



Module Physique 2  
Contrôle final  
Durée 1h30

Exercice 1

Un calorimètre contient 1 kg d'eau à 15°C. La température de mélange étant à l'équilibre de 40°C, calculer la capacité thermique ainsi que la valeur en eau du calorimètre.

On donne la chaleur massique de l'eau :  $c_e = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 2 :

L'échelle Fahrenheit de température en usage dans plusieurs pays anglo-saxons se déduit de l'échelle Celsius par une transformation affine. Par définition, on a :

$$32^\circ\text{F} = 0^\circ\text{C}$$

et

$$212^\circ\text{F} = 100^\circ\text{C}$$

1) Etablir la loi permettant le passage des degrés Fahrenheit aux degrés Celsius.

2) Etablir la loi réciproque.

3) Convertir 451 F en °C.

4) A quelle température, les deux échelles donnent-elles la même indication ? — 40

$$T(^{\circ}\text{C}) = (T(^{\circ}\text{F}) - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = 32 + T(^{\circ}\text{C}) \times \frac{9}{5}$$

Exercice 3 :

De l'eau liquide dans les conditions  $(P_0, V_0, T_0)$  subit une transformation quasi-statique, son volume restant infiniment voisin de  $V_0$ . Les coefficients thermo-élastiques  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\chi_T$  de l'eau sont connus et supposés constants.

5) Définir chaque coefficient thermo-élastique  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\chi_T$ .

6) Justifier l'expression du travail élémentaire sous la forme  $\partial W = V_0 P (\chi_T dP - \alpha dT)$ .

7) Préciser le travail échangé par l'eau avec le milieu extérieur lors des transformations quasi-statiques suivantes :

a. Transformations isochore ; 0

b. Transformation isobare on fonction de  $\alpha$ ,  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $T_0$  et  $T_1$ .

c. Transformation isotherme en fonction de  $\chi_T$ ,  $V_0$ ,  $P_0$  et  $P_1$ .

$$\begin{pmatrix} P_0 & V_0 & T_0 \\ P_0 & V_1 & T_1 \end{pmatrix}$$

Exercice 4 :

Une mole de gaz parfait, caractérisé par le coefficient  $\gamma = C_p/C_v$  constant subit les transformations suivantes :

- Une détente isobare de l'état  $E_0 (P_0, V_0, T_0)$  à l'état  $E_1 (P_1, V_1=2V_0, T_1)$ .

- Une compression isotherme de  $E_1$  à l'état  $E_2 (P_2, V_2=V_0, T_2)$ .

- Un refroidissement isochore de l'état  $E_2$  à l'état  $E_0$ .

On supposera que ce cycle, appelé cycle de Lenoir, est décrit de manière réversible.

1. Exprimer les températures  $T_1$  et  $T_2$  en fonction de  $T_0$ .
2. Exprimer les pressions  $P_1$  et  $P_2$  en fonction de  $P_0$ .
3. Représenter le cycle dans un diagramme de Clapeyron  $(P, V)$ . En déduire la nature de la machine ainsi réalisée.
4. Calculer les transferts thermiques échangés par le gaz au cours de ce cycle ( $Q_{0 \rightarrow 1}$ ,  $Q_{1 \rightarrow 2}$ ,  $Q_{2 \rightarrow 0}$ ).
5. En déduire le travail reçu par le gaz au cours de ce cycle. Vérifier son signe.
6. Le cycle est utilisé pour réaliser une pompe à chaleur. Calculer son efficacité.
7. Le cycle est utilisé pour réaliser une machine frigorifique. Calculer son efficacité.

