

Série de TD N°2

Premier principe de la thermodynamique

Exercice 1

Déterminer le travail mis en jeu par 2 litres de gaz parfait maintenus à 25°C sous la pression de 5 atmosphères (état 1) qui se détend de façon isotherme pour occuper un volume de 10 litres (état 2) :

- a) de façon réversible.
- b) de façon irréversible.

A la même température le gaz est ramené de l'état 2 à l'état 1. Déterminer le travail mis en jeu lorsque la compression s'effectue :

- c) de façon réversible.
- d) de façon irréversible.

Exercice 2

1. Un calorimètre contient 300g d'eau à 15°C, On y verse 250 g d'eau à 50°C. Quelle serait la température d'équilibre si la capacité calorifique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable.

2. Un calorimètre en équilibre thermique contient une masse d'eau $m_1 = 300 \text{ g}$ à la température $T_1 = 15^\circ\text{C}$. On ajoute une masse $m_2 = 250 \text{ g}$ d'eau à la température $T_2 = 60^\circ\text{C}$. La température finale du mélange, lorsque l'équilibre thermique est atteint est $T_f = 34^\circ\text{C}$.

a) Calculer la capacité thermique du calorimètre.

Dans le même calorimètre contenant une masse d'eau $m_1 = 300 \text{ g}$ à la température $T_1 = 15^\circ\text{C}$, on ajoute maintenant un bloc de cuivre de masse $m_3 = 295 \text{ g}$ préalablement porté à la température $T_3 = 80^\circ\text{C}$. La température finale est $T_f' = 16,7^\circ\text{C}$.

b) Calculer la capacité thermique du cuivre.

3. Un calorimètre de capacité thermique $C = 150 \text{ J.K}^{-1}$ contient une masse $m_1 = 200 \text{ g}$ d'eau à la température initiale $T_1 = 70^\circ\text{C}$. On y place un glaçon de masse $m_2 = 80 \text{ g}$ sortant du congélateur à la température $T_2 = -23^\circ\text{C}$.

- Déterminer l'état final d'équilibre du système (T_{eq}).

Données : Capacité thermique massique de l'eau : $c_e = 4185 \text{ J.kg}^{-1}. \text{K}^{-1}$

Capacité thermique massique de la glace : $c_g = 2090 \text{ J.kg}^{-1}. \text{K}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1}$.

Exercice 3

1. Un m^3 d'air (assimilé à un gaz parfait) sous une pression $P_1 = 10 \text{ bar}$ subit une détente à température constante ; la pression finale est de $P_1 = 1 \text{ bar}$.

- Déterminer le travail et le transfert thermique échangés par le gaz avec le milieu extérieur au cours de cette détente.

2. Un récipient fermé par un piston mobile renferme 2 g d'hélium (gaz parfait monoatomique) dans les conditions (P_1, V_1) . On opère une compression adiabatique de façon réversible qui amène le gaz dans les conditions (P_2, V_2) . Sachant que $P_1 = 1 \text{ bar}$; $V_1 = 10 \text{ L}$; $P_2 = 3 \text{ bar}$.

- Déterminer :
 - a) Le volume final V_2
 - b) Le travail échangé par le gaz avec le milieu extérieur
 - c) La variation d'énergie interne du gaz
 - d) Déduire la variation de température du gaz sans calculer sa température initiale.

On donne : $\gamma = C_p/C_v = 5/3$; $R = 8,32 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

3. Calculer la variation d'énergie interne de chacun des systèmes suivants :

- a) Un système absorbe $Q = 2 \text{ kJ}$ tandis qu'il fournit à l'extérieur un travail $W = 500 \text{ J}$.
- b) Un gaz maintenu à volume constant cède $Q = 5 \text{ kJ}$.
- c) La compression adiabatique d'un gaz s'accompagne d'un travail $W = 80 \text{ J}$.

Exercice 4

Une demi mole d'air considéré comme gaz parfait subit les transformations réversibles suivantes :

- Une compression isochore qui amène le gaz de l'état A à l'état B ;
- Une détente isotherme de l'état B à l'état C ;
- Une détente adiabatique de l'état C à l'état D ;
- Un refroidissement isobare de l'état D à l'état A,

1) Compléter le tableau ci dessous en calculant les variables V_A , T_D , V_C et P_C .

Etats	Température T(K)	Pression P (Pa)	Volume V (l)
Etat A	300	$1,5 \cdot 10^5$	
Etat B		$3,5 \cdot 10^5$	
Etat C	700		
Etat D			15,9

2) Représenter le cycle sur le diagramme de Clapeyron (P,V)

3) Exprimer puis calculer en Joules les grandeurs travail (W), la chaleur (Q), la variation de l'énergie interne (ΔU) et la variation de l'enthalpie (ΔH) pour les transformations subies ainsi que pour le cycle. Discuter le signe de W_{cycle}

4) Calculer le rendement du cycle ?

Données : $R=8,31 \text{ J/mol.K} = 0,082 \text{ l.atm/mol.K}$. $\gamma=1,4$

Exercices supplémentaires :

Exercice 1 :

I) Un glaçon de 36g à la température de -5°C est plongé dans 108g d'eau à 60°C.

1) Montrer en comparant la chaleur nécessaire à la fusion totale de la glace à la chaleur contenue dans l'eau chaude que le glaçon fond totalement ?

2) Calculer la température finale (à l'équilibre) de l'eau

3) Calculer la quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser cette eau de la d'température d'équilibre jusqu'à 150°C

II) Un morceau de fer de masse $m_1 = 500$ g est sorti d'un congélateur à la température $\Theta_1 = -30$ °C. Il est plongé dans un calorimètre, de capacité thermique négligeable, contenant une masse $m_2 = 200$ g d'eau à la température initiale $\Theta_2 = 4$ °C.

-Déterminer l'état final d'équilibre du système (température finale, masse des différents corps présents dans le calorimètre).

III) Calculer la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un corps de masse 1 kg initialement à la température de 25°C pour éléver sa température jusqu'à 90°C sous la pression atmosphérique, en considérant les corps suivants :

a) fonte : $C_p=0,46 \text{ J/g.K}$ b) CO : $C_p= 1,71-492 T^{-1} +16. 10^4 T^{-2} \text{ J/g.K}$

Données :

Chaleur massique de l'eau liquide $c_e=4,185 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Chaleur massique de la glace $c_g=2,09 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Chaleur latente de solidification de la glace $L_{sol}=-334 \text{ J.g}^{-1}$. Enthalpie de vaporisation de l'eau à 100°C $\Delta H_{vap(H_2O)}=540 \text{ cal/g}$

Exercice 2 :

On effectue de 3 manières différentes une compression qui amène un mélange air - essence de l'état 1 à l'état 2 avec :

état 1 : $P_1 = 1$ bar et $V_1 = 3$ litres

état 2 : $P_2 = 3$ bars et $V_2 = 1$ litres

La première évolution est isochore puis isobare, la deuxième est isobare puis isochore, la troisième est isotherme ($P.V = Cte$)

1. Sachant que l'on a $\Delta U = Cv.\Delta T$ pour ce gaz (10), calculez ΔU (variation d'énergie interne entre les états 1 et 2).

2. Calculez les travaux dans les 3 cas.

3. Déduisez-en les chaleurs échangées : sont-elles reçues ou évacuées ?