CENTRE SOCIO ACADEMIQUE POUR ENCADREMENT SCOLAIRE DE SOUTIEN			
GIC « LA GERMINATION » *Autorisation N°CE/GP/30/04/12397 : 27/02/04*			
BACCALAUREAT BLANC			
EPREUVE DE PHYSIQUE		**SESSION**	**MAI 2007**
DUREE : 4H	**COEF : 4**	**SERIE : C**	

EXERCICE 1. Mouvements dans les champs de forces et applications. (6 points)

Les deux parties A et B sont indépendantes.

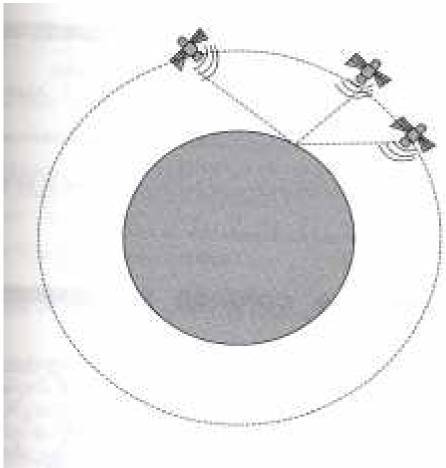
Partie A : Localisation d'un véhicule par GPS (3 points)

Documents

Le G.P.S. (Global Positioning System) permet de déterminer la position d'un mobile équipé d'un récepteur n'importe où sur le globe à l'aide de satellites. L'infrastructure utilisée est de 5 stations de contrôle au sol, de 24 satellites situés à 20200 kilomètres d'altitude et répartis sur 6 orbites inclinées à 55° par rapport au plan de l'équateur. Chaque satellite héberge 4 horloges atomiques. Quatre satellites, au moins sur les 24, sont situés en permanence au-dessus de récepteur.

Le principe de la localisation est simple : un signal radio contenant l'heure d'émission et la position exacte du satellite est émis simultanément sur deux fréquences : 1200 et 1500 MHz par chaque satellite à intervalles de temps réguliers. Le récepteur peut ainsi, après réception, connaître le temps mis par l'information pour arriver jusqu'à lui. Connaissant la vitesse de propagation du signal, un simple calcul permet de déterminer la distance le séparant du satellite. En renouvelant l'opération avec au moins deux autres satellites, le récepteur, par triangulation, connaît sa position avec une précision approchant la dizaine de mètres.

Pour l'exercice, on utilisera deux hypothèses simplificatrices :
- l'ensemble du trajet des ondes se fait dans un même milieu homogène isotrope d'indice de réfraction n = 1,
- les satellites ont une orbite circulaire.



Données :
- période de rotation ou jour sidéral : T = 23 h 56 min 4 s
- constante universelle de gravitation : $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N.m².kg⁻²
- rayon terrestre : R_T = 6 378 km
- célérité de la lumière : $c = 2{,}998\times 10^{8}$ m.s^{-1}
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ kg
- indice de réfraction du milieu : n = 1,00

Questions

1.a. Représenter le champ de gravitation en un point de l'orbite d'un des satellites situé à l'altitude z et donner son expression vectorielle. *(0,5pt)*

1.b. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour démontrer que le mouvement d'un satellite artificiel est uniforme. *(0,5pt)*

2.a. Montrer que la période de révolution est donnée par la relation $T = 2® \sqrt{\dfrac{(R_T + z)^3}{GM_T}}$, où z représente l'altitude du satellite par rapport au niveau de la mer. *(0,5pt)*

2.b. Calculer la période T. *(0,25pt)*

2.c. En déduire si les satellites utilisés pour le G.P.S. sont géostationnaires. *(0,25pt)*

3.a. Le texte parle de l'émission du signal radio par les satellites : préciser de quel type d'ondes il s'agit. *(0,25pt)*

3.b. Indiquer la vitesse de propagation d'une telle onde dans le vide. *(0,25pt)*

3.c. Déterminer avec quelle précision la durée du trajet du signal doit être connue pour permettre la localisation du récepteur à 10 m près. *(0,25pt)*

3.d. Indiquer le type de dispositif embarqué dans les satellites permettant cette précision. *(0,25pt)*

Partie B : Mouvements d'ions (3 points)

Dans tout le problème on néglige les effets du champ de pesanteur sur les mouvements des ions. Il existe deux isotopes de l'élément brome : ^{79}Br et ^{81}Br, de masse respectives m_1 et m_2. Des ions $^{79}Br^-$ et $^{81}Br^-$, de même charge q, pénètrent en O (figure 2) avec la même vitesse $\vec{V}_O = V_O\vec{i}$ (V_O>0), dans une région (R) de l'espace délimitée par deux plans (P_O) et (P) verticaux et parallèles, distants de L.

Dans (R), on peut établir soit un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, soit un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

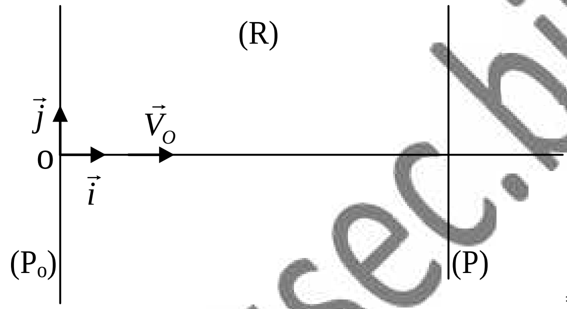


Figure 2.

1. Dans une première expérience, les ions ont, dans (R), un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

a. Dans ce cas, quelle est la nature du champ appliqué ? Justifier la réponse. *(0,25pt)*

b. Faire un schéma clair et précis sur lequel on indiquera la direction et le sens du vecteur champ ainsi que le vecteur force $\vec{F}$. *(0,25pt)*

c. Montrer que la variation de l'énergie cinétique des ions entre l'instant t_o d'entrée dans le champ et l'instant t_1 où il en sort, est la même quel que soit l'ion. *(0,5pt)*

2. Dans une seconde expérience, les ions de masse m_1 (ou ceux de masse m_2) ont, dans (R), une trajectoire circulaire de rayon R_1 (ou R_2) située dans le plan $(O,\vec{i},\vec{j})$ et ils sont déviés vers le haut.

a. Dans ce cas, quelle est la nature du champ appliqué ? Justifier la réponse (sans calcul). *(0,25pt)*

b. Faire un schéma clair et précis sur lequel on indiquera la direction et le sens du vecteur champ et du vecteur force $\vec{F}$ ainsi que la trajectoire dans (R) pour un ion de masse m_1. *(0,5pt)*

c. Etablir l'expression littérale du rayon R_1 de la trajectoire décrite par l'isotope de masse m_1. *(0,5pt*

d. Donner l'expression du rapport $\frac{R_2}{R_1}$. *(0,25pt)*

3. Dans une troisième expérience, on applique un champ $\vec{E}$ et un champ $\vec{B}$ simultanément, le champ $\vec{E}$ étant vertical ascendant. On constate alors que les ions $^{79}Br^-$ ont un mouvement rectiligne uniforme.

a. Faire un schéma clair et précis sur lequel on indiquera les directions et le sens des vecteurs $\vec{E}$ et $\vec{B}$. Justifier la réponse. *(0,5pt)*

b. Quelle relation existe-t-il alors entre les valeurs E, B et V_O ? *(0,25pt)*

c. Quelle serait la nature du mouvement des ions $^{81}Br^-$ dans ces conditions ? *(0,25pt)*

EXERCICE 2. Oscillateurs en régime forcé. (6 points)

A. Oscillateurs mécaniques

1. Oscillateur élastique vertical ; détermination de sa fréquence propre.

1.1. Equilibre

1.1.a. Représenter le ressort à l'équilibre en faisant apparaître les forces agissant sur la masse suspendue. *(0,25pt)*

1.1.b. La longueur du ressort à l'équilibre L= 0,120 m. Déterminer la constante de raideur de ce ressort. On donne g = 9,8 m.s^{-2}. *(0,5pt)*

1.2. On écarte la masse verticalement vers le bas et on l'abandonne sans vitesse initiale. Le système évolue sans frottement. Comment peut-on qualifier ces oscillations libres ? *(0,25pt)*

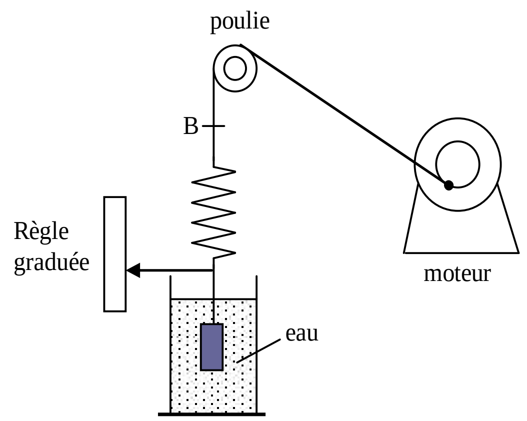
1.3. La période propre dépend des caractéristiques du système : $T_O = 2\text{®}\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Calculer la fréquence propre de cet oscillateur. *(0,5pt)*

2. Etude d'un oscillateur élastique soumis à une excitation sinusoïdale.

L'oscillateur élastique est différent de celui étudié dans le 1.

Dispositif expérimental



La vitesse de rotation du moteur est réglable.

L'arbre est muni d'un excentrique A. La vitesse de rotation du moteur est imposée. Le point A décrit un cercle de rayon a. Le point B est animé d'un mouvement sinusoïdal d'amplitude a.

La fréquence *f* du mouvement de B est proportionnelle à la vitesse angulaire de rotation du moteur.

Le moteur constitue l'excitateur, le pendule élastique vertical est le résonateur.

Mesures

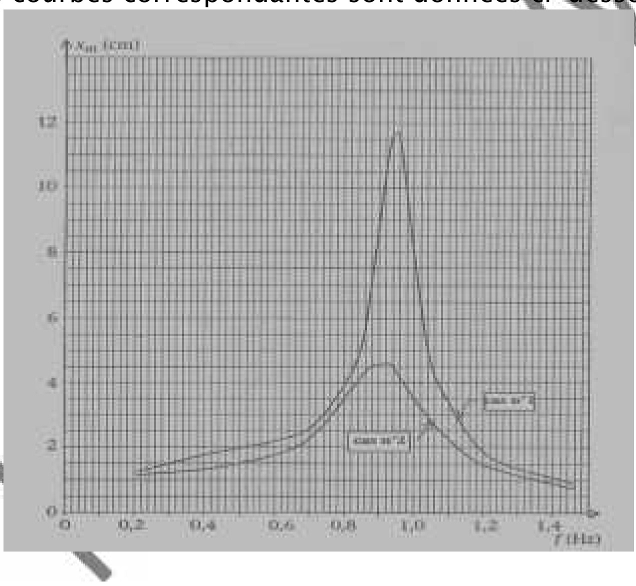
Moteur arrêté : on détermine la fréquence propre de l'oscillateur élastique non amorti en mesurant la durée de 10 périodes. On trouve f_0 = 1,0 Hz.

Moteur lancé : l'amplitude x_m des oscillations du résonateur dépend de la fréquence f du mouvement de B.

On effectue deux séries de mesures :

Cas n° 1 : cylindre immergé Cas n° 2 : cylindre immergé muni d'une rondelle de diamètre supérieur.

Les courbes correspondantes sont données ci-dessous :



2.1. Préciser le type d'oscillations effectuées par l'oscillateur. **(0,25pt)**

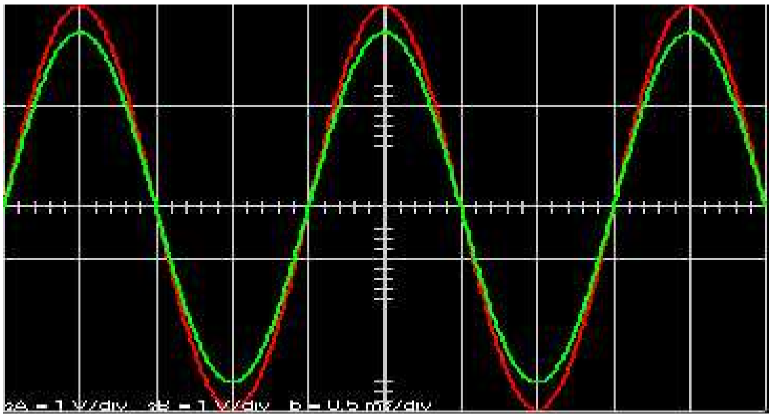
2.2. Donner la valeur de la fréquence à la résonance dans chaque cas. Préciser l'influence de l'amortissement sur l'acuité de la résonance. **(O,75pt)**

B. Circuit (R, L, C) à la résonance d'intensité.

On considère une association série : conducteur ohmique, bobine, condensateur. Aux bornes du dipôle, on place un GBF qui impose une tension sinusoïdale *u* telle que : $u = U_m sin2\pi ft = U_m sin\omega t$. Les caractéristiques de l'oscillateur électrique sont : bobine : L = 1,0 H ; r = 50 Ω ; condensateur : C= 0,10 µF, conducteur ohmique : R = $4{,}0.10^2$ Ω. On dispose d'un oscilloscope bicourbe et de deux multimètres à affichage numérique pour étudier comment l'oscillateur électrique réagit à la tension imposée.

1. Donner le schéma du montage comportant le GBF, l'association série et l'oscilloscope qui permet de visualiser : la tension u délivrée par le GBF (voie A) et les variations de l'intensité i dans le circuit (voie B). *(0,75pt)*

2. On se propose d'analyser l'oscillogramme obtenu :



Sensibilité horizontale :
0,5 ms/division

Sensibilité verticale :
- voie A : 1V/division
- voie B : 1V/division

2.1. Expliquer pourquoi l'oscillogramme montre que le circuit (R, L, C) est bien à la résonance d'intensité. *(0,25pt)*

2.2. Déterminer graphiquement f_0 fréquence à cette résonance. *(0,5pt)*

2.3. Déterminer U_m, amplitude de la tension imposée. En déduire I_m amplitude de l'intensité. *(1pt)*

2.4. Définir impédance du circuit. Estimer sa valeur à partir des résultats qui précèdent. Par quel calcul simple peut-on déterminer l'impédance avec plus de précision ? *(1pt)*

<u>EXERCICE 3</u>. Phénomènes corpusculaires et ondulatoires. (4 points)

On donne sur le diagramme ci-dessous quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

$E_3 = -\ 2{,}72$ eV

$E_2 = -\ 3{,}75$ eV

$E_1 = -\ 4{,}99$ eV

$E_0 = -\ 10{,}45$ eV (niveau fondamental)

Les constantes fondamentales valent respectivement :
$e = 1{,}60.10^{-19}$ C
$h = 6{,}63.10^{-34}$ J.s
$c = 3{,}00.10^{8}$ m.s^{-1}

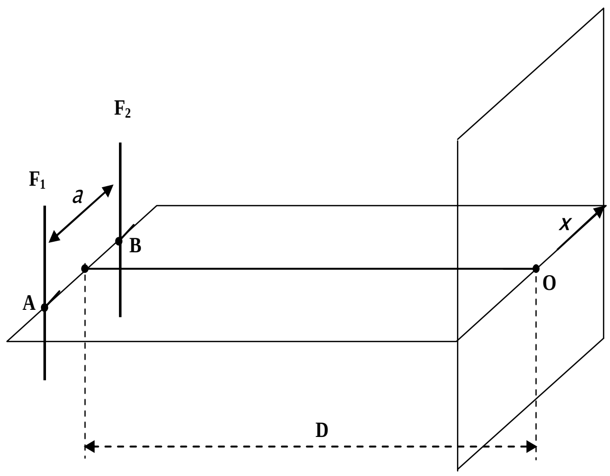
1. On s'intéresse d'abord au spectre d'émission du mercure.

a) Calculer les énergies des photons émis par l'atome de mercure lorsque celui-ci passe du niveau E_3 au niveau E_1 et du niveau E_2 au niveau E_0. Donner le résultat en électrons volt et en joules. *(1pt)*

b) Quelles sont les longueurs d'onde λ_{31} et λ_{20} des rayonnements émis ?
Dans quels domaines de radiations se trouvent ces deux longueurs d'onde ? *(0,75pt)*

c) Citer un dispositif expérimental permettant d'observer un spectre de raies d'émission. *(0,25pt)*

1. On réalise ensuite une expérience d'interférence en lumière monochromatique en utilisant l'une des deux longueurs d'onde précédentes que l'on note λ. On utilise une fente source avec laquelle on éclaire deux fentes verticales très fines F_1 et F_2 séparées par une distance a = 0,20 mm. A une distance D = 0,50 m des deux fentes, on place un écran vertical permettant d'observer le phénomène d'interférence. On considère sur l'écran un axe Ox horizontal, O se trouvant sur la médiatrice de AB (voir figure ci-contre). Pour un point M de cet axe d'abscisse x, la différence de marche de deux rayons provenant de F_1 et F_2 vaut $¢ = \dfrac{ax}{D}$.



d) Expliquer qualitativement le phénomène d'interférence lumineuse observé sur l'écran. *(0,25pt)*

e) Quelle condition doit remplir la différence de marche pour que l'intensité lumineuse soit nulle en un point de l'écran ? *(0,5pt)*

f) Exprimer, en fonction de λ, D, a et de l'entier k, l'abscisse x_k d'un point de l'axe Ox pour lequel l'intensité lumineuse est nulle. *(0,5pt)*

g) En déduire l'expression de l'intervalle i entre deux minima successifs en fonction de λ, D et a. *(0,5pt)*

h) On mesure i = 1,37 mm. Quelle est la longueur d'onde utilisée dans cette expérience ? *(0,25pt)*

EXERCICE 4 : Exercice expérimental (Radioactivité β^-, β^+). (4 points)

1- On soumet à une irradiation par neutrons lents un échantillon d'argent ne contenant que l'isotope 107. Il se forme des noyaux d'argent 108. *On donne l'extrait du tableau périodique :*

$_{42}Mo$; $_{43}Tc$; $_{44}Ru$; $_{45}Rh$; $_{46}Pd$; $_{47}Ag$; $_{48}Cd$; $_{49}In$; $_{50}Sn$; $_{51}Sb$; $_{52}Te$.

1.1- Ecrire l'équation de capture d'un neutron par un noyau d'argent. (0,5 pt)

1.2- Le noyau formé est radioactif. Il se désintègre suivant plusieurs processus compétitifs dont la radioactivité β^- et la radioactivité β^+. Ecrire les équations correspondant à chacune de ces possibilités. (0,5 pt)

2- On considère un échantillon contenant N_O noyaux radioactifs à la date t=0. Soit N(t) le nombre de noyaux restant à la date t.

2.1- Rappeler l'expression de N(t) en fonction de N_O, de t et de la constante radioactive λ. (0,25 pt)

2.2- Rappeler la définition de la période ou demi-vie T d'un noyau radioactif. (0,25 pt)

2.3- Etablir la relation existant entre λ et T. (0,25 pt)

2.4- L'activité à la date t d'un échantillon est définie par la relation $A(t) = -\frac{dN}{dt}$. Elle représente le nombre de désintégrations qui ont lieu par seconde. On détermine l'activité en mesurant le nombre n_1 de désintégrations qui se produisent pendant une durée θ supposée très petite devant la période T. Exprimer $\ln(n_1)$ en fonction de θ , N_0, t et λ ; le symbole *ln* représentant la fonction logarithme népérien. (0,75 pt)

3- On se propose de détermine expérimentalement la période de l'isotope 108 de l'argent. On s'inspire des résultats théoriques de la question précédente : on mesure le nombre n_1 de désintégration de tous types obtenues pendant θ = 0,5 s. Cette mesure se répète toutes les 20 secondes. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

t(s)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
n_1	542	498	462	419	390	353	327	301	273	256	230	216

3.1- Tracer, sur papier millimétré à remettre avec votre copie, le graphe exprimant les variation de $\ln(n_1)$ en fonction du temps t. On utilisera l'échelle :

- 1 cm pour 10 secondes en abscisses,
- 1 cm pour 0,1 unité de logarithme népérien en ordonnées. (0,75 pt)

3.2- Déterminer N_0, λ et T. (0,25x3= 0,75 pt)