

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)  $\Delta H$  b)  $\Delta U$  c)  $\Delta T$
- 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)

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 :

$A \rightarrow B$  ;  $B \rightarrow C$  ;  $C \rightarrow D$  ;  $D \rightarrow A$

On dispose des coordonnées suivantes:

Etat	A	B	C	D
$P \text{ (atm)}$	2	1	1	—
$V \text{ (l)}$	—	24.6	—	24.6
$T \text{ (K)}$	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  $\Delta U$  et de l'enthalpie  $\Delta H$  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:

$c_{eau} = 4180 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$ ;  $c_{soda} = 4180 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$ ; 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)  $\delta W = -P dV$

(0,5) 4 - a)  $\Delta U = Q + W$

(0,5) 5 - b)  $\Delta U$

(0,5) 6 - a)  $\Delta H > 0$

## Exo 01 (4 pts)

1)  $m_{N_2} = 31,14 \times m_t = 0,25g$   
 (0,25)  $N_2$

(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)  $P_{N_2} = X_{N_2} P_t = 0,31 \text{ atm}$   
 (0,5)

(0,5)  $P_{CH_4} = X_{CH_4} P_t = 1,195 \text{ atm}$

## Exo 02 (08 pts)

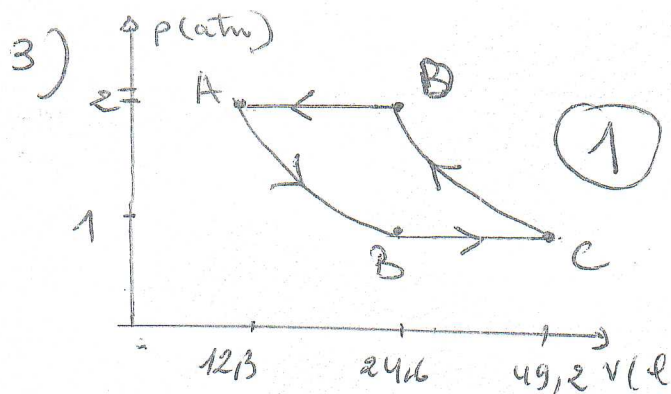
1)  $V_A = 12,3 \text{ l}$ ,  $T_B = 300 \text{ K}$ ,  $V_C = 49,2 \text{ l}$   
 (0,5) (0,5) (0,5)  
 $P_0 = 2 \text{ atm}$   
 (0,5)

2)  $A \rightarrow B$  isotherme (0,25)

$B \rightarrow C$  isobare (0,25)

$C \rightarrow D$  isotherme (0,25)

$D \rightarrow A$  isobare (0,25)



4)  $A \rightarrow B$  isotherme

(0,25)  $W = -\int P dV = -nRT \ln \frac{V_B}{V_A}$   
 $= -1728,84 \text{ J}$

(0,25)  $Q = -W = 1728,84 \text{ J}$

(0,25)  $\Delta U = 0$

(0,25)  $\Delta H = 0$

$B \rightarrow C$  isobare

(0,25)  $W = -P(V_C - V_B) = -2491,98 \text{ J}$

(0,25)  $Q = \Delta H = nC_p \Delta T = +8772 \text{ J}$

(0,25)  $\Delta U = Q + W = +6280,02 \text{ J}$

(0,25)  $\Delta H = +8772 \text{ J}$

C → D isotherm

(0,25)  $W = -nRT \ln \frac{V_D}{V_C} = +3457$

(0,25)  $Q = -W = -3457$

(0,25)  $\Delta U = 0$

(0,25)  $\Delta H = 0$

D → A isobare

(0,25)  $W = -P(V_A - V_D) = +2491,98 \text{ J}$

(0,25)  $Q = \Delta H = n c_p \Delta T = -8772 \text{ J}$

(0,25)  $\Delta U = Q + W = -6280,02 \text{ J}$

(0,25)  $\Delta H = n c_p \Delta T = -8772 \text{ J}$

### Exo: 03 (5 pts)

1)  $C_{cal} = ?$

(0,25)  $\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_{cal} = 0$

$m_1 c_{eau}(t_f - t_1) + C_{cal}(t_f - t_1) + m_2 c_{eau}(t_f - t_2) = 0$

(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)

$C_{cal} = 83,6 \text{ J/K}$

(0,25)

2)  $C_{cu} = ?$

(0,25)  $\sum Q = 0 \Rightarrow Q_{eau} + Q_{cal} + Q_{cu} = 0$

$m_{eau} c_e(t_f - t_1) + C_{cal}(t_f - t_1) + m_{cu} c_{cu}(t_f - t_2) = 0$

(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)  $C_{cu} = 384,43 \text{ J/K kg}$

3)  $m_{soda}$

(0,25)  $\sum Q = 0 \Rightarrow Q_{fus} + Q_{H_2O} + Q_{cal} + Q_{soda} = 0$

$m_g L_f + m_g c_e(t_f - t_g) + C_{cal}(t_f - t_{soda}) + m_{soda} c_{soda}(t_f - t_{soda}) = 0$

①

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

$m_{soda} = 0,09267 \text{ kg}$

(0,25)

$= 92,67 \text{ g}$