Institut Préparatoire aux Etudes
d'Ingénieurs de Sfax

A.U 2016-2017
1ère année PC

Examen de Physique de fin du 2ème Semestre

(Durée : 3H)

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

Exercice 1 : Thermodynamique (7 points):

I- On considère une machine thermodynamique utilisée comme congélateur et fonctionnant avec une mole de gaz parfait qui décrit une série de cycles.
A chaque cycle, le gaz extrait de l'intérieur de l'enceinte une quantité de chaleur Q_1 au niveau de la source froide de température constante T_1 et échange une quantité de chaleur Q_2 avec la source chaude de température constante T_2 ($T_2 > T_1$), ainsi qu'un travail w avec l'extérieur. On dehors des échanges de chaleur avec les deux sources, les transformations sont supposés adiabatiques.

1- Quels sont les signes de Q_1, Q_2 et w.

2- Pour quel type de cycle l'efficacité $e = \frac{Q_1}{w}$ est-elle maximale.

3- Exprimer cette efficacité maximale en fonction des températures des sources.

II- On fait fonctionner le congélateur de telle manière que le gaz décrit un cycle de Joule composé des quatre transformations suivantes :

- Une compression adiabatique réversible de la pression P_1 à la pression P_2, la température passant de T_1 à T'_2.
- Un refroidissement à la pression constante P_2 jusqu'à la température T_2. T_2
- T_1 Une détente adiabatique réversible de P_2 à P_1, la température passant de T_3 à T'_1.
- Un réchauffement à la pression constante P_1 jusqu'à la température T_1.

1- Représenter l'allure du cycle étudié dans le diagramme (P, V).

2- Exprimer T'_1 et T'_2 en fonction des pressions, des températures nécessaires et de $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.

3- Exprimer les expressions de Q_1 et Q_2 en fonction de γ et $\beta = \frac{P_1}{P_2}$ et R,

4- Déduire le travail du cycle w.

5- Donner la variation d'entropie ΔS du gaz pour chaque transformation du cycle.

6- A partir de ΔS_{cycle} trouver une relation entre T'_1, T'_2, T_1 et T_2

7- Déterminer l'entropie crée pour chaque transformation de cycle.

Exercice 2 : Electrostatique (3 points):

On considère un ensemble de deux sphères concentriques. Le première (1) est de rayon R_1 et uniformément chargée en surface avec la densité surfacique σ , la seconde (2) est creuse de rayon intérieur R_2 et de rayon extérieur R_3 et uniformément chargée en volume avec la densité volumique uniforme ρ. **On ajoute au centre de ces deux sphères une charge ponctuelle** Q_0. (Figure 1)

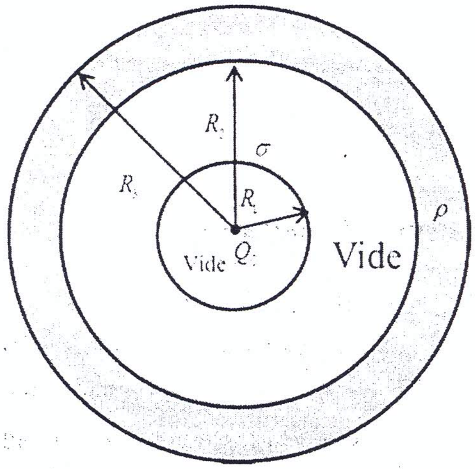

Figure 1

1- Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ en tout point de l'espace.
2- Discuter la continuité du champ.

Problème (10 points)

On rapporte l'espace au système d'axe fixes (O,x,y,z) où O est l'origine des coordonnées. On considère dans cet espace un cylindre creux d'axe z'z, de longueur l (supposée infinie) et de rayon interne $\mathbf{r_1}$ et de rayon externe $\mathbf{r_2}$, comme le montre la figure 2. On fait circuler dans ce cylindre un courant volumique continu d'intensité **I** et de densité uniforme $\vec{j} = j\vec{e_z}$. Soit M un point quelconque de l'espace.

I-

1- A partir des considérations de symétrie, déterminer la direction du champ $\vec{B}(M)$ ainsi que les invariants de sa norme.
2- Donner la relation entre j et I.
3- Rappeler le théorème d'Ampère sous sa forme intégrale et déterminer l'expression de $\vec{B}(M)$ en tout point de l'espace.
4- Déduire la valeur de $\vec{B}(M)$ sur l'axe z. Retrouver ce résultat à partir des considérations de symétrie.
5- Vérifier la continuité de $\vec{B}$ aux interfaces.
6- Calculer $div\vec{B}$. Que peut-on conclure ?

on donne : $div\vec{B}(M) = \frac{1}{r}\frac{\delta}{\delta r}(rB_r) + \frac{1}{r}\frac{\delta}{\delta\theta}(B_\theta) + \frac{\delta}{\delta z}(B_z)$

II- On place à côté du cylindre un cadre filiforme carré de côté **a** situé à une distance **d** de l'axe du cylindre et de résistance R, comme le montre la figure 3.

1- Calculer le flux magnétique à travers ce cadre.
2- Se produit –il un courant induit dans le cadre ? Justifier
3- Le courant circulant dans le cylindre est maintenant sinusoïdal $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$.
   a- Déterminer, à partir de loi de faraday, l'expression de la f.é.m. induit dans la cadre.
   b- Donner le circuit électrique équivalent et déterminer le courant induit dans le cadre.

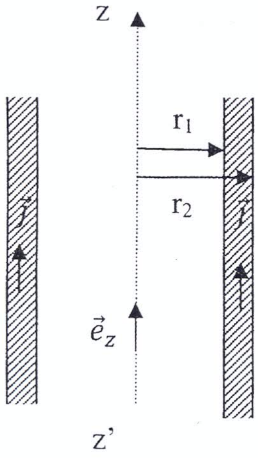

Figure 2

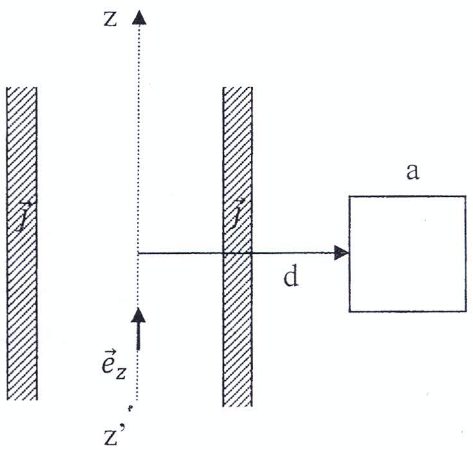

Figure 3