Société des Naturalistes Luxembourgeois
Gesellschaft Luxemburger Naturfreunde

Association sans but lucratif

Les auteurs sont responsables de leurs publications. — Tous droits de reproduction et de traduction réservés.

Für Inhalt und Form der Beiträge tragen die Autoren selbst die Verantwortung. Nachdruck und Übersetzungsrecht vorbehalten.

N° 3. 28. 3. 1933.

Sommaire: Séance du mois de février 1933. — *A. Gloden:* Les conceptions continues et discontinues dans la Mécanique des quanta et dans la Mécanique Ondulatoire (fin). — *Marcel Heuertz*: A propos des conditions de milieu de la station luxembourgeoise d'Hymenophyllum tunbridgense (L) Sm. — *Felix Heuertz:* Der Quarzit von Berlé.

Séance du mois de février.

Lundi, le 20 février 1933.

Président: M. P. MEDINGER.

Présents: 18 membres.

1) Lecture et approbation du rapport sur l'assemblée générale de l'année 1932 et de la séance du mois de janvier 1933.

2) M. le président P. Medinger commence un cycle de conférences qui paraîtront dans nos Bulletins mensuels et dont la première traite de la désintégration des atomes.

3) M. le docteur Bricher présente une branche d'un exemplaire géant de Lactuca virosa L., trouvé par M. le docteur Schmol à Kalchesbreck au delà de Neudorf. M. Schmol a retrouvé la station de Lactuca virosa citée par Krombach dans sa flore du Grand-Duché de Luxembourg, et découverte jadis par F. A. Tinant. Dans sa „Flore luxembourgeoise de 1836", Tinant cite Lactuca virosa pour l'avoir rencontrée sur „les lieux secs aux environs de Neudorff". L'emplacement en question fait voir de nombreux exemplaires de la plante dont plusieurs, au dire de M. Schmol, atteignent près de 3 m. de hauteur.

Le secrétaire: Félix HEUERTZ.

Les conceptions continues et discontinues dans la Mécanique des quanta et dans la Mécanique Ondulatoire

par **A. Gloden.**

(Fin.)

Les quanta de radiation jouent encore un rôle très important dans l'explication de l'effet Compton (1912), qui consiste dans la diminution de la fréquence éprouvée par un rayonnement pendant

la diffusion à travers la matière. La théorie électromagnétique du phénomène établie par J. J. Thomson conduit à des formules qui ne sont pas vérifiées par l'expérience pour les rayons très mous ou très pénétrants. Au contraire, les théories quantiques (Compton, Debye) donnent des formules qui sont en accord complet avec l'expérience sans donner toutefois l'expérience complète.

Dans la théorie élémentaire de l'effet Compton on considère le choc d'un photon avec un électron, le quantum étant diffusé dans une direction différente de la direction d'incidence, et l'électron diffuseur subissant un recul. En appliquant les principes de la mécanique rationnelle sur la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement du système photon-électron, on trouve sans peine la variation de fréquence du quantum diffusé et la vitesse de l'électron de recul.

En résumé, la formule du rayonnement purement thermique constitue une base expérimentale solide pour la théorie des quanta. L'effet photoélectrique et l'effet Compton rendent presque nécessaire la considération des grains de radiation.

Nous avons déjà vu, à propos de l'effet Compton, comment le quantum s'introduit dans certaines formules de la mécanique des solides. Pour expliquer les phénomènes du rayonnement par les mouvements des électrons dans les atomes, Bohr a établi sous la forme de postulats deux conditions, une condition mécanique et une condition optique du quantum, s'ajoutant aux principes de la dynamique et de l'électrodynamique classiques. Bohr admet que, contrairement aux lois de l'électromagnétisme classique, les électrons tournant sur leur orbite autour du noyau central de l'atome, n'émettent pas d'énergie rayonnante, mais que ceci a lieu seulement quand les électrons passent d'une orbite «stationnaire» sur une autre. La condition mécanique de Bohr est que le moment de la quantité de mouvement de l'électron autour du noyau est un multiple de $\frac{h}{2\pi}$. Cette condition exige que le mouvement de l'électron se fasse sur certaines orbites de grandeur déterminée, à l'exclusion de toutes les autres. De même l'absorption de l'énergie rayonnante ne peut se faire que par un passage d'électrons d'une orbite «permise» sur une autre. La condition optique du quantum est que l'énergie libérée ou emmagasinée par un électron dans le passage d'une orbite «stationnaire» sur une autre, ou d'un niveau énergétique «permis» à un autre, est un multiple du quantum complet $h.\times N$. Cette relation permet de calculer, connaissant les niveaux énergétiques de l'électron, la fréquence de la radiation monochromique correspondant à l'émission ou à l'absorption. Les formules sont remarquablement véri-

fiées par l'expérience, en particulier pour l'hydrogène et l'hélium ionisé qui présente, au point de vue du rayonnement, la même configuration que l'hydrogène. Il faut faire remarquer que les postulats de Bohr ne suffisent pas à traiter la question de la polarisation du rayonnement émis ainsi que celle des intensités.

Les postulats de Bohr, combinés avec les principes de la mécanique classique, constituent en somme une nouvelle mécanique applicable aux phénomènes d'échelle atomique. Cette mécanique des quanta est, à vrai dire, un mélange hétéroclite assez curieux de principes classiques avec le principe des quanta d'énergie.

La question se posait donc de savoir s'il n'était pas possible d'obtenir les postulats de Bohr à partir d'un principe plus général, moins étrange, et c'est Louis de Broglie qui a réussi à le trouver (1924). La doctrine à laquelle il a donné son nom s'appelle la Mécanique Ondulatoire. Il part du principe: A tout élément de matière qui, dans un système de référence possède l'énergie W, on peut associer dans ce système un phénomène périodique dont la fréquence est définie par la relation $W = h \times N$. En partant de ce nouveau postulat, on montre que la condition mécanique du quantum telle qu'elle a été établie par Bohr est une conséquence de la condition optique, et la condition mécanique s'introduit aussi d'une manière plus naturelle que dans la théorie de Bohr.

La mécanique ondulatoire permet de donner de tout point matériel une description par des ondes, dont l'aspect est lié très étroitement au point matériel. Notamment la fréquence de ces ondes peut être calculée si on connaît la quantité de mouvement de l'élément matériel (produit de la masse de l'élément par sa vitesse).

A l'origine de la théorie on considérait, comme nous venons de le faire, les ondes associées comme une autre manière de décrire les phénomènes. Mais Einstein alla plus loin: il affirmait l'existence réelle des ondes, et dès lors la possibilité était donnée de vérifier expérimentalement les prévisions de la Mécanique ondulatoire.

Si on considère un faisceau d'électrons produits sous une tension appropriée, telle que la fréquence des ondes associées qu'on peut calculer par la formule de Louis de Broglie corresponde à celle des rayons X, et si les ondes-satellistes des électrons sont réelles, on doit pouvoir réaliser avec des électrons produits dans des conditions convenables des phénomènes de diffraction analogues à ceux qu'on observe avec les rayons X dans leur passage à travers les réseaux cristallins.

Des expériences pour mettre en évidence des ondes associées aux éléments matériels ont été faites dès 1927 par différents physi-

ciens. Nous mentionnerons les expériences de G. P. Thomson qui a dirigé un faisceau homogène d'électrons produits sous une différence de potentiel de plusieurs dizaines de milliers de volts à travers un film extrêmement mince formé de microcristaux d'une substance déterminée (Al, Au, Pt, celluloïd). La trace des électrons transmis à travers la lame fut reçue sur une plaque photographique parallèle au film où on pouvait déceler une série d'anneaux dus à l'impression photographique produite par des électrons sur la plaque et accusant des maxima très accentués. On a également réalisé pour les électrons, tout comme pour les rayons X, la diffraction à l'aide de réseaux lignés ordinaires.

Ainsi, un essaim d'électrons en mouvement, phénomène discontinu au premier abord, présente des particularités qu'on ne saurait expliquer qu'en admettant la distribution continue de l'énergie sur une onde. Par la Mécanique ondulatoire on a ainsi réalisé la synthèse entre la conception continue et la conception discontinue des phénomènes physiques. La matière est bien construite d'une manière discontinue (atomes), l'électricité sous la forme du courant ou de l'électricité au repos est constituée par des grains appelés électrons; en plus, la Mécanique ondulatoire nous apprend qu'à chacun de ces grains est associé un système d'ondes qui, suivant la valeur de la masse et de la vitesse de la particule, se manifestent différemment. L'abîme qui séparait la théorie des quanta de la physique classique est heureusement comblé.

Notre conception du monde physique s'en trouve profondément modifiée. Nous ne pouvons plus classer les phénomènes en phénomènes matériels d'une part, phénomènes ondulatoires de l'autre. L'électron est le prototype de tout ce qui manifeste des propriétés matérielles; mais il est doué de propriétés ondulatoires comme tout grain de matière. Inversement, les radiations comme nous l'avons signalé à propos de la théorie des photons sont considérées comme douées de propriétés mécaniques, comme ayant une masse et une quantité de mouvement. Un photon, considéré individuellement, n'a pas seulement une énergie $E = h \times N$; il possède une quantité de mouvement, qui, d'après la mécanique relativiste, s'exprime par E/c, c désignant la vitesse de la lumière.

Cette conception des propriétés mécaniques des radiations est d'ailleurs beaucoup plus ancienne que la Mécanique ondulatoire; elle remonte à la découverte de la pression de radiation (1874).

La Mécanique ondulatoire a reçu une généralisation importante par Schrœdinger qui l'a établie d'une manière indépendante de la théorie de la relativité contrairement à la façon de procéder de Louis de Broglie.

Elle a contribué puissamment à accroître nos connaissances théoriques sur les séries spectrales des éléments. Quant à la dualité de la matière et du rayonnement, ce sont les développements ultérieurs de la théorie des quanta qui ont aidé à élucider ce problème.

La Mécanique ondulatoire a mis en évidence la dualité entre les propriétés des radiations et de la matière. Dans l'effet Compton par exemple le photon se comporte comme un grain matériel, un véritable projectile doué de quantité de mouvement; dans les expériences de Thomson l'électron apparaît comme s'il était accompagné sur son parcours d'un groupe d'ondes donnant lieu à des interférences. Il semble qu'il existe dans la nature une réalité qu'il nous est possible d'observer sous un double aspect: matériel et ondulatoire. Et c'est la réalisation de cette synthèse entre deux conceptions diamétralement opposées qui détermine, malgré des difficultés encore à résoudre, la place prépondérante de la Mécanique ondulatoire dans l'évolution de la physique.

A propos des conditions de milieu de la station luxembourgeoise d'Hymenophyllum tunbridgense (L) Sm.

Marcel HEUERTZ, Dr. ès sc.

Dans sa monographie sur la station luxembourgeoise d'Hymenophyllum tunbridgense (L) Sm., Monsieur le prof. *Edm. J. Klein* *) a exposé l'historique de la découverte de notre joyau botanique par Dumortier, Michel et Koltz, l'étude anatomique de M. le prof. Assa, ainsi que ses propres recherches biologiques sur l'emplacement très spécial des différentes colonies de la fougère et les conditions de milieu servant à l'expliquer causalement.

M. Klein a établi et illustré par un schéma très suggestif (Lagediagramm der Hymenophyllum-Standorte) les points suivants:

---

*) Edm. J. Klein. «Hymenophyllum tunbridgense (L) Sm., das Juwel des Luxemburger Sandsteins. Ein Beitrag zur Pflanzengeographie des Großherzogtums». Bulletins de la Société des Naturalistes Luxembourgeois. 1916. — Ce travail a paru, amplifié, sous le même titre, dans les «Cahiers Luxembourgeois». 1926.

Voir aussi: «L'Hymenophyllum et ses conditions de vie» par le Dr Klein, Président de l'Institut Grand-Ducal du Luxembourg. Congrès national des Sciences. Bruxelles. 1930.