

Université BATNA II – Faculté de Technologie
 Département de mécanique

« Corrigé type »

Examen de Rayonnement

Master 1 – Energies renouvelables en Mécanique

2017/2018

Réponse Question de cours : [4 points]

- 1) Réponse : c) $\Phi = \sigma \times T^4$ [1 pts]
- 2) Réponse : d) $I_x = I_n \times \cos\theta$. [1 pts]
- 3) Réponse : oui. [1 pts]
- 4) Réponse : Exprime la longueur d'onde pour laquelle l'émittance est maximale : [0.5 pts]
 $\lambda_{\max} = 2898/T$ (µm) [0.5 pts]

Solution d'exercice 1 : [6 points]

1) Le flux de chaleur échangé par rayonnement entre les deux corps :

Longueurs d'ondes : $\lambda_1 = 1.6345 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 2.065 \mu\text{m}$

$$\Rightarrow T_1 = 2898/\lambda_1 = 1773\text{K} \text{ et } T_2 = 2898/\lambda_2 = 1403\text{K} \quad [2 \text{ pts}]$$

$$\text{Donc : } \sigma(T_1^4 - T_2^4) \Rightarrow \Phi = 5.67 \times 10^{-8} (1773^4 - 1403^4) \quad [2 \text{ pts}]$$

$$\Rightarrow \Phi = 5.67 \times 60071.4 \Rightarrow \Phi = 340.6 \text{ kW/m}^2$$

2) La luminance énergétique pour chaque corps $L = M \times \pi$

$$L_1 = M_{\lambda, T_1}^0 / \pi = \sigma \times T_1^4 / \pi = 5.67 \times 10^{-8} \times 1773^4 / 3.14 \Rightarrow L_1 = 178.4 \text{ kW} / \text{m}^2 \cdot \text{sr} \quad [2 \text{ pts}]$$

$$L_2 = M_{\lambda, T_2}^0 / \pi = \sigma \times T_2^4 / \pi = 5.67 \times 10^{-8} \times 1403^4 / 3.14 \Rightarrow L_2 = 69.9 \text{ kW} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$$

Solution d'exercice 2 : [5 points]

1) La puissance dissipée par rayonnement est :

$$P = \varphi = \varepsilon \times \sigma \times T^4 \times S = M_T \times S \text{ et } S = \pi DL \quad [1 \text{ pts}]$$

$$P = \varepsilon \times \sigma \times T^4 \times \pi DL \text{ ----- (1)}$$

D'autre part, on a :

$$P = U^2 / R \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} \text{ et aussi : } R = \frac{\rho L}{S} = \frac{4\rho L}{\pi D^2}$$

$$\text{d'ou : } P = \frac{U^2}{R} = \frac{\pi D^2 U^2}{4\rho L} \text{ ----- (2) [1 pts]}$$

Des deux équations (1) et (2) : $\varepsilon \times \sigma \times T^4 \times \pi DL = \frac{4\rho LU^2}{\pi D^2} \Rightarrow D^3 \Rightarrow D = \sqrt[3]{\frac{4\rho U^2}{\pi^2 \varepsilon \times \sigma \times T^4}}$ [1 pts]

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 90 \times 10^{-8} (220)^2}{(3.14)^2 \times 0.3 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (2600)^4}} = \sqrt[3]{\frac{0.17424}{76640265688.9}} = 1.31 \times 10^{-4} \text{ m} \quad [1 \text{ pts}]$$

En remplaçant dans l'une des deux équations :

$$P = \frac{\pi D^2 U^2}{4\rho L}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\pi D^2 U^2}{4\rho P} = \frac{3.14 (1.31 \times 220)^2 10^{-8}}{4 \times 90 \times 500 \times 10^{-8}} = 1.45 \text{ m} \quad [1 \text{ pts}]$$

Deuxième méthode de solution de l'exercice (2) :

- La puissance dissipée par rayonnement est donnée par :

$$P = \varphi = \varepsilon \times \sigma \times T^4 \times S = M_T \times S \text{ et } P = 500W$$

- L'émittance du filament est donnée par : $M_T = \varepsilon \times \sigma \times T^4$

$$M_T = 0.3 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (2600)^4 = 777.3 \text{ kW/m}^2 \text{ [0.5 pts]}$$

- La surface extérieure latérale du filament est :

$$S = \pi DL \Rightarrow P = M_T \times \pi DL$$

$$\text{Le produit : } \Rightarrow DL = \frac{P}{\pi M_T} = \frac{500}{3.14 \times 777.3 \times 10^{-3}} = 2.04 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ -----(1) [1 pts]}$$

La résistance électrique du filament est : $R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220)^2}{500} = 96.8 \Omega \text{ [0.5 pts]}$

$$\text{et aussi : } R = \frac{\rho L}{S} = \frac{4\rho L}{\pi D^2} \Leftrightarrow \frac{L}{D^2} = \frac{\pi R}{4\rho} = \frac{3.14 \times 96.8}{4 \times 90 \times 10^{-8}} = 0.84 \times 10^8 \text{ m}^{-1} \text{ -----(2) [1 pts]}$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{DL}{L/D^2} \Leftrightarrow D^3 = \frac{2.04 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{0.84 \times 10^8 \text{ m}^{-1}} = 2.42 \times 10^{-12} \text{ m}^3 \Rightarrow D = \sqrt[3]{2.42 \times 10^{-12} \text{ m}^3} = 1.34 \times 10^{-4} \text{ m [1 pts]}$$

$$\text{de (1) : } DL = 2.04 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \Rightarrow L = \frac{2.04 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{1.34 \times 10^{-4} \text{ m}} = 1.52 \text{ m [1 pts]}$$

Solution d'exercice 3 : [5 points]

- 1) La température du disque :

Le disque est un corps noir \Leftrightarrow Energie reçue = Energie émise, donc :

$$\Rightarrow \Phi_{\text{soleil}} = E_{\text{total}} \text{ teq : } E_{\text{total}} = E_{S1} + E_{S2} = 2E_S \text{ (} S1 = S2 \text{) [1 pts]}$$

$$\Rightarrow \Phi_{\text{soleil}} = 2E_S = 2M_{\lambda,T}^0 = 2\sigma \times T^4$$

$$\Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{\Phi_{\text{soleil}}}{2\sigma}} = \left(\frac{2440}{2 \times 5.67 \times 10^{-8}} \right)^{1/4} \Rightarrow T = 383K \text{ [2 pts]}$$

- 2) Si l'émissivité de l'autre surface est nulle, la nouvelle température sera :

$$\Rightarrow \Phi_{\text{soleil}} = E_{S1} = M_{\lambda,T}^0 = \sigma \times T^4 \Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{\Phi_{\text{soleil}}}{\sigma}} = \left(\frac{2440}{5.67 \times 10^{-8}} \right)^{1/4} \Rightarrow T = 455.5K \text{ [2 pts]}$$

Remarque : tout résultat sans unité est considéré «faut !».

* La consultation des copies est programmée : Jeudi, le 14 juin 2018 à 10h00 (bureau D41)

Enseignant de la matière :

Nabil Bessanane