

SCIENCES PHYSIQUES

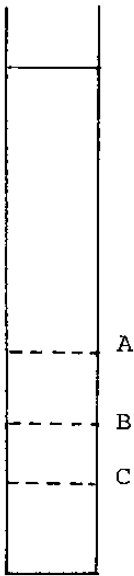
Durée : 3h

Coef. : 2

Les parties I et II sont indépendantes

Dans la partie II, les questions 8 et 9 sont indépendantes du reste du problème

I - ETUDE D'UN VISCOSIMETRE A CHUTE DE BILLE.



Une petite bille sphérique est lâchée avec une vitesse initiale nulle dans une haute éprouvette munie de repères A, B et C contenant un liquide dont on veut déterminer la viscosité.

1) En appliquant le principe fondamental de la dynamique à la bille et sachant que la force de frottement exercée par le liquide sur la bille est égale à : $(6\pi\eta RV)$ si l'on appelle :

η : la viscosité du liquide,

R : le rayon de la bille,

V : la vitesse de la bille,

montrer que la vitesse de la bille va tendre vers une vitesse limite V_0 que l'on exprimera en fonction de η , R , ρ_b (masse volumique de la bille), ρ_L (masse volumique du liquide), g accélération de la pesanteur.

2) A l'aide de deux chronomètres on mesure le temps mis par la bille pour parcourir A B et B C.

La moyenne de plusieurs expériences donne :

distance	A B = 10 cm	B C = 10 cm
temps	15,9 s	16,0 s

Montrer que l'on peut considérer que la bille a alors atteint sa vitesse limite V_0 et calculer V_0 .

3) Calculer alors la viscosité du liquide à étudier.

Application numérique pour cette question.

$$\rho_b = 3800 \text{ kg m}^{-3} \quad \rho_L = 1260 \text{ kg m}^{-3} \quad R = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$$

ETUDE D'UN CYCLE DE RANKINE

On considère le cycle suivant décrit par une masse d'eau égale à $m = 1 \text{ kg}$.

De la vapeur saturante sèche, à la pression $P_1 = 15 \text{ bars}$ est introduite dans une turbine où elle se détend isentropiquement jusqu'à une pression $P_2 = 0,13 \text{ bar}$. Cette évolution sera notée (A B). L'eau est alors évacuée dans un condenseur où la condensation s'achève à la pression P_2 (évolution B C).

Une pompe élève ensuite la pression de l'eau de façon isentropique de P_2 à P_1 (évolution C D) puis l'eau est chauffée et vaporisée dans la chaudières pression constante P_1 (évolution D E A).

- 1) Dans un diagramme (P,V), représenter le cycle A B C D E A, sur lequel on fera figurer la courbe de saturation de l'eau (on ne fera aucun calcul).
- 2) A l'aide du diagramme de MOLLIER ci-joint, calculer la chaleur latente de vaporisation de l'eau L_{t_1} à la température $t_1 = 200 \text{ °C}$.
- 3) Déterminer la quantité de chaleur Q_1 reçue par la masse d'eau m dans la chaudière.

Données numériques pour l'eau

Capacité thermique-massique de l'eau liquide entre 100 °C et 200 °C : $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

- 4) A l'aide du diagramme de MOLLIER, calculer la chaleur latente de vaporisation de l'eau L_{t_2} à la température $t_2 = 50 \text{ °C}$.
- 5) Lire sur le diagramme de MOLLIER le taux de vapeur à la sortie de la turbine.
- 6) Calculer la quantité de chaleur Q_2 fournie par la masse d'eau m au condenseur.
- 7) En appliquant le premier Principe de la thermodynamique calculer le rendement de ce cycle moteur.
- 8) Le fluide réfrigérant alimentant le condenseur est l'eau d'une rivière qui est captée à une température initiale $\theta_i = 10 \text{ °C}$ et qui est rejetée à une température finale $\theta_f = 15 \text{ °C}$ (figure 1). Le mélange liquide-vapeur entre dans le condenseur à la température $t_2 = 50 \text{ °C}$ avec un taux de vapeur $x = 0,78$ et en ressort entièrement liquide (à 50 °C). Pour une masse $m = 1 \text{ kg}$ d'eau du cycle Rankine, calculer la masse M d'eau de rivière qui traverse le condenseur.
- 9) La chaudière produit 3600 kg de vapeur par heure. Le coefficient global d'échange entre les deux fluides est égal à $K = 1700 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Soit D le diamètre de la conduite de fluide réfrigérant.
 - a) $y = 0$ correspond à l'entrée de l'échangeur et θ est la température du fluide réfrigérant à la distance y de l'entrée de l'échangeur. Etablir la loi $\theta = f(y)$.
 - b) En déduire la longueur de l'échangeur sachant que $D = 1 \text{ m}$.

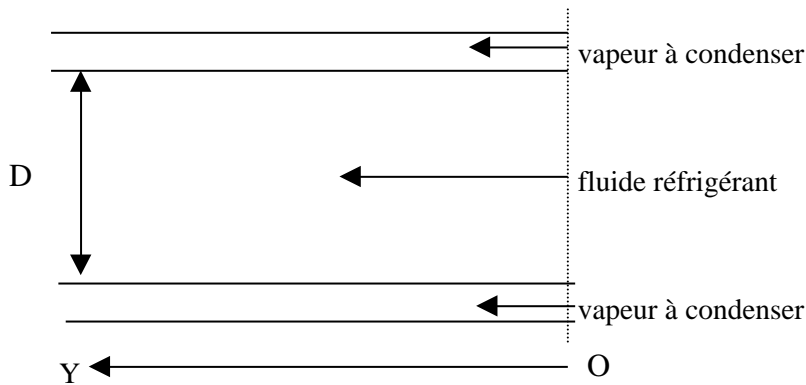


Figure 1.

Document joint :

Diagramme = Document réponse fourni en 2 exemplaires dont un seul, complété, sera rendu avec la copie en fin d'épreuve.

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

enthalpie massique

h
 $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$

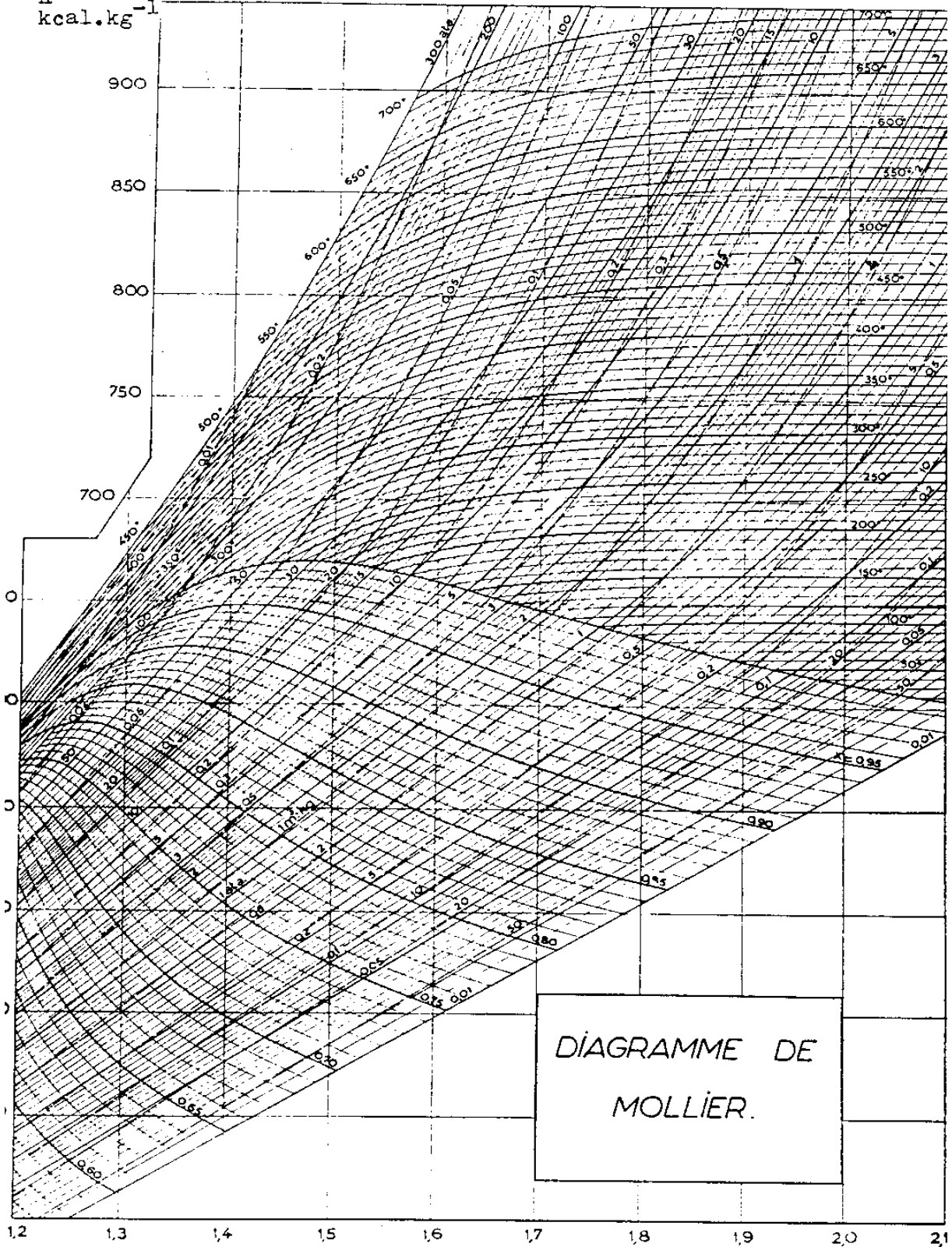


DIAGRAMME DE
MOLLIER.

s kcal/kg.K
entropie massique