

III. RECHERCHES SUR LA DÉPENDANCE ENTRE LE RAYONNEMENT D'UN CORPS ET LA NATURE DU MILIEU ENVIRONNANT.

(Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, t. CXXII, 1896; pp. 230-232).

Clausius a déduit (*Pogg. Ann.*, t. CXXXI) des principes de la Thermodynamique une loi qui établit une dépendance entre la radiation calorifique et le milieu dans lequel le corps rayonnant est plongé: le pouvoir d'émission devrait être proportionnel, selon Clausius, au carré de l'indice de réfraction du milieu ¹⁾.

La seule tentative d'une vérification expérimentale a été faite par Quintus Icilius (*Pogg. Ann.*, t. CXXVII); il mesurait la radiation d'une plaque noire enfermée dans une boîte qui était remplie d'hydrogène ou d'acide carbonique. Le résultat est bien problématique à cause de la petitesse du pouvoir réfringent des gaz et, chose bien plus grave encore, contraire à la théorie, puisque ce savant a négligé la réfraction des rayons à la superficie entre l'air et le gaz, qui devait produire un effet contraire et presque égal à l'effet du milieu.

J'ai essayé de vérifier cette formule, en évitant ces défauts, ce savant à l'aide d'un dispositif semblable à celui employé pour la mesure relative de la conductibilité calorifique des liquides, d'après Christiansen.

¹⁾ [Cette loi, indiquée par R. Clausius en 1864, avait déjà été énoncée par G. Kirchhoff au § 14 du célèbre Mémoire *Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente* (Abhandl. der Berl. Acad., 1861; 2. Ausgabe, Berlin 1862; Gesammelte Abhandlungen, p. 571). Ed.]

Supposons trois plaques parallèles, à des distances égales = b ; que la supérieure noire soit maintenue à la température θ (par la vapeur d'éther à 35°), l'inférieure, aussi noire, refroidie par de la glace à zéro. Imaginons que la plaque du milieu, bien polie, réfléchisse complètement les radiations calorifiques; dans ce cas, sa température sera la moyenne = $\frac{\theta}{2}$, si la conductibilité ne varie pas avec la température et si les distances sont égales; au cas contraire, elle en diffère un peu: = $\frac{\theta}{2} + \Delta$.

Si nous couvrons la face supérieure de cette plaque d'un vernis noir, d'un pouvoir d'absorption égal à m , la radiation produira une élévation de température égale à $\frac{\sigma e^{-ab} m}{2k}$, où σ désigne le pouvoir d'émission de la plaque supérieure, k la conductibilité du milieu et α son coefficient d'absorption.

En faisant les deux mêmes opérations une fois dans l'air, l'autre fois dans un liquide, nous pouvons trouver le rapport des radiations dans les deux cas en fonction de la conductibilité et du pouvoir d'absorption du liquide.

Une analyse plus exacte montre qu'il faut tenir compte encore, d'une part, de l'obliquité des rayons différents, ce qui fait remplacer le facteur e^{-ab} par

$$2 \int_1^{\infty} \frac{e^{-abx}}{x^3} dx,$$

et, d'autre part, de ce que le liquide réchauffé émet lui-même aussi des radiations, et qu'il faut ajouter, par conséquent, un terme

$$2 \alpha \int_1^{\infty} \frac{dx}{x^4} \int_0^{bx} e^{-ar} r dr,$$

et, enfin, que le rayonnement change aussi un peu la température du milieu, par conséquent l'accroissement linéaire de la température et le flux de chaleur, ce qui fait ajouter un terme

$$\frac{2}{\alpha b} \left(\frac{1}{3} + \int_1^{\infty} \frac{e^{-abx}}{x^4} dx \right) - \frac{4}{\alpha^2 b^2} \left(\frac{1}{4} - \int_1^{\infty} \frac{e^{-abx}}{x^5} dx \right).$$

le tout se réduisant ainsi à l'expression

$$\frac{4}{3\alpha b} + \frac{1}{\alpha^2 b^2} \left(-1 + 4 \int_1^{\infty} \frac{e^{-ax}}{x^5} dx \right).$$

Les termes d'ordre supérieur sont négligés.

Les distances entre les plaques devaient rester bien invariables pendant les mesures, ce que j'ai effectué en les séparant par des morceaux de tubes de verre très minces; leurs contours étaient réunis par un ruban de papier qui était rendu imperméable par de la colle de poisson, l'ensemble formant ainsi une boîte qu'on pouvait remplir de liquide par des tubes latéraux. Je choisis comme liquide le sulfure de carbone, dont le coefficient d'absorption est le plus petit connu jusqu'à présent. La plaque centrale était faite en aluminium, qui ne noircit pas sous l'action du sulfure de carbone; toutes les trois étaient reliées entre elles, et avec un galvanomètre Thomson, par des fils de fer et de nickel formant des couples thermo-électriques, ce qui permettait de mesurer les différences des températures des trois plaques.

Plusieurs expériences ont donné comme résultat moyen, rapport de la radiation dans les deux milieux :

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{182.9}{511.5} \frac{k'}{k}$$

(avec une correction à cause du rayonnement extérieur).

Les valeurs de la conductibilité du sulfure de carbone, k' , trouvées par des expérimentateurs différents, varient de 0.000267 jusqu'à 0.000595; des mesures relatives à l'alcool et à l'essence de térébenthine que j'ai faites avec un appareil semblable, mais muni encore, d'après le procédé ingénieux inventé par M. Derget, d'un *guard ring*, m'ont donné

$$k' = 0.000494.$$

Si l'on prend pour k la valeur moyenne 0.000533, en y ajoutant encore 0.000161 à cause de l'absorption partielle du rayonnement par la plaque polie, on trouve

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = 2.5454,$$

et pour $\sqrt{\frac{\sigma'}{\sigma}}$, ce qui devrait être égal à l'indice de réfraction, 1,595. Par extrapolation des mesures de l'indice de réfraction, faites par M. Rubens (*Wied. Ann.*, t. XLV), d'après la formule de Ketteler, je trouve pour ces longueurs d'onde ($\lambda = 10\mu$):

$$n = 1.523.$$

La loi de Clausius se trouve donc confirmée par ces expériences d'une façon suffisante, attendu que de petites erreurs sur les grandeurs mesurées, surtout sur l'absorption, ont une influence considérable sur le résultat ¹⁾.

¹⁾ Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Lippmann, à la Sorbonne.