

Epreuve de Thermodynamique



Questions de compréhension (3 pts)

Lorsqu'il est proposé plusieurs réponses, on indiquera la ou les réponses correctes.

- 1- Ecrire l'équation d'état du gaz parfait en indiquant la signification de chaque terme y présent.
- 2- Une transformation réversible est: a) infiniment petite b) infiniment lente c) négligeable.
- 3- Le travail élémentaire des forces pressantes fourni au système est: a) $\delta W = PdV$ b) $\delta W = -PdV$ c) $\delta W = \delta Q - PdV$
- 4- Le premier principe est exprimé par: a) $\Delta U = W + Q$ b) $H = U + PV$ c) $\Delta U = nc_v \Delta T$
- 5- La chaleur de réaction à volume constant est calculée par: a) ΔH b) ΔU c) ΔT
- 6- Une réaction à pression constante est endothermique si : a) $\Delta H > 0$ b) $\Delta H < 0$ c) $\Delta H = 0$.

Exercice 01(4 pts)

0,8g

Soit une masse $m_t = 80g$ de mélange gazeux constitué d'azote N_2 et de méthane CH_4 , formé de 31,14% d'azote de la masse totale, et occupant un volume $V = 0,995l$ sous une température $t = 150^\circ C$.

Calculer:

- 1- les fractions molaires x_{N_2} et x_{CH_4}
- 2- la pression totale du mélange gazeux P_t
- 3- les pressions partielles P_{N_2} et P_{CH_4}

On donne les masses atomiques suivantes : $M(H) = 1 g/mol$, $M(C) = 12 g/mol$, $M(N) = 14 g/mol$.

Exercice 02 (8pts)

On fait subir à 1 mole d'un gaz supposé parfait, un cycle de transformations simples et réversibles suivantes :



On dispose des coordonnées suivantes:

Etat	A	B	C	D
P (atm)	2	1	1	-
V (l)	-	24.6	-	24.6
T (K)	300	-	600	600

- 1- Calculer V_A, T_B, V_C, P_D .
- 2- Donner la nature de chacune des transformations.
- 3- Tracer dans le diagramme de Clapeyron $P - V$ le cycle des 4 transformations.
- 4- Calculer (en Joules) le travail W et la chaleur Q échangés, ainsi que Les variations de l'énergie interne ΔU et de l'enthalpie ΔH pour le gaz durant chacune des quatre transformations.

On donne:

$$R = 0.082 l \cdot atm \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}; R = 8.314 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}; c_p = 29.24 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}, 1 atm = 1.013 \cdot 10^5 Pa$$

Exercice 03 (5 pts)

- 1- Un calorimètre contient une masse $m_1 = 500g$ d'eau à la température $t_1 = 19^\circ C$. On y introduit une masse $m_2 = 150g$ d'eau à la température $t_2 = 25,7^\circ C$. La température d'équilibre finale étant $t_f = 20,5^\circ C$, calculer la capacité thermique du calorimètre C_{cal} ?
- 2- Dans le même calorimètre contenant cette fois ci $m_{eau} = 750g$ d'eau à $t_{eau} = 19^\circ C$, on immerge un bloc de cuivre de masse $m_{Cu} = 550g$ porté initialement à $t_{Cu} = 92^\circ C$. La température d'équilibre s'établit à $23,5^\circ C$. Quelle est alors la capacité thermique massique du cuivre c_{Cu} ?
- 3- Quelle quantité de soda (masse m_{soda}) peut-on refroidir de $t_{soda} = 30^\circ C$ à $t_f = 10^\circ C$ avec un cube de glace de $m_{glace} = 25g$ qui sort du réfrigérateur à $t_{glace} = 0^\circ C$? (Sachant que le soda est placé en premier dans le calorimètre présidant).

On donne:

$$c_{eau} = 4180 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}; c_{soda} = 4180 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}; \text{ la chaleur latente de fusion de la glace : } L_{fusion} = 335000 J/kg$$

Bonne chance

Thermodynamique



Questions de Compréhension (3 pts)

- (0,5) 1. $PV = nRT$
 P : pression du gaz
 V : Volume
 n : nombre de moles
 R : constante de gaz parfait
 T : Température du gaz

- (0,5) 2. b) Infinitement lente.
- (0,5) 3. b) $\delta W = -PdV$
- (0,5) 4. a) $\Delta U = Q + W$
- (0,5) 5. b) ΔU
- (0,5) 6. a) $\Delta H > 0$

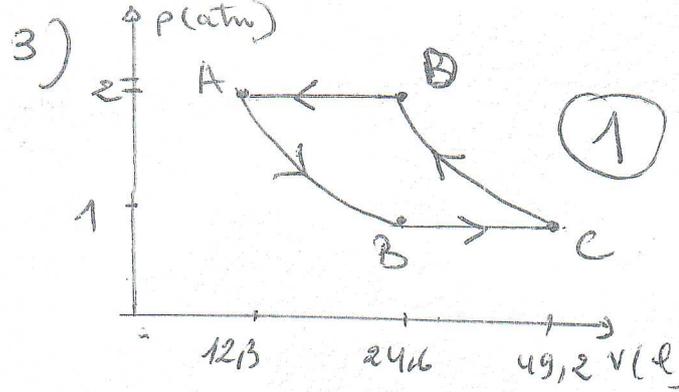
Exo 01 (4 pts)

- (0,25) $m_{N_2} = 31,14 \times m_t = 0,25g$
- (0,25) $m_{CH_4} = 0,8 - 0,25 = 0,55g$
- (0,25) $n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{0,25}{28} = 8,92 \times 10^{-3} \text{ mole}$
- (0,25) $n_{CH_4} = \frac{0,55}{16} = 0,0343 \text{ mole}$
- (0,25) $n_t = n_{N_2} + n_{CH_4} = 4,32 \times 10^{-2} \text{ mole}$
- (0,5) $X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_t} = 0,206$
- (0,5) $X_{CH_4} = 1 - X_{N_2} = 0,794$
- e) $P_t = \frac{n_t RT}{V} = 1,506 \text{ atm}$
- (0,75)

3) $P_{N_2} = X_{N_2} P_t = 0,31 \text{ atm}$
 $P_{CH_4} = X_{CH_4} P_t = 1,195 \text{ atm}$

Exo 02 (08 pts)

- 1) $V_A = 12,3 \text{ l}$, $T_B = 300 \text{ K}$, $V_C = 49,2 \text{ l}$
 $P_0 = 2 \text{ atm}$
- 2) A \rightarrow B isotherme
 B \rightarrow C isobare
 C \rightarrow D isotherme
 D \rightarrow A isobare



- 4) A \rightarrow B isotherme
 $W = -\int P dV = -nRT \ln \frac{V_B}{V_A} = -1728,84 \text{ J}$
 $Q = -W = 1728,84 \text{ J}$
 $\Delta U = 0$
 $\Delta H = 0$
 B \rightarrow C isobare
 $W = -P(V_C - V_B) = -2491,98 \text{ J}$
 $Q = \Delta H = nC_p \Delta T = +8772 \text{ J}$
 $\Delta U = Q + W = +6280,02 \text{ J}$
 $\Delta H = +8772 \text{ J}$

C → D isotherm

0,25 W = -nRT ln(V_D/V_C) = -345 J

0,25 Q = -W = -345 J

0,25 ΔU = 0

0,25 ΔH = 0

D → A isobare

0,25 W = -P(V_A - V_D) = +2491,98 J

0,25 Q = ΔH = ncpΔT = -8772 J

0,25 ΔU = Q + W = -6280,02 J

0,25 ΔH = ncpΔT = -8772 J

Exo: 03 (5 pts)

1) c_{cal} = ?

0,25 ΣQ = 0 ⇒ Q₁ + Q₂ + Q_{cal} = 0

m₁c_{eau}(t_f - t₁) + c_{cal}(t_f - t₁) + m₂c_{eau}(t_f - t₂) = 0

0,75

c_{cal} = $\frac{-m_1 c_{eau}(t_f - t_1) - m_2 c_{eau}(t_f - t_2)}{(t_f - t_1)}$

0,25

c_{cal} = 83,6 J/K

0,25



2) c_{cu} = ?

0,25 ΣQ = 0 ⇒ Q_{eau} + Q_{cal} + Q_{cu} = 0

m_{eau}c_e(t_f - t₁) + c_{cal}(t_f - t₁) + m_{cu}c_{cu}(t_f - t₂) = 0

0,75

c_{cu} = $\frac{-m_{eau} c_e(t_f - t_1) - c_{cal}(t_f - t_1)}{m_{cu}(t_f - t_2)}$

0,25

0,25 * c_{cu} = 384,43 J/K kg

3) m_{soda}

0,25 * ΣQ = 0 ⇒ Q_{fus} + Q_{H₂O} + Q_{cal} + Q_{soda} = 0

* m_gL_f + m_gc_e(t_f - t_g) + c_{cal}(t_f - t_{soda}) + m_{soda}c_{soda}(t_f - t_{soda}) = 0

1

+ m_{soda}c_{soda}(t_f - t_{soda}) = 0

0,15 m_{soda} = $\frac{-m_{H_2O} c_e(t_f - t_g) - m_g L_f - c_{cal}(t_f - t_g)}{c_{soda}(t_f - t_{soda})}$

m_{soda} = 0,09267 kg

0,25 = 92,67 g