

Institut Préparatoire aux
Etudes d'Ingénieurs de Sfax



Année Universitaire : 2021/2022

Classe Préparatoire PC1

Examen

(Semestre 2)

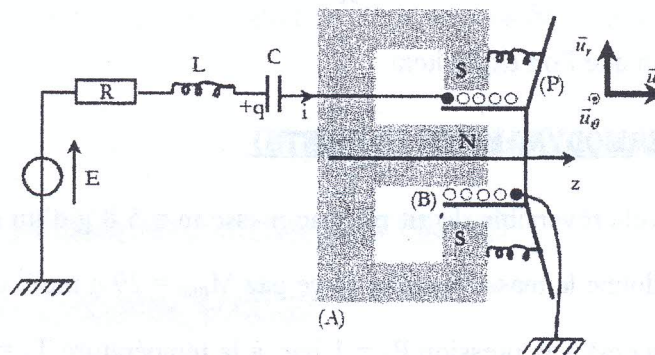
Matière	:	Physique
Date	:	Mardi 17 Mai 2022
Durée	:	3 heures
Nombre de pages	:	04

N.B: Il sera tenu compte de la présentation des copies.

EXERCICE 1: TRANSDUCTEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE : HAUT-PARLEUR (5 POINTS)

Un haut-parleur électrodynamique est un exemple de transducteur permettant la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique.

La figure suivante représente un dispositif pouvant servir de haut-parleur.



(A) est un aimant permanent possédant une symétrie de révolution d'axe (Oz). Dans son entrefer règne un champ magnétique radial, dans la région où se déplace le bobinage (B) solidaire du pavillon (P), ce champ s'écrit en coordonnées cylindriques : $\vec{B} = B \vec{u}_r$. (P) est un système de masse totale m , susceptible de se déplacer le long de l'axe (Oz) à la vitesse $\vec{v} = v \vec{u}_z = \dot{z} \vec{u}_z$. Il subit en outre des forces dissipatives de somme $-\mathbf{h} \dot{z} \vec{u}_z$ ($\dot{z} = \frac{dz}{dt}$), des forces de rappel de somme $-\mathbf{k} z \vec{u}_z$ exercées par un système de ressorts ainsi que des forces de Laplace de somme $\vec{F}_L$ exercées sur (B). Le bobinage (B), constitué d'une longueur

totale de fil ℓ , transporte un courant d'intensité $i(t)$. Négligeant l'hélicité de (B), on admet que l'élément de fil est représentable en coordonnées cylindriques par : $d\vec{\ell} = d\ell \vec{u}_\theta$.

(B) est alimenté par une source de tension E à travers un circuit dont on note R , L et C les résistances, inductances et capacités totales (c'est-à-dire relatives à l'ensemble du circuit, (B) compris).

1. Déterminer l'expression de la résultante des forces de Laplace $\vec{F}_L$ exercées sur la bobine, en fonction du champ magnétique B , l'intensité du courant $i(t)$ et la longueur ℓ du bobinage.
2. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, déduire une première équation différentielle (Equation mécanique (M)) liant $z(t)$ et ses dérivées à $i(t)$ et traduisant le comportement mécanique du système.
3. Montrer que la force électromotrice $e(t)$ induite par le déplacement de la bobine s'écrit sous la forme $e(t) = Bv\ell$.
4. a. Donner le schéma électrique équivalent du système.
b. En appliquant la loi des mailles, déduire une deuxième équation différentielle (Equation électrique (E)) traduisant le comportement électrique du système.
5. Effectuer la combinaison $v.(M) + i.(E)$ et mettre celle-ci sous la forme :

$$\frac{dU}{dt} = E.i - R.i^2 - h.v^2$$

U étant une fonction que l'on explicitera.

EXERCICE 2: THERMODYNAMIQUE (8 POINTS)

On considère un cycle réversible décrit par une masse $m = 5,8$ g d'un gaz parfait diatomique ($\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$). On donne la masse molaire de ce gaz $M_{\text{mol}} = 29$ g.mol⁻¹ et $R = 8,32$ J.K⁻¹.mol⁻¹.

Dans l'état A, le gaz est à la pression $P_1 = 1$ bar, à la température $T_1 = 300$ K et il occupe le volume V_1 , il subit quatre transformations :

- un échauffement isobare qui l'amène de l'état A à l'état B (P_2 , $V_2 = 20$ L, T_2).
- une compression adiabatique de l'état B à l'état C (P_3 , V_3 , T_3).
- un refroidissement isobare de l'état C à l'état D ($P_4 = 2$ bars, V_4 , T_4).
- transformation isochore de l'état D à l'état A.

1. Exprimer, pour un gaz parfait, les capacités calorifiques à pression constante C_p et à volume constant C_v en fonction de la constante des gaz parfaits R , nombre de moles n et γ .

2. a. Déterminer les valeurs numériques du nombre de moles et des variables thermodynamiques P , V et T pour les quatre transformations.

b. Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron. S'agit-il d'un cycle moteur ou récepteur ?

3. a. Calculer, pour chacune des quatre transformations du cycle, les quantités de chaleur et les travaux échangés par le gaz parfait.

b. Déterminer les expressions de la variation de l'énergie interne pour chaque transformation. En déduire la variation de l'énergie interne pour un cycle.

4. Déterminer la variation de l'entropie pour chaque transformation.

5. Déterminer l'efficacité de cette pompe à chaleur.

6. a. En réalité, la transformation adiabatique (BC) est irréversible.

On désigne par (P_5, V_5, T_5) l'état E qui remplace l'état C. La transformation se fait à pression extérieure constante $P_{\text{ext}} = P_5 = 2$ bars. Donner, pour cette transformation, les expressions de la variation de l'énergie interne et du travail en fonction des inconnus V_5 et T_5 . En déduire les valeurs de V_5 et de T_5 .

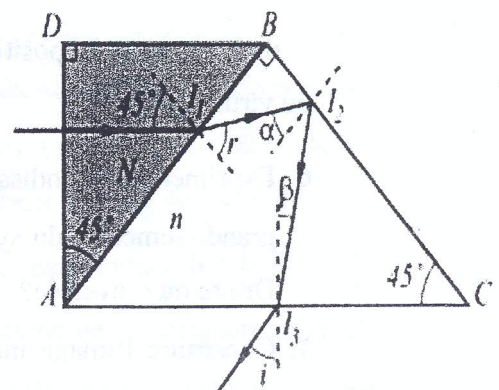
b. Déterminer la variation de l'entropie ΔS_{BE} . En déduire l'entropie créée $S^{\text{créée}}$ et conclure.

EXERCICE 3: OPTIQUE GEOMETRIQUE (7 POINTS)

PARTIE 1: DEUX PRISMES ACCOLÉS

Deux morceaux de verre taillés sous forme de triangles rectangles et isocèles d'indices respectifs N et n ont leur face AB commune. Un rayon incident frappe AD sous une incidence normale, se réfracte en I_1 , se réfléchit en I_2 puis ressort en I_3 sous l'angle i .

Les valeurs de N et n sont telles que la réflexion soit totale en I_2 .



1. Ecrire la relation de Snell-Descartes aux points I_1 et I_3 .
2. D'après le schéma, quel est le milieu le plus réfringent ? Justifier votre réponse.
3. a. Quelle relation vérifie les angles r et α ?
b. Quelle relation vérifie les angles α et β ?
4. Pour que la réflexion soit totale en I_2 , montrer que N et n vérifient la relation :

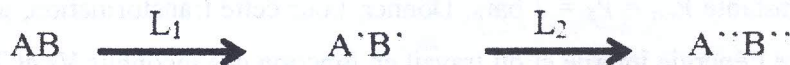
$$N < \sqrt{2(n^2 - 1)}$$

On rappelle que $\sin(\frac{\pi}{2} - \alpha) = \cos \alpha$.

PARTIE 2: LENTILLES MINCES

Un objet virtuel $\overline{AB}$ est placé, perpendiculairement à l'axe optique Δ , à 10 cm d'une lentille convergente L_1 , de centre optique O_1 et de distance focale $f'_1 = \overline{O_1F'_1} = 10$ cm. Soit $\overline{A'B'}$ l'image de $\overline{AB}$ à travers L_1 . Une seconde lentille divergente L_2 , de centre optique O_2 , de distance focale $f'_2 = \overline{O_2F'_2} = -10$ cm, de même axe optique Δ que la lentille L_1 , est placée à 20 cm derrière L_1 . Soit alors $\overline{A''B''}$ l'image de $\overline{A'B'}$ à travers L_2 .

La succession des images à travers les deux lentilles s'écrit :



5. a. Déterminer la position $\overline{O_1A'}$ de l'image intermédiaire $\overline{A'B'}$.
b. En déduire $\overline{O_2A'}$.
c. Préciser en le justifiant, si A' joue le rôle d'image virtuelle ou réelle pour la lentille L_1 et d'objet virtuel ou réel pour la lentille L_2 .
d. Déterminer la position $\overline{O_2A''}$ de l'image finale $\overline{A''B''}$. S'agit-t-elle d'une image réelle ou virtuelle ?
6. Exprimer les grossissements γ_1 et γ_2 respectivement des deux lentilles L_1 et L_2 , puis le grossissement γ du système $(L_1 + L_2)$. L'image finale $\overline{A''B''}$ est-elle agrandie ou réduite ? Droite ou renversée ?
7. Construire l'image intermédiaire $\overline{A'B'}$ et l'image finale $\overline{A''B''}$ de l'objet $\overline{AB}$ à travers le système optique $(L_1 + L_2)$. Prendre une échelle 1/5.