

Données pour tous les exercices :

Chaleur massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

Chaleur massique de la glace : $c_{\text{glace}} = 2100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$

masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

$T(\text{K}) = 273 + T(\text{°C})$

EXERCICE 1

Un producteur exploite une fraisière de 3 ha, et récolte 2 000 cageots de fraises à l'hectare, à raison de 5 kg par cageot, au cours d'une saison de récolte qui dure 24 jours.

Les fraises cueillies ont une température moyenne de 24 °C. La chambre froide est à 0 °C.

Donnée : chaleur massique des fraises : $c = 3850 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

- 1) Déterminer l'énergie totale nécessaire à la réfrigération des fraises au cours d'une saison.
- 2) Les pertes thermiques liées au fonctionnement de l'installation sont de 15 %.

Quelle est l'énergie fournie par la chambre froide ?

- 3) En estimant que la récolte quotidienne est constante au cours de la saison, et que le refroidissement de chaque récolte s'effectue en 12 h, calculer la puissance de refroidissement.

EXERCICE 2

Des œufs de truite mis en incubation dans une éclosérie alimentée en eau de source à la température constante de 13°C, ont produit après éclosion, au stade alevin, de nombreux poissons malformés (tordus). Le pisciculteur décide alors d'abaisser la température d'incubation à 10°C sur son prochain lot d'œufs, à l'aide d'un groupe froid, afin d'éviter toutes malformations.

On trouvera les caractéristiques du groupe froid en annexe.

- 1) Sachant que le débit de la source est de 30 L/min, calculer l'énergie nécessaire par seconde pour refroidir l'eau de 13°C à 10°C.

En déduire la puissance utile calorifique.

- 2) À l'aide des données en annexe, déterminer la puissance calorifique fournie par le groupe froid.

En déduire la puissance électrique consommée par le moteur du groupe froid, pertes y comprises.

- 3) Déterminer le coût énergétique d'un tel groupe pendant la durée d'incubation (32° J).

ANNEXE : Caractéristiques du groupe froid

Le réfrigérateur fonctionne entre les températures de 20°C et 4°C, ou encore de 293K à 277K

$$\text{Efficacité théorique} : \frac{277}{293 - 277} = 17,3$$

Rendement du moteur = 80%

Prix du kWh = 6 cts d'€

Efficacité réelle = 40% efficacité théorique

$$\text{efficacité réelle} = \frac{\text{puissance utile}}{\text{puissance fournie}}$$

EXERCICE 3

Un agriculteur stocke sa production de yaourts dans un local réfrigéré de volume $V = 80 \text{ m}^3$. Lors de la mise en service du local, la température initiale de l'air contenu dans la pièce est $T_i = 23 \text{ °C}$. On souhaite obtenir une température finale $T_f = 4 \text{ °C}$, température réglementaire pour la conservation des yaourts.

1) Montrer que la masse d'air m_{air} contenue dans la pièce est égale à 104 kg.

Donnée : masse volumique de l'air : $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

2) Calculer la quantité de chaleur Q_{air} cédée par l'air du local pour passer d'une température de 23 °C à 4 °C .

Données : $c_{\text{air}} = 1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$

3) La machine frigorifique sert à abaisser la température du local et permet de maintenir les yaourts à leur température de conservation.

Le moteur de cette machine possède les caractéristiques suivantes:

- tension d'alimentation : $U = 230 \text{ V}$;
- puissance électrique reçue : $P_{\text{élec}} = 2500 \text{ W}$;
- facteur de puissance : $\cos \varphi = 0,8$.

31) Calculer l'intensité I du courant qui alimente ce moteur.

32) Sachant que le rendement du moteur est égal à 85%, calculer la puissance utile P_u du moteur.

4) Le schéma de fonctionnement de la machine frigorifique est représenté sur le document 1 joint à l'énoncé du sujet.

La réfrigération s'effectue grâce à la circulation d'un fluide frigorigène selon le cycle suivant :

- le fluide liquide se vaporise dans l'évaporateur en absorbant la chaleur de l'air du local à refroidir,
- cette vapeur arrive ensuite dans un compresseur à moteur, où elle est portée à une pression élevée,
- le fluide à l'état gazeux passe à l'état liquide dans le condenseur,
- le liquide ainsi formé passe par le détendeur qui diminue sa pression. Il retourne ensuite dans l'évaporateur où il entame un nouveau cycle.

41) Identifier les éléments numérotés de 1 à 4 sur le document 1 et reporter leur nom sur la copie.

42) Donner les noms des changements d'état qui ont lieu dans les éléments 1 et 3.

43) Le passage de la température du local de 23 °C à 4 °C nécessite le changement d'état d'une masse $m = 10 \text{ kg}$ de fluide.

Calculer la quantité de chaleur Q_{fluide} absorbée par le fluide lors de son changement d'état.

Données : chaleur latente de vaporisation du fluide : $L_v = 1,98 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

44) Conclure sur les échanges de chaleur en comparant la quantité de chaleur absorbée par le fluide et la quantité de chaleur cédée par l'air du local (question n°2).

