

Physique: 13 pts

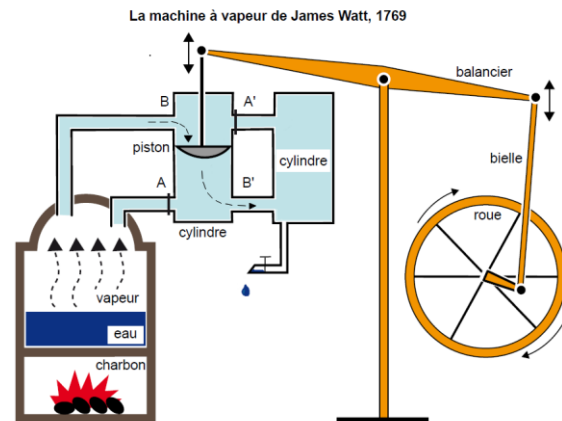
Partie I :

On considère un gaz contenu dans un cylindre adiabatique fermé par un piston. Le système étudié est {cylindre, piston, gaz} classer les ci-dessous selon une succession logique :

- le milieu extérieur fournit 25 J au système par le travail. **0.75pt**
 - l'énergie reçue par le système est $W=25J$.
 - on appuie sur le piston et le volume du gaz diminue
- l'énergie fournie par le système au milieu extérieur est $W= -30J$. **0.75pt**
 - le système fournit, par travail, de l'énergie au milieu extérieur.
 - le piston s'élève et le volume du gaz augmente.

Partie II :

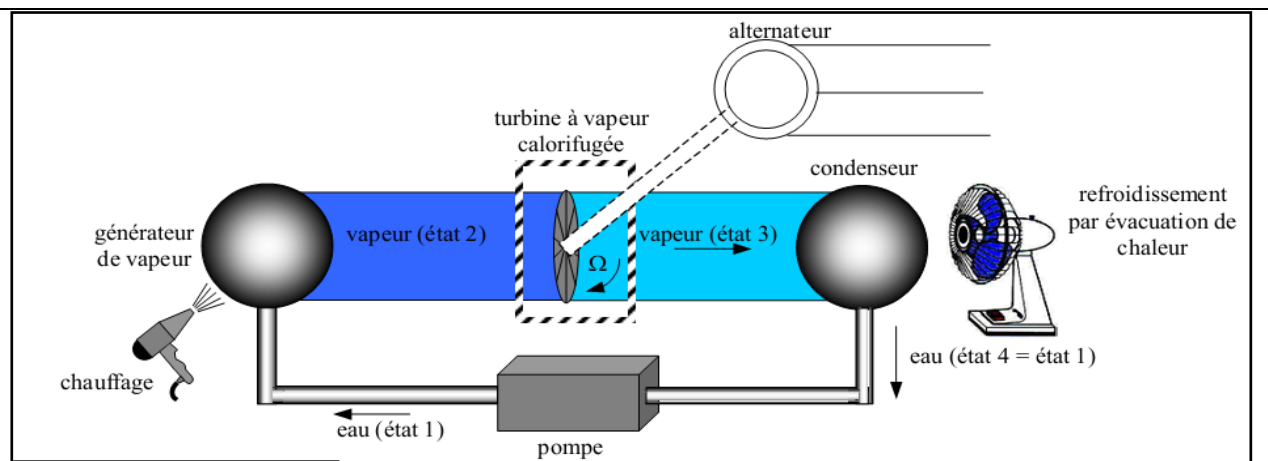
Dans une machine à vapeur (moteur thermique qui n'est plus utilisé de nos jours), un fluide thermique (l'eau) subit une transformation cyclique où il échange de l'énergie avec le milieu extérieur (figure). Suivons l'évolution d'une masse m d'eau dans la machine. Elle est vaporisée dans la chaudière où elle reçoit 200J de la source chaude. Dans le cylindre, cette vapeur pousse le piston et elle fournit un travail au milieu extérieur. La vapeur arrive ensuite au condenseur où elle fait retour à l'état liquide en fournissant 100J à la source froide. Cette eau revient enfin à la chaudière.



- Quelle est la variation d'énergie interne de la masse m d'eau au cours de la transformation (essaie interpréter la transformation). **1.5pt**
- Exprimer algébriquement les énergies Q_1 et Q_2 échangées par l'eau par transfert thermique au niveau de la source chaude et de la source froide. **1.5pt**
- Calculer la valeur du travail fourni par la machine au cours de la transformation. **1.5pt**
- Déterminer le rendement η de cette machine. Conclure. **1.5pt**

Partie III :

Une turbine à vapeur entraîne un alternateur. La vapeur d'eau sous pression entraîne les pals de la turbine qui se met à tourner et entraîne dans sa rotation le rotor de l'alternateur. L'installation est la suivante :



Le cycle décrit par $M = 1\text{ kg}$ d'eau est le suivant : Le générateur de vapeur (parois indéformables pas d'échange de travail avec l'extérieur) fournit $|Q_{m1}| = 2800\text{ kJ/kg}$ (sachant que $Q_1 = Q_{m1} \cdot M$) de chaleur à l'eau qui se transforme alors en vapeur sous pression. Une valve de sortie du générateur de vapeur s'ouvre, la vapeur entraîne alors une turbine calorifugée, fournissant ainsi un travail à l'extérieur (la turbine). Cette vapeur, une fois son travail fourni, est récupérée dans un condenseur (parois indéformables) qui la transforme à nouveau en eau grâce au refroidissement qui s'y opère. Cette vapeur liquéfiée (eau liquide) a cédé à l'extérieur (air ambiant) une quantité de chaleur de $|Q_{m2}| = 1200\text{ kJ/kg}$ (sachant que $Q_2 = Q_{m2} \cdot M$). L'eau a donc finalement décrit un cycle de transformations.

1. A l'aide du premier principe de la thermodynamique, calculez la variation d'énergie interne $\Delta U_{12} = (U_2 - U_1)$ et $\Delta U_{34} = (U_4 - U_3)$. **2pt**
2. Sachant que l'eau décrit un cycle ($\Delta U_{\text{cycle}} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{34}$), déduisez- en la variation d'énergie interne $\Delta U_{23} = (U_3 - U_2)$ et le travail W_{23} qui est fourni à la turbine. **2pt**
3. La turbine entraînant l'alternateur possède dans ce cas un débit massique $q_m = 4\text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ ($q = q_m/M$) Calculez la puissance P développée par la turbine (rappel : les watts sont de $\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$). **1.5pt**

Chimie : 7pts

On dispose d'un volume $V_1 = 100\text{ mL}$ d'une solution aqueuse S_1 de chlorure de potassium et d'un volume $V_2 = 50,0\text{ mL}$ d'une solution aqueuse S_2 de hydroxyde de potassium. La concentration molaire de la solution S_1 est égale à $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-3}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et la concentration molaire de la solution S_2 est égale à $C_2 = 1,3 \cdot 10^{-3}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1. Calculer les conductivités σ_1 et σ_2 de chacune de ces solutions. **1pt**
On mélange ces deux solutions :
2. Calculer la concentration molaire de chaque ion dans le mélange. **1.5pt**
3. Calculer la conductivité σ du mélange. **1.5pt**
4. Quelle est la relation entre la conductivité σ du mélange σ_1 et σ_2 , V_1 et V_2 . **1pt**
5. Calculer la conductivité σ du mélange réalisé à partir de $V_1 = 50\text{ mL}$ de S_1 et $V_2 = 200\text{ mL}$ de S_2 . **1pt**
6. Quelle serait la valeur de la conductance mesurée à l'aide d'électrodes de surface $S = 1,0\text{ cm}^2$, distantes de $L = 5,0\text{ mm}$? **1pt**

Données : $\lambda(\text{K}^+) = 7,35 \cdot 10^{-3}\text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \cdot 10^{-3}\text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{HO}^-) = 19,8 \cdot 10^{-3}\text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

Nom et prénom

Sana Ennaoui

Classe, 15M BIOF 1

Devoir surveillé

N°3 Semestre 1

Note

20

Exercice 1

Partie 1

- 1) c. on appuie sur le piston et le volume de gaz diminue
a. le milieu extérieur fournit 25 J au système par le travail
b. l'énergie reçue par le système est $W = 25 \text{ J}$

- 2) c. Le piston s'élève et le volume du gaz augmente
b. le système fournit, par travail, de l'énergie au milieu extérieur.
a. l'énergie fournie par le système ^{extérieur} est $W = -30 \text{ J}$

Partie II

1. $\Delta U = 0$ dans ce cas on a un fluide thermique qui subit une transformation cyclique donc $U_f = U_i$ d'où la variation de l'énergie interne est nulle.

2. $Q_1 = 280 \text{ J} > 0$ car elle est reçue par le système.

$Q_2 = -100 \text{ J} < 0$ car elle est cédée par le système.

3. On a $\Delta U = 0$ et $\Delta U = W + Q_1 + Q_2$

$$\text{D'où } W + Q_1 + Q_2 = 0$$

$$W = -Q_1 - Q_2$$

$$= -280 + 100$$

$$= -180 \text{ J}$$

4. On a $\eta = \frac{|W_f|}{Q_1} \times 100$

$$= \frac{|-180|}{280} \times 100$$

$$= 64,2\%$$

Donc la machine a un faible rendement, un faible travail, elle cède de l'énergie.

Partie III

$$1) \Delta U_{12} = (U_2 - U_1)$$

$$= Q_1$$

$$= Q_m 1. M$$

$$= 2800 \cdot 1$$

$$= 2800 \text{ kJ}$$

$$= 2800 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta U_{34} = (U_4 - U_3)$$

$$= Q_2$$

$$= Q_m 2. M$$

$$= -1200 \cdot 1$$

$$= -1200 \text{ kJ}$$

$$= -1200 \times 10^3 \text{ J}$$

2) On a une transformation cyclique donc $\Delta U_{\text{cycle}} = 0$

$$\text{D'où } \Delta U_{\text{cycle}} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{34} = 0$$

$$\Delta U_{23} = -\Delta U_{12} - \Delta U_{34}$$

$$= -2800 \times 10^3 + 1200 \times 10^3$$

$$= -1600 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\text{et on a } \Delta U_{23} = W_{23}$$

$$W_{23} = \Delta U_{23}$$

$$= -1600 \times 10^3 \text{ J}$$

3) On a $q_m = 4 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

$$4 \text{ kg} \rightarrow 1 \text{ s}$$

$$1 \text{ kg} \rightarrow x$$

$$x = 0,25 \text{ s}$$

$$\text{Donc } P = \frac{|W_{23}|}{0,25}$$

$$= \frac{1600 \times 10^3}{0,25}$$

$$= 6,4 \times 10^6 \text{ W}$$

Chimie

$$\begin{aligned} 1) \sigma_1 &= \lambda_{K^+} \cdot [K^+] + \lambda_{Cl^-} \cdot [Cl^-] \\ &= (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot C_1 \\ &= (7,35 \cdot 10^{-3} + 7,63 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} \\ &= 22,47 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \lambda_{K^+} \cdot [K^+] + \lambda_{HO^-} \cdot [HO^-] \\ &= (\lambda_{K^+} + \lambda_{HO^-}) \cdot C_2 \\ &= (7,35 \cdot 10^{-3} + 19,8 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} \\ &= 35,3 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

$$2) [K^+] = [Cl^-] = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{(50 + 100) \cdot 10^{-3}} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[K^+] = [HO^-] = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{(50 + 100) \cdot 10^{-3}} = 4,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} 3) \sigma &= \lambda_{K^+} \cdot [K^+] + \lambda_{Cl^-} \cdot [Cl^-] + \lambda_{K^+} \cdot [K^+] + \lambda_{HO^-} \cdot [HO^-] \\ &= (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} + (\lambda_{K^+} + \lambda_{HO^-}) \cdot \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \\ &= (7,35 \cdot 10^{-3} + 7,63 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-3}} + (7,35 \cdot 10^{-3} + 19,8 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{4,33 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} \\ &= 16,98 \cdot 10^{-3} + 11,75 \cdot 10^{-3} \\ &= 26,73 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

4) On a

$$\sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot C_1 \cdot \frac{V_1}{V_1 + V_2} + (\lambda_{K^+} + \lambda_{HO^-}) \cdot C_2 \cdot \frac{V_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{\sigma_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} + \frac{\sigma_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{\sigma_1 \cdot V_1 + \sigma_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\begin{aligned} 5) \sigma &= \frac{\sigma_1 \cdot V_1 + \sigma_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \\ &= \frac{22,47 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3} + 35,3 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{(50 + 200) \cdot 10^{-3}} = 32,73 \cdot 10^{-3} \text{ S} \end{aligned}$$

6) On a

$$G = \sigma \cdot \frac{S}{L}$$

$$= 32,73 \times 10^{-3} \cdot \frac{1 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$= 6,546 \times 10^{-4} \text{ S}$$

Aymen
Tarkane

Devoir Surveillé N° 3

Physique et chimie :

Physique :

Partie I :

$$\begin{array}{l} 1^\circ \quad a + b = a + c - a - b \\ 2^\circ \quad c - b - a \end{array}$$

Partie II :

1° * l'énergie interne ne varie pas
puisque c'est une transformation cyclique ($\Delta U = 0$)
* l'eau (le fluide thermique) reçoit de l'énergie
de la chaudière $Q_1 > 0$, et se transforme
en vapeur, une partie de l'énergie emmagasinée
se transforme en énergie utile au tant que
travail W , puis la partie restante se libère
au niveau du condenseur, et l'eau revient à son
état initial.

$$2^\circ \quad Q_1 > 0 \Rightarrow Q_1 = 280 \text{ J (source chaude)}$$

$$Q_2 < 0 \Rightarrow Q_2 = -100 \text{ J (source froide)}$$

$$3^\circ \quad \text{Car } \Delta U = \Sigma W + \Sigma Q \\ = W + Q_1 + Q_2$$

$$\text{et } Q_1 + Q_2 + W = 0 \Rightarrow W = -Q_1 - Q_2 \\ \Rightarrow W = -280 + 100$$

$$\Rightarrow W = -180 \text{ J}$$

$$4^\circ \quad \eta = \frac{|W|}{Q_1} = \frac{180}{280} = 64,29\%$$

* le rendement de cette machine est faible puisque
puisque un cycle engendre une perte de l'énergie
(35,71%)

Partie II :

1/ * Entre l'état 1 et 2

⇒ la variation se fait par transfert thermique

$$\begin{aligned}\Delta U_{1 \rightarrow 2} &= Q_1 = Q_{m_1} \times 1 \\ &= 2800 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{3 \rightarrow 4} &= Q_2 = -Q \\ &= -1200 \text{ kJ}\end{aligned}$$

2/ On a l'eau décrit un cycle (transformation cyclique) donc

$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0 \Leftrightarrow \Delta U_{1 \rightarrow 2} + \Delta U_{2 \rightarrow 3} + \Delta U_{3 \rightarrow 4} = 0$$

$$\Leftrightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = -\Delta U_{1 \rightarrow 2} - \Delta U_{3 \rightarrow 4}$$

$$\Leftrightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = -2800 + 1200$$

$$\begin{aligned}\text{On a } \Delta U_{2 \rightarrow 3} &= W_{2 \rightarrow 3} \\ &= -1600 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3/ \text{ On a } P &= \frac{|W_{2 \rightarrow 3}|}{\Delta t} \\ &= \frac{|-1600 \times 4|}{1} \\ &= 6400 \text{ kW } (\text{J} \cdot \text{s}^{-1}) \\ &= 6400 \times 10^3 \text{ W}\end{aligned}$$

chimie :

1/ Eau $S_1 (K^+ ; Cl^-)$; $V_1 = 100 \text{ mL}$
 $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$\begin{aligned} \text{Eau } \sigma_1 &= C_1 (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) \\ &= 1,5 (7,35 + 7,63) \cdot 10^{-3} \\ &= 2,247 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

* Eau $S_2 (K^+ ; HO^-)$; $V_2 = 50 \text{ mL}$
 $C_2 = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$\begin{aligned} \text{Eau } \sigma_2 &= C_2 (\lambda_{K^+} + \lambda_{HO^-}) \\ &= 1,3 (7,35 + 19,18) \cdot 10^{-3} \\ &= 3,5295 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

2/ pour le mélange :

$$\begin{aligned} [K^+] = [Cl^-] &= \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \times 100 \cdot 10^{-3}}{(50 + 100) \cdot 10^{-3}} \\ &= \frac{1,5 \cdot 10^{-1}}{150} \\ &= 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [K^+] = [OH^-] &= \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \times 50 \cdot 10^{-3}}{(150) \cdot 10^{-3}} \\ &= 4,34 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 4,34 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 39/ \quad v_m &= \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} \cdot \left(\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-} \right) + \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \left(\lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-} \right) \\
 &= (7,135 + 7,163) \cdot 10^{-3} + 4,34 \cdot 10^{-2} \times (19,73 + 7,135) \cdot 10^{-3} \\
 &= 2,1626 \times 10^{-2} \quad S \cdot m^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 40/ \quad \text{Qua} \quad v_m &= \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} \left(\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-} \right) + \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \left(\lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-} \right) \\
 &= \frac{v_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} + \frac{v_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \\
 &= \frac{v_1 \cdot V_1 + v_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 50/ \quad S_2 \quad \text{2 mélanges:} \\
 v_m &= \frac{10^{-2} \cdot 2,247 \cdot 50 + 3,5295 \cdot 10^{-2} \cdot 200}{250}
 \end{aligned}$$

$$= 3,273 \times 10^{-2} \quad S \cdot m^{-1}$$

60/

$$\begin{aligned}
 \text{Qua} \quad G &= v \times \frac{\beta}{L} \\
 &= 3,273 \cdot 10^{-2} \times \frac{1 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}} \\
 &= \frac{3,273}{5} \cdot 10^{-3} \\
 &= 6,546 \cdot 10^{-4} \quad S
 \end{aligned}$$