

ثلاثة  
ماتر  
فوزاء

السنة

Nom :	Prénom :
-------	----------

Questions de Cours : (10 pts)

- 1) Déterminer la longueur d'onde ( $\lambda$ ) et l'énergie ( $e$ ) d'un système fonctionne à une fréquence  $\nu = 2.8 \times 10^9$  Hz ?

$\lambda = \dots\dots\dots$   $e = \dots\dots\dots$

- 2) Ecrire l'équation de l'énergie émit par le corps noir  $E_b(T)$  ?

$E_b(T) = \dots\dots\dots W/m^2$

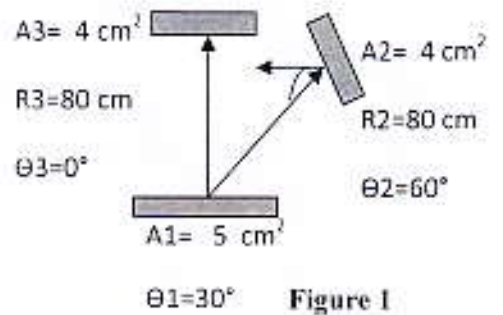
- 3) Ecrire l'expression spectrale de l'énergie émit par un corps noir  $E_{b\lambda}(\lambda, T)$  ?

$E_{b\lambda}(\lambda, T) = \dots\dots\dots W/m^2 \cdot \mu m$

- 4) Calculer les angles solides pour la figure 1 ?

$\omega_{21} = \dots\dots\dots$

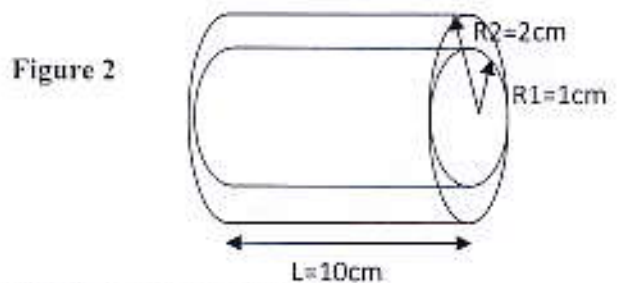
$\omega_{31} = \dots\dots\dots$



- 5) Donner la valeur des coefficients de forme pour la configuration de la figure 2 ?

$F_{12} = \dots\dots\dots$

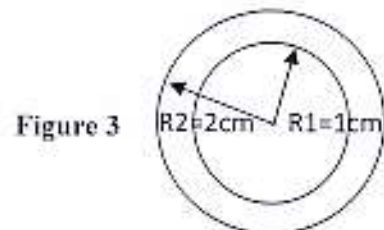
$F_{21} = \dots\dots\dots$



- 6) Donner la valeur des coefficients de forme pour la configuration de la figure 3 ?

$F_{11} = \dots\dots\dots$

$F_{22} = \dots\dots\dots$



### Exercice 01 :

Une ampoule électrique munie d'un filament de tungstène dont on estime la température à environ 3200 K (Figure 4). Il est demandé, en appliquant les lois du corps noir :

- 1) Déterminer la fraction de l'énergie  $f_{0.40-0.76}$  émise dans le visible  $\lambda \in [0.40, 0.76]$  ?
- 2) Donner la valeur de la longueur d'onde maximale  $\lambda_{Max}$  ?



Figure 4

### Exercice 02 :

On considère que le cube (figure 5) est un corps noir, Calculer :

- 1) l'énergie totale (en Watt) émit  $E_b(T)$  par le cube présenté dans la figure 5 ?
- 2) l'énergie du spectre  $E_b(\lambda, T)$  pour une longueur d'onde  $\lambda = 4 \mu\text{m}$  ?

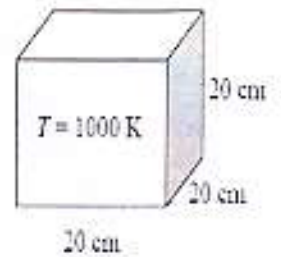


Figure 5

Bonne Chance

### Données

$$C_1 = 2\pi^5 h c_0^5 / 15 = 3.742 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4/\text{m}^2$$

$$C_2 = hc_0/k = 1.439 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$$

$$h = 6.6256 \times 10^{-34} \text{ J}$$

$$c_0 = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

**Questions de Cours : (10 pts)**

- 1) Déterminer la longueur d'onde ( $\lambda$ ) et l'énergie ( $e$ ) d'un système fonctionnant à une fréquence  $\nu = 2.8 \times 10^9$  Hz ?

$\lambda = 0.107 \text{ m} = 107 \text{ mm}$

$e = 1.86 \times 10^{-24} \text{ J}$

- 2) Ecrire l'équation de l'énergie émise par le corps noir  $E_b(T)$  ?

$E_b(T) = \sigma T^4 \quad (\text{W/m}^2)$

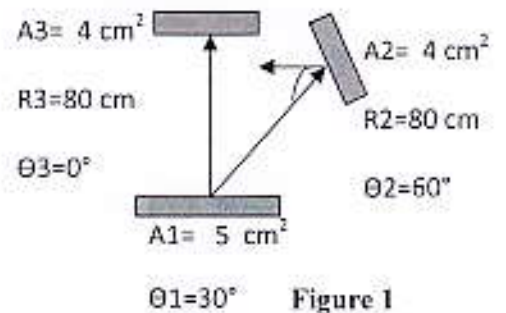
- 3) Ecrire l'expression spectrale de l'énergie émise par un corps noir  $E_{b\lambda}(\lambda, T)$  ?

$E_{b\lambda}(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5 [\exp(C_2/\lambda T) - 1]} \quad (\text{W/m}^2 \cdot \mu\text{m})$

- 4) Calculer les angles solides pour la figure 1 ?

$\omega_{21} = 3,125 \times 10^{-4} \text{ Sr}$

$\omega_{31} = 6,25 \times 10^{-4} \text{ Sr}$

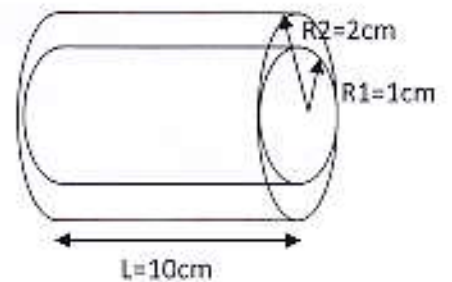


- 5) Donner la valeur des coefficients de forme pour la configuration de la figure 2 ?

$F_{12} = 1$

$F_{21} = 0.5$

Figure 2

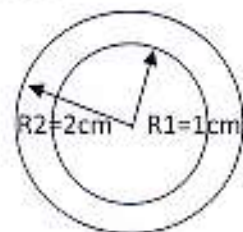


- 6) Donner la valeur des coefficients de forme pour la configuration de la figure 3 ?

$F_{11} = 0$

$F_{22} = 0.75$

Figure 3



### Exercice 01 : (05 pts)

- 1) La fraction de l'énergie  $f_{0.40,0.76}$  émise dans le visible  $\lambda \in [0.40, 0.76]$

$$\lambda_1 T = (0.40 \mu\text{m})(3200 \text{ K}) = 1280 \mu\text{mK}$$

$$\lambda_2 T = (0.76 \mu\text{m})(3200 \text{ K}) = 2432 \mu\text{mK}$$

$$\lambda_1 T \approx 1300 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_1} = 0.009924$$

$$\lambda_2 T \approx 2400 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_2} = 0.140256$$

$$f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1} = 0.140256 - 0.009924 = 0.132636 = 13.26\%$$



Figure 4

- 2) La valeur de la longueur d'onde maximale  $\lambda_{Max}$

$$(\lambda T)_{\text{max power}} = 2897.8 \mu\text{m} \cdot \text{K} \longrightarrow \lambda_{\text{max power}} = \frac{2897.8 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{3200 \text{ K}}$$

$$\lambda_{Max} = 0.905 \mu\text{m}$$

### Exercice 02 : (05 pts)

- 1) L'énergie totale (en Watt) émit  $E_b(T)$  par le cube présenté dans la figure 5

$$A_s = 6a^2 = 6(0.2^2) = 0.24 \text{ m}^2$$

$$E_b(T) = \sigma T^4 A_s = (5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^4)(1000 \text{ K})^4 (0.24 \text{ m}^2) = 1.36 \times 10^4 \text{ W}$$

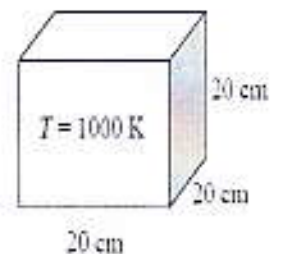
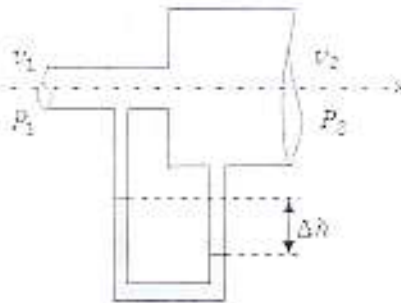


Figure 5

- 2) L'énergie du spectre  $E_{b\lambda}(\lambda, T)$  pour une longueur d'onde  $\lambda = 4 \mu\text{m}$

$$E_{b\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5 \left[ \exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1 \right]} = \frac{3.743 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4 / \text{m}^2}{(4 \mu\text{m})^5 \left[ \exp\left(\frac{1.4387 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{(4 \mu\text{m})(1000 \text{ K})}\right) - 1 \right]}$$
$$= 10.3 \text{ kW/m}^2 \cdot \mu\text{m}$$

### التمرين الأول: 8 نقاط



الشكل المقابل يمثل أنبوب داخل للماء. هذا الأنبوب يتمدد إلى توسيع مفاجئ في مقطعها، الفرق في الضغط قبل و بعد التوسيع يقاس بمانومتر زئبقي. المطلوب هو حساب التدفق الحجمي للماء عبر هذا الأنبوب علماً أن:

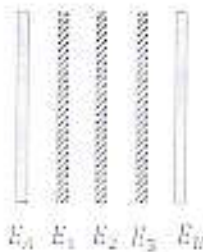
قطر مدخل الأنبوب هو  $d_1 = 0.6 \text{ m}$ . قطر مخرج الأنبوب هو  $d_2 = 1 \text{ m}$ .

الفرق في مستوى الزئبق هو  $\Delta h = 50 \text{ mmHg}$ .

معامل فايد الشحنة الثانوي الناتج عن التغير في مقطع الأنبوب هو  $K = 0.41$ .

الكثافة الحجمية للماء هي  $\rho_e = 1000 \text{ kg/m}^3$ . الكثافة الحجمية للزئبق هي  $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$ .

### التمرين الثاني: 6 نقاط



لدراسة التبادلات الحرارية بالإشعاع بين عدة حوائط معتمة و متوازية ذات مساحات كبيرة و عرضية في جيز مغرق، نعتبر حالتين  $E_1$  و  $E_2$  ذاتي الدرجة  $T_1$  و  $T_2$  على التوالي ( $E_1$  و  $E_2$  أجسام سوداء). نضع ثلاثة حوائط ( $E_3, E_4, E_5$ ) و التي نعتبرها سوداء بين  $E_1$  و  $E_2$ .

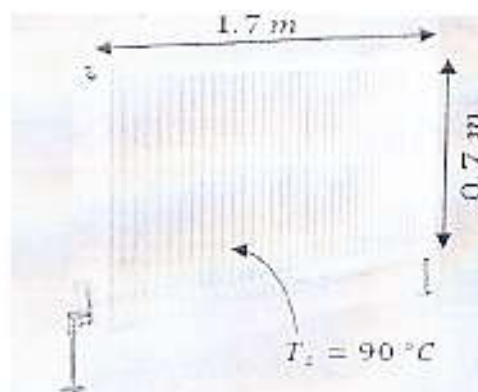
المطلوب تعيين درجات حرارة الاتزان ( $T_1, T_2, T_3$ ) للحوائط (في حالة النظام المستقر).

تعطي:  $T_1 = 300 \text{ K}$  و  $T_2 = 450 \text{ K}$ .

### التمرين الثالث (أسئلة متفرقة): 6 نقاط

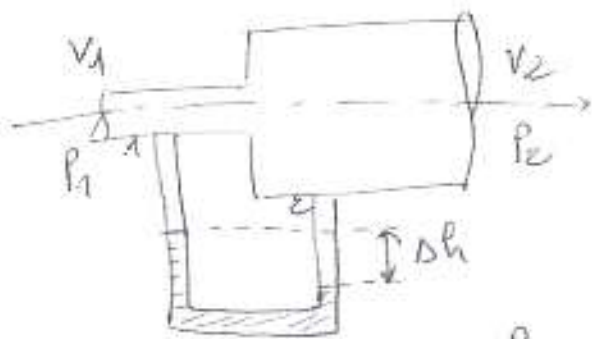
$$1- \text{ بين أنه من أجل جريان مضطرب يكون لدينا: } \overline{v \frac{\partial u}{\partial y}} = \bar{v} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v' \frac{\partial u'}{\partial y}}$$

- 2- نعتبر أنه لدينا جهاز للتدفئة المنزلي مستطيل الشكل طوله  $1.7 \text{ m}$  و عرضه  $0.7 \text{ m}$  و درجة حرارة سطحه تساوي  $T_1 = 90^\circ \text{ C}$  عند حرارة بمعدل  $1.3 \text{ kW}$  من جهة واحدة داخل غرفة درجة حرارتها تساوي  $18^\circ \text{ C}$  و ذلك عن طريق الإشعاع و الحمل الغازي معا (نعين  $\lambda = 0.026 \text{ W/mK}$  و نعتبر أن الإشعاع هو ناتج عن جسم أسود و نأخذ  $\sigma = 56.7 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ ) المطلوب هو حساب رقم نوسالت في هذه الحالة.



- التصحيح المتوحد -

التمرين الأول:



تطبيق معادلة برنولي المعتمدة  
بين المنطقتين ① و ② نجد:

$$P_1 + \rho_e g z_1 + \frac{1}{2} \rho_e V_1^2 = P_2 + \rho_e g z_2 + \frac{1}{2} \rho_e V_2^2 + \Delta P_f$$

ولدينا:

$$z_1 = z_2$$

$$V_2 = \frac{S_1}{S_2} V_1 \leftarrow V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$\Delta P_f = \frac{1}{2} K \rho_e V_1^2$$

بالتعويض نجد:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_e V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_e V_1^2 \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^2 + \frac{1}{2} K \rho_e V_1^2$$

$$\rightarrow P_1 - P_2 = \left( -\frac{1}{2} \rho_e + \frac{1}{2} \rho_e \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^2 + \frac{1}{2} K \rho_e \right) V_1^2$$

$$\rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{-\frac{1}{2} \rho_e + \frac{1}{2} \rho_e \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^2 + \frac{1}{2} K \rho_e}}$$

$$\rightarrow q_v = V_1 S_1 = S_1 \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{-\frac{1}{2} \rho_e + \frac{1}{2} \rho_e \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^2 + \frac{1}{2} K \rho_e}}$$

$$P_1 - P_2 = (\rho_e - \rho_m) g \cdot \Delta h$$

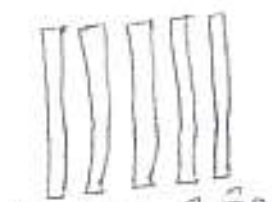
$$= (1000 - 13600) (9,81) (0,05)$$

$$= -6180,3 \text{ Pa}$$

$$q_v = 3,14 \cdot \left( \frac{0,06}{2} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{-6180,3}{-\frac{1}{2} (1000) + \frac{1}{2} (1000) \left( \frac{0,06}{1} \right)^4 + \frac{1}{2} (0,41) (1000)}}$$

$$\rightarrow q_v = 1,46 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

# التقريين الثاني :



$E_A, E_1, E_2, E_3, E_B$   
 $E_2$  من طرف  $E_1$  ويستقبل من طرف  $E_2$

بالنسبة للعائد  $E_1$  لدينا :

\* العائد  $E_1$  يستقبل من طرف  $E_A$  الشبيبة

الكمية  $\sigma T_A^4 S$  OIF

\* العائد  $E_1$  يبعث من سطحه الطاقة :

$E_1$  نحو  $\sigma T_1^4 S$  OIF

$E_1$  نحو  $\sigma T_1^4 S$

عند التوازن الاستعادي للعائد  $E_1$  تكون الطاقة الممتصة من  $E_1$  مساوية للطاقة المنبعثة من  $E_1$  أي أن :

$\sigma T_A^4 S + \sigma T_2^4 S = \epsilon \cdot \sigma T_1^4 S$  OIF

$T_A^4 + T_2^4 = \epsilon T_1^4 \rightarrow$  (1) OIF

بعض الطريقة بالنسبة للعائد  $E_2$  و  $E_3$  نجد :

$T_1^4 + T_3^4 = \epsilon T_2^4 \rightarrow$  (2) OIF

$T_2^4 + T_B^4 = \epsilon T_3^4 \rightarrow$  (3) OIF

من المعادلة (1) لدينا :  $T_1 = \frac{1}{\epsilon} (T_A^4 + T_2^4)$  بالتعويض في المعادلة (2) و (3) نجد :

$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\epsilon} (T_A^4 + T_2^4) + T_3^4 &= \epsilon T_2^4 \\ T_2^4 + T_B^4 &= \epsilon T_3^4 \end{aligned} \right.$

$\rightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\epsilon} T_A^4 + T_3^4 &= \frac{3}{\epsilon} T_2^4 \\ T_2^4 + T_B^4 &= \epsilon T_3^4 \end{aligned} \right.$

$\rightarrow \left\{ \begin{aligned} T_A^4 + \epsilon T_3^4 &= 3 T_2^4 \\ T_2^4 + T_B^4 &= \epsilon T_3^4 \end{aligned} \right.$

$T_A^4 + T_2^4 + T_B^4 = 3 T_2^4$  بالجمع نجد :

$\rightarrow \epsilon T_2^4 = T_A^4 + T_B^4$

$T_2^4 = \frac{T_A^4 + T_B^4}{\epsilon}$  OIF



$$T_2^4 = \frac{(300)^4 + (450)^4}{\epsilon} \rightarrow T_2 = 395,8 \text{ K}$$

بالنقر في المحارة ③ نجد :

$$\left( \frac{T_A^4 + T_B^4}{\epsilon} \right) + T_B^4 = \epsilon T_3^4$$

$$\rightarrow T_3^4 = \frac{T_A^4 + 3T_B^4}{4}$$

$$T_3^4 = \frac{(300)^4 + 3(450)^4}{4} \rightarrow$$

$$T_3 = 485,5 \text{ K}$$

ومن المحارة ① نجد :

$$T_A^4 + \frac{T_A^4 + T_B^4}{\epsilon} = \epsilon T_1^4$$

$$\rightarrow T_1^4 = \frac{3T_A^4 + T_B^4}{4}$$

$$\rightarrow T_1^4 = \frac{3(300)^4 + (450)^4}{4} \rightarrow$$

$$T_1 = 357,5 \text{ K}$$

التحريين الثالث :

$$\overline{v \frac{\partial u}{\partial y}} = (\overline{v} + v') \frac{\partial (\bar{u} + u')}{\partial y} \quad (1)$$

$$= \overline{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v} \frac{\partial u'}{\partial y} + \overline{v'} \frac{\partial u'}{\partial y}$$

$$= \overline{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v} \frac{\partial u'}{\partial y} + \overline{v'} \frac{\partial u'}{\partial y}$$

بما أن  $\bar{u}' = \bar{v}' = 0$  :

$$\overline{v \frac{\partial u}{\partial y}} = \overline{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \overline{v'} \frac{\partial u'}{\partial y}$$

$$Nu = \frac{h \cdot L}{\lambda}$$

$$\Phi_c = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Nu = \frac{\Phi_c}{A \cdot \Delta T} \frac{L}{\lambda}$$

:  $\lambda$  و  $L$

$$\Phi = \Phi_c + \Phi_R$$

(الحرارة)      (الاشعاع)

$$\rightarrow \Phi_c = \Phi - \Phi_R$$

$$= \Phi - \sigma \cdot A (T_s^4 - T_\infty^4)$$

$$= 1300 - 56,7 \cdot 10^{-9} \cdot (1,7 \times 0,7) (363^4 - 291^4)$$

$$= 612,3 \text{ W}$$

$$Nu = \frac{612,3}{(1,7 \times 0,7) (72)} \frac{0,7}{0,026}$$

$$\rightarrow Nu = 192,4$$