CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE SESSION 2009.

EPREUVE DE PHYSIQUE
DUREE 4h

EXERCICE 1 (20 points)

Pour étudier le passage d'une comète au voisinage de notre planète, un satellite lanceur de sonde est mis en orbite autour de la Terre.

Données : constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} ;
masse de la terre : $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg ; rayon de la terre $R_T = 6\ 400$ km.
La terre est considérée comme un corps à répartition sphérique de masse.

1-1 Etude du mouvement circulaire du système « lanceur-sonde » dans le référentiel géocentrique.

Dans un premier temps, le système « lanceur-sonde » est supposé mis sur une orbite circulaire à l'altitude $h_0 = 200$ km. Il évolue à une vitesse V_0.

1-1-1 En supposant ce système uniquement soumis au champ gravitationnel terrestre, montrer que son mouvement est uniforme.

1-1-2 Exprimer la vitesse V_0 en fonction de G, M_T, R_T et h_0 et calculer sa valeur en km.s^{-1}.

1-1-3 Etablir l'expression de sa période et la calculer.

1-2 L'énergie potentielle de gravitation s'écrit $Ep = -\dfrac{GM_T m}{r}$, r étant le rayon de l'orbite, m est la masse du système.

1-2-1 Déterminer pour l'altitude h_0, l'expression de l'énergie mécanique Em_0 du système en fonction de r_0 puis en fonction de la vitesse V_0.

1-2-2 Lorsque l'altitude du satellite est peu élevée, il peut subir des frottements des hautes couches de l'atmosphère. Son énergie mécanique diminue suivant la loi

$$Em = Em_0(1+\alpha t) \quad \alpha > 0.$$

On suppose que la trajectoire reste circulaire.

En comparant les énergies, montrer que le rayon de l'orbite diminue avec le temps alors que la vitesse augmente.

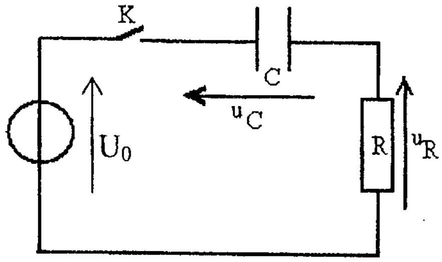
1-3 Etude de la sonde s'éloignant de la terre :

A l'altitude h_0, le lanceur et la sonde se séparent. Le lanceur communique à la sonde une vitesse V_0' (supérieure à V_0) qui devra lui permettre d'échapper à l'attraction terrestre.

1-3-1 Donner l'expression de la valeur minimale Vmin de la vitesse V_0' que le lanceur doit alors communiquer à la sonde en fonction de G, M_T, R_T et h_0.

1-3-2 Quelle relation relie alors Vmin et V_0 ?

EXERCICE 2 **(20 points)**



On dispose d'un conducteur ohmique de résistance R = 10 MΩ et d'un condensateur de capacité C inconnue. L'objectif est de déterminer la valeur de C.

Pour cela, le condensateur initialement déchargé et placé en série avec le conducteur ohmique, est chargé sous une tension $U_0 = 5{,}0$ V selon le montage ci-contre.

La charge est suivie à l'aide d'un système d'acquisition informatique permettant de mesurer la tension u_c en fonction de la durée de la charge t.

2-1 A l'instant t = 0, on ferme le circuit. Ecrire la loi des tensions dans le circuit et en déduire l'équation différentielle liant u_C, $\frac{du_C}{dt}$ et les caractéristiques des composants du circuit.

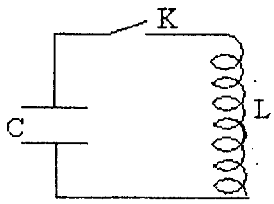
2-2 Vérifier que $u_C(t) = A\left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right]$ est solution de l'équation différentielle précédente et préciser les significations de τ et A.

2-3 On a réalisé les mesures suivantes :

t (ms)	0	5	10	15	20	25	30	35
u_C (V)	0	2	3,2	3,9	4,4	4,6	4,8	4,9
$\ln\left(1 - \frac{u_C}{U_0}\right)$								

2-3-1 Recopier le tableau, le compléter et tracer la courbe : $\ln\left(1 - \frac{u_C}{U_0}\right) = f(t)$ avec une échelle convenable.

2-3-2 En déduire la valeur de la constante τ et de la capacité c du condensateur.



2-4 Pour vérifier ce résultat on réalise le montage schématisé ci-contre.
Le condensateur initialement chargé sous la tension $U_0 = 5{,}0$ V et la bobine d'inductance L = 0,4 H et de résistance négligeable sont associés en série comme indiqué sur le schéma. On ferme l'interrupteur K à la date t = 0.

2-4-1 Montrer que le circuit est le siège d'oscillations électriques dont on précisera la période.

2-4-2 La période des oscillations, mesurée à l'oscilloscope, donne la valeur T = 4ms.
En déduire la valeur de C. Conclure

EXERCICE 3 **(20 points)**

Deux rails conducteurs rectilignes distants de a =10 cm, sont placés dans un plan horizontal. Une tige rigide KM de masse m peut glisser sans frottement sur les rails en leur restant perpendiculaire. La résistance des rails est négligeable et celle de la tige est R = 50 Ω.

3-1 Le dispositif baigne dans un champ magnétique vertical, ascendant, d'intensité B = 1T. Un fil métallique relie les deux rails et la tige est déplacée parallèlement aux rails à une vitesse constante $v = 20\ cm.s^{-1}$ (figure 1)

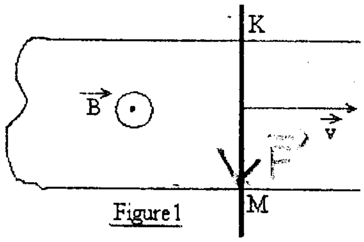


Figure 1

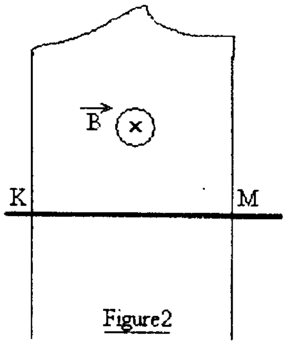


Figure2

3-1-1 Montrer que la tige est parcourue par un courant induit dont on justifiera qualitativement le sens.

3-1-2 Etablir l'expression de la force électromotrice e_{KM} et calculer sa valeur, puis celle de l'intensité du courant induit.

3-1-3 Quelle est la puissance électrique dissipée dans le circuit ?

3-2 Le dispositif est maintenant dans un plan vertical et le champ magnétique horizontal garde la même valeur (figure 2).

La tige abandonnée sans vitesse initiale, garde le contact avec les rails et se déplace sans frottement. A la date t sa vitesse est v.

3-2-1 Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la tige en précisant la direction, le sens et l'expression de leur intensité.

3-2-2 En appliquant le théorème du centre d'inertie à la tige, écrire l'équation différentielle du mouvement auquel elle est soumise.

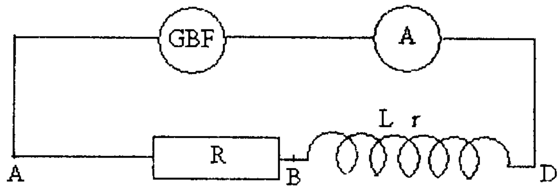
3-2-3 Montrer que, si les rails sont suffisamment longs, la tige finira par atteindre une vitesse limite dont on déterminera l'expression.

EXERCICE 4 (20 points)

Une portion de circuit AD comprenant un conducteur ohmique de résistance R et une bobine d'inductance L et de résistance r est reliée aux bornes d'un générateur GBF qui délivre une tension sinusoïdale

$u(t) = U_e\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$.

4-1 Ecrire les expressions des impédances Z_{AB} ; Z_{BD} et Z_{AD} en fonction de R, r, L et ω



4-2 On règle la tension u (t) à la valeur efficace $U_e = 8{,}4\ V$ et la fréquence N = 50 Hz.

L'ampèremètre indique $I_e = 0{,}7\ A$.

A l'aide d'un voltmètre on mesure

$U_{AB} = 5{,}6\ V$; $U_{BD} = 4{,}76\ V$

4-2-1 En déduire les valeurs de R, r, et L.

4-2-2 Calculer le déphasage de l'intensité i (t) par rapport à la tension u (t).

4-3 On introduit en série entre la bobine et le conducteur ohmique, un condensateur de capacité C, en gardant inchangées l'amplitude et la pulsation de la tension u (t).

4-3-1 Représenter le schéma obtenu en y précisant les branchements qui permettent de visualiser à l'oscilloscope la tension délivrée par le GBF en voie 1 et l'intensité du courant qui parcourt le circuit en voie 2.

4-3-2 Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel, la capacité C du condensateur si le facteur de puissance reste aussi inchangé.

4-3-3 Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle AD.

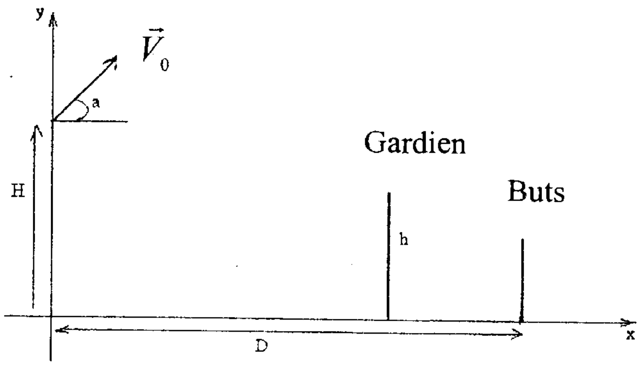
EXERCICE 5 (20 points)

Etude d'un tir au Hand-ball.

Ayant vu le gardien adverse avancé de ses buts (voir figure), un attaquant décide de le lober. Pour cela, il saute en extension et, à la date t = 0, le ballon quitte sa main avec une vitesse $V_0 = 7\ m.s^{-1}$ faisant un angle $\alpha = 60°$ avec l'horizontale, à une hauteur H = 2,80 m et à une distance D = 5 m des buts. Le gardien est à 2 m devant ses buts, les bras levés et tendus représentant un obstacle d'une hauteur h= 2,40 m. La barre transversale des buts est à 2,0 m au dessus du sol.

Pour simplifier, on négligera l'action de l'air sur le ballon qui sera considéré comme un point matériel confondu avec son centre d'inertie G.

On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.



5-1 En appliquant le théorème du centre d'inertie :

5-1-1 Déterminer le vecteur-accélération du mouvement du ballon.

5-1-2 En déduire les équations horaires donnant la position de G à chaque instant, dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

5-2 Etablir l'équation de la trajectoire et préciser sa nature.

5-3 Trouver l'ordonnée du centre d'inertie G du ballon lorsqu'il se trouve au niveau du gardien. Ce dernier est-il lobé ?

5-4 Le but est-il marqué ?

5-5 Montrer que, pour que le but soit marqué, avec ce même angle de tir, le vecteur-vitesse $\vec{v}_0$ doit avoir une norme comprise entre deux valeurs limites que l'on déterminera.

FIN DU SUJET