



HAL
open science

Sur le rendement lumineux d'un radiateur intégral

Ch.-V. Drysdale

► **To cite this version:**

Ch.-V. Drysdale. Sur le rendement lumineux d'un radiateur intégral. J. Phys. Theor. Appl., 1909, 8 (1), pp.197-201. 10.1051/jphystap:019090080019700 . jpa-00241448

HAL Id: jpa-00241448

<https://hal.science/jpa-00241448v1>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SUR LE RENDEMENT LUMINEUX D'UN RADIATEUR INTÉGRAL;

Par M. Ch.-V. DRYSDALE.

Cette question peut présenter quelque intérêt en ce moment où on recherche la possibilité d'employer des corps variés comme sources de lumière. Jusqu'à ces derniers temps cependant le carbone sous ses diverses formes a été employé presque exclusivement comme source radiante, et il est intéressant de rechercher comment ce corps, qui agit sensiblement comme un corps noir, se comporte au point de vue du rendement à des températures de plus en plus élevées.

Les formules connues du rayonnement permettent facilement de calculer ce rendement.

La mieux connue de ces formules, et la plus commode pour le calcul, est celle de Wien ⁽¹⁾ :

$$(1) \quad R_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}},$$

dans laquelle λ est la longueur d'onde, T la température absolue, R_{λ} l'intensité de la radiation correspondant à la longueur d'onde λ , et C_1 et C_2 des constantes.

D'après Paschen et Wanner ⁽²⁾, la valeur de C_2 serait de 14 440, et d'après Lummer et Pringsheim ⁽³⁾ 14 700 quand λ est exprimé en microns et T en degrés centigrades.

La loi de Wien n'est pas tout à fait aussi exacte que celle de Max Planck ⁽⁴⁾ :

$$R_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} \left(e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} - 1 \right),$$

mais n'en diffère que de 1 0/0 quand λT est plus grand que $\frac{C_2}{4.6}$, soit environ 3 000. Elle peut par conséquent être employée pour le calcul.

L'énergie radiée entre deux longueurs d'onde est par conséquent :

$$(2) \quad \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R_{\lambda} d\lambda = \frac{C_1}{C_2} T \left[e^{-\frac{C_2}{\lambda_1 T}} \left(\frac{1}{\lambda_3} + \frac{3T}{C_2 \lambda_2} + \frac{6T^2}{C_2^2 \lambda} + \frac{6T^3}{C_2^3} \right) \right],$$

⁽¹⁾ *Berl. Ber.*, 9 février 1893.

⁽²⁾ *Berl. Akad. Sitzungsberichte*, II, p. 5-11 (1899).

⁽³⁾ *Verb. d. deutsch. Phys. Ges.*, p. 23 (1899).

⁽⁴⁾ *Ann. der Phys.*, I (1900).

et la radiation totale

$$R = \int_0^{\infty} R_{\lambda} d\lambda = 6 \frac{C_1}{C_2} T^4.$$

correspondant à la loi de Stefan,

$$(3) \quad R = \sigma T^4,$$

dans laquelle

$$6 \frac{C_1}{C_2} = \sigma \quad \text{et} \quad C_1 = \frac{\sigma C_2^4}{6}.$$

Plusieurs déterminations de la constante σ ont été faites, mais celle de Kurlbaum ⁽¹⁾ est généralement adoptée. Sa valeur est $5,32 \times 10^{-12}$ watts par centimètre carré.

Combinant cette constante avec celle de Lummer et Pringsheim qui donnent 14700 pour C_2 , nous trouvons $C_1 = 41400$.

Par différenciation logarithmique, nous trouvons :

$$\frac{1}{R_{\lambda}} \cdot \frac{R d_{\lambda}}{d\lambda} = -\frac{5}{\lambda} + \frac{C_2}{\lambda^2 T}.$$

qui nous donne la relation bien connue :

$$\lambda_{\max} T = \frac{C_2}{5}, \quad \text{ou} \quad \lambda_m = \frac{C_2}{5T},$$

où λ_m est la longueur d'onde correspondant au maximum de l'énergie dans le spectre (*dominant wave length*).

Ceci nous donne donc pour les calculs numériques les formules suivantes :

Radiation totale :

$$(4) \quad R = \int_0^{\infty} R_{\lambda} d\lambda = 5,32 \times 10^{-12} T^4 \frac{\text{watts}}{\text{cm}^2},$$

$$(5) \quad R_{\lambda} = 41400 \lambda^{-5} e^{-\frac{14700}{\lambda T}},$$

$$(6) \quad \lambda_{\max} T = 2940,$$

$$(7) \quad \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R_{\lambda} d\lambda = 2,82 T \left[e^{-\frac{14700}{\lambda_2 T}} \left(\frac{1}{\lambda_3} + 2,04 \times 10^{-4} \frac{T}{\lambda^2} + 2,78 \times 10^{-8} \frac{T^2}{\lambda} + 1,89 \times 10^{-12} T^3 \right) \right].$$

⁽¹⁾ *Ann. Phys. Chem*, LXV, 4, p. 746-748 (1898).

Pour obtenir le rendement en radiation lumineuse, il suffit de calculer les valeurs des dernières intégrales entre les limites du spectre, et à diviser par la radiation totale R ; nous obtiendrons le rendement lumineux :

$$(8) \quad \tau_{IR} = 5,3 \times 10^{11} \left[e^{-\frac{14700}{\lambda T}} \left(\frac{1}{\lambda^3 T^3} + \frac{2,04 \times 10^{-4}}{\lambda^2 T^2} + \frac{2,78 \times 10^{-8}}{\lambda T} + 1,89 \times 10^{-12} \right) \right]$$

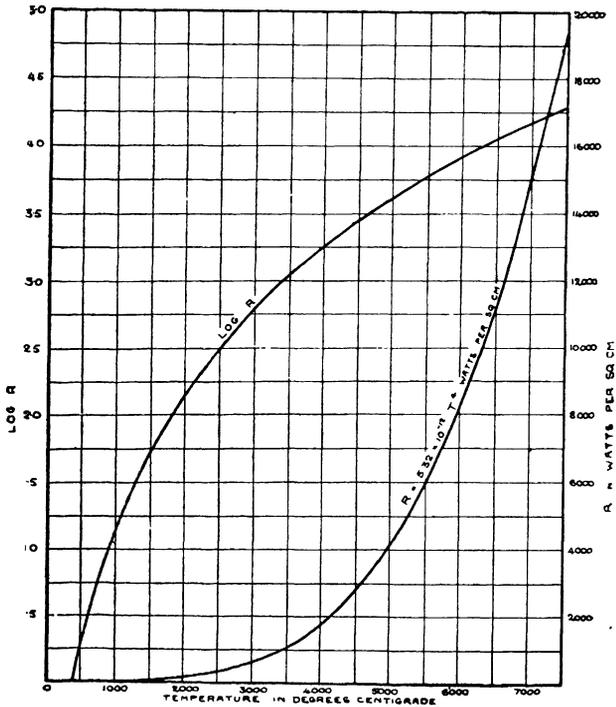


FIG. 1.

Les courbes ci-jointes ont été tracées par mon assistant, M. A.-F. Burgess, B. Sc. La *fig. 1* donne la relation entre la radiation totale en watts par centimètre carré et la température calculée par la formule (4). La *fig. 2* montre la relation entre l'intensité de la radiation et la longueur d'onde par la température de l'échelle centigrade d'après la formule (5).

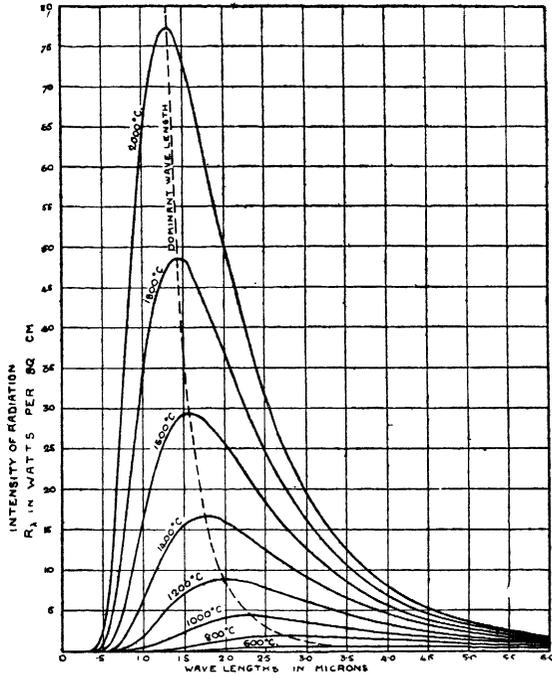


FIG. 2.

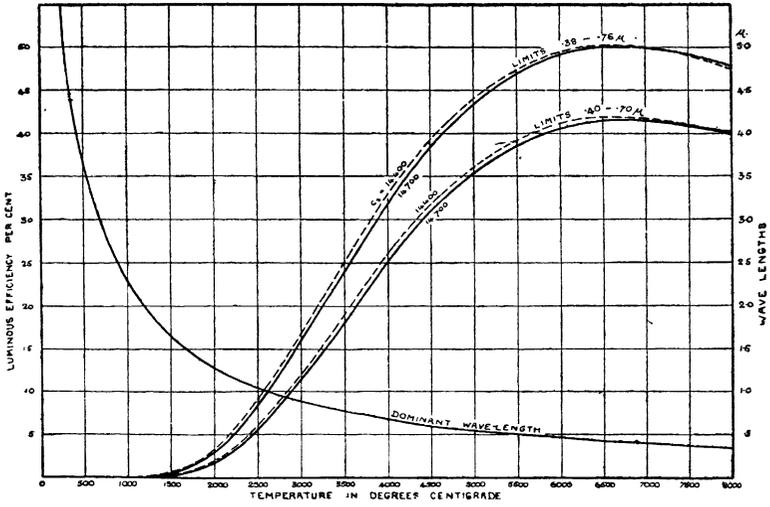


FIG. 3.

Enfin, la *fig. 3* montre la relation entre la longueur d'onde correspondant au maximum de l'énergie et la température d'après la formule (6) et le rendement lumineux μ_r d'après (8) pour deux valeurs différentes de limites spectrales, l'une des courbes est calculée entre 0,38 et 0,76 et l'autre de 0,40 à 0,70 μ . Cette dernière comprend la totalité de l'énergie lumineuse pratiquement utilisée.

Les courbes en pointillé de la même figure correspondent à la valeur C_2 donnée par Paschen et Wanner, et ne diffèrent pas sensiblement des autres.

Ces courbes permettent de voir d'un coup d'œil dans quelles limites étendues le rendement dépend de la température et combien il est faible aux températures que nous savons atteindre.

A 1500° C., le rendement est seulement de l'ordre de 1 0/0, et, à 2000° C., il n'est encore que de 3 0/0 environ.

Si donc on voulait obtenir un rendement lumineux appréciable d'un radiateur intégral par la seule élévation de température, il faudrait atteindre de 4 à 6 000° C., les rendements atteignant respectivement 30 et 50 0/0 à ces deux températures.

Ceci montre fortement la nécessité de s'orienter vers des corps donnant des radiations sélectives (luminescence).

Il est à noter que la température donnant le maximum de rendement à un corps noir est dans le voisinage de la température du soleil indiquée par MM. Féry et Millochau, ce qui semble montrer que l'hypothèse qu'ils ont été obligés de faire, en admettant que la surface solaire se comporte comme un radiateur intégral, n'est pas très éloignée de la réalité. Cela est dû à la concordance de la longueur d'onde occupant le maximum de l'énergie dans le spectre, avec celle que produit le maximum de sensation sur la rétine, ce qui est dû vraisemblablement à l'influence de la sélection naturelle de l'œil (1).

(1) Cette remarque qu'il est très intéressant de voir vérifier en partant des seules lois du rayonnement, avait déjà été formulée : « Pour le soleil on sait, d'après les expériences de Langley, que le maximum de l'énergie est dans la partie lumineuse du spectre. Cette coïncidence provient sans doute de l'accommodation séculaire de la rétine pour la longueur d'onde qui représente le maximum de l'énergie de la radiation solaire. » C. FÉRY, *Ann. de Phys. et Chim.*, 7^e série, t. XXVII, p. 524. 1902.