CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE. **SESSION 2007**

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 04 heures

EXERCICE 1 **(0 4 points)**

On étudie la trajectoire du centre d'inertie d'un ballon de basket-ball lancé par un joueur attaquant, vers le cercle du panier de l'équipe adverse. Le lancer est effectué vers le haut ; on lâche le ballon lorsque son centre d'inertie est en M_0.

La vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$ du ballon est situé dans un plan vertical $(O, \vec{i}, \vec{j})$ et faisant un angle α = 38 ° avec l'axe horizontal. Le diamètre du ballon est 25 cm. (voir figure ci-dessous). On prendra g = 10 m . s^{-2}

On néglige la résistance de l'air et la rotation éventuelle du ballon.

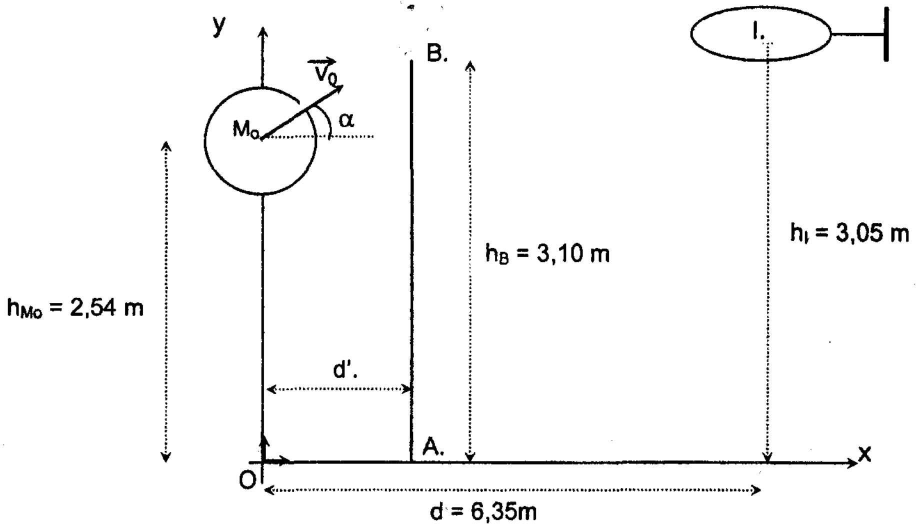
1/ Etablir les équations paramétriques du mouvement du centre d'inertie du ballon. En déduire l'équation de la trajectoire.

2/ Déterminer l'expression littérale de la vitesse initiale V_0 du ballon pour que celui-ci passe exactement au centre du cercle « panier » de centre I ? Faire l'application numérique (utiliser les valeurs numériques fournies sur la figure.).

3/ Un défenseur AB, placé entre l'attaquant et le panneau de basket, saute verticalement pour intercepter le ballon : l'extrémité de sa main se trouve en B à l'altitude h_B = 3,10 m.

A quelle distance horizontale maximale d' de l'attaquant doit-il se trouver pour toucher le ballon du bout des doigts ?

N.B. : En basket on ne peut contrer le ballon que dans sa phase ascendante.

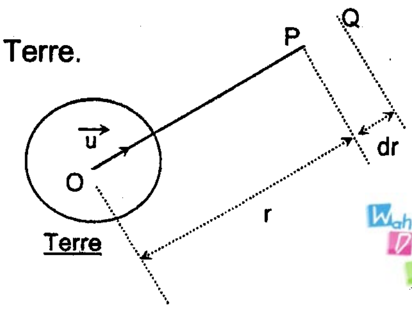


EXERCICE 2 : **(04 points)**

La Terre, de masse M = 5,98 10^{24} kg et rayon R = 6370 km a une répartition de masse à symétrie sphérique.

La constante gravitationnelle est K = 6,67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2} et la durée du jour sidéral est T_0 = 86164 s.

1./.Soit un point P situé à l'altitude z, donner, dans le repère $(O, \vec{u})$ l'expression du vecteur champ de gravitation $\vec{G}(z)$ créé en P par la Terre.



2./.

2.1. Un solide ponctuel de masse m est initialement au point P. Il se déplace jusqu'au point Q situé à la distance r + dr du point O, dr est très petit par rapport à r.

Exprimer en fonction de K, M, m, r et dr le travail élémentaire dW effectué par la force de gravitation que la Terre exerce sur le solide de masse m.

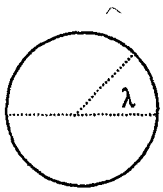
2.2. En déduire l'expression du travail W de cette force gravitationnelle lorsque r varie de r_1 à r_2. Quelle conclusion peut-on tirer sur cette force ?

2.3.. En utilisant la relation entre la variation d'énergie potentielle et le travail W de la force de gravitation, montrer qu'à l'altitude z, l'énergie potentielle de gravitation du système (Terre- solide) peut se mettre sous la forme :

$$E_p = -\frac{K.M.m}{R+z} \quad \text{si} \quad E_p(\infty) = 0.$$

3./.Le solide de masse m est au repos sur la Terre en un point de latitude λ.

Terre



Exprimer l'énergie mécanique E_0 du solide en fonction de K, M, m, R, λ et T_0.

Calculer E_0, on donne m = 800 kg ; g = 10 u.S.I.

4./.Le solide est maintenant satellisé à l'altitude z. Sa trajectoire dans le repère géocentrique est circulaire de rayon r = R + z.

4.1. Déterminer l'expression de la vitesse v du satellite dans le repère géocentrique en fonction de K, M et r.

4.2. Déterminer l'expression de son énergie mécanique E.

4.3. <u>*Application numérique*</u> : z = 600 m. Calculer v et E.

5. / Montrer que l'énergie ΔE qu'il a fallu fournir au satellite précédent, initialement au repos sur la Terre peut se sous la forme :

$$\Delta E = KmM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2r}\right) - \frac{2\pi^2}{T_0^2} mR^2 \cos^2 \lambda$$

En déduire, du point de vue énergétique l'emplacement le plus favorable des bases de lancement.

<u>EXERCICE 3</u> : (04 points)

On se propose de déterminer la capacité d'un condensateur non polarisé par deux expériences différentes.

Première expérience

On charge le condensateur de capacité C inconnue à travers un conducteur ohmique de résistance R = 330 kΩ à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à U_0 = 12, 0 V.

1/ On relève les valeurs de la tension u_c aux bornes du condensateurà différentes dates :

t (s)	0	5	10	15	20	30	40	50	70	100	150	200	220	250
u_C (V)	0,0	1,6	3,0	4,2	5,2	6,9	8,2	9,1	10,4	11,3	11,8	11,9	12,0	12,0

Quelle est la valeur de la tension u_C lorsque l'intensité du courant dans le circuit s'annule ? Justifier par un calcul simple.

2/ On cherche à déterminer la capacité C du condensateur en calculant la constante de temps τ du dipôle (R, C).

a) Donner l'expression de la constante de temps d'un tel dipôle en fonction de R et C.

b) Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C.

c) Une méthode de détermination de τ fait appel au tracé de la tangente à la courbe u_C = f (t) à l'instant t = 0.

Montrer que cette tangente coupe la droite $u_C = U_0$ en un point d'abscisse t = τ.

d) En déduire la valeur numérique de cette constante de temps.

3/ Calculer la capacité du condensateur.

4/ La valeur indiquée par le constructeur est C = 100 µ F à 20 % près..La valeur de C obtenue à la question 3 est-elle en accord avec la tolérance de fabrication ? On supposera l'incertitude sur la valeur de la résistance négligeable.

Deuxième expérience

On réalise l'association série d'un conducteur ohmique de résistance R' = 20 Ω du condensateur de capacité C, d'une bobine d'inductance L = 0,10 H et résistance négligeable.

Ce dipôle R', L, C est alimenté par un générateur délivrant une tension sinusoïdale de fréquence N = 50 Hz et de tension efficace U = 6, 0 V supposée constante dans toute l'expérience.

On observe alors la résonance d'intensité dans ce circuit.

5 / Calculer la valeur numérique de l'intensité efficace I_0 dans le circuit.

6/ Pour vérifier expérimentalement la résonnance d'intensité on ne dispose que d'un oscilloscope bicourbe.

a.) Faire le schéma du montage où apparaîtront le générateur, le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur de capacité C inconnue, et les branchements à l'oscilloscope nécessaires à la visualisation de la résonance d'intensité.

b) Quelle est l'observation permettant de conclure à une résonance d'intensité ?

7/ a) Déterminer la valeur de la capacité inconnue.

b) La valeur de C correspond-elle à la valeur indiquée par le constructeur ? Justifier.

EXERCICE 4 **(04 points)**

- **Première partie**

On se propose d'étudier du point de vue expérimental la force que peut créer un courant passant dans une bobine. Pour cela, on réalise le montage ci-dessous.

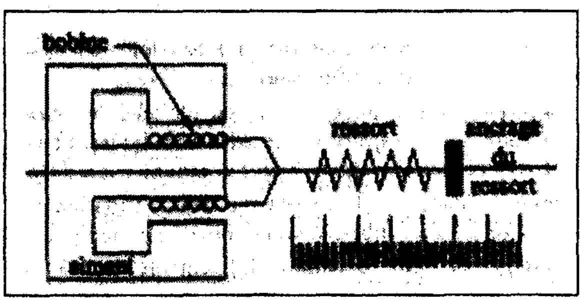


Figure 1

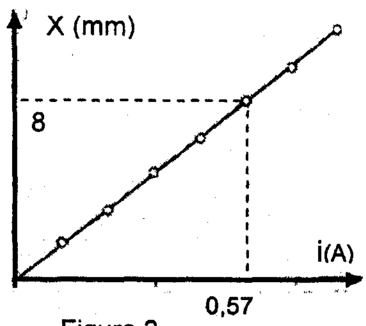


Figure 2

Une bobine dont les spires sont représentées en coupe, peut se déplacer sur le noyau central de l'aimant, lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique grâce à une force magnétique. Elle est de plus accrochée à un ressort à spires jointives de raideur k =438 N/m. Une règle graduée permet de mesurer l'allongement x du ressort lorsqu'un courant d'intensité i traverse la bobine (figure 1).

Un logiciel d'acquisition permet de représenter la loi de variation de x en fonction de i (figure 2).

1/ Etablir à l'équilibre du ressort, la relation entre la force magnétique créée par l'aimant sur la bobine et l'allongement x du ressort.

2/ En utilisant les résultats expérimentaux établir la relation numérique liant la force magnétique et l'intensité i du courant.

EPREUVE DE PHYSIQUE **DUREE : 4h**

- **Deuxième partie**

On utilise l'ensemble aimant-bobine pour construire un haut –parleur. La membrane du haut-parleur est accrochée à deux ressorts et est reliée à la bobine par une liaison rigide.

On notera :

X : le déplacement du centre G de la membrane par rapport à sa position d'équilibre ;

M : masse de l'équipage mobile(M =6,6 g.) ;

$\vec{F}_e$: force élastique résultant de l'action des deux ressorts, elle a pour direction l'axe des x et pour expression $\vec{F}_e$ = - kx avec k = 438 N/m ;

$\vec{f}$: force de frottements fluides exercée par l'air ; $\vec{f} = -r.\frac{dx}{dt}$ avec r =0,52 kg/s ;

$\vec{F}_m$: force magnétique créée par le courant passant dans la bobine ;

i : intensité du courant traversant la bobine lors du fonctionnement du haut-parleur $i = I_{max}.\sin(\omega t)$;

3/ Comment pouvez –vous qualifier le type d'oscillations que subit la membrane du haut-parleur ?

4/ Etablir l'équation différentielle du mouvement du point G.

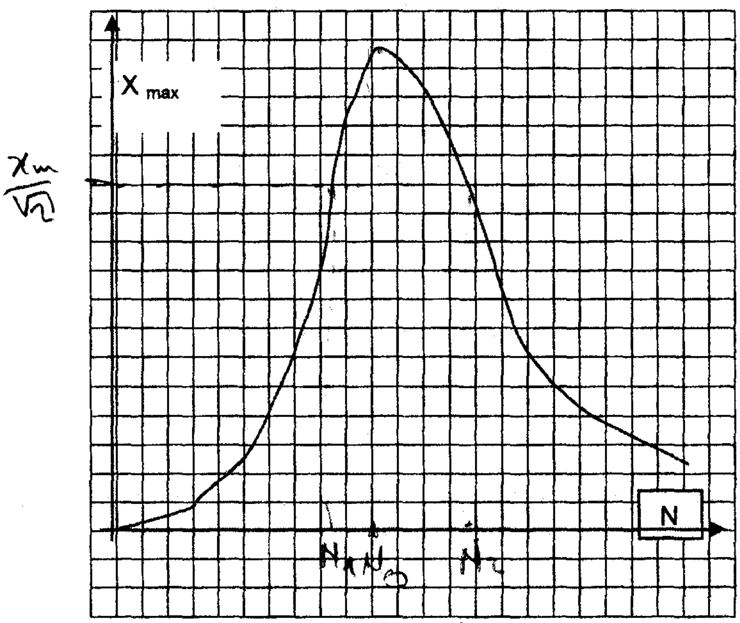
5/ On fait varier la fréquence, on trace la courbe (ci-après) donnant l'amplitude des oscillations en fonction de la fréquence N du courant.

a) Interpréter cette courbe.

b) Calculer la largeur de la bande passante.

c) Calculer le facteur de qualité de ce haut-parleur.

Que pensez-vous de ses qualités acoustiques ?



Echelle 10 divisions ↔ 40Hz ; 1 division ↔ 1mm

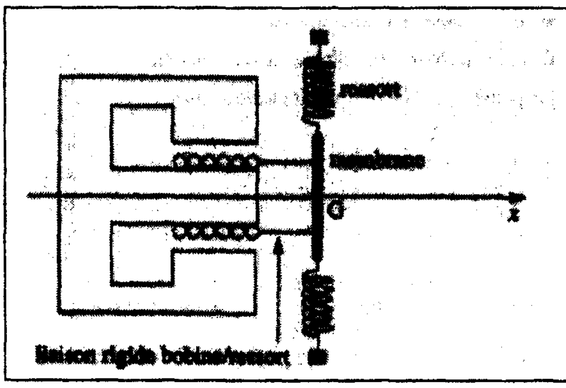


Figure 3

EXERCICE 5 **(04 points)**

Données :

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$; unité de masse atomique : $1\ u = 1,66\ 10^{-27}\ kg$;
charge élémentaire : $e = 1,60.10^{-19}\ C$; constante d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$;
masse du proton : m_p = 1,007276 u = 938,28 MeV.c^{-2} ;
masse du neutron : m_n = 1,008665 u = 939,57 MeV.c^{-2} ;

- *PARTIE A*.

Le polonium 210 subit une désintégration de type α selon l'équation suivante :

$^{210}_{84}Po \rightarrow\ ^{4}_{2}He + \ldots$

1°)-a) Rappeler ... cette équation.

EPREUVE DE PHYSIQUE **DUREE : 4h**

b) Donner la structure des nucléides intervenant dans cette réaction nucléaire.

c) Rappeler la définition de l'énergie de liaison et calculer, en MeV, celle de chacun des nucléides précédents

d) Soit ΔE l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium. Calculer ΔE en joules et en électronvolts. Sous quelles formes cette énergie est-elle libérée ?

e) On suppose que le noyau de polonium initialement immobile et l'énergie du photon γ négligeable. Exprimer, les énergies cinétiques E_{C1} et E_{C2} d'un noyau d'hélium (de masse m_1) et d'un noyau de plomb (de masse m_2), en fonction de ΔE, m_1 et m_2. Comparer ces énergies et conclure.

Masses des noyaux $^{210}_{84}Po$: m = 210,0857 u ; $^{4}_{2}He$: m_1 = 4,0026 u ; $^{206}_{82}Pb$: m_2 = 206,0789 u.

2 / La demi-vie du polonium est de 140 jours. On dispose d'une masse de 2,00 grammes de polonium à la date t = 0. Quel sera, à la date t' = 280 jours, le volume d'hélium obtenu, volume mesuré dans les conditions où le volume molaire est 24 $L.mol^{-1}$?

- *PARTIE B.*

Les noyaux d'hélium émis par le polonium sont utilisés pour bombarder un échantillon de béryllium qui émet alors des neutrons ayant chacun une masse μ.

3/ Un de ces neutrons de vitesse $\vec{v}_0$ heurte un noyau d'hydrogène de masse m_H, au repos.

Le choc est élastique et on admet que les vitesses des particules après le choc sont colinéaires.

La vitesse du neutron après le choc est $\vec{v}_1$ et celle du noyau d'hydrogène $\vec{v}_H$.

Un autre neutron de même vitesse $\vec{v}_0$ rencontre dans les mêmes conditions un noyau d'azote de masse m_N qui après le choc a une vitesse $\vec{v}_N$.

a. Ecrire les équations régissant les chocs neutron - hydrogène et neutron – azote.

b. Exprimer v_H et v_N, déduire l'expression du rapport $\frac{v_N}{v_H}$.

4/ On mesure la vitesse des noyaux d'hydrogène : $v_H = 3{,}3.10^7$ $m.s^{-1}$. On admettra que les masses du proton et du neutron sont égales à l'unité de masse atomique.

a. Calculer les vitesses v_0 et v_1 du neutron avant et après la collision neutron – hydrogène.
Ce résultat était-il prévisible ?

b. Sachant que le nombre de masse de l'azote est 14, calculer la vitesse du noyau d'azote et celle du neutron après la collision neutron – azote.

FIN DU SUJET