

SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

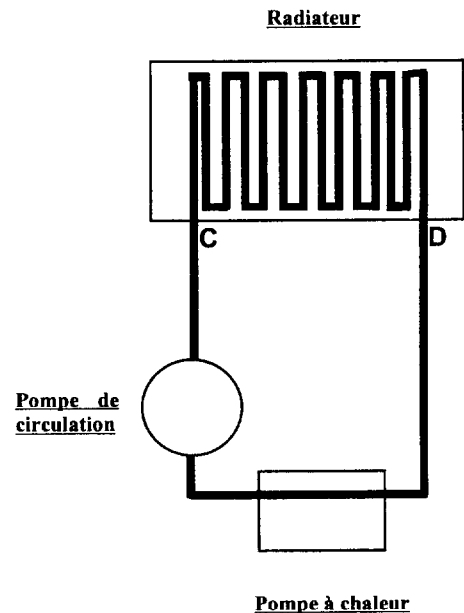
A : MÉCANIQUE DES FLUIDES ET THERMODYNAMIQUE (10 points)

On se propose d'étudier le fonctionnement d'une pompe à chaleur et d'une pompe de circulation d'eau alimentant un radiateur modélisé par une canalisation cylindrique.

UN FORMULAIRE EST DISPONIBLE EN PAGE 4/4.

Données

- Débit volumique de l'eau : $Q_V = 4,17 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Diamètre intérieur des canalisations : $d = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Viscosité cinématique de l'eau : $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Longueur des canalisations du radiateur $L_{CD} = 3 \text{ m}$.
- Capacité massique thermique de l'eau : $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- Conductivité thermique du béton : $\lambda_{\text{béton}} = 0,92 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- Conductivité thermique de l'air : $\lambda_{\text{air}} = 0,026 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.



I - Mécanique des fluides

- I-1 - Calculer la vitesse de déplacement u de l'eau dans la canalisation du radiateur. On prendra $u = 0,25 \text{ m/s}$ pour la suite du problème.
- I-2 - Calculer le débit massique Q_m de l'eau.
- I-3 - Calculer le nombre de Reynolds R .
- I-4 - En déduire le type d'écoulement de l'eau dans les canalisations.

II - Thermodynamique

La pièce chauffée par le radiateur nécessite des besoins énergétiques de 5 000 kWh sur 200 jours.

- II-1 - Calculer la puissance du radiateur. Pour la suite du problème on prendra une puissance $P = 1 \text{ kW}$.
- II-2 - Calculer le temps t_{CD} mis par un échantillon d'eau pour parcourir les canalisations de longueur L_{CD} à l'intérieure du radiateur.
- II-3 - En déduire que la quantité de chaleur fournie par le radiateur au local pendant le temps t_{CD} est $W = 12 \text{ kJ}$.
- II-4 - Montrer que le volume total V d'eau que peut contenir le radiateur entre les points C et D vaut $V = 0,53 \text{ L}$.
- II-5 - En déduire la masse m d'eau contenue dans le radiateur.

II-6 - On considère que la quantité de chaleur fournie au radiateur par l'eau est intégralement transmise au local.

Calculer la variation de température de cette masse d'eau au cours d'un passage dans le radiateur pendant la durée t_{CD} .

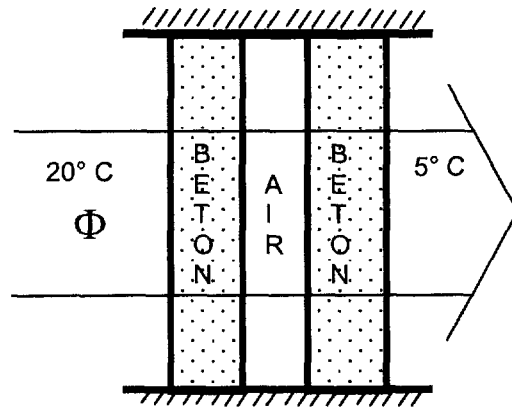
III - Transfert de chaleur

On étudie le flux thermique à travers un mur de longueur 7 m et de hauteur 2,5 m, constitué de deux parois en béton d'épaisseur 10 cm séparées par 5 cm d'air.

La température extérieure est de 5°C et la température intérieure est maintenue à 20°C.

III-1 - Calculer la résistance thermique totale de ce mur.

III-2 - Calculer le flux de chaleur traversant le mur.

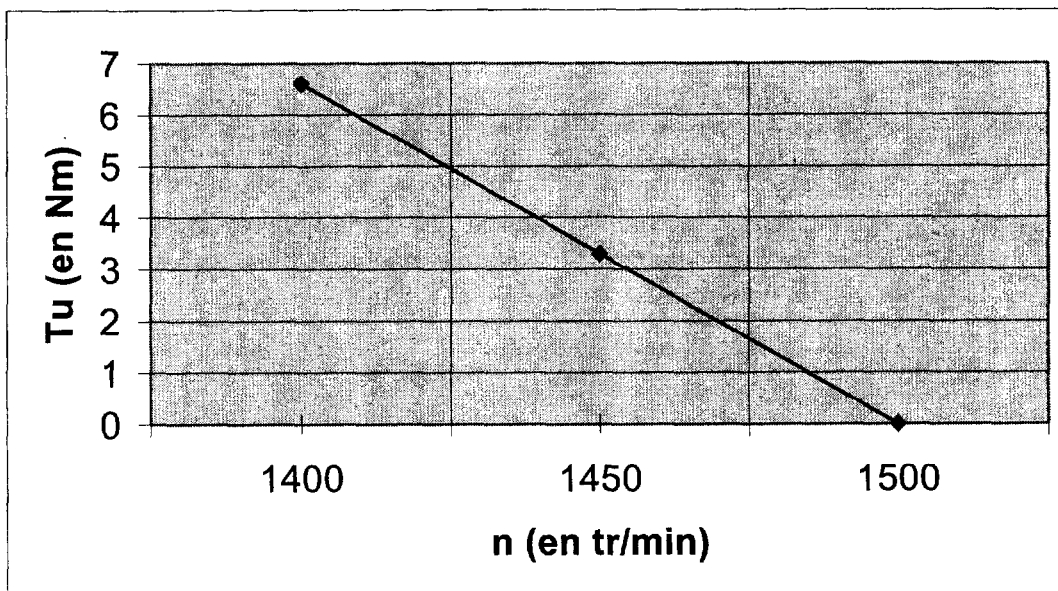


B : ÉLECTROTECHNIQUE (10 points)
ÉTUDE DE LA POMPE DE CIRCULATION

La pompe est actionnée par un moteur électrique dont la plaque signalétique porte les indications suivantes :

MA3~ ; 220/380V ; 50Hz ; 0,55kW ; $\cos\varphi = 0,78$; $n=1430$ tr/min

- 1 - Que signifie chacune des indications de la plaque signalétique ?
- 2 - Quelle est la vitesse de synchronisme de ce moteur ?
Quel est son glissement au régime nominal ?
- 3 - On alimente la pompe en triphasé. Les tensions entre phases du réseau d'alimentation ont une valeur efficace de 380 Volts. Comment doit-on brancher les enroulements de son moteur ? Justifier votre réponse.
- 4 - Réaliser le schéma électrique du branchement en intercalant un ampèremètre pour mesurer le courant de ligne.
- 5 - L'intensité du courant de ligne est $I = 1,1$ A et le facteur de puissance est $\cos\varphi = 0,78$.
Montrer que la puissance électrique absorbée par le moteur vaut $P_a = 565$ W.
- 6 - La fréquence de rotation du moteur est mesurée à 1450 tr/min.
La caractéristique couple/vitesse du moteur est représentée sur le graphe ci dessous :



Déduire de cette caractéristique :

- a) le moment du couple utile T_u ;
- b) la puissance utile P_u du moteur entraînant la pompe ;
- c) le rendement du moteur dans ces conditions de fonctionnement.

Formulaire

Nombre de Reynolds : $R = \frac{u \times d}{\nu}$.

Débit massique : $Q_m = \rho \times Q_v$.

Types d'écoulement :

$R \leq 2000 \Leftrightarrow$ écoulement laminaire de Poiseuille.

$2000 < R < 10^5 \Leftrightarrow$ écoulement turbulent lisse de Blasius.

$R \geq 10^5 \Leftrightarrow$ écoulement turbulent rugueux.

Résistance thermique d'une paroi : $\mathfrak{R} = \sum \left(\frac{e_i}{\lambda_i \times S} \right)$.

Flux de chaleur traversant une paroi : $\phi = \frac{\Delta T}{\mathfrak{R}}$.