

EPREUVE DE PHYSIQUE

Exercice 1 20 points

A proximité d'un mur où se trouve une fenêtre, un enfant fait tourner un solide ponctuel de masse $m=25\text{ g}$, attaché au bout d'un fil inextensible de longueur $\ell=50\text{ cm}$.

Le mouvement du solide, supposé circulaire de centre O , a lieu dans le plan vertical perpendiculaire au mur (figure 1).

Pour provoquer ce mouvement, l'enfant communique au solide, quand il est dans sa position d'équilibre OB , une vitesse horizontale \vec{V}_0 . Le fil forme au cours du mouvement un angle θ avec la verticale. On prendra $g = 10\text{ m.s}^{-2}$ et tous les frottements sont supposés négligeables.

1.1. Exprimer le module V de la vitesse du solide au point M en fonction de la vitesse V_0 , la longueur ℓ , de l'angle θ et de l'intensité g de la pesanteur.

1.2. Déterminer l'angle θ correspondant à la vitesse maximale du solide.

1.3. Exprimer l'intensité de la tension du fil, ~~en fonction de la masse~~ *en fonction de la* la longueur ℓ , la vitesse V_0 , l'angle θ et g .

En déduire la position du solide pour laquelle la tension du fil est minimale.

1.4. Etablir l'expression, en fonction de la masse m , de la longueur ℓ et de g la valeur minimale $V_{0\min}$ de la vitesse V_0 pour que le fil reste tendu en S . Calculer cette valeur minimale $V_{0\min}$ de la vitesse.

1.5. Le mur se trouve à une distance $D=5\text{ m}$ du point O et la fenêtre est un carré de côté $d=90\text{ cm}$ dont la base se trouve à une hauteur $h=60\text{ cm}$ au-dessus de l'horizontale passant par O .

Le fil est coupé quand le solide passe par le point A de la trajectoire, tel que $(\vec{OA}; \vec{OS}) = \theta_0 = 45^\circ$.

On prendra pour l'origine des dates l'instant où le solide est en A .

1.5.1. Déterminer les caractéristiques de la vitesse \vec{V}_A du solide au point A . Son module sera exprimé en fonction de V_0 .

1.5.2. Montrer que dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) , l'équation cartésienne de la trajectoire du solide ~~lorsque~~ au-delà du point A , peut se mettre sous la forme $y = \alpha \cdot x^2 + \beta \cdot x + \gamma$. On donnera les expressions de α et β en fonction de V_A puis on calculera la valeur de γ .

1.5.3. Déterminer la valeur V_0 de la vitesse à communiquer au solide au point B pour qu'il passe par le milieu de la fenêtre.

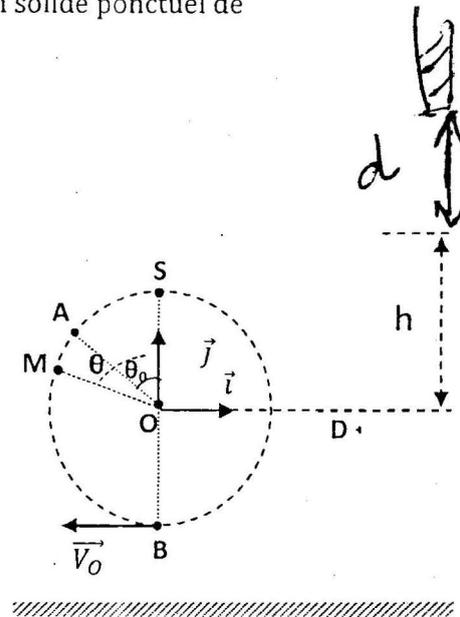


Figure 1

Exercice 2 20 points

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$; $U_{AB} = 1670\text{ V}$; $m = 4u$; unité de masse atomique $1u = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$. Des particules α , (ou ions He^{2+}), pénètrent en O_1 entre deux plaques verticales A et B entre lesquelles est appliquée une tension U_{AB} ; la vitesse des ions en O_1 est nulle (figure 2-a)

2.1. En justifiant, ~~pour~~ *Site de Wahab Diop* <http://physiquechimie.sharepoint.com>

2.2. Exprimer la vitesse V_0 des ions à leur arrivée en O_2 en fonction de U_{AB} , la charge élémentaire e et de la masse m d'un ion. Calculer la valeur de V_0 .

2.3. A la date $t_0 = 0$, les ions pénètrent en O avec la vitesse $\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$ dans une chambre (C) dont la largeur est $L = 3 \text{ cm}$ où règne :

- Soit un champ magnétique uniforme \vec{B} de direction perpendiculaire au plan (O, \vec{i}, \vec{j}) et de norme $B = 0,2 \text{ T}$.
- Soit un champ électrique uniforme \vec{E} de direction parallèle à celle du vecteur unitaire \vec{j} et dont la norme est $E = 2000 \text{ V.m}^{-1}$.

2.3.1. Le trajet d'un ion dans (C) est l'arc de parabole OS_2 (figure 2-b).

2.3.1.1. En justifiant votre réponse, représenter sur la figure 2-b la force qui s'exerce sur chaque ion en O et en M . En déduire la nature (électrique ou magnétique) et le sens du vecteur champ qui règne dans la chambre (C).

2.3.1.2. Etablir dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) l'équation de la trajectoire des ions entre O et S_2 .

2.3.1.3. Calculer les coordonnées du point S_2 .

2.3.2. Le trajet d'un ion dans (C) est l'arc de cercle OS_3 (figure 2-c).

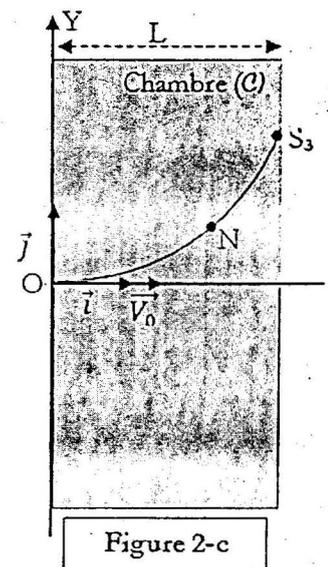
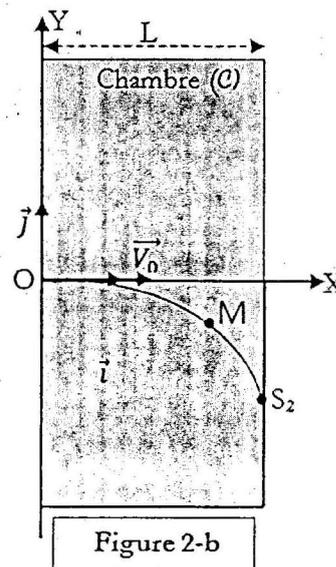
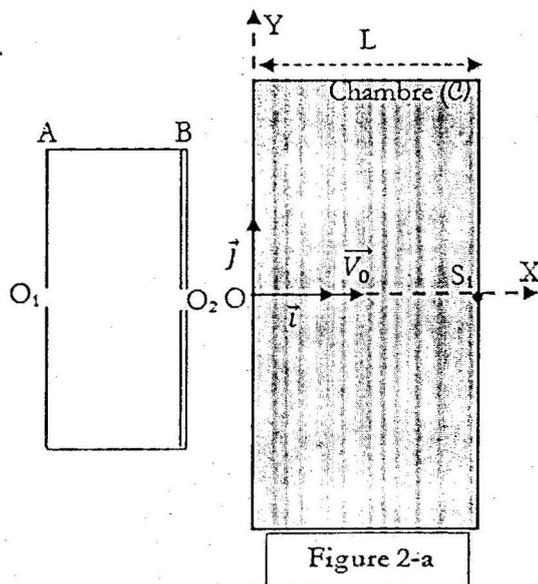
2.3.2.1. En justifiant votre réponse, représenter sur la figure 2-c la force qui s'exerce sur chaque ion en O et en N . En déduire la nature (électrique ou magnétique) et le sens du vecteur champ qui règne dans la chambre (C).

2.3.2.2. Quelle est la nature du mouvement de l'ion dans (C). Justifier la réponse.

2.3.2.3. Montrer que dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) l'équation de la trajectoire des ions entre O et S_3 peut se mettre sous la forme $x^2 + y^2 + \alpha y = 0$, expression où α est une constante qu'on exprimera en fonction de m, V_0, e et l'intensité du champ considéré.

2.3.2.4. Calculer les coordonnées du point S_3 .

2.3.3. En faisant agir simultanément les champs électrique \vec{E} et magnétique \vec{B} , il est possible que la trajectoire des ions dans (C) soit le segment de droite OS_1 (fig 2-a). Etablir la relation entre \vec{V}_0, \vec{E} et \vec{B} pour satisfaire à cette condition. Calculer alors la nouvelle valeur de E si celle de B n'est pas modifiée.



Exercice 3 20 points

Données :

- Masse du Soleil $M_s = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

- Masse de la Terre $M_T = 5,98.10^{24}$ kg
- Période de révolution de la Terre dans son mouvement autour du Soleil $T_T = 3,1558.10^7$ s.
- Rayon de l'orbite terrestre autour du soleil $r_T = 1,495.10^{11}$ m
- Constante de gravitation universelle $G = 6,67.10^{-11} \text{N.m}^2\text{kg}^{-2}$.

3.1. On suppose que la Terre, assimilable à un point T, de masse M_T , est animée, dans un plan P, d'un mouvement circulaire uniforme de rayon r_T , de vitesse v_T , de période T_T et de vitesse angulaire ω_T ; sa trajectoire autour du soleil a pour centre le centre S du Soleil de masse M_S (figure 3-a).

3.1.1. Etablir la relation entre la vitesse v_T , le rayon r_T et la période T_T puis Calculer v_T .

3.1.2. La Terre a le mouvement précédemment décrit car elle est soumise à une force \vec{F}_T . Quelle est la nature de cette force ? Exprimer son intensité F_T en fonction de M_S , M_T , r_T et de la constante de gravitation G. En déduire l'intensité g_T , du champ de gravitation \vec{g}_T , auquel la Terre est soumise.

3.1.3. Par une étude dynamique établir l'expression de la vitesse v_T de la Terre en fonction de r_T , M_S et G

3.1.4. Exprimer la vitesse angulaire ω_T du mouvement de la Terre autour du Soleil ainsi que la période T_T de ce mouvement en fonction de r_T , M_S et G.

3.2. On envisage d'envoyer autour du Soleil un satellite d'observation A, supposé ponctuel, de masse M_A . On veut que le satellite A décrive, autour du Soleil et dans le plan P, une orbite circulaire d'un mouvement uniforme de rayon r_A , de vitesse v_A , de période T_A et de vitesse angulaire ω_A . On suppose dans un premier temps que le satellite n'est soumis qu'à la seule action du Soleil.

3.2.1. En utilisant les résultats des questions précédentes, donner l'expression de v_A , ω_A et T_A en fonction de r_A , M_S et G.

3.2.2. On veut les centres du Soleil, de la Terre et du satellite restent constamment alignés (voir figure 3-b).

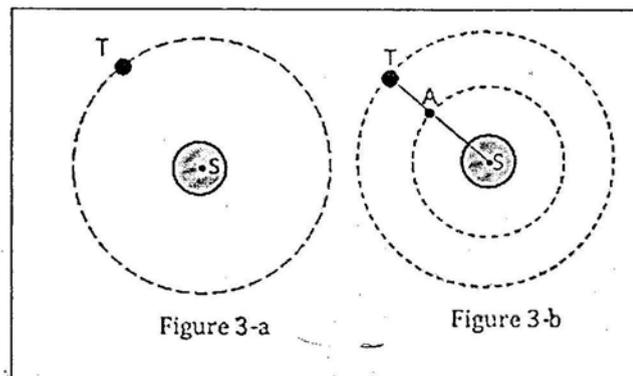
Est-ce possible avec les hypothèses faites précédemment ?

3.3. En réalité le satellite subit également une attraction de la part de la Terre. On cherche toujours à maintenir alignés les centres du Soleil de la Terre et du satellite.

3.3.1. A l'aide d'un schéma clair, représenter dans ce cas les champs de gravitation \vec{g}'_S et \vec{g}'_T créés respectivement par le Soleil et la Terre en A.

3.3.2. Exprimer dans ce cas l'intensité g' du champ de gravitation résultant en A en fonction de M_S , M_T , r_T et de la distance d entre la Terre et le satellite ; $d = r_T - r_A$.

3.3.3. Pour $d = 1,475.10^9$ m, l'intensité g' du champ de gravitation, déterminé à la question 3.3.2 est égale à l'accélération du satellite sur son orbite circulaire. Calculer cette accélération.



Exercice 4 20 points

La lumière est indispensable à la vision, et tient une part importante du bien-être et de la vie sociale. L'éclairage est une spécialité artistique et industrielle qui fait l'objet de normes légales. La lumière transporte une grande partie de l'énergie solaire jusqu'à la surface de la terre et maintient l'équilibre de l'environnement naturel, avec la régénération de l'oxygène par la chlorophylle des plantes.

La lumière a une forte valeur symbolique, permettant de percevoir les objets avant de les toucher. Elle est associée dans toutes les cultures humaines, à la connaissance et au progrès (philosophie des lumières ; Wikipédia).

On s'intéresse dans ce qui suit à quelques effets produits par la rencontre de plusieurs radiations lumineuses.

Un dispositif d'interférences est constitué d'une source lumineuse ponctuelle S éclairant deux fentes minces parallèles S_1 et S_2 et un écran d'observation E (figure 4).

La source S est à égale distance des fentes S_1 et S_2 . La distance entre les fentes S_1 et S_2 est $a = 1$ mm, celle des fentes à l'écran d'observation est $D = 1$ m.

4.1. La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ .

4.1.1. Décrire ce que l'on observe sur l'écran E.

4.1.2. Etablir, en fonction de D, a et x, l'expression de la différence de marche δ des rayons partants des fentes S_1 et S_2 et arrivant au point M d'abscisse x.

4.1.3. Rappeler pour chaque type de frange observée la relation entre la différence de marche δ et la longueur d'onde λ de la radiation utilisée.

4.1.4. Rappeler la définition de l'interfrange i puis l'exprimer en fonction de λ , D et a.

4.1.5. Calculer la longueur d'onde λ de la lumière utilisée sachant que la distance séparant la troisième frange claire et la troisième frange sombre de part et d'autre de la frange centrale est $L = 3,185$ mm.

4.2. La source S émet maintenant deux radiations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 .

4.2.1. Dans une première expérience, on utilise des radiations bleue et jaune de longueurs d'ondes respectives

$$\lambda_1 = 480 \text{ nm et } \lambda_2 = 580 \text{ nm.}$$

On rappelle que la superposition des couleurs bleue et jaune donne le vert.

Quel est l'aspect de l'écran aux points d'abscisses x suivants : $x_1 = 0$; $x_2 = 4,64$ mm ; $x_3 = 13,92$ mm.

4.2.2. Dans une deuxième expérience on utilise des radiations de longueur d'onde $\lambda_3 = 430$ nm et $\lambda_4 = 510$ nm.

A quelle distance minimale x_{\min} du point O observe-t-on un aspect sombre de l'écran ?

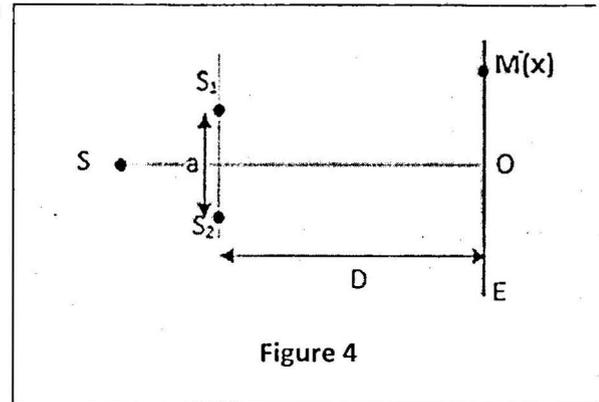


Figure 4

Exercice 5 20 points

Le circuit schématisé sur la figure 5-1 est constitué des dipôles suivants :

- Un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t)$.
- Un condensateur de capacité C constante.
- Une bobine d'inductance L et de résistance propre r.
- Un conducteur ohmique de résistance R_0 .
- Un ampèremètre

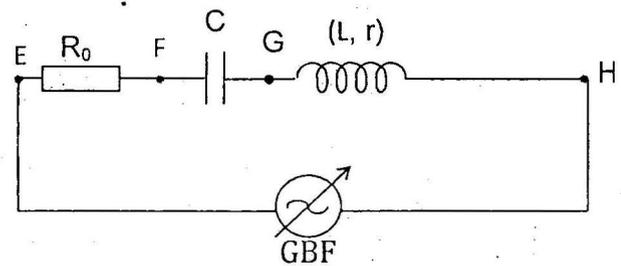


Figure 5-1

On se propose d'étudier la réponse de l'oscillateur ($R = R_0 + r$, L, C) pour différentes valeurs de N.

5.1. Expérience 1 :

Pour une valeur N_1 de la fréquence, un oscilloscope bicourbe, convenablement branché permet de visualiser les tensions $u(t)$ et $u_{R_0}(t)$, respectivement aux bornes du GBF et aux bornes du conducteur ohmique (voir figure 5-2).

Les voies A et B sont réglées avec la même sensibilité égale à $2V/div$; le balayage de temps est égal à $1ms/div$.

5.1.1. Montrer que la courbe C_1 visualise la tension $u(t)$ délivrée par le GBF.

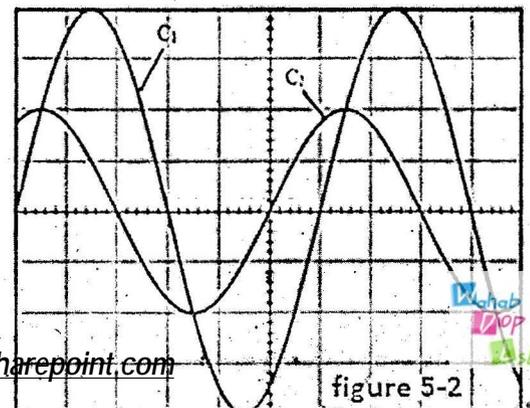


figure 5-2

5.1.2. Lequel des points E, F, G ou H de la figure 5-1 est alors relié à la voie A de l'oscilloscope visualisant la tension aux bornes du GBF.

5.1.1. En exploitant l'oscillogramme déterminer :

5.1.1.1. Le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u$.

Justifier son signe, sachant que φ_u est la phase initiale (à $t=0$) de $u(t)$ et φ_i est la phase initiale de $u_{R0}(t)$.

5.1.1.2. Sachant que $u(t) = U\sqrt{2} \cdot \sin(2\pi Nt)$, compléter le tableau suivant, en précisant les valeurs des grandeurs physiques :

5.1.1.3. Quelle est l'indication de l'ampèremètre sachant que l'impédance total du dipôle (RLC) est $Z = 90 \Omega$. Calculer la résistance du conducteur homique.

	Amplitude	Phase initiale	Fréquence N_1
$U_{R0}(t)$			
$U(t)$			

5.2 Expérience 2 :

On fait varier la fréquence N . Pour une valeur N_2 de celle-ci les courbes obtenues sont représentées par la figure 5-3. Le balayage horizontal est maintenant de

2ms/div . La sensibilité verticale est 2V/div pour la voie A qui visualise $u(t)$ et 5V/div sur la voie B qui visualise $u_{R0}(t)$.

5.2.1 Préciser, en justifiant, le mode particulier de fonctionnement du circuit.

5.2.2 La valeur de la résistance du conducteur ohmique étant $R_0' = 60 \Omega$, trouver la nouvelle indication de l'ampèremètre.

5.2.3 Déterminer alors la valeur de la résistance r de la bobine.

5.2.4 Sachant que la bobine a pour inductance $L=1\text{H}$, calculer la capacité C du condensateur.

