenita, 165, 191.
Zircon, 136.
Zoisita, 102, 117.
Zundererz, 192.





