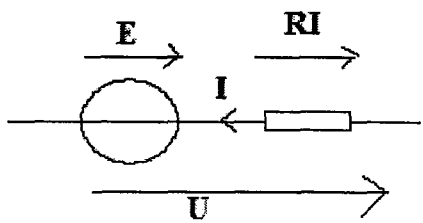


## ÉLÉMENTS DE CORRECTION

## ÉLECTRICITÉ (7 points)

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 1.1.   | À l'arrêt, le moteur ne tournant pas, sa vitesse angulaire $\Omega$ est nulle.<br>A.N : $E = K.\Omega = 0 \text{ V}$ .   | 0,5 |
| 1.2.   | Le modèle équivalent de l'induit est :<br>  | 1   |
| 1.3.   | Aux bornes de l'induit, la loi d'ohm s'écrit : $U = E + R.I$<br>Au démarrage, on sait que la force électromotrice $E$ est nulle, donc $U_d = R.I_d$<br>A.N : $U_d = (12.10^{-3}) \times (1,2) \times (1,5.10^3) = 21,6 \text{ V}$ .  | 0,5 |
| 2.1.1. | La puissance absorbée par l'induit du moteur parcouru par un courant d'intensité $I_N$ et soumis à une tension $U_N$ est $P_{\text{induit}} = U_N.I_N$<br>A.N : $P_{\text{induit}} = (600) \times (1,5.10^3) = 900000 \text{ W} = 900 \text{ kW}$ .  | 0,5 |
| 2.1.2. | $P_{\text{inducteur}} = U_e \times I_e = 600 \times 30 = 18 \text{ kW}$ .  | 0,5 |
| 2.1.3. | Pour ce type de moteur, la puissance totale absorbée est absorbée par l'ensemble inducteur-induit, c'est la somme des deux puissances absorbées :<br>$P_{\text{tot}} = P_{\text{induit}} + P_{\text{inducteur}} = U_N.I_N + U_e.I_e$<br>A.N : $P_{\text{tot}} = (600) \times (1,5.10^3) + (600) \times (30) = 918000 \text{ W} = 918 \text{ kW}$ .   | 0,5 |
| 2.1.4. | - La puissance perdue par effet Joule dans l'induit de résistance $R$ est $P_J(\text{induit})$ , elle s'écrit $P_J(\text{induit}) = R.I_N^2$<br><br>- La puissance perdue par effet Joule dans l'inducteur de résistance $r$ est $P_J(\text{inducteur})$ , elle s'écrit $P_J(\text{inducteur}) = r.I_e^2$ .<br>On sait que l'inducteur se comporte comme un conducteur ohmique qui satisfait à la loi d'Ohm : $U_e = r.I_e$ .<br>On a : $P_J(\text{inducteur}) = r.I_e.I_e = U_e.I_e$<br><br>- La puissance totale perdue par effet Joule est donc :<br>$P_J = P_P(\text{induit}) + P_P(\text{inducteur}) = R.I_N^2 + U_e.I_e$<br>A.N : $P_J = (12.10^{-3}) \times (1,5.10^3)^2 + (600) \times (30) = 45000 \text{ W} = 45 \text{ kW}$ . | 1   |
| 2.2.1. | La puissance utile du moteur est la différence entre la puissance totale qu'il absorbe et l'ensemble des pertes : $P_{\text{ut}} = P_{\text{tot}} - P_J - P_C$<br>A.N : $P_{\text{ut}} = 918 - 45 - 27 = 846 \text{ kW}$ .   | 0,5 |

|               |   |          |
|---------------|---|----------|
| <b>2.2.2.</b> | Le moment du couple utile $T_U$ se calcule avec la relation<br>$P_{ut} = T_U \cdot \Omega$ .<br>On a alors $T_U = P_{ut} / \Omega$ et on sait que $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot n_N$<br>avec $n_N = (30) / (60) = 0,5 \text{ tr.s}^{-1}$<br>A.N : $T_U = (846000) / (2 \cdot \pi \cdot 0,5) = 269300 \text{ N.m} = 269 \times 10^3 \text{ N.m}$ . | <b>1</b> |
| <b>2.3.</b>   | Le rendement de la machine est le rapport entre sa puissance utile et sa puissance absorbée : $\eta = P_{ut} / P_{tot}$<br>A.N : $\eta = (846) / (918) = 92 \%$ .   | <b>1</b> |

### CHIMIE (5 points)

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| <b>1.1.</b> | La masse molaire de l'hydroxyde de sodium NaOH est<br>$M = M_{Na} + M_O + M_H$<br>A.N : $M = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ .<br>La quantité de matière d'hydroxyde de sodium est donc $n = m/M$<br>A.N : $n = 2,0 / 40 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ .  | <b>1</b>                                     |
| <b>1.2.</b> | La concentration molaire de la solution obtenue en dissolvant n moles dans V litres d'eau est $C = n / V$ .<br>A.N : $C = 5,0 \cdot 10^{-2} / 5,0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  | <b>0,5</b>                                   |
| <b>1.3.</b> | La dissociation dans l'eau de l'hydroxyde de sodium est totale :<br>$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HO}^-$<br>Il y a en solution autant de moles d'ions $\text{HO}^-$ qu'il y avait de moles d'hydroxyde de sodium.<br><br>$n_{\text{HO}^-} = n$ et la concentration molaire en ions $\text{HO}^-$ est<br>$[\text{HO}^-] = n_{\text{HO}^-} / V$ .<br>A.N : $[\text{HO}^-] = 5,0 \cdot 10^{-2} / 5,0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$<br><br>Sachant que le produit ionique de l'eau est $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HO}^-]$ ,<br>on en déduit la concentration molaire en ions oxonium $\text{H}_3\text{O}^+$ :<br>$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_e / [\text{HO}^-]$<br>A.N : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} / 10^{-2} = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$ . | <b>0,5</b><br><br><br><br><br><br><b>0,5</b> |
| <b>1.4.</b> | Le pH de la solution est donné par la relation $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$<br>A.N : $\text{pH} = -\log 10^{-12} = 12,0$ .  | <b>0,5</b>                                   |
| <b>2.1.</b> | On peut dire que cette solution a un pH compris entre 0 et 3,2.<br>On acceptera la réponse : « le pH est inférieur à 3,2 ».   | <b>0,5</b>                                   |
| <b>2.2.</b> | La concentration molaire en ions oxonium $\text{H}_3\text{O}^+$ est donné par la relation $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$<br>A.N : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,9} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .<br><br>D'où la concentration molaire en ions hydroxyde $\text{HO}^-$ ,<br>$[\text{HO}^-] = K_e / [\text{H}_3\text{O}^+]$<br>A.N : $[\text{HO}^-] = 10^{-14} / 10^{-2,9} = 7,9 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$ .  | <b>0,5</b><br><br><br><br><br><br><b>0,5</b> |

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 2.3. | Le pH de cette solution étant inférieur à 7, elle est donc acide. | 0,5 |
|------|---|-----|

**THERMODYNAMIQUE (8 points)**

|        |  |                     |
|--------|--|---------------------|
| 1.1.   | La transformation (2) est isobare : $p_2 = p_3$  | 0,25                |
| 1.2.   | <p>De l'état 1 à l'état 2, le gaz subit une compression adiabatique : la pression <math>p_2</math> est donc supérieure à la pression <math>p_1</math>, le volume <math>V_2</math> est inférieur à <math>V_1</math>.</p> <p>De l'état 2 à l'état 3, il subit un réchauffement isobare : la pression <math>p_3</math> est égale à la pression <math>p_2</math>, la température <math>T_3</math> est supérieure à <math>T_2</math>, et donc le volume <math>V_3</math> est supérieur à <math>V_2</math>.</p> <p>De l'état 3 à l'état 4, il subit une détente adiabatique : le volume <math>V_4</math> est supérieur à <math>V_3</math>.</p> <p>De l'état 4 à l'état 1, il subit un refroidissement isobare : la pression <math>p_4</math> est égale à la pression <math>p_1</math>, la température <math>T_1</math> est inférieure à <math>T_4</math>, et donc le volume <math>V_1</math> est inférieur à <math>V_4</math> (non exigé)</p> <p>D'où l'allure du cycle dans le diagramme de Clapeyron :</p> | 1 pour le cycle     |
| 1.3.   |  | 0,5 pour les points |
| 2.1.   | <p>D'après l'équation d'état des gaz parfaits <math>P.V = n.R.T</math>, on peut écrire :</p> $(Pv)^\gamma = (nRT)^\gamma,$ <p>donc <math>V^\gamma = (n.R.T)^\gamma / p^\gamma</math></p> <p>Donc <math>p.V^\gamma = Cste</math> devient <math>p.(n.R.T)^\gamma / p^\gamma = Cste</math>.</p> <p>D'où sachant que <math>n</math> et <math>R</math> sont des constantes (circuit fermé) :</p> $p^{1-\gamma}.T^\gamma = Cste.$  | 0,5                 |
| 2.2.1. | <p>On peut donc écrire que <math>p_1^{1-\gamma}.T_1^\gamma = p_2^{1-\gamma}.T_2^\gamma</math> et donc</p> $T_2 = T_1 . (p_1/p_2)^{1-\gamma/\gamma}$  | 0,5                 |

|        |  |      |
|--------|--|------|
| 2.2.2. | De même, on aura $T_4 = T_3 \cdot (p_3/p_4)^{1-\gamma/\gamma}$ et comme $p_2 = p_3$ et $p_1 = p_4$ , on peut donc écrire que : $T_4 = T_3 \cdot (p_2/p_1)^{1-\gamma/\gamma}$ .   | 0,5  |
| 3.1.   | $Q_C$ est la quantité de chaleur échangée par le gaz avec la source chaude entre l'état 2 et l'état 3, au cours d'une transformation isobare : pour une mole de gaz, on a : $Q_C = C_p \cdot (T_3 - T_2)$ .  | 1    |
| 3.2.   | $Q_F$ est la quantité de chaleur échangée par le gaz avec la source froide entre l'état 4 et l'état 1, de façon isobare : on a donc aussi pour une mole, $Q_F = C_p \cdot (T_1 - T_4)$ .   | 0,5  |
| 4.     | En utilisant le premier principe, dans le cas d'un cycle, on a $W + Q = 0$ , donc $W = -Q$<br>Calculons la quantité de chaleur totale $Q$ ; elle peut s'écrire $Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$<br>De l'état 1 à l'état 2 et de l'état 3 à l'état 4, les transformations sont adiabatiques :<br>$Q_{12} = Q_{34} = 0$ et on sait que $Q_{23} = Q_C$ et que $Q_{41} = Q_F$ , donc on a $Q = Q_C + Q_F$<br>On en déduit $W = -Q = -Q_C - Q_F = C_p (T_4 - T_3 + T_2 - T_1)$ . | 1    |
| 5.1.   | Pour l'argon, on a : $1-\gamma/\gamma = (1 - 1,67)/1,67 = -0,40$ .<br>Pour l'air, on a : $1-\gamma/\gamma = (1 - 1,4)/1,4 = -0,29$ .<br>Pour le dioxyde de carbone, on a : $1-\gamma/\gamma = (1 - 1,31)/1,31 = -0,24$ .<br><br>D'où les valeurs des rendements :<br>- pour l'argon, $\eta = 43 \%$ ;<br>- pour l'air, $\eta = 33 \%$ ;<br>- pour le dioxyde de carbone, $\eta = 28 \%$ .  | 1,5  |
| 5.2.   | On obtient donc le meilleur rendement avec l'argon.  | 0,25 |
| 6.     | $T_2 = T_1 (p_1/p_2)^{1-\gamma/\gamma} = T_1 \tau^{1-\gamma/\gamma} = 300 \cdot (1/4,0)^{-0,4} = 522 \text{ K}$ .<br>$T_4 = T_3 (p_2/p_1)^{1-\gamma/\gamma} = T_3 \tau^{1-\gamma/\gamma} = 900 \cdot (4,0)^{-0,4} = 517 \text{ K}$ .   | 0,5  |