

Impact énergétique d'une piscine.

Le rayonnement solaire.

Avant d'effectuer un bilan thermique sur l'eau de bassin au cours d'une journée, il est nécessaire d'évaluer la puissance du rayonnement solaire qui parvient sur la Terre.

Estimer les longueurs d'ondes, minimale et maximale, du rayonnement visible.

$\lambda_{\min} = 400 \text{ nm}$; $\lambda_{\max} = 800 \text{ nm}$.

Parmi les trois domaines de rayonnement (UV, visible, IR), lequel possède les radiations les plus énergétiques ? Justifier votre réponse.

$E = hc / \lambda$; plus la longueur d'onde est courte, plus le rayonnement est énergétique.

Les rayons UV sont donc plus énergétiques que le visible, lui même plus énergétique que l'IR.

Donner une explication de la différence observée entre le spectre « hors atmosphère » et le spectre « au niveau de la mer ».

L'atmosphère absorbe une partie du rayonnement solaire.

Le maximum du spectre se situe pour $\lambda = 550 \text{ nm}$, déterminer la fréquence f (en hertz) correspondant à cette radiation.

$f = c / \lambda = 3,00 \cdot 10^8 / (550 \cdot 10^{-9}) = 5,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

Cette radiation est liée à la température de couleur du corps qui l'émet selon la loi de Wien énoncée ci-dessous : $\lambda = B / T$ avec $B = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ K.m}$, T est la température en K et λ la longueur d'onde en m.

En considérant que le Soleil obéit à cette loi, déterminer la température de surface, T_s , du Soleil.

$T_s = B / \lambda = 2,9 \cdot 10^{-3} / (550 \cdot 10^{-9}) \sim 5,3 \cdot 10^3 \text{ K}$.

La puissance surfacique moyenne reçue au-dessus de l'atmosphère terrestre est de 340 W.m^{-2} . Une piscine subit de multiples déperditions d'énergie sous forme thermique. . Citer les trois différents modes de transferts thermiques mis en évidence sur ce bassin.

Transfert par rayonnement entre le soleil et l'eau de la piscine ;

transfert par conduction entre l'eau et les parois de la piscine ;

convection dans l'eau de la piscine.

On donne les dimensions de la piscine rectangulaire : $L = 10 \text{ m}$, $l = 5,0 \text{ m}$, $h = 1,2 \text{ m}$.

Calculer le volume puis la masse d'eau nécessaire au remplissage du bassin.

$V = L \times l \times h = 10 \times 5,0 \times 1,2 = 60 \text{ m}^3$; $m = V \rho = 60 \cdot 1000 = 6,0 \cdot 10^4 \text{ kg}$.

Calculer l'énergie nécessaire pour augmenter la température de l'eau de 1°C .

$Q = m \times c \times \Delta\theta = 6,0 \cdot 10^4 \times 4,18 \cdot 10^3 \times 1 = 2,5 \cdot 10^8 \text{ J}$.

L'eau de la piscine reçoit une puissance thermique moyenne $P_1 = 170 \text{ W.m}^{-2}$ pendant une durée de 12 h.

Calculer l'énergie Q_1 absorbée par l'eau pendant ces 12 h.

Surface $S = L \times l = 10 \times 5,0 = 50 \text{ m}^2$; $Q_1 = P_1 S \Delta t = 170 \times 50 \times 12 \times 3600 = 3,67 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Calculer pour cette eau, l'augmentation de température Δq_1 qui en résulte.

$\Delta q_1 = 3,67 \cdot 10^8 / (2,5 \cdot 10^8) \sim 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Quelle doit-être la température initiale de l'eau pour atteindre 25°C ? 23,5°C.

Pendant la nuit, l'eau de la piscine rayonne de l'énergie vers l'atmosphère. On considère que l'eau se comporte comme un corps noir ; on admet que sa température est de 25°C.

Calculer la puissance P2 perdue par rayonnement par cette eau, par m2 de surface.

Loi de Stefan : $P_2 = 5,67 \cdot 10^{-8} T^4$.

$P_2 = 5,67 \cdot 10^{-8} (273+25)^4 = 4\,447,1 \sim 4,5 \cdot 10^2 \text{ W m}^{-2}$

En déduire la baisse de température $\Delta\theta_2$ qui se produit pendant une nuit de 12 h.

Proposer une solution simple pour éviter ces déperditions thermiques la nuit.

Puissance perdue par 50 m² de surface : $447,1 \times 50 = 2,236 \cdot 10^4 \text{ W}$.

Energie perdue en 12 heures : $Q = 2,236 \cdot 10^4 \cdot 12 \cdot 3600 = 9,66 \cdot 10^8 \sim 9,7 \cdot 10^8 \text{ J}$.

$\Delta q_2 = 9,66 \cdot 10^8 / (2,5 \cdot 10^8) \sim 3,9^\circ\text{C}$.

Recouvrir la piscine avec une toile isolant thermique pendant la nuit.

Chauffage solaire pour piscine extérieure.

Les panneaux solaires sont en matière plastique ou en caoutchouc . Ils ne sont pas recouverts de vitre transparente, ce qui les rend moins chers.

Quelle surface de panneaux faut-il commander pour maintenir la température de l'eau de la piscine à 23,5°C ?

$1,2 \text{ S} = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ m}^2$.

Estimer le coût de l'opération pour le particulier sachant que la région subventionne à hauteur de 30 % et que l'investissement revient à 100 € m² net.

$60 \cdot 70 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ €}$.

L'installation utilise une sonde de température Pt 1000. **Donner la valeur de la résistance à 0°C et justifier le nom de cette sonde.**

Le nom de la sonde est relié à sa résistance à zéro degré Celsius. $R_0 = 100 \text{ ohms}$

Sachant que la température de l'eau doit être comprise entre 10°C et 30°C, déterminer les valeurs extrêmes de la résistance de la sonde.

$R_{10} = 1040 \text{ Ohms}$ $R_{30} = 1120 \text{ Ohms}$ par lecture sur le graphique.

La sonde est reliée au système de contrôle. La tension de sortie U(en V) est liée à la résistance Rq par : $U = 10 + 0,05 R_q$. **Déterminer les tensions de sortie du conditionneur correspondant aux valeurs extrêmes de la résistance.**

$U_{10} = 10 + 0,05 \cdot 1040 = 62 \text{ V}$; $U_{30} = 10 + 0,05 \cdot 1120 = 66 \text{ V}$.

Déterminer la sensibilité de l'ensemble $s = \Delta U / \Delta q$.

$s = 4/20 = 0,2 \text{ V } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Un régulateur électronique contrôle la température de l'eau et la compare à une température de consigne notée c. Il élabore une tension de commande $V_s = 1,71(\theta_c - \theta_{\text{eau}})$. Le déclenchement de la pompe se produit pour $\theta_c - \theta_{\text{eau}} = 4,0^\circ\text{C}$. **Calculer Vs lors du déclenchement de cette pompe.**

$V_s = 1,71 \cdot 4 = 6,84 \sim 6,8 \text{ V}$.

Sachant que Vs max = 12 V, quel est l'écart maximal de température que peut mesurer le régulateur ?

$12 / 1,71 = 7,0^\circ\text{C}$