EPREUVE DE PHYSIQUE (2007)

PREMIERE PARTIE : EXERCICE D'ELECTRICITE

EXERCICE1: Champ électrostatique.

1- calculer dans le repère R(O, ex, ey, ez),en un point m(x=0,y=0 z),le champs électrique E(m) crée par un disque plan ,isolant ,d'épaisseur négligeable ,de rayon a,de centre O ,contenu dans le plan (xOy) ,et portant une charge surfacique uniforme σ. on distinguera les cas Z< 0 et Z > 0.

2- on considère maintenant deux disques (D1) et (D2) identiques au disque précédent, de centres respectifs O1(x=h, y=0, z=0) et de charges respectives σ et –σ.

a- donner les expressions du champs résultant au point m(x, y=o, z= o) pour les intervalles suivants : $x \in]-\infty, -h[$,et $x \in]h, +\infty[$

b- vérifier la discontinuité du champ a la traversée des disques.

c- que deviennent ces résultats si le rapport a/h tend vers l'infini ?interpréter.

EXERCICE 2: Modélisation d'un transistor bipolaire

Un transistor bipolaire et son circuit de polarisation peuvent être modélisés par le circuit décrit sur la figure ci contre. Dans le circuit, E est une source de tension continue autonome, et e (t) une tension sinusoïdale de fréquence donnée N, e (t) = E. cos (2πNt)

1- peut-on utiliser le théorème de superposition pou faire l'étude ? justifier !

2- effet de la source continue : on masque la source variable. Simplifier le schéma électrique (schéma équivalent pour le continu). On justifiera toutes les simplifications effectuées.

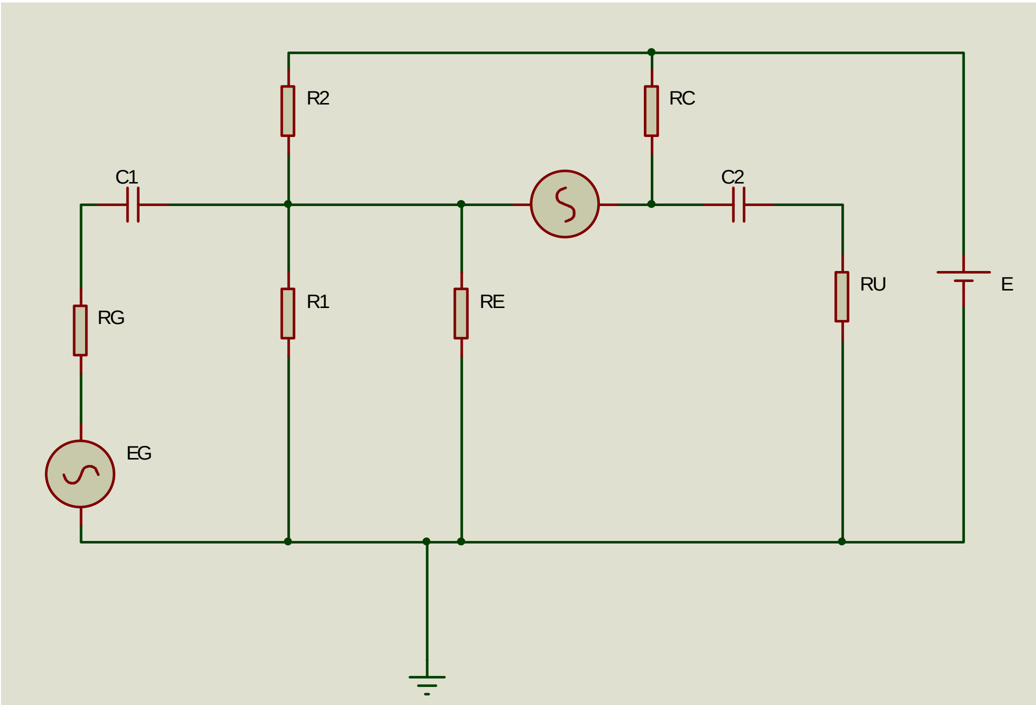
3- effet de la source variable : on masque le générateur continu. Simplifier le schéma électrique (schéma équivalent alternatif) en admettant que les condensateurs sont équivalents à des courts-circuits à la fréquence N. on justifiera cette approximation.

4- **1-** Déterminer l'impédance d entrée $Ze = \frac{v_e}{z_e}$.

2- Déterminer le générateur de Thévenin du circuit aux bornes de la résistance Ru en fonction de Ve et des valeurs des résistances du circuit.

3- Calculer la tension Vs (t).

4- Quelles sont les modifications à apporter si on tient compte des condensateurs C1 et C2 ? Quel est leur effet ?



DEUXIEME PARTE : EXERCICES DE MECANIQUE.

EXERCICE1 : Changement de référentiel.

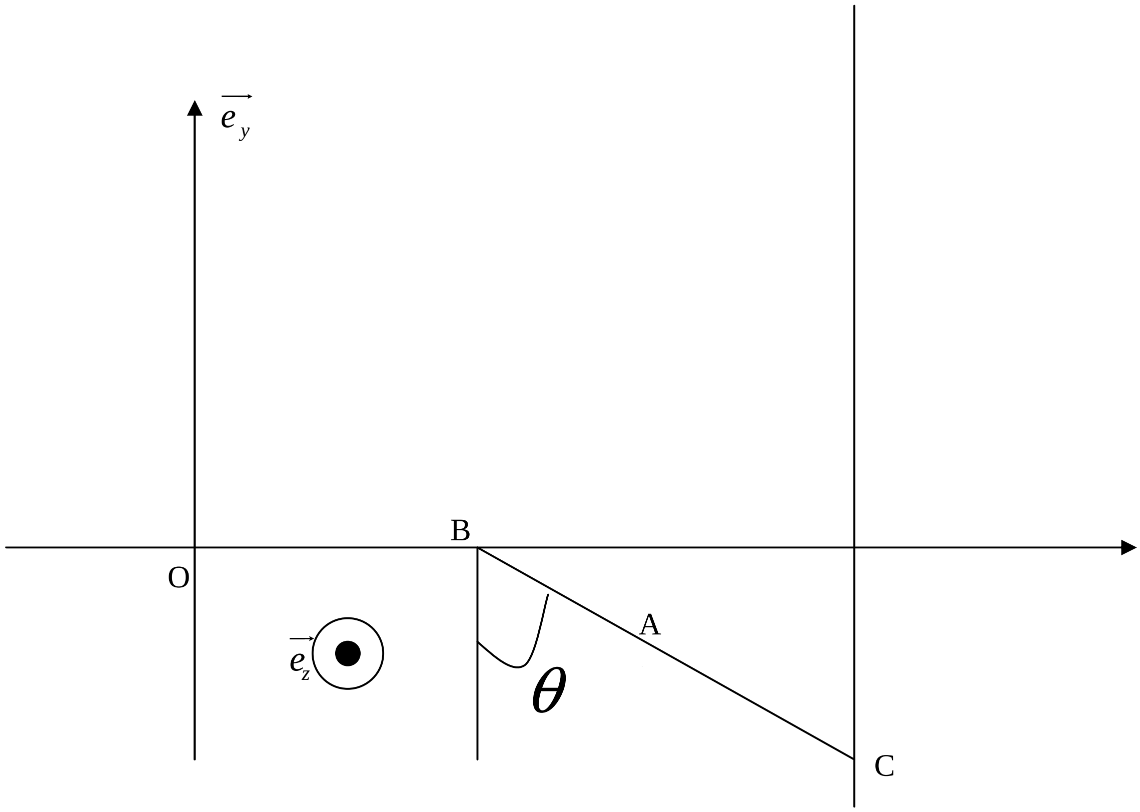
Vecteurs de base Une barre BC est astreinte à se déplacer en restant continuellement en contact avec l'axe des x par l'extrémité B et avec l'axe (Δ) par l'extrémité C .l'axe (Δ) est parallèle à l'axe des y et coupe l'axe des x en H. on donne OH=h, BC= l et AB= d, ou A est le point de la barre dont le mouvement nous intéresse. On définit deux référentiels (Ri) et (Rk) d'origines respectifs O et B, et de vecteurs de bases (ex ,ey ez) , (Ri) étant fixe et on repère la position angulaire de la barre par l'angle θ qu il fait avec le demi axe des y négatifs .déterminer en fonction de θ :

1- a) le rayon vecteur de C dans (Ri) **b)** le vecteur position de A dans (Ri) .

2- a) la vitesse absolue de a **b)** la vitesse relative de A **c)** la vitesse d'entraînement de A

3- a) l'accélération absolue de A **b)** l'accélération relative de A **c)** l'accélération d entraînement de A.

4- Montrer que la trajectoire de A est elliptique et donner ses caractéristiques.



EXERCICE 2 : Matrice d'inertie d'une demi- circonférence.

Un solide (S) a la forme d'une demi- circonférence, de centre C, et de rayon a , fermée par un diamètre .le fil constituant (S) a une masse linéique et les dimensions de sa section sont négligeable devant a .on note m la masse de (S). un référentiel R(C,ex, ey ,ez) est lié à (S) de sorte que son origine coïncide avec le centre C de la circonférence , que son axe ex est porté par le diamètre de (S) et son axe ez perpendiculaire au plan de (S).

1- Donner dans ® le vecteur position de G, centre d'inertie de (S).
2- **a)** Montrer que Cx, Cy et Cz sont les axes principaux d'inertie en C du solide (S).
   b) Déterminer les moments d'inertie du solide (S) par rapport aux axes Cx, Cy et Cz
   c) AN : m=1 Kg, a=10cm. Calculer la matrice d inertie de (S) en C.

TROISIEME PARTIE : EXERCICE DE THERMODYNAMIQUE

<u>EXERCICE 1 :</u> Détente isotherme d'un gaz parfait

Q1- Une mole de gaz parfait se détend de manière réversible à température ambiante (25°c) de P1=20atm à P2= 5atm. Quel est le travail échangé ?

a) -1, 4 KJ **b)** -3, 4 KJ **c)** +1, 4 KJ **d)** + 2, 5 KJ

Q2- La chaleur échangée lors de cette transformation est :

a) -1, 4 KJ **b)** +3, 4 KJ **c)** +1, 4 KJ **d)** +2, 5 KJ

Q3- Si la pression était passée brutalement de P1=20 atm à P2 =5 atm, toujours à température ambiante. Ce travail serait de :

a) -1, 9 KJ **b)** -2, 5 KJ **c)** + 1, 9 KJ **d)** + 2, 5 KJ

Q4- La pression passe brutalement de P1 à 2 P2 on laisse s'établir l'équilibre puis on détend brusquement de 2 P2 à P2, tout ceci à température ambiante. Le nouveau travail est de :

a) -3, 5 KJ **b)** -2, 5 KJ **c)** + 2, 5KJ **d)** + 3, 5 KJ

Q5- Le volume initial est multiplié par 16 à la fin des transformations

a) aucune d'elle **b)** Q1 seulement **c)** Q3 et Q4 **d)** toutes les trois

Q6- La variation de l'énergie interne est nulle pour les transformations

a) aucune d'elle **b)** Q1 seulement **c)** Q3 et Q4 **d)** toutes les trois

<u>Exercice2</u> : Gaz de Van der Walls

L'oxygène est un gaz qui suit la loi de Van der Walls avec les coefficients a=0,14 S.I et b=3,22.10-5 S.I .Soit une mole d'o_2 qui occupe un volume v_1=1 litre à la température T_1=27° c.

Q7- Le coefficient thermo élastique α (augmentation isochore de p) de cette mole vaut :

a) 8, 32.10-7 k-1 **b)** 3, 61.10-3 Pa -1 **c)** 4, 19.10-7 Pa-1 **d)** 3, 33.10 -3 k -1

Q8- Son coefficient thermo élastique β (dilatation volume isobare) est :

a) 8, 32.10-7 Pa -1 **b)** 3, 61.10 -3 k -1 **c)** 4, 19.10 -7Pa -1 **d)** 3, 33.10 -3 k -1

Q9- Et son coefficient thermo élastique χ (compressibilité isotherme)

a) 8, 32.10 -7 Pa .K -1 **b)** 3, 61.10 -3 Pa.-1 **c)** 4, 19.10 -7 k -1 **d)** 3, 33.10 -3 k -1

Q10- Si cette mole subit une transformation isotherme qui l'amène au volume V_2 =2 litres, la valeur absolue du travail échangé sera de :

a) - 0,75.10 +3 J **b)** - 2,5.10 +3 J **c)** +1,7. 10 +3 J **d)** +2.5 .10 +7 J

<u>QUATRIEME PARTIE :</u> <u>PROBLEME DE PHYSIQUE</u>

Etude d'une lentille magnétique

On se propose d'étudier les trajectoires des électrons dans un élément de microscope électronique constitué par une lentille magnétique.

<u>I : Magnétostatique :</u>

Une spire circulaire de rayon a, de centre d , placée dans le vide ,est parcouru par un courant d'intensité I. Soit le repère R(O, e_x, e_y, e_z) ,tel que Oz soit l'axe de la spire et que tout point de l'espace soit repéré par ses coordonnées cylindro- polaires par symétrie, les trois composantes Br , B_θ , Bz du champ magnétiques ne dépendent que des coordonnées r et z .

1- Déterminer les composantes du champ magnétique crée par la spire en un point M d'abscisse z sur

L'axe Oz .Donner son module sous la forme : $\dfrac{Bo}{\left[1+\left(\dfrac{z}{a}\right)^2\right]^{3/2}}$ où Bo est une constante qu'on précisera

en fonction de μ (permittivité du vide), I et a.

3- On considère un point M hors de l'axe Oz.

a) Montrer que B_θ (r, z), composantes de $\vec{B}$ (M) selon e_θ est nulle.

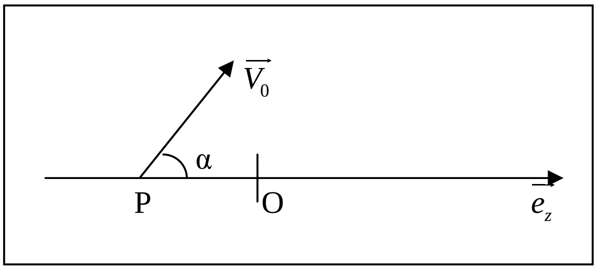
b) On suppose que le point M est voisin de l'axe Oz (r <<a) ; montre que :

b-1) Bz (r, z) $\approx$ Bz (0,z) à des termes du second ordre près en r .

b-2) La composante Br normale à l'axe Oz peut s'écrire Br (r,z) $\vec{B}$ à des termes du troisième ordre près en r .

II- Mécanique

Une bobine de centre O, d'axe Oz, produit un champ magnétique $\vec{B}$ possédant toutes les caractéristiques de celui étudié en I. On place en un point P de l'axe Oz une source d'électrons. Chaque électron de masse m et de charge e passe par le point P avec une vitesse Vo faisant un angle α (petit) avec l'axe Oz. On étudie le mouvement des électrons (dont le poids sera négligé) dans le voisinage de l'axe Oz (de manière à ce que toutes les propriétés du champ magnétique $\vec{B}$ vues en I soient valables.



A) Image électronique de l'objet ponctuel P

1- Ecrire les équations du mouvement d'un tel électron.

2- Montrer la relation : $\dot{\theta} = \dfrac{d\theta}{dt} = \dfrac{e}{2m} Bz(0,z)$ On admettra par hypothèse que la vitesse initiale Vo de l'électron issu du point P de l'axe Oz est situé dans le plan médian θ =0.

3- Déterminer l'équation différentielle, linéaire, du second ordre à laquelle obéit la fonction r(z) définissant la trajectoire de l'électron.

4- Déduire de ce qui précède que, si un électron est issu du point P de l'axe Oz, avec une vitesse Vo et vient recouper l'axe Oz en un autre point P', tous les électrons ayant la même vitesse en module Vo, issu de ce point P viendront recouper l'axe au même point P' (et ceci quelle que soit l'inclinaison α, petite, de la vitesse Vo en P). P' est ainsi l'image électronique de l'objet ponctuel P.

B) Approximation des lentilles minces.

On fait maintenant l'approximation des lentilles minces, c.à.d. que l'épaisseur de la région où règne le champ magnétique est faible devant la distance entre la bobine d'une part, et l'objet P ou l'image P' d'autre part. la bobine a comme seul effet de dévier les trajectoires électroniques, la distance à l'axe des électrons restant pratiquement constante dans la région d'épaisseur très faible où règne le champ magnétique.

1- Montrer qu'on a la relation $-\frac{1}{\overline{OP}}+\frac{1}{\overline{OP'}}=\frac{1}{f'}$ où f' est la distance focale image dont on donnera l'expression en fonction de e, m, Vo 2 et de l'intégrale J= $\int_{zh}^{zh'} B^2 zdz$ où H et H' sont les positions sur l'axe Oz des deux plans parallèles délimitant la région de faible épaisseur où règne le champ magnétique, O étant le milieu [H, H'].

2- Une lentille magnétique divergente peut-elle exister ? Justifier !

3- **<u>A.N :</u>** Calculer la distance focale f' pour :

***** Vo correspondant à une accélération des électrons, initialement au repos, dans une d.d.p. U = 1 000 V.

***** Bo = 0,05 T ***** a = 1 mm ***** e = 1,6.10 -19 C ***** m = 0,91.10 -30 kg

(On donnera d'abord l'expression de f' en fonction de m, Vo, e, et Bo, avant d'en calculer la valeur numérique).