

Épreuve de physique B.T.S 99

Étude du réchauffage de l'eau d'une piscine (8 points) – BTS 99

On se propose d'étudier deux modes de réchauffage de l'eau d'une piscine : chauffage par effet Joule ou pompe à chaleur.

Les deux études sont indépendantes.

Première partie : Réchauffage avec une résistance électrique 3,0 kW – 230 V .

La résistance électrique fonctionne 24 h sur 24. Avec un rendement de 100 %, elle fournit de l'énergie thermique aux 100 m³ d'eau contenue dans le bassin.

1° question : Calculer la valeur de l'énergie thermique Q reçue par l'eau par jour.

2° question : Le kilowatt-heure revenant à 0,65 F, calculer le coût journalier.

3° question : En négligeant tous les autres échanges énergétiques, calculer la valeur de l'augmentation de la température de l'eau de la piscine au cours d'une journée.

4° question : Pour éviter une sur-concentration de certains produits de traitement, il est nécessaire d'effectuer un renouvellement partiel de l'eau de la piscine.

L'eau de renouvellement est à la température $\theta_r = 13^\circ\text{C}$; la température de l'eau du bassin doit être maintenue à la valeur $\theta_b = 25,5^\circ\text{C}$.

Calculer la valeur du taux de renouvellement possible avec un fonctionnement permanent du réchauffeur (on considère que tous les autres échanges se compensent). Comparer la valeur trouvée à celle indiquée par la législation: « le taux de renouvellement partiel journalier en eau propre sera en moyenne un vingtième. »

Seconde partie : Réchauffage avec une pompe à chaleur.

Le réchauffeur électrique est remplacé par une pompe à chaleur fonctionnant selon un cycle de Carnot entre une source froide à la température de 15 °C et la source chaude correspondant à l'eau du bassin maintenue ainsi à 25,5 °C. On suppose que le fluide est un gaz parfait.

Description du cycle de Carnot parcouru dans le sens machine frigorifique :

- A → B : détente isotherme $T_A = T_B = 288\text{ K}$;
- B → C : compression adiabatique réversible;
- C → D : compression isotherme $T_C = T_D = 298,5\text{ K}$;
- D → A : détente adiabatique réversible.

1° question : Donner, pour ce cycle, l'allure du diagramme de Clapeyron (P ; V) et du diagramme entropique (T ; S).

2° question : En appliquant le Premier Principe et le Second principe de la thermodynamique à ce cycle :

a) Montrer que le travail total W_T est égal à l'opposé de la somme des chaleurs échangées.

b) Exprimer le coefficient de performance ε de cette pompe à chaleur

- en fonction des quantités de chaleur Q_{AB} et Q_{CD}

- en fonction des températures.

c) Calculer la valeur numérique du coefficient de performance ε pour ce cycle.

3° question : Pour le cycle réellement suivi, la valeur du coefficient de performance est 12.

Quelle est la valeur de l'énergie électrique consommée journalièrement par le moteur électrique de la pompe à chaleur pour que celle-ci fournisse 259.10^3 kJ ? Calculer le coût journalier.

Données :

capacité thermique de l'eau : $C = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

masse volumique de l'eau : $\mu = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Prix du kilowatt-heure : 0,65 F.