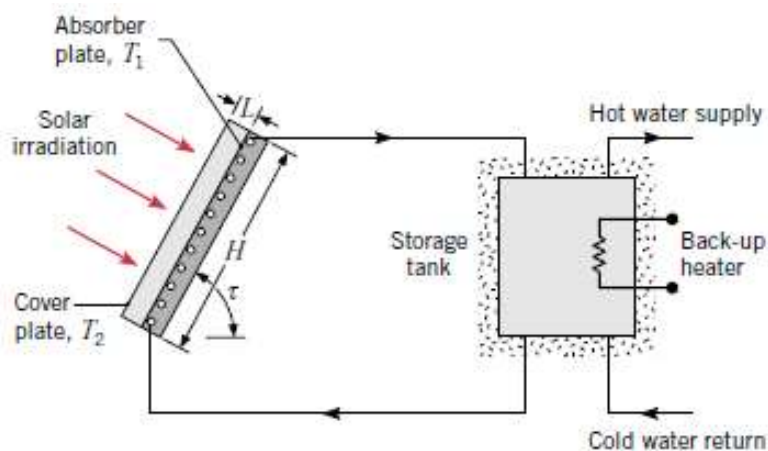


## 11.0 EXERCICES ÉNERGIE SOLAIRE

Exercice n° 11.4.a : Chauffe-eau solaire

Un chauffe-eau solaire se compose d'un collecteur plat qui est couplé à un réservoir de stockage. Le collecteur se compose d'une plaque de couverture transparente et d'une plaque d'absorption qui sont séparées par un espace d'air. Bien qu'une grande partie de l'énergie solaire recueillie par la plaque absorbante soit transférée à un fluide de travail passant par un tube enroulé et brasé à l'arrière de l'absorbeur, une partie de l'énergie est perdue par convection libre et le transfert net de rayonnement à travers la lame d'air. Dans l'exercice 11.4.c, nous évaluerons la contribution des radiations à cette perte. Pour l'instant, nous limitons notre attention à l'effet de convection libre.



Considérons un collecteur incliné à un angle de  $\tau = 60^\circ$  et ayant des dimensions  $H = w = 2$  m sur un côté, avec une lame d'air de  $L = 30$  mm.

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

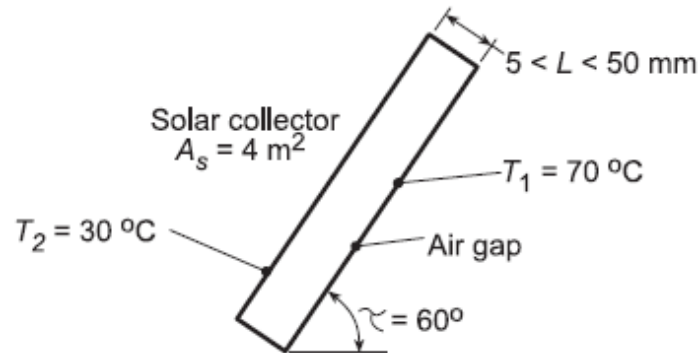
QUESTIONS

**Question 1 :** Si les plaques d'absorbeur et de couverture sont à  $T_1 = 70^\circ\text{C}$  et  $T_2 = 30^\circ\text{C}$  respectivement, quel est le taux de transfert de chaleur par convection libre de la plaque d'absorbeur ?

## REPONSES

**Question 1 :** Si les plaques d'absorbeur et de couverture sont à  $T_1 = 70^\circ\text{C}$  et  $T_2 = 30^\circ\text{C}$  respectivement, quel est le taux de transfert de chaleur par convection libre de la plaque d'absorbeur ?

**SCHEMATIC:**



**ASSUMPTIONS:** Negligible radiation.

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

**ANALYSIS:** (a) Since  $H/L = 2 \text{ m}/0.03 \text{ m} = 66.7 > 12$ ,  $\tau < \tau^*$  and Eq. 9.54 may be used to evaluate the convection coefficient associated with the air space. Hence,  $q = \bar{h} A_s (T_1 - T_2)$ , where  $\bar{h} = (k/L) \overline{\text{Nu}}_L$  and

$$\overline{\text{Nu}}_L = 1 + 1.44 \left[ 1 - \frac{1708}{\text{Ra}_L \cos \tau} \right]^+ \left[ 1 - \frac{1708 (\sin 1.8 \tau)^{1.6}}{\text{Ra}_L \cos \tau} \right] + \left[ \left( \frac{\text{Ra}_L \cos \tau}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]^+$$

For  $L = 30 \text{ mm}$ , the Rayleigh number is

$$\text{Ra}_L = \frac{g \beta (T_1 - T_2) L^3}{\alpha \nu} = \frac{9.8 \text{ m/s}^2 (0.0031 \text{ K}^{-1}) (40^\circ\text{C}) (0.03 \text{ m})^3}{25.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \times 18.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 6.96 \times 10^4$$

and  $\text{Ra}_L \cos \tau = 3.48 \times 10^4$ . It follows that  $\overline{\text{Nu}}_L = 3.12$  and  $\bar{h} = (0.028 \text{ W/m}\cdot\text{K}/0.03 \text{ m}) 3.12 = 2.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Hence,

$$q = 2.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} (4 \text{ m}^2) (40^\circ\text{C}) = 466 \text{ W}$$

<