



TD N° 2 : Le soleil comme un corps noir

2.1 Définition

Le rayonnement émis par un corps dépend de sa nature. L'émetteur idéal est le corps qui, pour une température donnée, émet le maximum d'énergie. Ce corps s'appelle le corps noir.

Pour le corps noir, le facteur d'absorption est donc égal à l'unité pour toutes les directions et pour toutes les longueurs d'onde. Ce corps absorbe tout le rayonnement qu'il reçoit sans en réfléchir ni transmettre une quelconque fraction. C'est le corps de référence.

Pour un corps noir : $\alpha = \alpha_\lambda = 1$

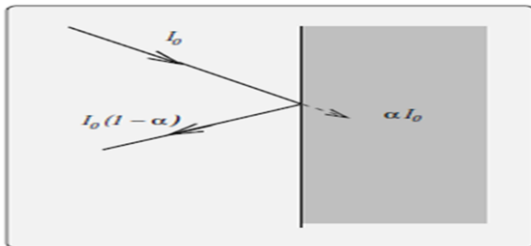


Figure : 2.1 Facteur d'absorption

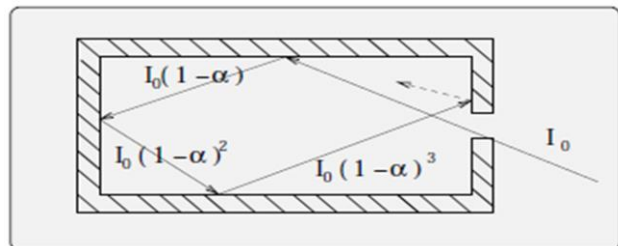


Figure : 2.2 Cavité absorbante

2.2 Réalisation d'un corps noir : la cavité absorbante

On considère une cavité dont la paroi intérieure est caractérisée par un facteur d'absorption $\alpha < 1$, pour toutes les radiations. A chaque réflexion l'intensité du faisceau réfléchi est multipliée par la quantité $(1-\alpha)$. Après n réflexions l'intensité du faisceau réfléchi est multipliée par $(1-\alpha)^n$ qui tend vers 0. Le rayonnement est donc rapidement absorbé (voir la figure 2.2).

2.3 Emission et absorption du rayonnement du corps noir

2.3.1 Loi de Lambert

Pour un corps noir, la luminance est indépendante de la direction du rayonnement et d'une façon générale de tous les paramètres sauf de la température. La luminance et l'émittance du corps noir ne dépendent que de la température absolue.

L'émittance monochromatique $M_{\lambda,T}^0$ ne dépend que de la température T et de la longueur λ et l'on a :

$$\int_{\lambda} M_{\lambda,T}^0 = M_{(T)}^0$$

Où : $M_{(T)}^0$ ne dépend que de la température.

2.3.1 Loi de Stephan

L'émittance énergétique totale (puissance rayonnée par unité de surface) est proportionnelle à la puissance quatrième de la température absolue de la surface du corps.

$$M_{(T)}^0 = \sigma \cdot T^4$$

Avec : σ , constante de Stephan $\sigma = 5,663897 \cdot 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

La température étant le seul paramètre caractérisant l'émittance énergétique totale. Puisque le corps noir à la loi Lambert, la luminance est :

$$L = \frac{M}{\pi} = \frac{\sigma T^4}{\pi}$$

$$L = 1,8044 \cdot 10^{-8} T^4 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$$

Sr : stéradian (unité d'angle solide)

Exercice 1:

Le flux d'énergie rayonnée par le soleil reçu par la surface de Venus vaut : $P = 210 \text{ W.m}^{-2}$. Comme tout corps de température non nulle, Venus perd de l'énergie par rayonnement.

- Calculer la température moyenne à la surface de Venus en le considérant comme un corps noir. On suppose que l'équilibre radiatif est atteint.
- Que pensez-vous du résultat ?
- Sachant que la vraie température moyenne à la surface de Venus est d'environ $450 \text{ }^\circ\text{C}$, dit pourquoi ?

Exercice 2:

Pour chauffer une pièce, on utilise un radiateur cylindrique de diamètre $D = 20 \text{ cm}$ et de longueur $L = 0,5 \text{ m}$. Ce radiateur rayonne se forme d'un cercle comme un corps noir et émet une puissance de 1 kW . On néglige les échanges par convection et conduction.

- Calculer la température T du radiateur en $^\circ\text{C}$.
- Déterminer la longueur d'onde λ_m pour laquelle la densité spectrale d'énergie émise par le radiateur est maximale.
- Quelle devrait être la température du radiateur pour que cette longueur d'onde soit de 2 mm ?
Quelle serait alors la puissance dégagée?

NB : $P = \varepsilon S \sigma T^4$ (ε , émissivité de la surface, est égale à 1 car le radiateur rayonne comme le corps noir)