

Admitida a hipótese de Planck a lei de distribuição espectral da energia toma a forma

$$E_\lambda \lambda^5 = \frac{2\pi hc^2}{e^{hc/kT} - 1} \quad (\text{fórmula de Planck})$$

em que  $c$  é a velocidade de propagação da energia radiante no vácuo. Esta fórmula é plenamente confirmada pela experiência.

Para terminar devemos observar que a hipótese de Planck não implica propriamente uma estrutura atômica para a energia radiante.

Ela limita-se a admitir que a matéria não pode absorver nem emitir energia senão por quantos inteiros, mas nada diz sobre a maneira como a energia se propaga. Mais tarde, Einstein, para interpretar as leis do efeito fotoelétrico foi levado a admitir que a energia radiante é de facto formada por pequenos granulos de energia, cada um correspondendo a um quanto e aos quais deu o nome de fotões.

A. MARQUES DA SILVA  
EX-1º ASSISTENTE DA FACULDADE  
DE CIÊNCIAS DE LISBOA

### AU SERVICE DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE

A l'époque de la physique classique, c'est-à-dire avant le début du siècle, les phénomènes électriques étaient généralement considérés comme des processus relevant d'une substance continue.

Ce fut ensuite dans l'espace de quelques années cette suite d'observations capitales exigeant pour leur interprétation l'existence de charges élémentaires: l'électron et le proton étaient découverts. Presque simultanément s'ouvrait dans la radioactivité nouvellement découverte un vaste domaine plein d'éléments imprévus et surprenants. On reconnut rapidement que les radiations qui s'y manifestaient présentaient de très étroites relations avec les particules élémentaires. Dans le but d'étudier de façon plus avantageuse les effets, pour une grande part fort mystérieux, de ces rayons, les physiciens entreprirent leur création artificielle. Mais cela dura bien 30 ans jusqu'à ce que Cockroft et Walton purent annoncer leurs premiers succès. Et ce fut alors un rapide développement qui par des voies différentes conduisit à des appareils de beaucoup plus grands, si bien que la physique nucléaire n'eut pas grand peine à ravir à l'astronomie sa renommée de science onéreuse. La plus grande partie de nos connaissances actuelles a été acquise au moyen de telles machines.

Qu'il nous soit permis de présenter les prin-

cipaux types d'appareils utilisés en physique nucléaire en choisissant comme exemples les installations en usage à l'École Polytechnique Fédérale à Zurich et que nous connaissons pour avoir eu l'occasion d'en expérimenter le fonctionnement.

Le problème fondamental est toujours le même: il s'agit de communiquer à une particule chargée électriquement, que ce soit un électron, un proton (noyau d'hydrogène) ou une particule  $\alpha$  (noyau d'hélium), une vitesse aussi grande que possible.

Le chemin le plus direct consiste à produire une très haute tension continue destinée à accélérer la particule dans un espace où l'on maintient un vide poussé. La tension continue peut être obtenue de deux façons essentiellement différentes:

L'installation dite de Van de Graaff n'est au fond qu'une construction améliorée de la machine électrostatique vieille de plusieurs siècles et qui repose toutes sur le principe du transport mécanique des charges. Au lieu du disque tournant de verre ou d'ébonite on emploie des courroies de transmission de caoutchouc ou de soie, à haut pouvoir isolant, de grande largeur et se mouvant avec rapidité. Notre installation relativement modeste permet d'atteindre 600.000 volts pour un courant utile de 0,3 mA. On l'emploie pour l'accélération de protons qui servent à exciter

des radiations  $\gamma$  monochromatiques et de grande énergie. Les installations de Van de Graaff ou générateurs électrostatiques, comme on les appellent également, établies dans des salles de très grandes dimensions ou dans des enceintes où l'on prévoit une atmosphère d'air comprimé, peuvent livrer les tensions continues les plus élevées qu'on ait jamais produites à savoir 4.000.000 de volts. Cependant il est très difficile d'augmenter le courant utile qui du point de vue du rendement de l'installation peut être aussi important que la tension.

Dans la deuxième installation utilisée à Zurich et appelée «Tensator», on fait usage de la possibilité de construire dans un espace très réduit un système redresseur de courant du type ordinaire pour tensions modestes (environ 100.000 volts). Une telle unité se compose d'un générateur de tension alternative, d'un transformateur haute-tension, d'un redresseur et d'un condensateur de filtrage. Des ensembles de ce type sont ensuite superposés et les générateurs sont mus par un axe commun en matière isolante. On désigne un tel assemblage par le terme significatif de dispositif en cascade. L'extrémité supérieure de l'installation est de cette façon portée à un potentiel égal à la somme des tensions de tous les éléments. Dans le cas du «Tensator» comportant 10 étages, la tension totale est d'environ 1.000.000 de volts, tandis que le courant utile peut atteindre 3 mA. La machine sert principalement à accélérer des noyaux d'hydrogène lourd (deutérons) qui à leur tour sont employés à la production de neutrons.

Il existe encore d'autres types de dispositifs en cascade où le transport d'énergie ne se fait pas mécaniquement par axe isolant mais électriquement par l'intermédiaire de transformateurs ou de condensateurs. Une caractéristique commune à tous ces dispositifs est la grande souplesse de réglage et la production élevée de courant. Mais l'encombrement ainsi que le matériel requis sont importants et limitent pratiquement la tension maximum à 2.000.000 de volts.

Pour un grand nombre de problèmes, les vitesses atteignables par la méthode directe sont trop faibles. La solution a été trouvée dans le «cyclotron» dont le principe fort élégant est fondé sur l'action simultanée d'un champ magnétique intense et agissant sur une grande portion d'espace et d'un champ électrique à haute fréquence limité à la fois en intensité et en étendue. Les particules chargées s'y meuvent sur une trajectoire en spirale et subissent une accélération chaque fois que la tension de haute fréquence passe par un maximum.

Le cyclotron de l'E.P.F. possède un champ magnétique de 95 cm de diamètre. La tension de haute fréquence y est produite par un émetteur à ondes courtes de 40 kW sur une longueur d'onde de 18 m. Les protons peuvent y atteindre une vitesse correspondant au passage à travers une différence de potentiel de 7,5 millions de volts c'est-à-dire une énergie de 7,5 MeV (mégaélectronvolt), les deutérons une énergie de 15 MeV et les particules  $\alpha$  même 30 MeV! Ce sont là des valeurs normales caractéristiques des cyclotrons existants. Il est vrai que ces grandes énergies sont obtenues au prix d'intensités de courant utile faible, d'un maniement fort délicat et d'un coût d'établissement élevé.

Il est frappant de constater que l'électron, premier en date des particules élémentaires ne s'est jusqu'ici guère illustré au service de la connaissance du noyau; il n'a en effet joué en physique nucléaire qu'un rôle expérimental secondaire et seules quelques installations du premier type décrit ont été utilisées comme accélérateurs d'électrons. De plus le cyclotron, cet appareil magnifique, est dans ce but parfaitement impropre. Il est possible cependant que cette situation soit transformée dans un proche avenir. Il a été possible en effet grâce à l'emploi de champs magnétiques variables de produire des électrons d'une énergie de 100 MeV et davantage dans une machine appelée «bétatron» justement en l'honneur de l'électron ou particule  $\beta$ . A l'aide de champs électriques de très haute fréquence cette puissance est susceptible d'être augmentée encore et l'on annonce déjà la constru-

ction d'installations dont on espère tirer des énergies atteignant 300 MeV. Des phénomènes nouveaux et encore inconnus de transformation du noyau atomique sont alors probables. Qui sait si l'électron ne deviendra pas

au jour de son 50<sup>ème</sup> anniversaire une des particules élémentaires les plus efficaces pour les progrès futurs de la physique nucléaire?

ZÜNTI

ASSIST. INST. PHYS. (E.T.F.—ZÜRICH)

## 9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA

MAX PLANCK

El fundador de la teoría de los cuantos, el gran sábio Max Planck murió en Goettingen el 4 octubre del pasado año. El mundo científico ha perdido uno de sus miembros los más excelentes.

Max Planck nació el 23 abril de 1858 en Kiel, en una ciudad pequeña de Alemania del Norte. Su padre era entonces catedrático en la Facultad del Derecho de la Universidad de Kiel. En la historia de la Familia de Max Planck se encuentran entre los antecesores varios teólogos y jurisperitos, personajes de considerables méritos científicos. En los años de alumno de liceo en Munich, ya se manifestó el genio de Planck, su profesor de Matemática le hace dar clase a los alumnos en los cursos elementales y avanzados. Le vemos inscribirse como estudiante de Física y Matemática en la Universidad de Munich, en 1875. Tres años despues, va a Berlin para asistir a los cursos de Helmholtz, de Kirchhoff y de Weierstrass. Otro año más, Planck propone a la Facultad de Ciencias Naturales de Munich su tesis de doctorado «Sobre la Segunda Ley Fundamental de la Termodinámica». La Facultad le acuerda el predicado «summa cum laude» lo que significa la mejor calificación posible. Pocos meses despues, en 1880, Planck es nombrado «Privatdozent» por la misma Facultad, y con ésto comienza un desarrollo científico brillante, que conduce a Planck con una rapidez extraordinaria a las cumbres de la Ciencia. Planck estaba convencido de que la Ley Segunda de la Termodinámica en realidad no sólo es una ley valedera para la Termo-

dinámica sino para todos los campos de la Física. El gran problema que Planck se puso, era la aplicación consecuente de la Ley Segunda a los fenómenos fundamentales de la Física. Em 1881/82 trata cuestiones de condensación, evaporación y de sublimación; lo mismo que muchos de sus contemporáneos, Planck cree que solamente una teoría continua de la materia podrá dar cuenta de todos los hechos experimentales. En 1885, la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Kiel, le nombra profesor extraordinario de Física Teórica. Planck trabaja sobre el «Principio de la Conservación de la Energía», y usando las dos leyes fundamentales de la Termodinámica, da una demostración simple y directa de las leyes de las soluciones poco concentradas. La Universidad de Berlin le ofrece, en 1889, la cátedra de Kirchhoff, y Planck acepta. Tres años despues, la misma universidad le nombra catedrático de Física Teórica.

Planck concentra su interés en la transformación de la energía térmica en energía eléctrica. La hipótesis de Rankine y de Ostwald, el famoso sistema energético, no puede satisfacer al ingenio crítico de Planck; em 1896 Planck, y al mismo tiempo Boltzmann, publican trabajos en contra de la «Energética».

Un campo nuevo atrae su interés: la Termodinámica de la radiación térmica. Por las investigaciones de Kirchhoff, Stefan, Boltzmann, y de W. Wien, la cuestión de la distribución de la intensidad en la radiación térmica estaba esclarecida hasta el punto del cálculo