

## **Philips synchro cyclotron / Philips Gloilampenfabrieken.**

### **Contributors**

Philips Electronics N.V.

### **Publication/Creation**

Eindhoven : Philips, 1955.

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/t78ede4x>

### **License and attribution**

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



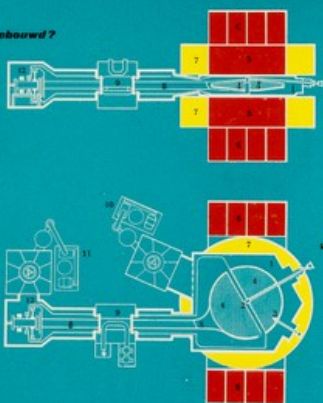
Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

# PHILIPS *Synchro Cyclotron*



## Hoe is een cyclotron opgebouwd?

In principe bestaat een cyclotron uit een luchtdichte versnellingskamer (1) in het middenpunt waarvan de ionenbron (2) is aangebracht. Aan de zijkanten bevindt zich de trefplaat (3) waarop het te bombarderen preparaat wordt bevestigd. In de versnellingskamer bevinden zich ook twee D-vormige elektroden (4) waartussen een hoogfrequentie spanning heerst. Het geheel bevindt zich tussen twee magneetpolen (5) in een juk (6). Een constant magnetisch veld wordt door twee met gelijkstroom bekanspelde spoelen (7) in stand gehouden. Een concentrische hoogfrequentie leiding (8) verbindt een van de beide D-vormige elektroden met de H.F. oscillator (9). De pompen (10 en 11) onderhouden een vacuüm in de versnellingskamer en in het modulatiegebied.



## Hoe werkt een cyclotron?

De ionenbron (2) schiet atoomkernen in de luchtdichte versnellingskamer (1) met een relatief geringe beginsnelheid. Ten gevolge van de aanwezigheid van het magnetisch veld gaan deze deeltjes in cirkels omheen en passeren daarbij telkens de spleet tussen de beide D-vormige elektroden (4). Door een juiste keuze van de frequentie van het hoogfrequentie veld wordt tussen deze elektroden kan worden bereikt, dat een deeltje juist op het moment dat het de spleet oversteekt door de tegengestelde draai wordt aangetrokken. Zodoende wordt het deeltje bij elke omloop 2 maal versneld. De steeds toenemende snelheid doet echter ook de centrifugaal-kracht toenemen.

Daardoor gaat het deeltje zich meer en meer naar buiten bewegen en haastig bereikt de baan steeds langer wordt, tot het deeltje toch steeds op het juiste moment de spleet kleine oversteekt. De snelheid neemt al evenredig met de baanlengte toe en dus blijft de tijd van een omloop constant. De baan die het deeltje beschrijft wordt dan spiraalvormig. Op de buitenste baan van deze spiraal hebben de deeltjes de grootste snelheid en daar is juist de trefplaat (3) met het te bombarderen preparaat aangebracht. Het voordeel van deze werkwijze is, dat de deeltjes met behulp van een relatief lage spanning, een snelheid kunnen bereiken, die overeenkomt met een veelvoud daarvan.



## Waarom dient een cyclotron?

Een cyclotron is een apparaat dat gebruikt wordt om kleine geladen deeltjes (atoomkernen van waterstof, deuterium of helium) te versnellen. Met deze snelle, en dus energierijke deeltjes worden bepaalde stoffen gebombardeerd, met het doel daarin kernreacties te veroorzaken. Met het cyclotron kunnen dus onderzoeken worden gedaan naar de opbouw van de atoomkernen. Tevens kan het apparaat worden gebruikt voor het produceren van radio-actieve isotopen, die bij het wetenschappelijk onderzoek, in de moderne industrie en in de geneeskunde steeds veelvuldiger worden toegepast.

## Het synchro-cyclotron

Het linkeronder beschreven principe van de werking van het cyclotron gaat bij versnelling tot zeer hoge energie niet geheel op. De massa van de deeltjes neemt dan al snel toe (relativiteits-theorie). Bovendien zal het magnetisch veld aan de buitenzijde van de polen iets zwakker zijn dan in het midden. De deeltjes raken hierdoor steeds meer achter op het hoogfrequentie veld (tenzij de elektroden, naar mate de snelheid groter wordt. Het aantal gangen in de spiraalvormige baan en dus ook de eindomvang van het deeltje wordt hierdoor beperkt. Dit bewaar kan worden overwonnen, door de frequentie van het hoogfrequentie veld te laten afnemen, naar mate de snelheid van de deeltjes toeneemt. Op deze wijze raken zij niet achter, doch zij blijven synchroniseren met het veld van de spleet oversteeken.

Bij het synchro-cyclotron laat men de frequentie van het hoogfrequentie veld periodiek veranderen (frequentie modulatie). De deeltjes, die door de ionenbron worden afgeschoten op het moment dat de frequentie maximaal is, worden telkens geleidelijk tot groepen die synchroniseren met het veld lijd. De rest van de deeltjes raakt op de pas en gaat verloren. De trefplaat wordt dan telkens getroffen door een groep van met het veld synchroniserende deeltjes, zodat daar een polariserende stroom heerst.



De ionenbron wordt gereed gemaakt



Het inzetten van een nieuw trefplaat



Modulator-eenheid van het cyclotron

# PHILIPS SYNCHROCYCLOTRON

## Purpose of a cyclotron

*A cyclotron is an apparatus used for the acceleration of small charged particles (protons, deuterons or  $\alpha$ -particles). These rapid particles, possessing a high energy are used to bombard certain substances with the object of causing nuclear transmutations in the latter. The cyclotron can, therefore, be used for research into the structure of atomic nuclei. The apparatus is also employed for producing radio-active isotopes, which are finding increasing application in scientific research, in modern industry and in medicine.*

## General construction

In its basic form a cyclotron consists of an evacuated chamber (1) in the centre of which the ion source (2) is placed. At the outside of the acceleration chamber is the target (3) provided with the preparation to be transmuted. Inside the acceleration chamber are also two D-shaped electrodes ("Dees") (4), in between which a H.F.-voltage prevails. The whole of this is located between two magnet poles (5) in a yoke (6). A constant magnetic field is maintained by two D.C.-energized coils (7). A coaxial H.F.-transmission line (8) forms the communication between one of the Dees with the H.F.-oscillator (9). The vacuum pumps (10 and 11) maintain a vacuum in the acceleration chamber in the modulator part.

## Working principle

The ion source (2) emits atomic nuclei at a relatively low initial speed. Under the influence of the magnetic field the particles are forced to describe a circular path in the course of which they repeatedly pass the gap between the Dees (4). By a correct choice of the frequency of the H.F. alternating field between these electrodes, it is achieved that a particle, just at the moment when crossing the gap, is attracted by the opposite electrode. In this way a particle is twice accelerated during each rotation. The increasing orbital speed, however, also increases the centrifugal force, so that the radius of the orbit increases, so that the particles continue to cross the gap at exactly the right moment. This is due to the fact that the speed increases proportional to the length of the orbit so that the time of revolution remains constant. The particle, therefore, describes a spiral orbit. On the outer trajectory of this spiral the particles have their greatest speed

and it is there that they hit the target (3) with the preparation to be transmuted. This procedure has the advantage that by means of a relatively low tension the particles can be accelerated to a speed, corresponding to a multitude of this tension.

## The synchrocyclotron

The basic working principle of the cyclotron as given in the foregoing is not completely applicable when the particles are accelerated to a very great final energy, because of the relativistic increase of their mass. Moreover, as the particles get closer to the edge of the pole pieces, the density of the magnetic flux must necessarily be somewhat smaller than in the middle. Owing to this, the particles are lagging more and more behind the H.F. alternating field between the electrodes according as their velocity increases. All this restricts the number of revolutions in the spiral orbit and correspondingly limits the ultimate energy of the particle. This objection can be overcome by gradually reducing the frequency of the H.F. alternating field, according as the velocity of the particle increases. In this way lagging is avoided and the particles continue to cross the gaps synchronously with the alternating field. With the synchrocyclotron the frequency of the H.F. alternating field is periodically changed (frequency modulation). The particles emitted by the ion source at the moment when the frequency is maximum are each time bunched into a stream running synchronously with the field. The remaining particles get out of step and are lost in the process. The target is, therefore, each time hit by a group of particles running synchronously with the field, which intermittent beam causes a pulsating current at this spot.

## Captions

Preparing the ion source for operation.  
Inserting a new target.  
Modulator side of the cyclotron.

## Attention

The other side of this sheet is a reproduction on a reduced scale of our 7-colour wall-chart of the cyclotron. Dimensions 80 x 120 cm (32" x 48"). This wall-chart is available in Dutch, French, German, English and Spanish. Price Hfl. 0.50 (1/- \$ 0.15). For ordering, write to: General advertising Division, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Holland.