Physique

Baccalauréat Scientifique Session de 2011

Série C-E

EXERCICE I : Mouvements flans les champs de force et leurs applications 6 points

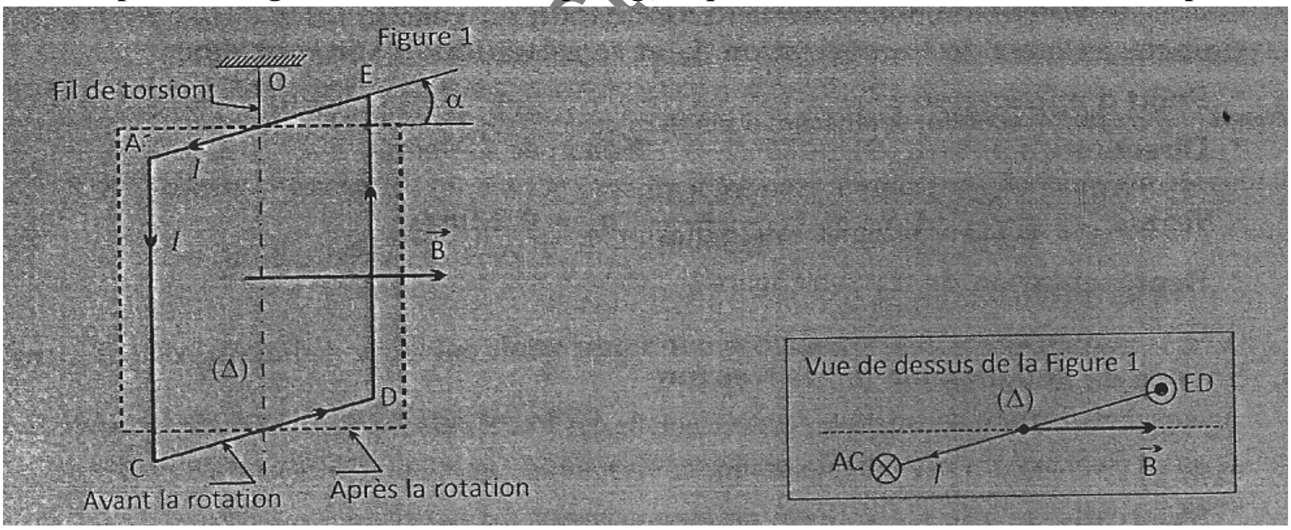
A. Satellite artificiel de la Terre 3,5 points

Dans un repère géocentrique, un satellite artificiel qu'on assimilera à un point matériel de masse m, décrit à vitesse constante autour de la Terre, une trajectoire circulaire de rayon r dont le centre O est confondu avec celui de la Terre.

On supposera que cette dernière est sphérique et homogène et on notera R_T son rayon. On négligera les frottements.

1. Définir un repère géocentrique
2. Soit P la position du satellite sur sa trajectoire à un instant t quelconque.
   Représenter sur un schéma, le vecteur champ gravitationnel terrestre G au point P, puis établir l'expression de son intensité G en fonction de C_0, R_T et r ; (G_0 étant la valeur de G à la surface de la Terre).
3. En utilisant le théorème du centre d'inertie, établir l'expression de la valeur de la vitesse v du satellite en fonction de G_0, R_T et r.
4. Définir la période de révolution T du satellite, puis calculer sa valeur numérique pour r=6650km
   On donne : R_T = 6380km ; $G_0 = 9{,}8 m/s^2$

B. Spire rectangulaire dans un champ magnétique uniforme 2,5 points



Les côtés horizontaux et verticaux d'une spire rectangulaires ACDE ont respectivement pour longueur a = 10cm, b = 20cm. La spire est suspendue à un point O par un fil de torsion de constance de torsion C et placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal d'intensité B = 0,07 T. le vecteur champ $\vec{B}$ est parallèle aux cotés horizontaux de la spire lorsqu'elle n'est parcourue par aucun courant. Lorsqu'on fait passer un courant d'intensité I = 1,5A dans la spire, cette dernière effectue une rotation d'angle $\alpha = 20°$, autour de l'axe vertical (Δ) passant par le fil de suspension (figure 1).

1. Reproduire la vue de dessus de la figure 1 et y représenter les forces électromagnétiques $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ qui s'exercent respectivement sur les côtés verticaux AC et AD de la spire après la rotation. Calculer leur intensité commune F.

2. Donner les deux couples de forces qui s'exercent sur la spire après la rotation.
3. Calculer la valeur de la constante C du fil de torsion.

EXERCICE II : les systèmes oscillants **4points**

A. Oscillateur mécanique **3 points**

Une tige homogène AB de longueur L = 1,2m et de masse m = 400g est mobile sans frottements autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son extrémité A et perpendiculaire au plan de la figure. On écarte la tige d'un angle θ_m de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale. La position de la tige est repérée par l'angle θ qu'elle fait avec la verticale passant par A (figure 2). On néglige l'action de l'air.

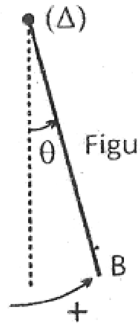


Figure 2

1. Le moment d'inertie de la tige par rapport à son axe de rotation est $J_\Delta = \frac{mL^2}{3}$

1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton à la tige, établir l'équation différentielle de son mouvement.

1.2. Montrer que les oscillations de faibles amplitudes de ce pendule sont sinusoïdales, puis calculer la valeur numérique de leur période propre T_0. On prendra $g = 9{,}8 m/s^2$.

2. On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle $6_m = 0{,}14 rad$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

2.1. Calculer l'énergie mécanique initiale E_{M0} du système (pendule + Terre).

On prendra le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur sur le plan horizontal passant par le centre d'inertie de la tige à la position d'équilibre

On rappelle que pour θ faible, on a $\cos\theta = 1 - \frac{\theta}{2}$ *avec θ en radians.*

2.2. $E_c(\theta)$; $E_P(\theta)$ *et* $E_m(\theta)$ désignent respectivement les énergies cinétique et potentielle de pesanteur et mécanique du système (pendule + Terre), à une date où la position du pendule est définie par θ.

Représenter sur un même graphique l'allure des courbes $E_P(\theta)$, $E_c(\theta)$ *et* $E_m(\theta)$ *pour* $0 < \theta < 0{,}14 rad$.

B. Oscillateur électrique **3 points**

Une portion de circuit PQ alimentée par une génératrice basse fréquence (GBF), comporte un conducteur ohmique de résistance *R,* monté en série avec un condensateur de capacité *C* et un ampèremètre de résistance négligeable (figure 3).

Un oscillographe bicourbe visualise les tensions u_{PM} (sur la voie Y_1) et u_{QM} (sur la voie Y_2). L'aspect de l'écran est donné ci-dessous (figure 4).

1. Déterminer la fréquence *f* des deux tensions visualisées.
2. L'ampèremètre indique une intensité efficace I = 200mA. En déduire les valeurs *de R et C.*
3. Mesurer sur l'oscillogramme l'écart temporel A*t* entre $u_{PM}(t)$ *et* $u_{QM}(t)$, puis en déduire le déphasage Δφ entre les deux tensions.
4. On admet que $u_{PM}(t) = 6\cos(100\pi t)$. Ecrire l'expression de $u_{QM}(t)$
5. *En prenant* $u_{QM}(t) = 9\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

   Déterminer par la construction de Fresnel, l'expression de $u_{PQ}(t)$

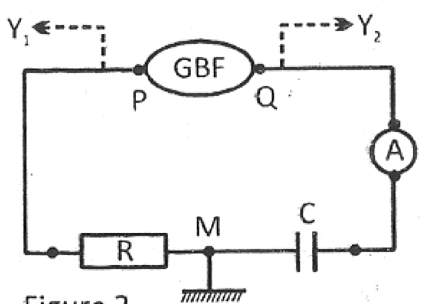
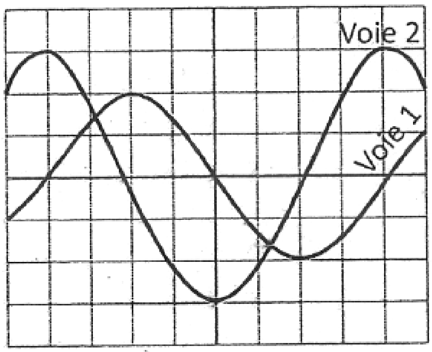


Figure 3



Réglage de l'oscillographe

- Sensibilité verticale sur les deux voies : 1div ⟷ 3V
- Balayage : 1div ⟷ 2,5ms

Figure 4

EXERCICE III : Phénomènes ondulatoires et corpusculaires **4 points**

A. Interférences lumineuses - **2 points**

On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide d'un dispositif de fentes d'Young. La distance séparant les fentes secondaires F_1 et F_2 est $a = 3{,}2mm$.

La fente primaire F est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Le plan vertical contenant les fentes secondaires est à une distance $D = 4m$ de l'écran d'observation E.

1. Définir l'interfrange puis donner son expression en fonction de a, D et A.
2. La distance entre les milieux de la frange sombre d'ordre $k = 1{,}5$ et la frange brillante d'ordre $k=-3$ est $L = 3{,}6mm$.

En déduire la longueur d'onde λ de la radiation éclairante.

3. La fente F est à présent éclairée par deux radiations monochromatiques de longueurs d'onde respectives $\lambda_1 = 6{,}4.10^{-7}$m et $\lambda_2 = 5{,}6.10^{-7}$m.

   Déterminer à quelle distance d (non nulle) de la frange centrale se produit sur l'écran la première coïncidence des franges brillantes.

B. Radioactivité - **2 points**

1. Citer deux applications de la radioactivité
2. Le carbone 14 ($^{14}_{6}C$) est radioactif β^-
   Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau de carbone 14 en supposant que le noyau fils n'est pas obtenu dans un état excité. On donne $^{14}_{7}N$; $^{14}_{8}O$
3. La mesure de l'activité du carbone 14 dans un échantillon de masse m de fragments d'os prélevés, dans un site préhistorique a donné $A_2 = 6{,}1.10^{-2}$ Bq. Un échantillon de fragments d'os actuel de même masse donne une activité $A_t = 48{,}5Bq$.
   En admettant que l'activité du carbone 14 dans un organisme vivant n'a pas varié au cours des derniers millénaires. L'activité du carbone 14 de l'échantillon de même de fragments d'os actuel correspond à celle qu'on aurait mesuré dans un échantillon de même masse de fragments d'os du site préhistorique, à la date $t = 0$.
   Calculer l'âge (en années) de l'échantillon d'os recueilli dans ce site préhistorique.
   Demi-vie (ou période) du carbone 14 : $T = 5730$ ans.

EXERCICE IV : Exploitation des résultats d'une expérience. **4 points**

On étudie dans un repère terrestre $(O,\vec{i},\vec{j})$ le mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur. Le projectile, assimilé à un point matériel, est lancé à l'instant $t = 0$ à partir d'un point A $(X_A = 0 ; Y_A)$ de l'axe Oy avec une vitesse initiale $\vec{V}_A$ contenue dans le plan (xOy) et faisant un angle α avec l'horizontale. On néglige l'action de l'air.

Un dispositif approprié permet de relever à des dates données, les valeurs de l'abscisse *x,* de l'ordonnée *y* et de la composante $\vec{V}_y$ du vecteur vitesse instantanée du projectile. Les représentations graphiques des fonctions $x = f$ (t) ; y = $g(t)$ et $\vec{V}_y$ = F(t) obtenues à partir de ces valeurs sont données ci-dessous (figure 5).

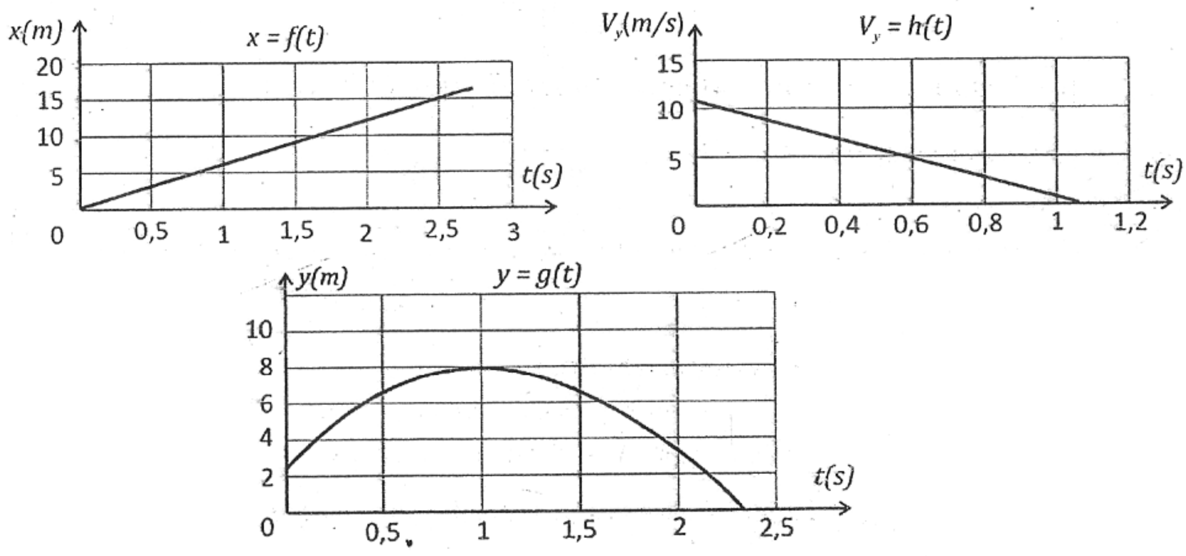


Figure 5

1. En appliquant la deuxième loi de Newton au projectile, déterminer, en fonction du temps, les expressions littérales des composantes v_x et v_y du vecteur vitesse instantanée du projectile, puis en déduire les équations horaires $x = f$(t) et y = $g(t)$.
2. Déterminer à partir des graphes et en expliquant les démarches :
   2.1.les valeurs numériques de α, v_0, y_0 et l'accélération g de la pesanteur ;
   2.2.la flèche H et la portée X du tir.