

Etablissement de la loi de Stefan

Le physicien autrichien Joseph Stefan avait mis au point en 1872 un dispositif qui lui permettait de mesurer avec précision la conductivité thermique des gaz. Dans un livre de 1865, le physicien irlandais John Tyndall¹ avait mesuré le rayonnement d'un fil de platine chauffé par courant électrique. Stefan, proposa en 1879 une nouvelle loi.

De la chaleur rouge faible (environ 525 ° C) à la chaleur blanche complète (environ 1 200 ° C), l'intensité du rayonnement augmente de 10,4 à 122, soit près d'un facteur douze (plus précisément 11,7). Cette observation m'a amené à prendre le rayonnement thermique comme proportionnel à la quatrième puissance de la température absolue. Le rapport entre la température absolue 273 + 1200 et 273 + 525 élevée à la quatrième puissance donne 11,6.

Il appliqua sa formule aux résultats expérimentaux de Dulong et Petit dont on donne les résultats ci-contre.

Toutes les températures sont en degrés Celsius. On notera T les températures de la première colonne et I les températures de la deuxième colonne, que l'on considérera homogène à des (J/s).

Excès de température du thermomètre sur l'enceinte.	Vitesses correspondantes de refroidissement.
240° ;	10°,69 ;
220 ;	8,81 ;
200 ;	7,40 ;
180 ;	6,10 ;
160 ;	4,89 ;
140 ;	3,88 ;
120 ;	3,02 ;
100 ;	2,30 ;
80.	1,74.

Travail à effectuer

1. Soit I le rayonnement thermique dont parle Stefan. Proposer une formule littérale pour la loi de Stefan. La température est ici exprimée en Kelvin.
2. A partir des données de Dulong et Petit, tracer la courbe $I = f(T^4)$. Attention à l'unité de T.
3. Déterminer le coefficient de proportionnalité et son unité.

En réalité, le coefficient de Stefan, noté σ , vaut $5,670374 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

4. Par analyse dimensionnelle, déterminer la surface d'échange au niveau du thermomètre dans l'expérience de Dulong et Petit. On pourra utiliser le fait qu'une puissance est homogène à une force que multiplie une vitesse et de la formule donnant l'énergie cinétique $E = \frac{1}{2} mv^2$.

¹ J. Tyndall, Heat Considered as a Mode of Motion, Longman, Green, Longman, Roberts and Green, London, 1865 (Chapitre 12).