

T3-TD

Correction

T3 – 02 Rayonnement et convection

1) L'application numérique donne

$$\mathcal{P} = 1,0 \text{ kW}$$

2) La **loi de Wien** donne pour l'intérieur de la maison

$$\lambda_m \approx \frac{3 \text{ mm} \cdot \text{K}}{T_i} = 10 \mu\text{m}$$

qui est une longueur d'onde infrarouge. Les pertes thermiques par rayonnement sont ensuite

$$\mathcal{P}_{\text{ray,int}} = \varphi S = \sigma T_i^4 S$$

d'après la **loi de Stefan**. L'application numérique donne

$$\mathcal{P}_{\text{ray,int}} = 3,6 \text{ kW}$$

3) Le flux radiatif total, de l'intérieur vers l'extérieur, est

$$\mathcal{P}_{\text{tot}} = \mathcal{P}_{\text{ray,int}} - \mathcal{P}_{\text{ray,ext}} = \sigma (T_i^4 - T_e^4) S = 0,49 \text{ kW}$$

4) On calcule

$$T_i^4 - T_e^4 = (T_i^2)^2 - (T_e^2)^2 = (T_i^2 - T_e^2) (T_i^2 + T_e^2) = (T_i - T_e) (T_i + T_e) (T_i^2 + T_e^2)$$

puis ensuite, en notant $T_i = T_e + \delta T$ avec $\delta T \ll T_e$, on peut dire

$$T_i - T_e = \delta T, \quad T_i + T_e \approx 2T_e \quad \text{et} \quad T_i^2 + T_e^2 \approx 2T_e^2$$

donc finalement (c'est en fait un développement limité à l'ordre 1 en δT)

$$T_i^4 - T_e^4 \approx 4T_e^3 \delta T = 4T_e^3 (T_i - T_e)$$

si bien que la puissance totale rayonnée est

$$\mathcal{P}_{\text{tot}} = \sigma (T_i^4 - T_e^4) S \approx 4\sigma T_e^3 (T_i - T_e) S$$

qui prend effectivement une forme de « loi de Newton » avec

$$h' = 4\sigma T_e^3$$