

INSTITUTION SAINTE FATIMA



COMPOSITION 2021

EPREUVE DE PHYSIQUE CHIMIE

Durée 4 heures

20 points

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de la 1/6 à la page 6/6 et un papier millimétré

L'usage de tout modèle de calculatrice est autorisé.

Les exercices 3 et 6 sont au choix, le candidat traitera un seul de ses deux exercices

Exercice 1 : (04 points)

On cherche à déterminer la masse molaire moléculaire d'un acide carboxylique saturé A. pour cela on dissout une masse de **$m(A) = 22 \text{ mg}$** de cet acide dans l'eau. La solution d'acide ainsi obtenue est dosée avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique **$C_b = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$** . On obtient l'équivalence acido-basique quand on verse un volume **$V_b = 20 \text{ mL}$** de la solution d'hydroxyde de sodium.

1.1. Montrer que la masse molaire moléculaire de cet acide est égale à **$M(A) = 88 \text{ g/mol}$** . (0,25 pt)

1.2. Trouver la formule brute de cet acide et en déduire ses formules semi-développées possibles ainsi que leurs noms. (0,75 pt)

1.3. On traite l'acide A à chaîne ramifiée avec le chlorure de thionyle et on obtient un composé B avec les gaz chlorure d'hydrogène et de dioxyde de soufre.

1.3.1. En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction entre l'acide A et le chlorure de thionyle. (0,25 pt)

1.3.2. Préciser le nom de B. (0,25 pt)

1.4. Le traitement du composé B avec un autre composé C conduit à la formation d'un ester D de formule brute **$C_7H_{14}O_2$** . L'action d'une solution de permanganate de potassium (**$K^+ + MnO_4^-$**), en excès, sur le composé C conduit à un nouveau corps organique dont la solution aqueuse jaunit le bleu de bromothymol (BBT).

1.4.1. Déterminer la formule semi-développée et le nom du composé C. (0,25 pt)

1.4.2. Ecrire l'équation de la réaction conduisant à la formation de D. préciser ses caractéristiques (0,5 pt)

1.4.3. Citer deux autres méthodes permettant d'obtenir le composé D. (0,25 pt)

1.4.4. On fait l'oxydation ménagée du composé C à l'aide d'un excès de solution de permanganate de potassium (**$K^+ + MnO_4^-$**). Ecrire l'équation bilan de cette réaction. (0,5 pt)

1.5. On fait réagir A sur l'ammoniac, on obtient un composé E, E par déshydratation donne un composé F.

1.5.1. Ecrire les équations traduisant les transformations de A en E et de E en F. (0,5 pt)

1.5.2. Sachant qu'on a obtenu **$m(F) = 2,7 \text{ g}$** de F avec un rendement de **$R = 80 \%$** , quelle est la masse de A utilisée ? (0,5 pt)

Exercice 2 : (04 points)

Un parfumeur décide de synthétiser l'acétate d'isoamyle. Son extraction étant trop couteuse, il utilise alors un mélange équimolaire de solutions d'**acide éthanoïque** et l'**alcool isoamylique (3-méthylbutan-1-ol)**.

Le mélange est maintenu à température constante. Il prélève régulièrement un échantillon du mélange qu'il refroidit brutalement puis il le dose par une solution d'hydroxyde de sodium afin de déterminer la quantité n_A d'acide présent à chaque instant. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant. Le terme n_E désigne la quantité de matière de l'ester formé au cours du temps.

$t(h)$	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
n_A	1	0,82	0,7	0,54	0,46	0,41	0,38	0,35	0,34	0,34
n_E										

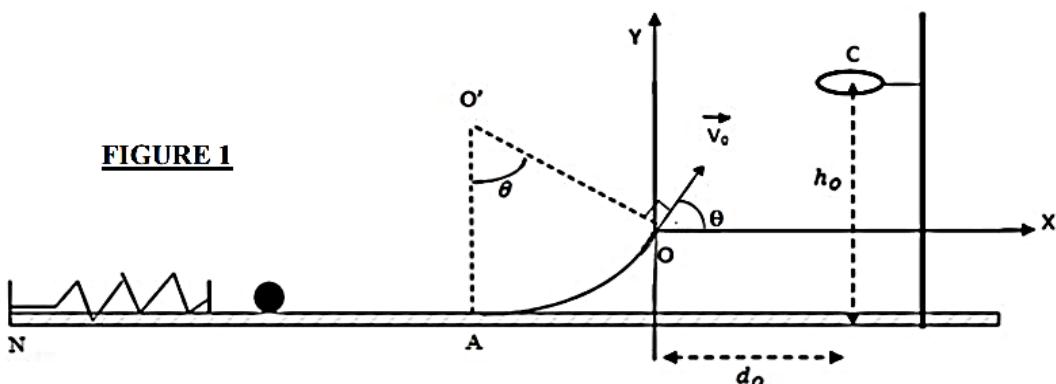
- 2.1. Quel est le but du refroidissement brutal avant chaque dosage ? (0,25 pt)
- 2.2. Ecrire l'équation de la réaction qui a eu lieu dans chaque prélèvement. (0,25 pt)
- 2.3. Etablir la relation liant la quantité de matière d'acétate d'isoamyle formé et celle d'acide présent dans le mieux à chaque instant. (0,5 pt)
- 2.4. Recopier puis compléter le tableau. Tracer la courbe donnant les variations du nombre de moles d'ester en fonction du temps. (01 pt)
- 2.5. Définir la vitesse instantanée de formation de l'acétate d'isoamyle. (0,25 pt)
- 2.6. A quelle date cette vitesse est-elle maximale ? (0,25 pt)
- 2.7. Calculer aux dates $t_1 = 0\text{h}$ et $t_2 = 10\text{h}$ puis justifier l'évolution constatée. (0,75 pt)
- 2.8. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction de cette synthèse. (0,25 pt)
- 2.9. Le parfumeur reprend la même synthèse mais à une température plus élevée. Les volumes d'hydroxyde de sodium mesurés lors du dosage sont-ils plus grands ou plus petits pour les mêmes dates ? (0,5 pt)

Exercice 3 : (04 points)

Le schéma ci-dessous est celui du profil d'un jouet constitué d'une glissière NAO formé d'un plan horizontal NA et d'un arc \widehat{OA} de rayon $r = 1\text{ m}$ d'angle $\theta = (\widehat{AO'B}) = 60^\circ$, tangent à (NA) et d'une potence verticale supportant un cerceau de centre C dont l'altitude h_0 est réglable.

Un ressort de raideur $K = 1000\text{ N/m}$, disposé sur le plan (NA), est fixé à l'une de ses extrémités, l'autre extrémité libre est en contact avec une boule (S) de masse $m = 100\text{ g}$.

Le jeu consiste à catapulter habilement la boule (S) à l'aide du ressort pour la faire traverser le cerceau, venant de dessus. Lors d'une compétition, on règle h_0 à $1,42\text{ m}$ et la verticale passant par C est à une distance $d_0 = 1,25\text{ m}$ de (OY). (Voir figure 1)



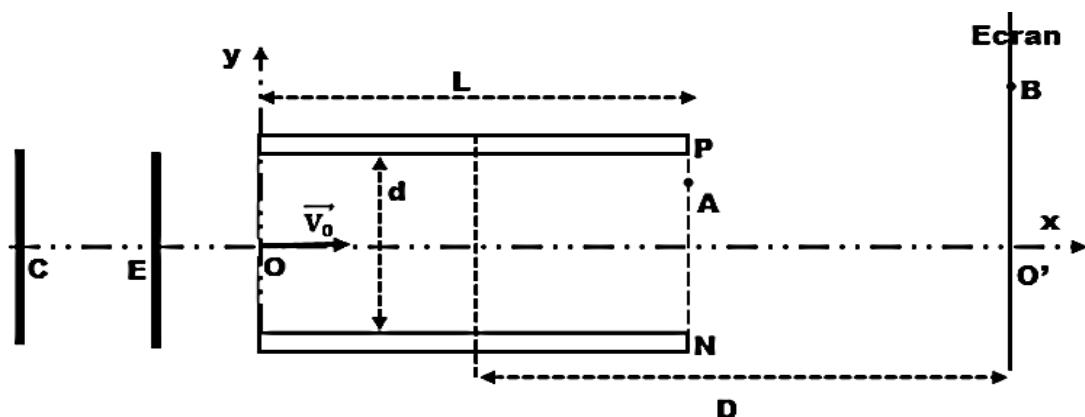
- Un joueur D lance la boule (S) à la suite d'une compression $x_D = 5,32\text{ cm}$ du ressort.
- Un joueur B communique à la boule (S) une vitesse $v_{OB} = 5\text{ m/s}$ en O.

- 3.1.** Calculer la vitesse v_{0D} de la boule en O, communiquée à la boule (S) par le joueur D. (0,25 pt)
- 3.2.** Calculer la compression x_B exercée par le joueur B sur le ressort. (0,25 pt)
- 3.3.** Etablir l'équation de la trajectoire de la boule (S) dans le repère (XOY). (1 pt)
- 3.4.** Quel joueur entre B et D réussit approximativement le jeu ? (0,5 pt)
- 3.5.** Quelle est la hauteur maximale atteinte par la boule (S) pour le joueur qui a réussi le jeu ? (0,5 pt)
- 3.6.** On voudrait que le joueur D réussisse son jeu. A quelle hauteur h_1 devra-t-on régler le cerceau C ? (**0,5 pt**)
- 3.7.** Préciser dans ces conditions, les caractéristiques du vecteur-vitesse \vec{v}_{CD} de la boule à son passage en C. (**0,5 pt**)

Exercice 4 :

Dans un oscilloscope analogique, un faisceau d'électrons émis en un point C, avec une vitesse initiale quasi nulle, est accéléré par une tension U_0 entre les points C et E situés sur un axe (Ox).

Puis il pénètre en O, avec une vitesse v_0 , dans un champ électrique \vec{E} supposé uniforme régnant entre deux plaques métalliques horizontales, parallèles et symétriques par rapport au plan xOy, de longueur **L = 20 cm** et séparées par une distance d , avec **E = 5000 V/m**. Le champ est créé par une tension U appliquée entre ces plaques. Le faisceau sort en A de la zone où règne le champ, puis il atteint finalement l'écran de l'oscilloscope en un point B (spot lumineux). On néglige le poids de l'électron.



4.1. Mouvement entre C et E :

4.1.1. Quel doit être le signe de la tension $V_E - V_C$? Justifier. (0,25 pt)

4.1.2. Exprimer la norme v_0 de la vitesse en E d'un électron en fonction de sa masse m, de sa charge q et de la tension $U_0 = V_E - V_C$. (**0,25 pt**)

4.1.3. Calculer v_0 . *On donne* $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $|V_E - V_C| = 1 \text{ KV}$ (**0,25 pt**)

Pour la suite de l'exercice on prendra $v_0 = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

4.2. Mouvement entre O et A :

Les électrons se déplacent à une vitesse constante E jusqu'en O, origine d'un repère (Ox, Oy), et se trouvant au milieu des deux armatures P et N. Ils sont déviés vers le haut puis sortent du point A.

4.2.1. Déterminer dans ce repère les coordonnées du vecteur accélération d'un électron entre O et A en fonction de q, E et m. (0,25 pt)

4.2.2. En déduire les équations horaires du mouvement de l'électron entre O et A. (0,5 pt)

4.2.3. Déterminer l'équation de la trajectoire d'un électron entre O et A. (0,25 pt)

4.2.4. Calculer la durée du parcours entre O et A. (0,25 pt)

4.2.5. En déduire l'ordonnée y_A du point de sortie A et la direction du vecteur-vitesse \vec{v}_A . (0,75 pt)

4.2.6. Exprimer, en fonction de m, v_0 , d, q et L, la condition sur la tension $U = V_P - V_N$ pour que les électrons sortent du champ sans heurter les plaques. (0,25 pt)

4.3. Mouvement entre A et B :

Cette condition étant réalisée, les électrons frappent un écran situé dans un plan $x = D + \frac{L}{2}$

4.3.1. Quelle est la nature du mouvement d'un électron entre A et B ou ne règne aucun champ ? (0,25 pt)

4.3.2. Exprimer la déviation $O'B$ du point d'impact des électrons et montrer qu'elle est indépendante des caractéristiques des électrons. (0,5 pt)

Exercice 5 : (04 points)

On donne :

- **Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$**
- **Rayon de la Terre : $R_T = 6370 \text{ Km}$**
- **Masse du satellite : $m = 650 \text{ Kg}$**
- **Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$**

Le premier satellite artificiel Spoutnik I fut lancé par l'URSS en 1957. Depuis cette époque, plus de 5000 satellites artificiels ont été mis en orbite.

SPOT est un satellite artificiel de télédétection. Il évolue à l'altitude $h = 832 \text{ Km}$ sur une trajectoire circulaire contenue dans un plan passant par l'axe des pôles de la Terre. Un tel satellite est appelé satellite à défilement. L'étude sera effectuée dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen. On notera r la distance OS entre le centre de la Terre et la position du satellite et on introduira le vecteur unitaire \vec{u} dirigé de S vers O.

5.1. Faire un schéma où seront représentés les vecteurs force gravitationnelle exercée par la terre sur le satellite, le champ gravitationnel et le vecteur unitaire \vec{u} . (0,75 pt)

5.2. Enoncer la loi de la gravitation universelle puis donner l'expression du vecteur force gravitationnelle \vec{F} qu'exerce la Terre sur le satellite en fonction de la constante gravitationnelle G, M_T , m, r et u . (0,5 pt)

5.3. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme puis exprimer sa vitesse V en fonction de G, M_T , R_T et h . (0,5 pt)

5.4. Etablir l'expression de la période de révolution du satellite en fonction de G, M_T , R_T et h . (0,5 pt)

5.5. Calculer l'énergie cinétique du satellite se trouvant à l'altitude h . (0,25 pt)

5.6. Dans le champ de gravitation terrestre l'énergie potentielle du satellite est donnée par :

$$E_p = -\frac{GMm}{r} \text{ avec } r = R_T + h$$

5.6.1. Exprimer l'énergie mécanique du satellite en fonction de G , m , M_T et h puis la comparer à E_C et à E_p (1 pt)

5.6.2. Calculer mécanique du satellite à l'altitude h . (0,25 pt)

5.7. On fournit au satellite un supplément d'énergie $\Delta E_m = 5 \cdot 10^8 \text{ J}$, il prend alors une nouvelle orbite circulaire. En utilisant les résultats de la question 5.6.1., déterminer :

5.7.1. Sa nouvelle énergie cinétique. (0,25 pt)

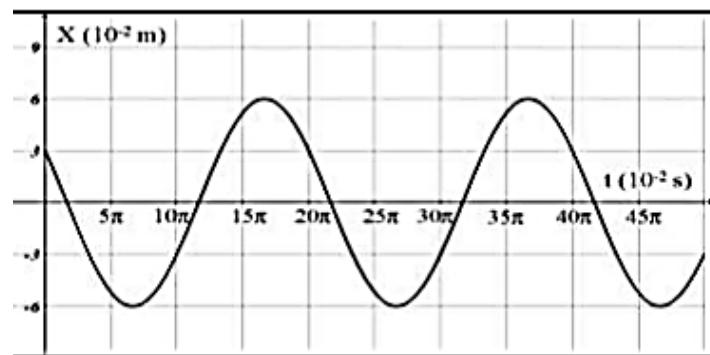
5.7.2. Sa nouvelle énergie potentielle. (0,25 pt)

Exercice 6 : (04 points)

La courbe de la figure ci-dessous représente les variations de l'elongation x du centre d'inertie G d'un solide (S) en mouvement rectiligne.

6.1. Quelle est la nature du mouvement du centre d'inertie G de (S) ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

6.2. Déterminer graphiquement l'amplitude X_{\max} des oscillations, la période T des oscillations et la phase initiale φ_x du mouvement. (1 pt)

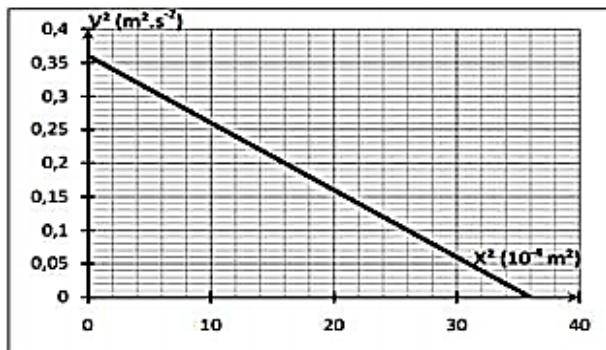


6.3. Ecrire l'équation horaire du mouvement ? déterminer la distance parcourue par le mobile entre les instants $t_0 = 0 \text{ s}$ et $t_1 = 0,45\pi \text{ s}$. (0,5 pt)

6.4. Déterminer théoriquement l'instant du 3^{ème} passage de G par l'elongation $x = -3 \text{ cm}$ avec une vitesse négative. (0,5 pt)

6.5. Exprimer alors la vitesse instantanée $v(t)$ du centre d'inertie G en fonction du temps. (0,5 pt)

6.6. La courbe 2 représente les variations de $v^2 = f(x^2)$.



Justifier théoriquement l'allure de cette courbe. Retrouver la valeur de la pulsation ω_0 du mouvement. (0,5 pt)