Institut Préparatoire aux Études d'Ingénieurs de Sfax IPEIS	**Année Universitaire : 2020/2021** **Classe Préparatoire PC1** **Examen (Semestre 2)** Matière : Physique Date : Mardi 08 Juin 2021 Durée : 3 heures Nombre de pages : 04

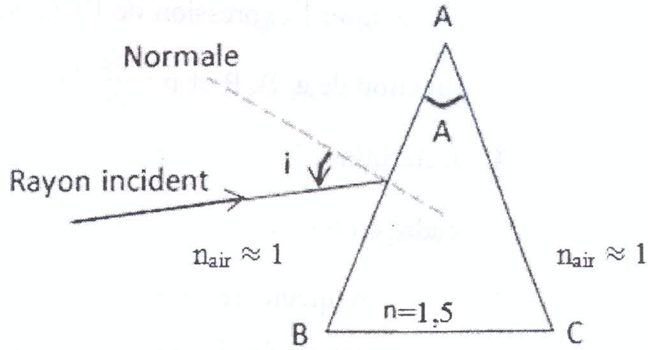
N.B: Il sera tenu compte de la présentation des copies.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE (6 POINTS)

PARTIE I : ETUDE D'UN PRISME

On considère un prisme de verre d'indice n =1,5 plongé dans l'air d'indice $n_{air} \approx 1$ et dont la section droite est un triangle ABC isocèle d'angle au sommet A.

1. Rappeler les lois de la réflexion et de la réfraction de Snell-Descartes.
2. Ecrire la relation entre l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r sur la face AB du prisme.
3. Le rayon réfracté dans le prisme arrive sous un angle d'incidence r' sur la face AC.



Donner la relation entre r' et l'angle d'émergence i' du prisme à travers cette face.

Préciser la valeur $\lambda = r_l'$ de l'angle limite de r' pour que le rayon émerge du prisme à travers la face AC.

4. Compléter la marche du rayon lumineux incident émergeant du prisme.
5. Etablir la relation qui relie A à r et r'.
6. Montrer que la déviation D = i + i' – A.

PARTIE II : ETUDE D'UNE LENTILLE MINCE

A l'aide d'une lentille mince **divergente** L de centre optique O et de distance focale f' = $\overline{OF'}$ = -5cm, on obtient une image A'B' d'un **objet virtuel** de 0,5 cm de hauteur et placé à 3 cm de la lentille.

1. Construire l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille L.
2. Donner les caractéristiques de cette image. (Réelle ou virtuelle, droite ou renversée, plus petite ou plus grande que l'objet).
3. Trouver par le calcul, la position de l'image A'B' puis déduire sa nature (réelle ou virtuelle).

THERMODYNAMIQUE (7 POINTS)

On considère un cycle ABCA parcouru par **une mole** de gaz assimilé à un gaz parfait comprenant les transformations réversibles suivantes (voir figure ci-dessous):

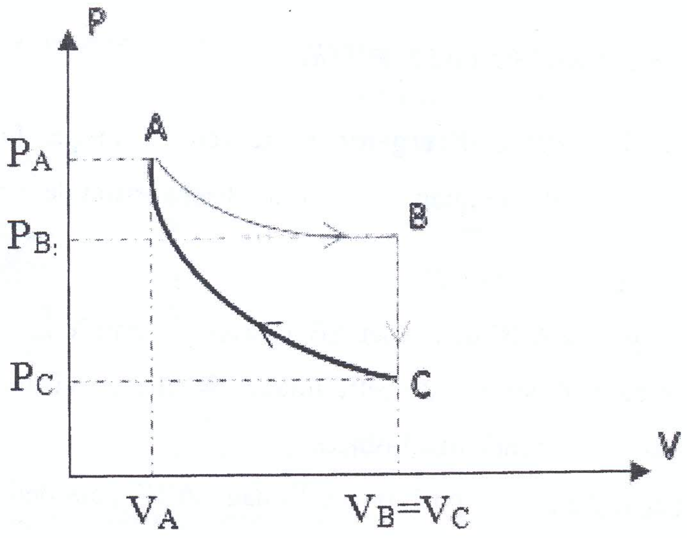
* Transformation isotherme de l'état A (P_A, T_A, V_A) à l'état B (P_B, T_B, V_B).

* Transformation isochore de l'état B à l'état C (P_C, T_C, V_C).

* Transformation adiabatique de l'état C à l'état A.

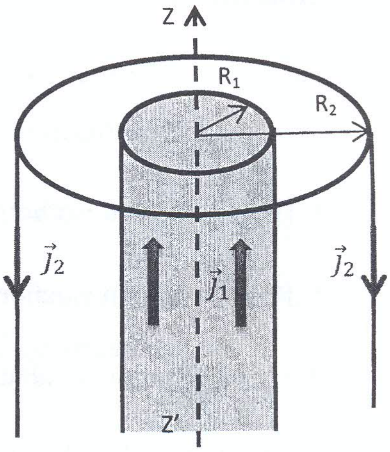
1. Déterminer les expressions de T_A, T_B, T_C, P_B, P_C, V_B et V_C en fonction de P_A, V_A, a, R et γ. On donne $a = P_A / P_C$.
2. Calculer numériquement ces valeurs.
3. Déterminer les expressions des travaux échangés avec l'extérieur au cours des transformations AB, BC, CA.
4. Calculer numériquement ces travaux.
5. Déterminer les expressions des quantités de chaleurs échangées avec l'extérieur au cours des transformations AB, BC, CA.
6. Calculer numériquement ces chaleurs.
7. Déterminer l'expression de la variation de l'énergie interne ΔU au cours de chaque transformation.
8. En déduire la variation de l'énergie interne du gaz ΔU_{cycle} au cours du cycle. Conclure

Données : $\gamma = C_p / C_v = 1,4$; $V_A = 8\ 10^{-5}\ m^3$; $P_A = 10^6$ Pa ; $a = P_A / P_C = 10$ et $R = 8.32\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$



ÉLECTROMAGNÉTISME (7 POINTS)

MAGNÉTOSTATIQUE



Soit un câble coaxial d'axe (z'z) de longueur supposée infinie est constitué d'un cylindre centrale de rayon R_1 et d'un conducteur cylindrique périphérique de rayon R_2. Les deux conducteurs sont placés dans le vide (Voir figure ci-contre).

Un **courant volumique** $\vec{j}_1 = j_1\vec{u}_z$ uniforme circule dans le cylindre intérieur et un **courant surfacique** circule dans le cylindre extérieur avec une densité uniforme $\vec{j}_2 = -j_2\vec{u}_z$. j_1 et $j_2$sont deux constantes positives.

1. Calculer les courants I_1 et I_2 qui circulent dans les deux cylindres. A quelles conditions ces deux courants sont de même intensité et de sens opposés ?
2. Par des arguments de symétries et d'invariances, que peut-on dire du champ magnétique $\vec{B}$ en tout point M de l'espace?

Dans la suite on suppose que $I_1 = I_2 = I$.

3. En utilisant le théorème d'Ampère, déterminer l'expression du champ $\vec{B}$ en tout point M de l'espace en fonction de μ_0 I, R_1, R_2 et r, où r est la distance entre l'axe (z'z) et le point M et μ_0 désigne la perméabilité du vide.
4. Tracer $\|\vec{B}(r)\|$ en tout point M de l'espace. Etudier la continuité du champ B(r) en r= R_1 et r=R_2.

INDUCTION

Un cadre carré de côté a, de masse m, de résistance R et d'inductance négligeable est astreint à se déplacer sans frottement dans une zone de l'espace telle que :

* Dans la zone définie par z > 0, il règne un champ magnétique **uniforme et stationnaire**.

* Dans la zone définie par z < 0, il n'existe pas de champ magnétique.

La position du cadre est repérée par **l'abscisse z du côté horizontal supérieur du cadre**.

Un dispositif non représenté permet au cadre à se déplacer uniquement verticalement.

Le déplacement du cadre au cours du temps est tel qu'à tout instant, le coté horizontal inférieur se trouve dans la zone où règne le champ magnétique $\vec{B} = B\vec{u}_x$. **L'orientation arbitraire du cadre est indiquée par la figure ci-dessous**. On note $\vec{g} = -g\,\vec{u}_z$ l'accélération de la pesanteur.

1. Déterminer le flux ϕ (t) du champ magnétique à travers le cadre lorsqu'il est repéré par une position z(t).
2. Déterminer l'expression de la force électromotrice induite e(t) qui apparait dans le cadre en fonction de a, B et $v = \dfrac{dz}{dt}$.
3. En déduire l'expression de l'intensité du courant induit qui apparait dans le cadre en fonction de a, B, R et $v = \dfrac{dz}{dt}$. Déterminer le sens du courant induit.
4. Déterminer l'expression de la résultante de la force de Laplace qui s'applique sur le cadre en fonction de a, B, R et $v = \dfrac{dz}{dt}$ et donner sa direction.
5. En appliquant le PFD, déterminer l'équation différentielle en $v(t)$. Déduire l'expression de la vitesse $v(t)$ du cadre à l'intérieur du champ magnétique (pour 0 < z < a).