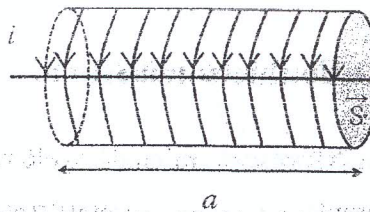


Examen de Physique de fin du 2^{ème} Semestre

(Durée : 3H)

Exercice 1 : Phénomène d'auto-induction en régime forcé

On considère une bobine de longueur a , de rayon R et d'axe de révolution $\vec{e}_z$, parcourue par un courant d'intensité i comportant N spires de section S . On note $n = \frac{N}{a}$ le nombre de spires par unité de longueur.



- 1) Déterminer la direction et les coordonnées dont dépend le champ magnétique $\vec{B}$ par raison respectivement de symétrie et d'invariance.
- 2) a) Citer la forme du contour d'Ampère.
b) Montrer que le champ magnétique est **uniforme** à l'intérieur de la bobine et **nul** à l'extérieur.
- 3) Déterminer l'expression du champ magnétique créé par la bobine en un point M de son axe, puis réécrire l'expression du champ magnétique $\vec{B}_{\text{int}}$ pour $(r < R)$ et $\vec{B}_{\text{ext}}$ pour $(r > R)$.
- 4) a) Montrer que l'inductance propre L de la bobine est donnée par la relation $L = \mu_0 \frac{N^2}{a} S$
b) Donner la valeur numérique pour une bobine comportant **120 spires** sachant que $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$, $S = 16 \text{ cm}^2$ et $a = 12 \text{ cm}$. On prendra le modèle simple d'une bobine infiniment longue.
- 5) Cette bobine possède également une résistance R et elle est placée dans un champ magnétique extérieur appliqué $\vec{B}_{\text{app}} = B_0 \sin \omega t \vec{e}_z$ variable.

a) En considérant la contribution du flux propre et du flux du champ magnétique appliqué, déterminer la force électromotrice e d'induction et le circuit équivalent.

b) En déduire l'équation électrique du circuit sous la forme $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = -\frac{e(t)}{L}$ avec

$e(t) = e_m \cos \omega t$. On exprimera les constantes e_m et τ en fonction des données du problème.

6) On cherche les solutions sous la forme $i(t) = i_m \cos (\omega t + \phi)$.

On utilisera la notation complexe $\underline{i} = \underline{i}_m e^{j\omega t}$ avec $\underline{i}_m = i_m e^{j\phi}$ et $\underline{e} = e_m e^{j\omega t}$.

a) Exprimer $\underline{i}_m$ en fonction de e_m , ω , L et τ .

b) En déduire les expressions de i_m et ϕ .

c) Quelles seraient les expressions obtenues sans l'auto-induction ? Commenter.

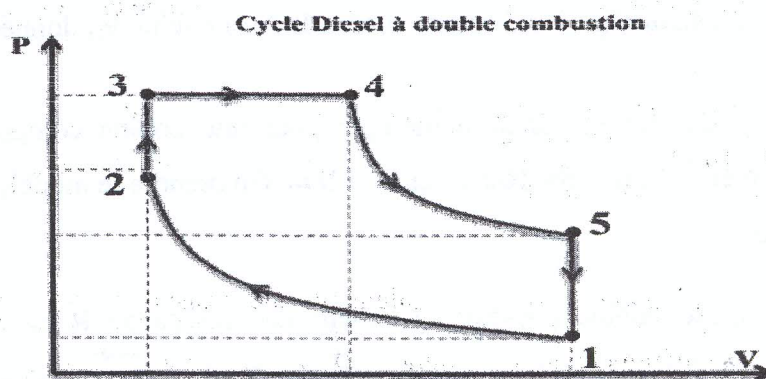
Exercice 2 : Cycle Diesel à double combustion.

Le cycle de la figure ci-dessous représente mieux le cycle réel d'un moteur diesel. Ce cycle est dit à double combustion. Le carburant est injecté à l'état 2 et sa combustion commence en 2 et se termine en 4. Il s'agit d'un cycle réversible décrit par l'air. Les transformations 1-2 et 4-5 sont des adiabatiques.

A l'état 1, la pression est $P_1 = 1 \text{ bar}$, le volume $V_1 = 1,9 \text{ L}$ et la température est $T_1 = 293 \text{ K}$.

A l'état 4, la pression $P_4 = 65 \text{ bar}$ et la température est $T_4 = 2173 \text{ K}$. Le taux de compression est $a = V_1/V_2 = 19$.

L'air est assimilé à un gaz parfait diatomique ($\gamma = C_p/C_v$).



- 1) Sans faire de calcul, donner le signe du travail de ce cycle W_{cycle} . Justifier votre réponse.
S'agit-il d'un cycle récepteur ou moteur ?
- 2) Déterminer le nombre de mol d'air n .
- 3) Calculer les pressions, les volumes et les températures de l'air aux états 2, 3, 4 et 5 du cycle.
- 4) Exprimer puis calculer les capacités calorifiques à pression et volume constante d'air.
- 5) Calculer les chaleurs échangées au cours de chaque transformation du cycle. Indiquer les chaleurs reçues et celles fournies par l'air. Justifier votre réponse.
- 6) Calculer le travail W_{cycle} échangé au cours d'un cycle. Vérifier son signe.
- 7) Calculer la variation de l'énergie interne ΔU au cours de chaque transformation du cycle.
- 8) Montrer que $\Delta U_{\text{cycle}} \approx 0$. Commenter.
- 9) Exprimer le rendement η_{Diesel} de ce cycle en fonction des chaleurs échangées uniquement sachant que $Q_c = Q_{2-3} + Q_{3-4}$. Calculer ce rendement.
- 10) On veut comparer ce rendement à celui obtenu si le moteur fonctionnait selon un cycle de Carnot avec deux sources de chaleurs de température $T_C = 2173\text{K}$ et $T_F = 293\text{K}$.
 - a) Calculer le rendement η_{Carnot} de ce cycle.
 - b) Comparer des deux rendements η_{Diesel} et η_{Carnot} . Expliquer.
- 11) Calculer la variation d'entropie ΔS au cours de chaque transformation du cycle.
- 12) Calculer ΔS_{cycle} . Commenter.

Données :

$1\text{bar} = 1,0 \cdot 10^5 \text{Pa}.$

$1\text{L} = 10^{-3} \text{m}^3.$

Le rapport des capacités calorifiques de l'air $\gamma = C_p/C_v = 1,4$.

La constante des gaz parfaits est $R = 8,32 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$.

Exercice 3 : Lentille mince

Un objet réel **AB** de taille **2 cm** est placé à **4 cm** d'une lentille mince dans le plan perpendiculairement à l'axe optique de celle-ci ; la vergence de cette lentille est **V = 20 dioptries**.

- 1) Calculer la distance focale de cette lentille. Quelle est sa nature (convergente ou divergente).
- 2) Construire l'image **A'B'** de cet objet à travers la lentille à l'échelle $\frac{1}{2}$.
- 3) En déduire sa nature : réelle ou virtuelle. Pourquoi ?
- 4) Quel est le sens de l'image : droite ou renversée?
- 5) Déterminer sa position par rapport à la lentille en utilisant la formule de conjugaison de Descartes.
- 6) Mesurer sa grandeur, puis en déduire le grandissement γ .