



Section A – 1° SM (علوم المادة)	Année Universitaire: 2019/2020
<b>Module de Chimie 2</b>	<b>Série de TD N° 01</b>

**Exercice 01 :** 1- Donnez une définition de ce qui suit :

Système isolé ; Système fermé ; Système ouvert ; L'état d'un système ; Paramètres extensifs ; Paramètres intensifs

2- Sélectionnez les Paramètres extensifs et les Paramètres intensifs

potentiel électrique  $\bar{U}_e$  - quantité d'électricité  $q$  - force  $F$   
 température  $T$  - entropie  $S$  - longueur  $l$  - moment  $M$   
 potentiel de gravité  $gz$  - masse  $m$  - surface  $S$   
 angle  $\theta$  - pression  $P$  - volume  $V$  - tension superficielle  $\tau$

**Exercice 02 :**

A partir de l'équation d'état des gaz parfaits :  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

où  $R$  est une constante déterminée expérimentalement,  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mole}^{-1}$ , et  $n$  est le nombre de moles du gaz.

- Démontrez que cette équation peut s'écrire sous la forme  $P = \rho \cdot R \cdot T / M$ , où  $\rho$  est la densité du gaz et  $M$  est sa masse moléculaire exprimée en kg.
- En introduisant le nombre de molécules du gaz, réécrivez l'équation d'état et montrez l'expression de la constante  $k = R/N_a$  appelée constante de Boltzmann, en fonction de  $P$ ,  $V$  et  $T$ .  $N_a$  est le nombre d'Avogadro.
- Dans l'espace, la masse volumique de la matière correspond à environ un atome par  $\text{cm}^3$ , principalement des atomes d'hydrogène, et la température se situe autour de  $3,4 \text{ }^\circ\text{K}$ . Calculez la pression de ce gaz (en atmosphères).

**Exercice 03 :**

Un  $(01) \text{ m}^3$  d'air assimilé à un gaz parfait sous une pression  $P_1=10 \text{ bars}$  subit une détente à température constante; la pression finale est de  $P_2=1 \text{ bar}$ .

1°/ Déterminer le travail issu de la détente de l'air

2°/ Déterminer la quantité de chaleur échangée par le l'air lors de son évolution

3°/ Déduire la variation en énergie interne au cours de cette détente isotherme.

### **Exercice 04 :**

On mélange 95 g d'eau à 20°C et 71 g d'eau à 50°C dans un calorimètre.

1. Quelle est la température finale à l'équilibre, en négligeant l'influence du calorimètre ?
2. Expérimentalement on obtient 31°C. Expliquer.
3. On appelle valeur en eau du calorimètre la masse d'eau qui aurait la même capacité thermique que le calorimètre. Déterminer cette valeur.

$$\text{Données : } c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$$

### **Exercice 05 :**

On fait bouillir de l'eau dans une cafetière électrique équipée d'un élément de chauffage électrique de type à immersion. Une fois que l'ébullition commence, on constate que 0.5 litre d'eau se vaporise pendant 25 min.

1. Déterminer la puissance de l'élément de chauffage électrique immergé dans l'eau.
2. Quel est le temps nécessaire pour ce dispositif de chauffage pour élever la température de 1 L d'eau froide de 20 °C à la température d'ébullition (100 °C) ?

**On donne :**

- ✚ Capacité calorifique massique de l'eau :  $c_{\text{eau}} = 4.18 \text{ J. g}^{-1}. \text{K}^{-1}$
- ✚ Chaleur latente de vaporisation de l'eau :  $L_{\text{vaporisation}} = 2265 \text{ J. g}^{-1}$
- ✚ Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$

### **Exercice 06 :**

On considère  $n = 40. 10^{-3}$  mol d'air considéré comme un gaz parfait diatomique subissant un cycle modélisé par les évolutions suivantes à partir de l'état A :  $P_1 = 1 \text{ bar}$  et  $T = 300\text{K}$  :

- \*- compression isotherme réversible au contact de la source  $\text{TH}_1$  à  $T_1$ , jusqu'à l'état B, de volume  $V_2 = V_1/10$
- \*- échauffement isochore au contact thermique de la source  $\text{TH}_2$  à  $T_2 = 600\text{K}$  jusqu'à l'état C de température  $T_2$
- \*- détente isotherme réversible au contact de la source  $\text{TH}_2$  jusqu'à l'état D de volume  $V_1$
- \*- refroidissement isochore au contact thermique de la source  $\text{TH}_1$  jusqu'à l'état A

1. Calculer les valeurs numériques de P, V, et T pour chacun des états A, B, C et D.
2. Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron (P, V). Comment peut-on, sans calcul, savoir si le cycle proposé est celui d'un moteur ou d'un système mécaniquement récepteur ?
3. Calculer pour chaque étape le transfert thermique et le travail reçu par le fluide.

## Exercice 01 :

**1- Système isolé :** ne peut échanger ni énergie, ni matière avec le milieu extérieur.

**Système fermé :** peut échanger de l'énergie avec le milieu extérieure mais pas de matière.

**Système ouvert :** peut échanger de l'énergie et de la matière avec l'extérieure.

L'état d'un système est l'ensemble des paramètres physiques nécessaires à sa description.

Ces paramètres sont classés en deux catégories :

- les paramètres **extensifs** qui sont proportionnels à la quantité de matière contenue dans le système (la masse, la longueur, le volume, l'énergie), à sa taille. Toute propriété extensive a une valeur unique caractéristique de l'état du système. On parle alors de grandeur totale.
- les paramètres **intensifs** qui ne dépendent pas de la quantité de matière contenue dans le système (pression, température, masse volumique ...). Ce sont des grandeurs locales définies en chaque point du système.

2-

grandeur intensive	grandeux extensive	produit (travail ou chaleur)
force $F$	longueur $l$	$F.l$
moment $M$	angle $\theta$	$M.\theta$
pression $P$	volume $V$	$P.V$
tension superficielle $\tau$	surface $S$	$\tau.S$
température $T$	entropie $S$	$T.S$
potentiel de gravité $gz$	masse $m$	$mgz$
potentiel électrique $U_e$	quantité d'électricité $q$	$q.U_e$

## Exercice 02 :

a)  $p = \frac{nRT}{V}$  masse moléculaire (M) telle que:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{V} \Rightarrow P = \rho \cdot \frac{RT}{M}$

b) Nombre de molécules du gaz: N

$$N = n \cdot N_a \quad \text{où} \quad N_a = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad \Rightarrow P = \frac{N}{N_a} \cdot \frac{RT}{V} = N \left( \frac{R}{N_a} \right) \frac{T}{V}$$

$$P = N \cdot k \cdot \frac{T}{V}$$

c)  $P = \frac{1}{10^{-6} \text{ m}^3} \cdot \frac{8.3144 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}}{6.022 \cdot 10^{23}} \cdot 3.4 \text{ K}$   $P = 4.69 \cdot 10^{-17} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \rightarrow (4.6 \cdot 10^{-22} \text{ atm})$

### Exercice 03 :

La transformation de l'air considéré étant isotherme : à  $n$  et  $T$  constante, on écrit :

$$p_1 V_1 = nRT_1$$

$$p_2 V_2 = nRT_2$$

Avec,  $T_1 = T_2$  (détente isotherme), donc :

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$\text{D'où : } V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{10 \cdot 10^5 \cdot 1}{1 \cdot 10^5} = 10 \text{ m}^3$$

1- Le travail issu de la détente de l'air :

$$W_{1-2} = - \int_1^2 p dV = -nRT \int_1^2 \frac{dV}{V} = -nRT \int_1^2 d(\ln V) = -nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

Avec :  $nRT = p_1 V_1 = p_2 V_2$  et  $p_1 = 10^6 \text{ Pa}$  ;  $V_1 = 1 \text{ m}^3$

$$\text{D'où : } W_{1-2} = -10^6 \ln 10 = -2,3 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

2- La quantité de chaleur échangée par l'air :

$$Q_{12} = \int_1^2 m.c.dT = m.c \int_1^2 dT = m.c(T_2 - T_1), \quad \text{sachant que : } T_2 = T_1 \text{ (transf. isotherme)}$$

Alors :  $Q_{12} = 0$

3- La variation en énergie interne de l'air lors de la détente isotherme :

La variation en énergie interne est donnée par :  $\Delta U = Q + W$

$$\text{Donc, } \Delta U = Q + W = 0 - 2,3 \cdot 10^6 = -2,3 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

### Exercice 04 :

1. Quantité de chaleur captée par l'eau froide :  $Q_1 = m_1 c_e (\theta_e - \theta_1)$ .

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude :  $Q_2 = m_2 c_e (\theta_e - \theta_2)$ .

Le système {eau + calorimètre} est isolé :  $Q_1 + Q_2 = 0$ .

$$m_1 c_e (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_e (\theta_e - \theta_2) = 0 \text{ d'où } \theta_e = (m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2) / (m_1 + m_2)$$

A.N. :  $\theta_e = 32.83 \text{ }^\circ\text{C}$

2. Quantité de chaleur captée par l'eau froide et le calorimètre :  $Q_1 = (m_1 c_e + C) (\theta_e - \theta_1)$

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude :  $Q_2 = m_2 c_e (\theta_e - \theta_2)$

Le système {eau + calorimètre} est isolé :  $Q_1 + Q_2 = 0$

Soit  $(m_1 c_e + C) (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_e (\theta_e - \theta_2) = 0$

$$C (\theta_e - \theta_1) = -m_1 c_e (\theta_e - \theta_1) - m_2 c_e (\theta_e - \theta_2)$$

$$C = \frac{-m_1 c_e (\theta_e - \theta_1) - m_2 c_e (\theta_e - \theta_2)}{\theta_e - \theta_1} \implies C = \frac{m_1 c_e (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_e (\theta_e - \theta_2)}{\theta_1 - \theta_e}$$

A.N. :  $C = 115.65 \text{ J.K}^{-1}$

La capacité thermique du calorimètre est  $115.65 \text{ J.K}^{-1}$

valeur en eau du calorimètre  $\mu = \frac{C}{c_e} = 27.66 \text{ g}$

---

### Exercice 05 :

1. Au bout d'un temps  $t = 25 \text{ min}$ , un volume  $V = 0.5 \text{ litre}$  d'eau se vaporise suite à l'énergie donnée par la résistante chauffante de puissance  $\mathcal{P}$ . Le bilan d'énergie s'écrit alors :

$$Q_{\text{résistance}} + Q_{\text{vaporisation}} = 0$$

$$\implies -\mathcal{P}t + mL_{\text{vaporisation}} = 0 \quad (\rho = m/V)$$

$$\implies \mathcal{P} = \rho V L_{\text{vaporisation}} / t$$

**A. N.** :  $\mathcal{P} = 755 \text{ Watts}$

2. Pour chauffer 1 L d'eau de  $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  à  $\theta_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , il faut une quantité de chaleur :

$$Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_2 - \theta_1). \text{ Cette énergie va provenir de la résistance de puissance } \mathcal{P}.$$

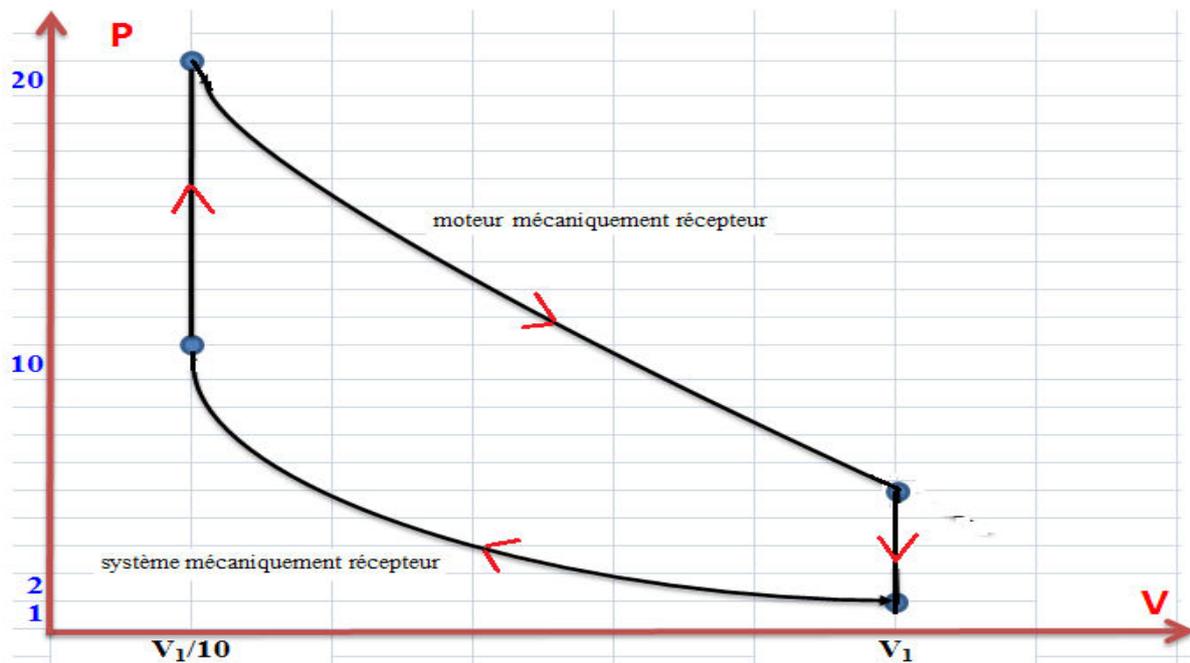
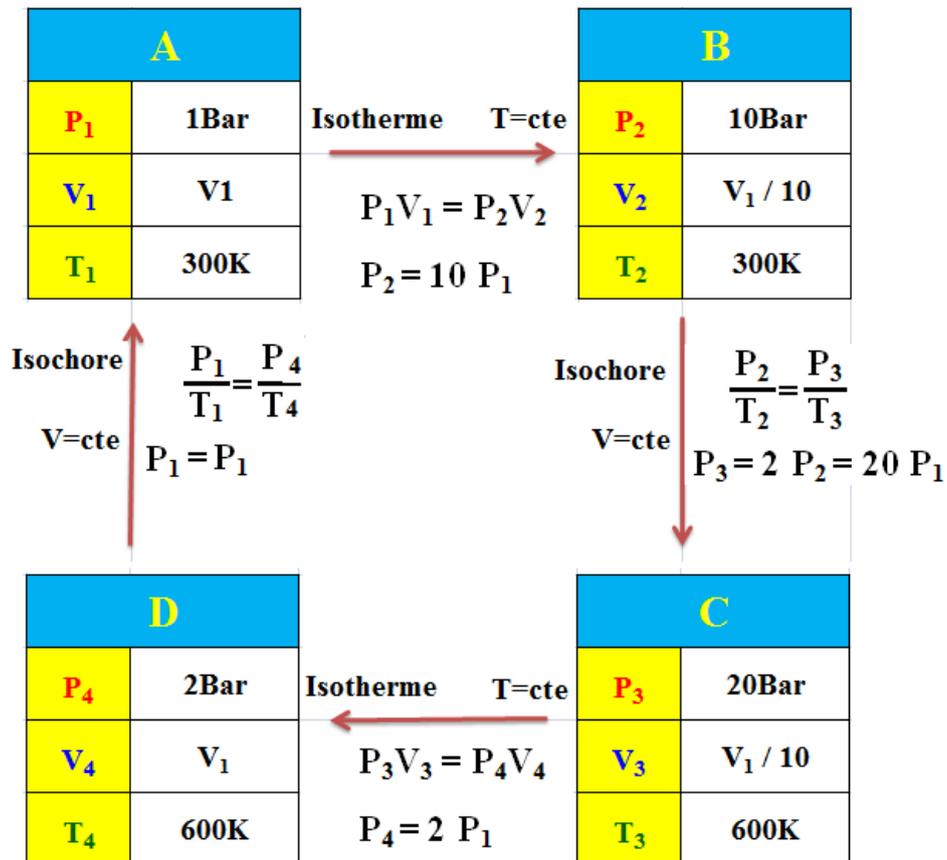
$$\text{Le bilan d'énergie s'écrit alors : } -\mathcal{P}t_2 + m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_2 - \theta_1) = 0$$

$$\implies t_2 = \rho V_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_2 - \theta_1) / \mathcal{P}$$

**A. N.** :  $t_2 = 442.9 \text{ s}$

---

## Exercice 06 :



**Etape01 :**  $dw = - dv = - nRT/V \cdot dv$       $dw = nRT \ln(P_2/P_1) = 33.24 \ln 10 = 76.53j$

**Etape02 :**  $dw = - dv = 0j$

**Etape03 :**  $dw = - dv = - nRT/V \cdot dv$  ;  $dw = nRT \ln(P_4/P_3) = 33.24 \ln 0.1 = -76.53j$

**Etape04 :**  $dw = - dv = 0j$