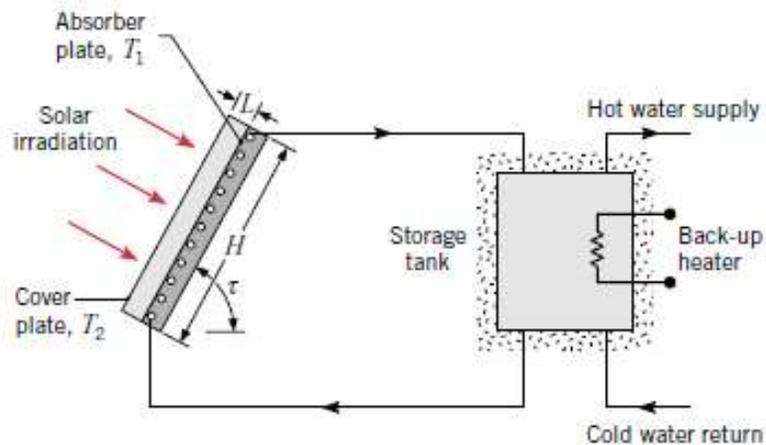


## 11.0 EXERCICES ÉNERGIE SOLAIRE

### Exercice n° 11.4.d : Collecteur solaire plat 2

Considérons le capteur solaire plat de l'exercice 11.4.b. La plaque d'absorption a un revêtement dont l'émissivité est de  $\epsilon_1 = 0.96$ , et la plaque de couverture a une émissivité de  $\epsilon_2 = 0,92$ . En ce qui concerne l'échange de rayonnement, les deux plaques peuvent être considérées comme des surfaces grises diffuses.



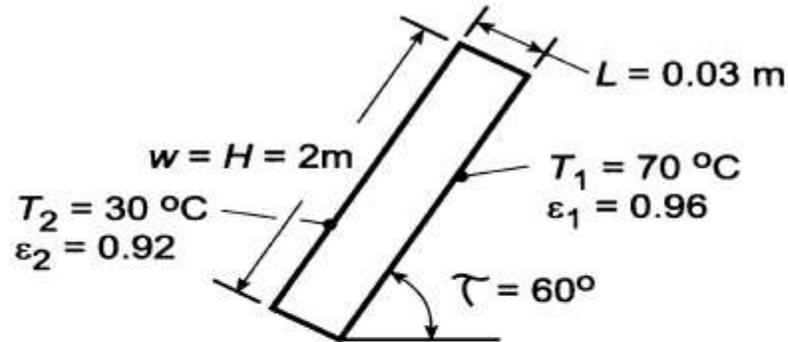
### QUESTIONS

**Question 1 :** Pour les conditions de l'exercice 11.4.b, quel est le taux de transfert de chaleur par convection libre de la plaque absorbante et le taux net d'échange de rayonnement entre les plaques ?

On utilisera les propriétés suivant pour l'air :  $k = 0.028 \text{ W/m.K}$ ,  $\nu = 18.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\alpha = 25.9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $Pr = 0.704$ ,  $\beta = 0.0031 \text{ K}^{-1}$

## REponses

**Question 1 :** Pour les conditions de l'exercice 11.4.b, quel est le taux de transfert de chaleur par convection libre de la plaque absorbante et le taux net d'échange de rayonnement entre les plaques ?



**ASSUMPTIONS:** (1) Diffuse-gray, opaque surface behavior.

**PROPERTIES:** Table A-4, air ( $\bar{T} = (T_1 + T_2)/2 = 323 \text{ K}$ ):  $\nu = 18.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $k = 0.028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ,  $\alpha = 25.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\text{Pr} = 0.704$ ,  $\beta = 0.0031 \text{ K}^{-1}$ .

**ANALYSIS:** (a) The convection heat rate is

$$q_{\text{conv}} = \bar{h}A(T_1 - T_2)$$

where  $A = wH = 4 \text{ m}^2$  and, with  $H/L > 12$  and  $\tau < \tau^* = 70 \text{ deg}$ ,  $\bar{h}$  is given by Eq. 9.54. With a Rayleigh number of

$$\text{Ra}_L = \frac{g\beta(T_1 - T_2)L^3}{\alpha\nu} = \frac{9.8 \text{ m/s}^2 (0.0031 \text{ K}^{-1})(40^\circ\text{C})(0.03 \text{ m})^3}{25.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \times 18.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 69,600$$

$$\overline{\text{Nu}}_L = 1 + 1.44 \left[ 1 - \frac{1708}{0.5(69,600)} \right] \left[ 1 - \frac{1708(0.923)}{0.5(69,600)} \right] + \left[ \left( \frac{0.5 \times 69,600}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]$$

$$\overline{\text{Nu}}_L = 1 + 1.44[0.951][0.955] + 0.814 = 3.12$$

$$\bar{h} = (k/L)\overline{\text{Nu}}_L = (0.028 \text{ W/m}\cdot\text{K}/0.03 \text{ m})3.12 = 2.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$q_{\text{conv}} = 2.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} (4 \text{ m}^2)(70 - 30)^\circ\text{C} = 466 \text{ W} \quad <$$

The net rate of radiation exchange is given by Eq. 13.19.

$$q = \frac{A\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} = \frac{(4 \text{ m}^2)5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^4 (343^4 - 303^4) \text{ K}^4}{\frac{1}{0.96} + \frac{1}{0.92} - 1} = 1088 \text{ W} \quad <$$