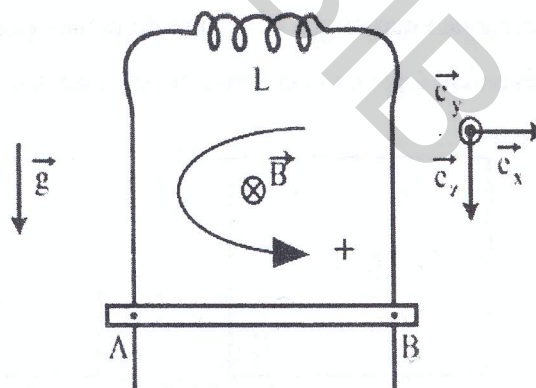


Devoir de Synthèse N°2

(Durée : 3H)

*N.B: Il sera tenu compte de la présentation des copies.***PROBLÈME : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE (9 POINTS)**

Une tige rectiligne de longueur a , de masse m et de résistance R peut effectuer un mouvement de translation le long de la verticale descendante, en restant parallèle à une direction horizontale et tout en fermant un circuit rectangulaire qui comporte une bobine d'inductance L . La résistance totale du circuit est R quelle que soit la position de la tige. L'ensemble du dispositif est plongé dans un champ magnétique $\vec{B} = -B \vec{e}_y$ uniforme et stationnaire. La tige est abandonnée sans vitesse initiale à $t = 0$. Son glissement s'effectue sans frottements et on adopte comme convention d'orientation du circuit le sens direct indiqué sur la **figure 1**. On notera par $\vec{v} = v \vec{e}_z$, sa vitesse par rapport au référentiel du laboratoire supposé galiléen. Dans tout l'exercice, on néglige le flux propre par rapport au flux du champ magnétique $\vec{B}$.

**Figure 1**

- 1- a- De quel type d'induction s'agit-il ?
b- Déterminer qualitativement le sens réel du courant induit.
- 2- a- Déterminer la force électromotrice induite e dans le circuit.
b- Ecrire l'équation électrique du dispositif.
- 3- En appliquant le PFD, écrire l'équation mécanique du dispositif.
- 4- En combinant les deux équations précédentes, faire apparaître un bilan de puissance.
- 5- Ecrire une équation différentielle faisant intervenir uniquement la vitesse v de la forme :

$$\ddot{v} + \frac{\dot{v}}{\tau} + \omega_0^2 v = \frac{g}{\tau}$$

Identifier la pulsation propre ω_0 et le temps caractéristique τ en fonction de R , L , a , m et B .

6- Dans la suite, on néglige l'inductance L de la bobine dans le circuit précédent.

- a- Déterminer dans ce cas l'équation différentielle vérifiée par v . Identifier de nouveau le temps caractéristique τ' .
- b- Résoudre cette équation différentielle. Représenter le profil de $v(t)$ et déduire la vitesse limite prise par la tige.
- c- Déduire l'expression du courant induit $i(t)$.

PARTIE THERMODYNAMIQUE (8 POINTS)

Exercice 1 :

Un récipient, aux parois **indéformables**, est partagé en deux compartiments (C_1) et (C_2), de volumes V_0 **identiques**, reliés entre eux par un tuyau, de volume négligeable, muni d'une vanne. L'ensemble est parfaitement **calorifugé** (figure 2).

À l'état initial, le compartiment (C_1) contient n mole(s) d'hélium, gaz parfait monoatomique, à la température T_0 . Le second compartiment (C_2) est vide. La vanne est brusquement ouverte. Les compartiments sont mis en communication grâce au tuyau qui permet les échanges de matière, ainsi que les échanges thermiques. L'équilibre thermomécanique s'établit.

Soit γ la caractéristique énergétique constante de ce gaz (rapport des coefficients thermiques molaires, respectivement à pression et à volume constant), et R la constante du gaz parfait.

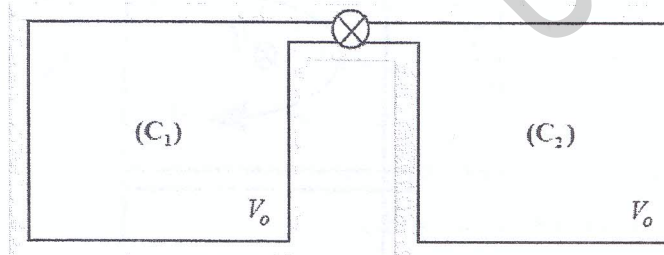


Figure 2

- 1-Montrer que la température finale T_f du gaz est égale à la température initiale T_0 .
- 2- Exprimer, en fonction de P_0 , la pression finale P_f . Calculer P_f .
- 3-Exprimer, en fonction des données de l'énoncé, la variation d'entropie ΔS mise en jeu au cours de la transformation, puis calculer ΔS .
- 4-La transformation est-elle réversible ? Expliquer.
- 5-Calculer la variation d'enthalpie ΔH mise en jeu au cours de la transformation.

On donne : $R = 8,31 \text{ J. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $n = 1 \text{ mol}$; $V_o = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$; $T_0 = 273 \text{ K}$, $\gamma = 5/3$.

Exercice2 :

Un turbopropulseur est un moteur à réaction dont l'organe essentiel est constitué par une turbine à gaz dont le rôle est d'entraîner, outre le compresseur, l'hélice propulsive. Le cycle du turbopropulseur est assimilable à un cycle de Joule (**Figure 3**), le gaz utilisé est de l'air assimilé à un gaz parfait ($\gamma = 1,4$). On prend le nombre de mole du gaz $n = 1 \text{ mole}$.

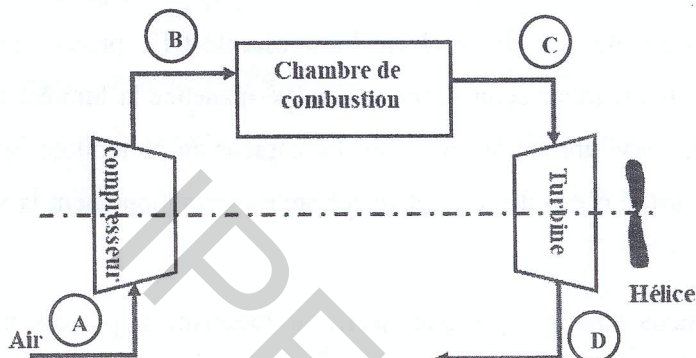


Figure 3

Étape A→B : l'air à la température $T_0 = 280 \text{ K}$ et à la pression $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, est aspiré dans le compresseur qui le porte aux conditions $P_1 = 10 P_0$ et T_1 par une évolution supposée adiabatique et réversible. On appellera W_1 le travail fourni par le compresseur à l'air.

Étape B→C : à la sortie du compresseur, l'air pénètre dans la chambre de combustion où, sous pression constante P_1 , sa température est portée à la valeur $T'_1 = 1000 \text{ K}$.

On appellera Q la quantité de chaleur fournie à l'air au cours de cette transformation.

Étape C→D : l'air parvient alors à la turbine où il subit une détente adiabatique et réversible. À la fin de cette détente la pression de l'air est $P_2 = P_0$ et sa température est T_2 .

On appellera W_2 le travail que l'air fournit à la turbine pendant la détente.

Étape D→A : L'air est rejeté dans l'atmosphère extérieure où il se refroidit à pression constante P_0 , de la température T_2 à la température T_0 .

- 1- Donner l'allure du cycle dans le diagramme de Clapeyron.
- 2- Donner les expressions et les valeurs numériques de T_1 et W_1 .
- 3- Donner l'expression de Q et faire l'application numérique.
- 4- Donner les expressions et les valeurs numériques de T_2 et W_2 .
- 5- Déterminer le travail disponible à l'hélice.
- 6- Sachant que le rendement du turbopropulseur est donné par : $\eta = -\frac{(W_2 + W_1)}{Q}$.

Calculer ce rendement.