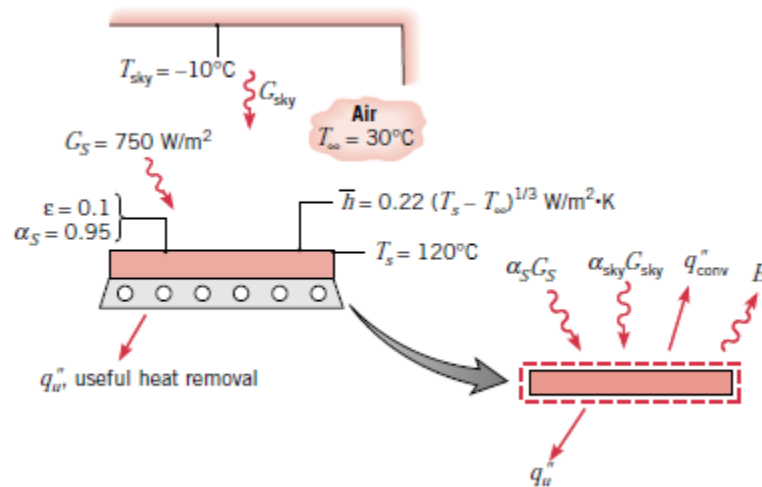


11.0 EXERCICES ÉNERGIE SOLAIRE

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/m², la température effective du ciel est de -10 °C et la température de l'air ambiant T_∞ 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 :

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



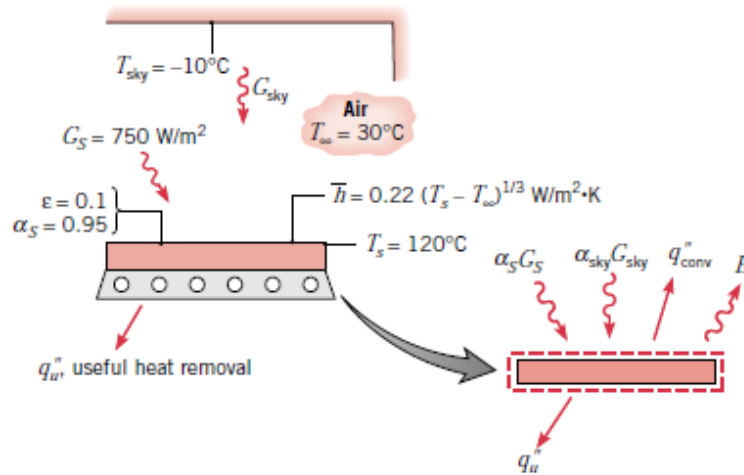
QUESTIONS

Question 1 : Calculer le taux d'extraction de chaleur utile (W/m²) 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,

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

or, per unit surface area,

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

From Equation 12.67,

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

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

$$\alpha_{\text{sky}} \approx \epsilon = 0.1$$

With

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

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

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