

C. P.
A.P.

EPREUVE DE PHYSIQUE
Mini-session N° 4

Exercice 1 : Applications des lois de Newton / 5points

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

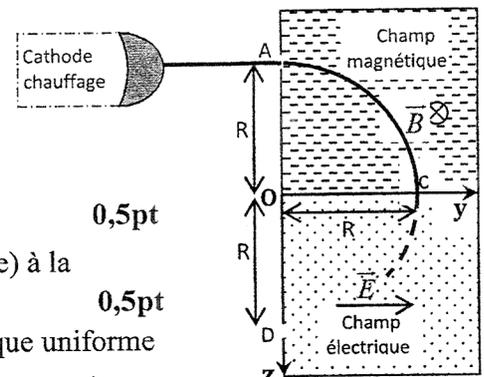
1. / Mouvement des particules dans les champs électrique et magnétique 2,5points

Un faisceau d'électrons, émis d'une cathode par effet thermoélectronique, est accéléré au moyen d'une anode OA. La différence de potentiel entre anode et cathode est $U_0=285V$.

En admettant que les électrons sont émis par la cathode avec une vitesse négligeable :

1.1. Exprimer puis numériquement la vitesse v_0 des électrons lorsqu'ils traversent le trou A. 0,25pt

1.2. Le faisceau d'électrons pénètre ensuite dans une région où règne un champ magnétique \vec{B} , dans laquelle il décrit un quart de cercle de rayon $R=20cm$. Calculer littéralement (en fonction de U_0 et de R), puis numériquement, la norme B du champ magnétique. 0,5pt



1.3. Caractériser le vecteur vitesse \vec{v} des électrons (direction et norme) à la traversée du trou C. 0,5pt

1.4. Le faisceau d'électrons est enfin dévié par un champ électrostatique uniforme \vec{E} parallèle à l'axe (Oy), régnant dans le dièdre (yoz). Etablir les équations horaires du mouvement projeté sur les axes (Oy) et (Oz). En déduire l'équation et la nature de la trajectoire. 0,75pt

1.5. Calculer la valeur à donner à la norme E du champ électrostatique pour que le faisceau d'électrons traverse le trou D à une distance R du point O ; on exprimera en fonction de U_0 et de R . 0,5pt

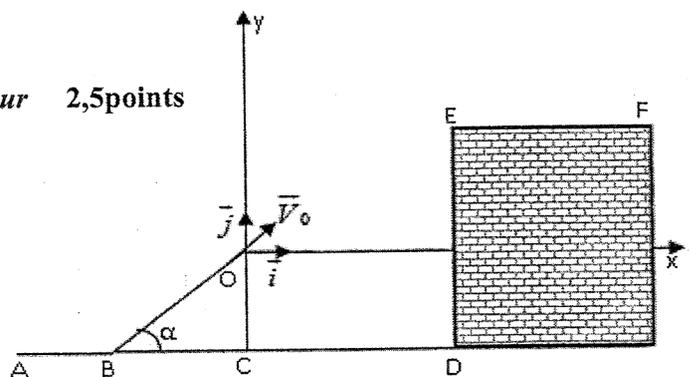
Charge de l'électron : $-e=-1,6.10^{-19}C$; masse de l'électron : $m=9,1.10^{-31}kg$.

2. / Mouvement d'un mobile dans un champ de pesanteur 2,5points

Un cascadeur veut sauter avec sa voiture sur la terrasse horizontale EF d'un immeuble

Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec le sol horizontal et placé à la distance CD de l'immeuble (OC et DE sont des parois verticales).

La masse du système {automobile-pilote} est égale à une tonne.



Pour simplifier le problème, on considèrera les frottements négligeables dans la phase aérienne, on admettra qu'à la date initiale le centre d'inertie G quitte le point O avec une vitesse \vec{V}_0 et G va être confondu au point E à l'arrivée sur la terrasse. *Donnée : $g=10m.s^{-2}$*

2.1. Enoncer la relation fondamentale de la dynamique en translation. 0,5pt

2.2. Etablir les équations horaires et l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E. 1pt

2.3. Calculer la vitesse V_0 , ainsi que l'angle α pour que le système arrive en E avec une vitesse \vec{V}_E horizontale. 1pt

Données : $CD=15,0m$; $DE=10,0m$; $OC=8,0m$

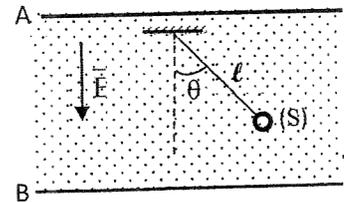
Exercice 2. Oscillateurs mécaniques / 5points

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1. / Oscillations d'un pendule simple 2,5points

Un pendule simple est constitué par un fil isolant de masse négligeable et de longueur $\ell=10\text{cm}$ auquel est suspendue une sphère ponctuelle (S) de masse $m=3\text{g}$. On néglige les frottements et on prendra $g=9,8\text{N.Kg}^{-1}$.

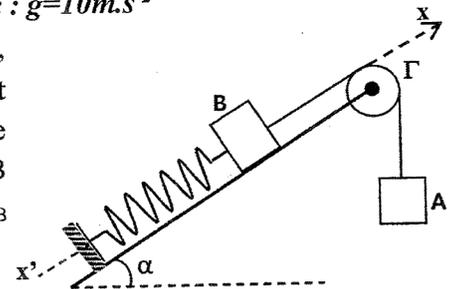
- 1.1. Enoncer la loi d'isochronisme des petites oscillations d'un pendule simple, donner l'expression de la période propre T_0 d'un pendule simple harmonique. 0,75pt
- 1.2. La sphère (S) est électrisée et porte une charge électrique q . Ce pendule est placé entre les armatures A et B planes et horizontales distantes de d entre lesquelles règne une d.d.p. créant un champ électrique uniforme vertical dirigé de haut en bas de valeur $E=2,5.10^4\text{V/m}$.
 - 1.2.1. Reproduire et préciser le signe des armatures A et B. 0,25pt
 - 1.2.2. La nouvelle période T des oscillations de faibles amplitudes du pendule simple électrisé est légèrement supérieure à la période propre T_0 ci-dessus. En déduire par conséquent le signe de la charge q du solide (S). Justifier. 0,5pt
 - 1.2.3. Appliquer la loi de Newton appropriée et exprimer l'équation différentielle du mouvement du solide (S) pour de faibles amplitudes. Déduire l'expression de la période T en fonction de T_0 , q , E , m et g . 0,75pt
 - 1.2.4. Application numérique : $T=1,02T_0$, calculer la valeur de la charge q . 0,25pt



2. / Oscillations d'un pendule élastique 2,5points

On considère le système schématisé ci-contre. Le ressort est à spires non jointives et sa masse est négligeable. Sa raideur est $k=80\text{N.m}^{-1}$ et sa longueur à vide est $\ell_0=15\text{cm}$. Les solides A et B de masses respectives $m_A=500\text{g}$ et $m_B=300\text{g}$ sont reliés entre eux par un fil inextensible de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie Γ de masse négligeable, mobile sans frottement autour de son axe (Δ). Le solide B se déplace sans frottements sur le plan incliné faisant un angle $\alpha=30^\circ$ avec le plan horizontal. Donnée : $g=10\text{m.s}^{-2}$

- 2.1. A l'équilibre, Exprimer $\Delta\ell_0$ l'allongement du ressort en fonction de m_A , m_B , k , α et g . 0,5pt
- 2.2. A partir de la position d'équilibre, on déplace verticalement le solide A de 5cm vers le bas et on l'abandonne sans vitesse initiale. La position de B est repérée par l'abscisse x sur l'axe xx' dont l'origine coïncide avec G_B à l'équilibre.
 - 2.2.1. Montrer que le solide B effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal dont on exprimera la période T_0 en fonction de m_A , m_B et k . 1pt
 - 2.2.2. Par simulation électromécanique, schématiser le dipôle électrique équivalent et donner l'équation différentielle en précisant la fréquence propre f_0 des oscillations électriques. Ecrire l'équation horaire du mouvement des charges. 1pt



Exercice 3. Oscillations électriques / 6points

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1- / Stroboscope électronique. 3points

Un tube d'éclairage fluorescent peut être assimilé à un récepteur de courant alternatif qu'on assimilera à une résistance pure R et une inductance pure L associées en série.

Ce tube est alimenté sous une tension alternative sinusoïdale de fréquence 50Hz et de valeur efficace 220V, dans ces conditions la puissance absorbée est 40W et l'intensité efficace du courant est $I=0,45\text{A}$.

- 1.1. Définir le terme *impédance* puis calculer l'impédance du circuit, son facteur de puissance et des valeurs de R et de L . 1,5pt

1.2. Ce tube fluorescent est utilisé dans un atelier comme source d'éclairage d'une pièce tournante de forme cylindrique sur la surface latérale de laquelle huit rainures équidistantes ont été usinées. La vitesse de rotation de cette pièce tournante peut varier de 40 tr/mn à 2500tr/mn. Pour certaines valeurs de la vitesse de rotation, la pièce paraît immobile.

1.2.1. Définir le terme *stroboscope*. 0,5pt

1.2.2. Sachant que le tube s'allume chaque fois que le module de la tension dépasse une certaine valeur critique de l'ordre de 200V, quel est le nombre d'éclairs qui jaillissent par seconde? 0,5pt

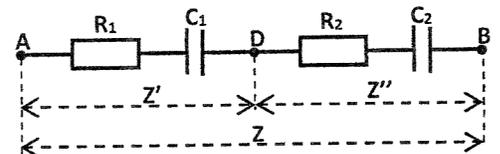
1.2.3. Pour quelles valeurs de vitesse de rotation exprimée en tours par minute, la pièce tournante paraît-elle immobile? 0,5pt

2-/ Etude d'un dipôle RC en oscillations forcées 3points

On applique entre les bornes A et B d'un circuit électrique une tension

$$u(t) = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t \text{ en volts. On Prendra } \frac{1}{\pi} = 0,318 \text{ et } \sqrt{2} = 1,414$$

La construction de Fresnel est indispensable dans chaque cas.



2.1. Définir le terme *oscillations électriques forcées*. 0,5pt

2.2. On monte en série, entre A et B, une résistance non inductive $R_1=100\Omega$ et un condensateur de capacité C_1 . L'intensité efficace du courant est $I_1=0,707A$. Calculer la valeur de C_1 . 0,5pt

2.3. On monte en série, entre A et B, la résistance R_1 , le condensateur C_1 précédent, une résistance non inductive $R_2=200\Omega$, et un condensateur de capacité C_2 . Soit Z l'impédance de la portion de circuit AB, Z' l'impédance de la portion de circuit AD, Z'' l'impédance de la portion de circuit DB.

2.3.1. Quelle doit être la valeur de C_2 pour que la relation $Z=Z'+Z''$ soit vérifiée? 1pt

2.3.2. Calculer l'intensité efficace I_2 et déterminer son expression instantanée $i_2(t)$. 1pt

Exercice 4. Expérience de physique / 4 points

1. OBJECTIF

Application du théorème du centre d'inertie.

2. MATERIEL

- Une table à digitaliser inclinable avec le mobile autoporteur sur coussin d'air.
- Un micro-ordinateur et une imprimante graphique.

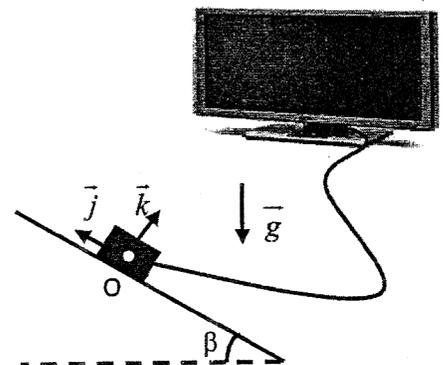
3. PRINCIPE

Un palet sur coussin d'air de masse m est mis en mouvement descendant sur la table inclinée d'angle β (voir figure ci-contre).

Son centre d'inertie est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié ; le long de la ligne de plus grande pente.

La position du centre d'inertie G du palet est transmise à l'ordinateur à intervalles de temps consécutifs égaux τ .

Le palet est soumis à son poids \vec{P} et à la réaction \vec{R} exercée par le support. \vec{f} est la force de frottement supposé constante.



4. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- On mesure l'angle d'inclinaison β .
- On choisit les paramètres cinématiques à acquérir.
- On programme les calculs de la distance parcourue l et de la vitesse de composante v_y .
- On lâche le mobile initialement sur la table à digitaliser.

5. RESULTATS EXPERIMENTAUX

On donne : $m=0,260\text{kg}$; $\beta=16^\circ$; $g=9,8\text{N.kg}^{-1}$.

t(s)	0,0000	0,0200	0,0400	0,0600	0,0800	0,1000	0,1200	0,1400	0,1600
y(m)	0,0000	-0,0076	-0,0165	-0,0258	-0,0363	-0,0478	-0,0604	-0,0733	-0,0868
v _y (m/s)	-0,3600	-0,4131	-0,4550	-0,4956	-0,5506	-0,6025	-0,6356	-0,6600	-0,7075

6. EXPLOITATION ET QUESTIONS

6.1. Appliquer la relation $\sum \overline{F}_{ext} = m\overline{a}_G$ et montrer que : $v_y = -\left(g\sin\beta - \frac{f}{m}\right)t - v_0$.

0,5pt

Les projections se feront uniquement sur l'axe (oy) du repère ci-dessus.

6.2. Le repère lié au palet est-il galiléen? Justifier

0,5pt

6.3. Quelle distance parcourt le palet au cours de cette expérience?

0,25pt

6.4. Préciser la valeur du module de la vitesse initiale v_0 du centre d'inertie du palet et la valeur de chaque intervalle de temps d'enregistrement τ .

0,5pt

6.5. Représenter graphiquement v_y en fonction du temps t soit $v_y=f(t)$

1,25pt

Echelle : 1cm pour 0,010s et 2cm pour $-0,10\text{m.s}^{-1}$.

6.6. A partir du graphique, déterminer la valeur de la force de frottement f . Comparer sa valeur à celle de la composante motrice du poids $m.g.\sin\beta$. Conclure sur la nature du mouvement.

1pt