

l'absence de toute corrélation nécessaire entre les points de deux géodésiques différentes d'une même surface.

Ces remarques paraissent importantes au point de vue théorique. La confrontation avec l'expérience dans le cas particulier du mouvement du périhélie de Mercure donne lieu aux constatations suivantes.

L'avance séculaire constatée est de $574''$. La théorie de Newton, qui entraîne les perturbations, fournit une explication satisfaisante jusqu'à une limite maxima de $536''$, avec un résidu minimum inexpliqué de $38''$.

Dans la théorie d'Einstein, le mouvement déduit du ds^2 calculé par Schwarzschild donnerait, pour Mercure, une avance séculaire de $42'',9$. Mais, comme cette théorie exclut les perturbations dues aux actions mutuelles, il subsiste un résidu inexpliqué de $531''$.

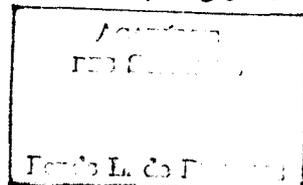
Tel est le résultat brutal.

On pourrait concevoir un perfectionnement de la forme quadratique de Schwarzschild. Si l'on arrivait à calculer un ds^2 à quatre variables seulement, fournissant une représentation satisfaisante des mouvements des planètes avec toutes leurs inégalités périodiques et séculaires, on aurait vraiment réalisé un progrès très important et fort singulier.

En attendant, on doit constater que la théorie d'Einstein, dans son état actuel, ne permet ni d'expliquer ni de prévoir, même avec l'approximation la plus grossière, le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.

OPTIQUE. — *Sur les interférences et la théorie des quanta de lumière.*

Note de M. LOUIS DE BROGLIE, présentée par M. Deslandres.



Les progrès récents de la Physique dans le domaine de l'émission et de l'absorption des radiations attirent de plus en plus l'attention sur la théorie des quanta de lumière suivant laquelle l'énergie de toutes les radiations (hertziennes, lumineuses, X ou γ) serait concentrée en petits éléments indivisibles, égaux à $h\nu$ ⁽¹⁾ constituant, en quelque sorte, les « atomes de lumière » de la fréquence ν considérée. Ces atomes de lumière pourraient d'ailleurs, en certains cas, s'agglomérer en molécules. L'explication par la théorie des quanta de lumière des phénomènes jusqu'ici interprétés par l'hypothèse des ondulations tels qu'interférence, diffusion, dispersion, etc., paraît fort pénible, et pour la mener à bien, il faudra sans doute faire un compromis

(1) h = constante de Planck = $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg-sec.

entre l'ancienne théorie et la nouvelle en introduisant dans celle-ci la notion de périodicité. Quand cette synthèse aura été faite, les équations de Maxwell apparaîtront sans doute comme une approximation continue (valable dans beaucoup de cas, mais non dans tous) de la structure discontinue de l'énergie radiante, comme les équations continues de l'hydrodynamique représentent, d'une façon satisfaisante, les mouvements à notre échelle des fluides dont la structure atomique ne fait plus aucun doute.

Ici, nous voulons insister sur une idée susceptible peut-être de faciliter la construction d'une théorie des interférences en harmonie avec l'existence des quanta de lumière.

On sait que les fluctuations du rayonnement noir dans un volume V d'une enceinte en équilibre thermique sont régies par la relation

$$\overline{\varepsilon^2} = kT^2 \frac{dE}{dT} \quad (1)$$

[T température de l'enceinte, k constante de Boltzmann, ε écart par rapport à sa valeur moyenne E de la valeur instantanée de l'énergie de fréquence ν et d'intervalle spectral $d\nu$ contenu dans le volume V].

Si l'on suppose d'abord le rayonnement noir régi par la loi de distribution spectrale de Rayleigh-Jeans $E = \frac{8\pi k}{c^3} \nu^2 TV d\nu$, on trouve

$$\overline{\varepsilon^2} = \frac{c^3}{8\pi\nu^2 d\nu} \times \frac{E^2}{V},$$

et ce résultat, comme on devait s'y attendre, coïncide avec celui que fournit le calcul des interférences du rayonnement noir conduit d'après les règles de la théorie électromagnétique.

Si l'on adopte comme loi de distribution la loi de Wien

$$E = \frac{8\pi h}{c^3} \nu^3 e^{-\frac{h\nu}{kT}} V d\nu$$

qui correspond à l'hypothèse d'une radiation entièrement fractionnée en quanta $h\nu$, on trouve $\overline{\varepsilon^2} = h\nu E$, résultat facile à retrouver en raisonnant directement sur les fluctuations des quanta de lumière.

(1) Voir LORENTZ, *Les théories statistiques en Thermodynamique* (Conférence au Collège de France) rédigées par M. DUNOYER, Hermann, p. 71.

Enfin, dans le cas *réel*, celui de la loi de Planck

$$E = \frac{8\pi h}{c^3} \nu^3 \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} V d\nu,$$

on trouve, comme M. Einstein l'a montré au Congrès de Bruxelles en 1911,

$$\bar{\varepsilon}^2 = h\nu E + \frac{c^3}{8\pi\nu^2} \frac{E^2}{V};$$

$\bar{\varepsilon}^2$ est donc la somme de ce qu'il serait : 1° si la radiation était purement ondulatoire; 2° si la radiation était entièrement divisée en quanta $h\nu$.

Au point de vue de la théorie des quanta de lumière, il paraît logique d'écrire la formule de Planck sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} E &= \frac{8\pi h}{c^3} \nu^3 e^{-\frac{h\nu}{kT}} V d\nu + \frac{8\pi h}{c^3} \nu^3 e^{-\frac{2h\nu}{kT}} V d\nu + \dots \\ &= \sum_n \frac{8\pi h}{c^3} \nu^3 e^{-\frac{nh\nu}{kT}} V d\nu = E_1 + E_2 + \dots + E_n + \dots \end{aligned}$$

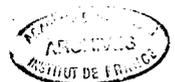
Le premier terme E_1 correspondrait à l'énergie divisée en quanta $h\nu$, le second E_2 à l'énergie divisée en quanta $2h\nu$ (molécules de lumière à 2^{es}), et ainsi de suite. La formule des fluctuations donne alors

$$\bar{\varepsilon}^2 = h\nu E_1 + 2h\nu E_2 + 3h\nu E_3 + \dots = \sum_n n h\nu E_n,$$

et cette formule est bien celle qui correspond à un « gaz de lumière » formé de molécules et d'atomes. Naturellement, cette nouvelle forme est identique au fond à celle d'Einstein en raison de l'identité facile à vérifier

$$\sum_n (n-1) h\nu E_n = \frac{c^3}{8\pi\nu^2} \frac{E^2}{V}.$$

Si l'on examine bien ces formules, on verra qu'elles ont la signification suivante : Au point de vue des quanta de lumière, les phénomènes d'interférences paraissent liés à l'existence d'agglomérations d'atomes de lumière dont les mouvements ne sont pas indépendants, sont cohérents. Dès lors, il est naturel de supposer que si la théorie des quanta de lumière parvient un jour à interpréter les interférences, elle devra faire intervenir de telles agglomérations de quanta.



CHIMIE PHYSIQUE. — *Analyse magnétique des silicates et des acides siliciques.*

Note (1) de M. PAUL PASCAL, présentée par M. H. Le Chatelier.

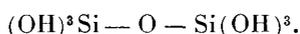
La détermination des susceptibilités moléculaires des silicates d'éthyle a donné les résultats suivants :

Si(OC ² H ⁵) ⁴	—1380.10 ⁻⁷	et	—1374.10 ⁻⁷
Si ² O(OC ² H ⁵) ⁶	—2173.10 ⁻⁷	et	—2169.10 ⁻⁷

Défalquant de ces nombres la part contributive des radicaux (OC²H⁵), on obtient pour les groupes siliciés les valeurs

			Moyenne.
Si.....	—130.10 ⁻⁷	et	—124.10 ⁻⁷
Si ² O.....	—298.10 ⁻⁷	et	—294.10 ⁻⁷
			—127.10 ⁻⁷
			—296.10 ⁻⁷

Dans le dernier groupement, l'oxygène compte pour $-(296 - 2 \times 127) \cdot 10^{-7}$, soit $-42 \cdot 10^{-7}$, c'est-à-dire presque exactement l'apport $-46 \cdot 10^{-7}$ de l'oxygène des éthers-oxydes ou des radicaux hydroxylés. L'acide silicique Si²O⁷H⁶ se comporte donc bien comme un produit d'anhydrisation de l'acide orthosilicique SiO⁴H⁴, et l'on est fondé à lui attribuer la formule développée



Les déterminations précédentes, relatives à des éthers-sels, permettent de remonter aux propriétés magnétiques des acides correspondants, grâce aux règles d'additivité vérifiées directement dans un très grand nombre de cas; l'étude de la silice anhydre O = Si = O permet le même calcul pour l'acide métasilicique O = Si(OH)².

On obtient ainsi les valeurs théoriques suivantes des susceptibilités moléculaires χ_m et spécifiques χ_s :

		χ_m .	χ_s .
O.	Si(OH) ⁴	—426.10 ⁻⁷	—4,42.10 ⁻⁷
H.	Si ² O(OH) ⁶	—747.10 ⁻⁷	—4,28.10 ⁻⁷
M.	SiO(OH) ²	—333.10 ⁻⁷	—4,26.10 ⁻⁷

Reste à savoir si ces acides, ou d'autres acides plus condensés, pourraient être magnétiquement décelés dans les gels de silice et dans la silice précipitée où Tschermack a cru voir tant d'acides siliciques distincts.

S'il en était ainsi, et si les échantillons de « silice hydratée » ne conte-

(1) Séance du 30 octobre 1922.