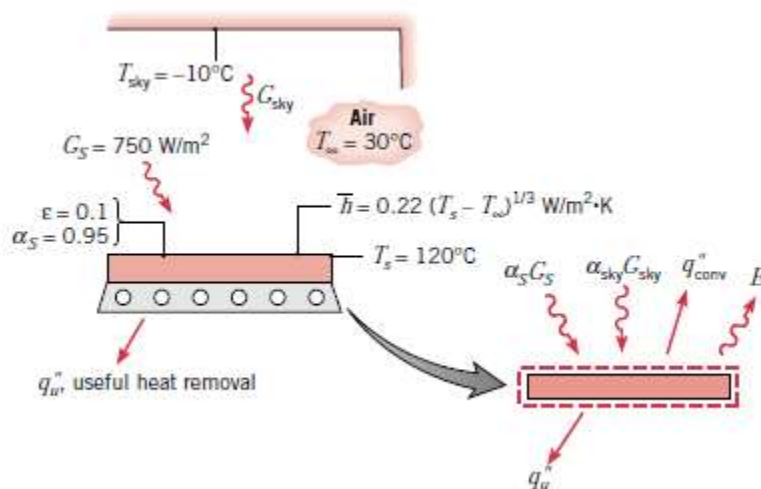


## 11.0 EXERCICES ÉNERGIE SOLAIRE

### Exercice n° 11.4.c : Capteur plat sans plaque

Un capteur solaire plat sans plaque de couverture a une surface d'absorption sélective d'émissivité 0,1 et d'absorptivité solaire 0,95. À un moment donné de la journée, la température de la surface de l'absorbeur  $T_s$  est de 120 °C lorsque l'irradiation solaire est de 750 W/m<sup>2</sup>, la température effective du ciel est de 10 °C et la température de l'air ambiant  $T_\infty$  est de 30 °C. Supposons que le coefficient de convection du transfert de chaleur pour les conditions de jour calme puisse être estimé à partir de :

$$\bar{h} = 0.22 (T_s - T_\infty)^{1/3} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



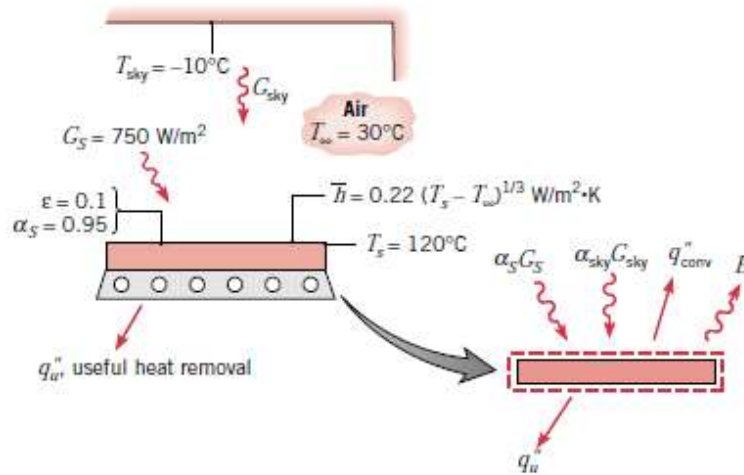
## QUESTIONS

**Question 1 :** Calculer le taux d'extraction de chaleur utile (W/m<sup>2</sup>) du capteur pour ces conditions. Quelle est l'efficacité correspondante du collecteur ?

## REPONSES

**Question 1 :** Calculer le taux d'extraction de chaleur utile ( $W/m^2$ ) du capteur pour ces conditions. Quelle est l'efficacité correspondante du collecteur ?

*Schematic:*



*Assumptions:*

1. Steady-state conditions.
2. Bottom of collector well insulated.
3. Absorber surface diffuse.

*Analysis:*

1. Performing an energy balance on the absorber,

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = 0$$

or, per unit surface area,

$$\alpha_S G_S + \alpha_{sky} G_{sky} - q_{conv}'' - E - q_u'' = 0$$

From Equation 12.67,

$$G_{sky} = \sigma T_{sky}^4$$

Since the sky radiation is concentrated in approximately the same spectral region as that of surface emission, it is reasonable to assume that

$$\alpha_{sky} \approx \varepsilon = 0.1$$

With

$$q_{conv}'' = \bar{h}(T_s - T_\infty) = 0.22 (T_s - T_\infty)^{4/3} \quad \text{and} \quad E = \varepsilon \sigma T_s^4$$



it follows that

$$q_u'' = \alpha_S G_S + \varepsilon \sigma T_{\text{sky}}^4 - 0.22(T_s - T_\infty)^{4/3} - \varepsilon \sigma T_s^4$$

$$q_u'' = \alpha_S G_S - 0.22(T_s - T_\infty)^{4/3} - \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{sky}}^4)$$

$$q_u'' = 0.95 \times 750 \text{ W/m}^2 - 0.22(120 - 30)^{4/3} \text{ W/m}^2$$

$$- 0.1 \times 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 (393^4 - 263^4) \text{ K}^4$$

$$q_u'' = (712.5 - 88.7 - 108.1) \text{ W/m}^2 = 516 \text{ W/m}^2 \quad \triangleleft$$

2. The collector efficiency, defined as the fraction of the solar irradiation extracted as useful energy, is then

$$\eta = \frac{q_u''}{G_S} = \frac{516 \text{ W/m}^2}{750 \text{ W/m}^2} = 0.69 \quad \triangleleft$$

