Collège Mgr F. X. Vogt
Département de physique

Année scolaire 2018 - 2019
Mercredi, 06 février 2019

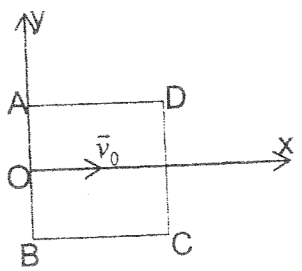
MINI SESSION PHYSIQUE

Classe : TC **Durée :** 4 h **Coef:** 4

EXERCICE 1: Mouvement dans les champs de forces. / 6 points

1. Mouvements de particules chargées.

Des ions $^{27}Al^{3+}$ pénètrent en O avec une vitesse $\vec{v}_0$ horizontale de valeur $v_0 = 4.\ 10^5$ m/s dans un plan de l'espace ABCD vertical de forme carrée, de côté 10 cm. On donne AO = OB.
On négligera le poids des ions devant les forces électriques et magnétiques.



1.1. Dans la région ABCD règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$, vertical orienté du bas vers le haut, d'intensité E = 200 kV/m.

1.1.1. Définir : champ électrique uniforme. **0,25 pt**

1.1.2. Montrer que la trajectoire des ions reste dans le plan ABCD. Ecrire l'équation de cette trajectoire. **1,00 pt**

1.1.3. Déterminer les coordonnées du point de sortie S_1 des ions du champ électrique. **0,50 pt**

1.2. Dans la région ABCD règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal, perpendiculaire à $\vec{v}_0$ et entrant, de valeur B = 0,4 T.

1.2.1. **Citer un dispositif de production de champ magnétique uniforme.** **0,25 pt**

1.2.2. Montrer que la trajectoire des ions reste dans le plan ABCD. **0,50 pt**

1.2.3. Calculer le rayon r de cette trajectoire.

1.2.4. Déterminer les coordonnées du point de sortie S_3 des ions de la région ABCD. **0,50 pt**

Données : masse du proton = masse neutron = $m_0 = 1{,}67.\ 10^{-27}$ kg ;
Charge élémentaire : $e = 1{,}6.\ 10^{-19}$ C.

2. Mouvements des satellites.

Autour de la planète Terre gravitent des satellites. On considère que chaque satellite de masse m n'est soumis qu'à la seule force gravitationnelle de la part de la Terre de masse M et que les astres ont une répartition de masse à symétrie sphérique.
On note r le rayon de la trajectoire circulaire décrite par les satellites autour de la Terre.
r représente la distance entre le centre de la Terre et le centre du satellite étudié.
G représente la constante universelle de gravitation.

2.1. Donner l'expression vectorielle de la force de gravitation exercée par la Terre sur un satellite. Représenter cette force sur un schéma. **0,50 pt**

2.2. Montrer qu'un satellite est animé d'un mouvement uniforme dans un référentiel que l'on précisera. **0,50 pt**

2.3. Etablir l'expression de la période de révolution T d'un satellite autour de la Terre en fonction de r, G et M. **0,50 pt**

2.4. En déduire la relation $\frac{T^2}{r^3} = \frac{k}{M}$, où k est une constante dont il faut déterminer l'expression. **0,50 pt**

2.5. L'étude des mouvements des satellites de la Terre permet de déterminer la période et le rayon de l'orbite de chaque satellite. A l'aide de ces grandeurs, on a pu tracer le graphe $T^2 = f(r^3)$. L'équation de la meilleure droite passant par les points obtenus est : $T^2 = 9{,}89.10^{-14} r^3$. En déduire la masse M de La Terre. **0,50 pt**

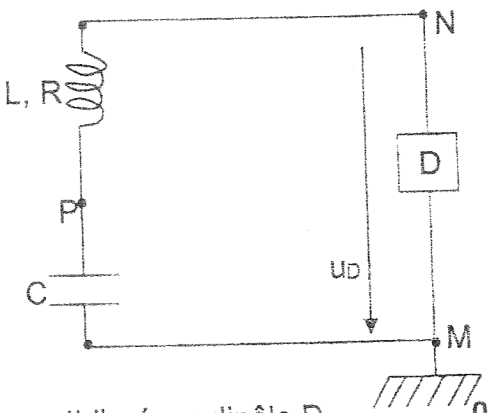
On prendra : G = 6,67. 10^{-11} $N.m^2.kg^{-2}$.

2.6. Un satellite S se déplace vers l'est, sur une orbite d'altitude 400 km. La Terre effectue un mouvement de rotation uniforme de période T_0 autour de l'axe polaire. Exprimer en fonction de T et T_0, l'intervalle de temps qui sépare deux passages consécutifs du satellite S à la verticale d'un point donné de l'équateur. **0,50 pt**

EXERCICE 2 : Phénomènes périodiques. / 4 points

1. **Oscillations entretenues.**

Le circuit ci-dessous comprend une bobine d'inductance L = 10 mH et de résistance R, un condensateur de capacité C= 4 µF et un dipôle D. La tension u_D aux bornes du dipôle D est proportionnelle à l'intensité i du courant qui traverse : $u_D = -R_0 i$, avec $R_0 > 0$.



1.1. Justifier le nom de « résistance négative » attribué au dipôle D. **0,25 pt**

1.2. Reproduire le schéma et choisir un sens positif pour i. **0,25 pt**

1.3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur. On fera apparaître les grandeurs L, C, R_0, R. **0,75 pt**

1.4. Montrer que pour $R = R_0$, les oscillations sont sinusoïdales ; calculer leur période propre. **0,75 pt**

2. Dans l'étude stroboscopique d'une lame vibrante, le disque troué qui produit les éclairs a 20 trous et fait N tours par seconde.

2.1. Sachant que la plus grande valeur de N pour laquelle la lame paraît unique et immobile est N = 20, calculer la fréquence du mouvement de la lame. **0,50 pt**

2.2. Déterminer les valeurs possibles de N pour que la lame paraisse immobile dans la position d'équilibre. **0,50 pt**

3. Deux courants alternatifs d'intensité $i_1 = 3\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(en\ ampères)$ et $i_2 = 4\sin(100\pi t)(en\ ampères)$ arrivent en un nœud A d'un circuit.

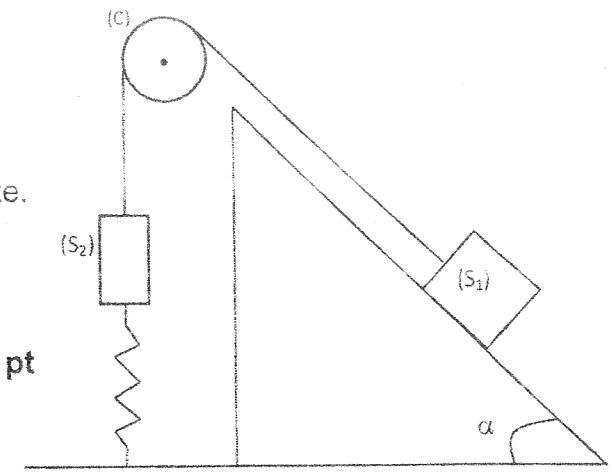
Déterminer, à l'aide de la méthode de Fresnel, l'intensité instantanée du courant résultant $i = i_1 + i_2$. **1,00 pt**

EXERCICE 3: Systèmes oscillants. / 6 points

1. **Oscillateur mécanique.**

Un cylindre (C) homogène de masse M = 300 g et de rayon r = 20 cm est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son centre d'inertie O et supporte

deux solides (S_1) et (S_2) de masses respectives $m_1 = 200$ g et $m_2 = 50$ g par l'intermédiaire d'un fil inextensible. Le solide (S_2) est relié à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives de raideur $k = 10\ N.m^{-1}$, l'autre extrémité du ressort étant fixe.



On néglige les frottements.

On donne $\alpha = 30°$; $g = 10\ m.s^{-2}$.

1.1. Calculer l'allongement du ressort à l'équilibre. **0,50 pt**

1.2. On écarte le solide (S_2) de sa position d'équilibre vers le bas d'une distance $b = 5$ cm et on l'abandonne sans vitesse initiale.

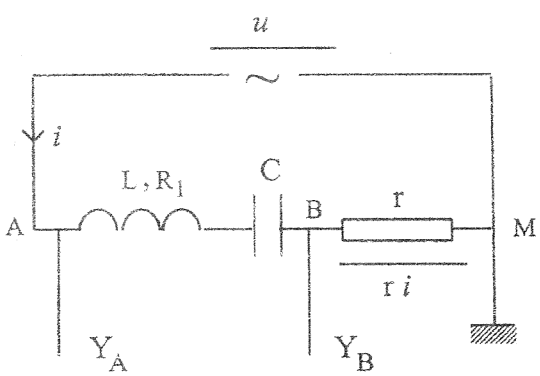
1.2.1. Etablir l'équation différentielle du mouvement de (S_2). **1,00 pt**

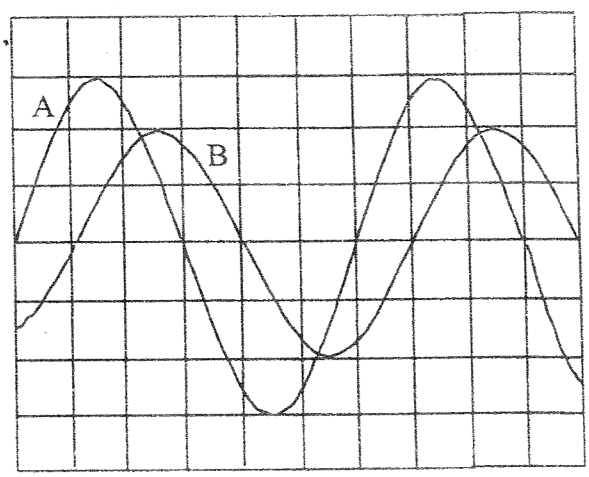
1.2.2. Calculer la période des oscillations propres du système. **0,50 pt**

1.2.3. Sur un axe vertical x'x orienté vers le bas, on prend pour origine des dates un instant où (S_2) passe par la position d'abscisse $x = 2$ cm en montant ; l'origine des espaces est la position d'équilibre. Etablir l'équation horaire du mouvement de (S_2). **0,50 pt**

2. Oscillateur électrique.

Un dipôle RLC, placé entre A et M, est soumis à une tension sinusoïdale u fournie par un générateur de basse fréquence (G.B.F.). Il comprend une bobine d'inductance L réglable et de résistance $R_1 = 14\ \Omega$, un condensateur de capacité $C = 10\ \mu F$ et une résistance $r = 1\ \Omega$. Les points A, B et M sont respectivement reliés à l'entrée Y_A, à l'entrée Y_B et à la borne "masse" d'un oscilloscope bicourbe en mode balayage. Les oscillogrammes des voies Y_A et Y_B sont repérés sur l'écran par les lettres A et B, respectivement.





Les réglages de l'oscilloscope sont :
- sensibilité voie A : 2 V/div ;
- sensibilité voie B : 0,1 V/div ;
- balayage 2 ms/div

2.1. Étude des oscillogrammes.

2.1.1. Calculer la période et la fréquence de la tension *u* et de l'intensité *i*. **0,50 pt**

2.1.2. Calculer le déphasage de *u* par rapport à *i*. Le dipôle est-il inductif ou capacitif ? **0,50 pt**

2.1.3. Donner les expressions, en fonction du temps, de l'intensité i et de la tension u en prenant u comme référence. **1,00 pt**

2.1.4. Quelle est l'impédance du dipôle AM ? **0,50 pt**

2.1.5. Calculer la valeur de L. **0,50 pt**

2.2. Mise en résonance du circuit

On donne à L une nouvelle valeur L = 1 H et on règle le G.B.F. pour obtenir la résonance.

Calculer la valeur à donner à la fréquence. **0,50 pt**

EXERCICE 4 : EXPLOITATION DES RESULTATS D'UNE EXPERIENCE. / 4 points

On se propose de déterminer le moment d'inertie J_0 d'une tige homogène AB, par rapport à un axe passant par son centre O. A cet effet, on la suspend par son centre d'inertie G à l'extrémité inférieure d'un fil de torsion vertical, de constante de torsion C. L'extrémité supérieure est fixée en un point d'un support horizontal. On place deux solides ponctuels S et S', de même masse m = 10 g, sur la tige, de part et d'autre de O, à la distance OS = OS' = x. Au cours de l'expérience, la tige demeure horizontale. On écarte le pendule de torsion de sa position d'équilibre d'un angle θ_m, on l'abandonne sans vitesse initiale, puis on note la durée Δt de 10 oscillations pour différentes valeurs de x. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

x (cm)	5	10	15	20	25
x^2 (cm^2)					
Δt (s)	102,1	107,7	116,5	127,8	141,0
$\frac{T_0^2}{4\pi^2}$ (s^2)					

1) Citer deux appareils de mesure utilisés lors de cette expérience. **0,50 pt**

2) Pourquoi mesure-t-on la durée de 10 oscillations plutôt qu'une seule ? **0,25 pt**

3) Reproduire et compléter le tableau en prenant $\pi^2 = 10$. **0,50 pt**

4) On pose $y = \frac{T_0^2}{4\pi^2}$; tracer la courbe $y = f(x^2)$. **1,00 pt**

Echelles : 1 cm pour 50 cm^2 et 1cm pour 0,40 s^2.

5) En utilisant la relation fondamentale de la dynamique de rotation, établir l'expression littérale de la période propre T_0 des oscillations en fonction de J_0, C, m et x. **0,75 pt**

6) Déterminer, à partir d'une exploitation graphique, les valeurs de J_0 et de C, en unités du système international. **1,00 pt**