

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 1 (3 points) : cinétique chimique

On se propose d'étudier la réaction de synthèse de l'iodure d'hydrogène $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$. Pour ce faire, quatre ballons de 1 L contenant respectivement $0,5 \cdot 10^{-3}$ mole de diiode et $5 \cdot 10^{-3}$ mole de dihydrogène sont maintenues à $350^\circ C$ dans une étuve. A différents instants, les ballons sont retirés puis refroidis aussitôt ; on dose alors le diiode restant dans chaque ballon par une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire $C_1 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence d'empois d'amidon.

- Pourquoi utilise-t-on dans ce dosage de l'empois d'amidon ?
- Les résultats des différents dosages sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Ballon	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
t(min)	50	100	150	200
Volume de solution de thiosulfate versé V (mL)	16,6	13,7	11,4	9,4
Nombre de mole(s) d'iodure d'hydrogène formé : n (mol)				

- 2.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage de diiode par le thiosulfate.
On donne : I_2/I^- ; $E^0 = 0,53 \text{ V}$; $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$; $E^0 = 0,08 \text{ V}$.
- 2.2 Exprimer le nombre de mole d'iodure d'hydrogène en fonction de la concentration C_1 et du volume V de la solution de thiosulfate versée. Compléter le tableau précédent.
3. Tracer la courbe donnant l'évolution du nombre de mole d'iodure d'hydrogène formé en fonction du temps. On donne 2,5 cm pour 50 min et 2 cm pour 10^{-4} mol.
4. Déterminer la vitesse instantanée de formation de l'iodure d'hydrogène :
 - 4.1 à la date $t = 100 \text{ min}$
 - 4.2 au temps de demi-réaction
 - 4.3 comparer les valeurs trouvées. Interpréter.

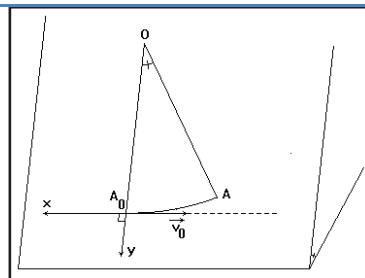
Exercice 2 (3 points) : acide carboxylique et dérivés

On considère un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée A et un alcool saturé B. n étant le nombre d'atomes de carbone dans le radical fixé au groupement fonctionnel de l'acide et n' le nombre d'atomes de carbone dans le radical fixé au groupement de la fonction alcool.

- Exprimer respectivement les formules générales de A et B en fonction de n et n'.
- Ecrire l'équation de la réaction entre A et B en explicitant en fonction de n et n' la formule semi-développée du corps E obtenu.
- Pour $n = 3$, la masse molaire du corps E est de 130 g/mol. En déduire n' et préciser la formule brute de E.
- En réalité A possède une chaîne carbonée saturée avec une ramification, quand à B son oxydation ménagée donne le corps C qui donne un précipité jaune avec la DNPH et ne rosit pas le réactif de Schiff. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre A et B. E peut être obtenu par action d'un chlorure d'acyle G sur un alcool B. Donner une réaction donnant G. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et G.

Exercice 3 (4 points) : mouvement dans un champ de pesanteur

Pour chaque question, on donnera le résultat sous forme littérale puis sous forme numérique. Dans tout l'exercice les frottements seront négligés. Une table est inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal. Un solide S, de masse m, supposé ponctuel est maintenu à distance constante ℓ d'un point fixe O de la table par un fil inextensible et de masse négligeable.



1. Calculer la tension du fil dans la position d'équilibre A_0 du solide S.
2. A partir de sa position d'équilibre le solide S est lancé avec une vitesse \vec{v}_0 perpendiculaire à OA_0 et dans le plan de la table. Calculer la valeur de l'angle θ_0 de θ que fait le fil avec la direction OA_0 lorsque la vitesse du solide S est nulle.
3. Le fil casse lorsque le solide S repasse par sa position d'équilibre A_0 avec une vitesse horizontale de norme v_0 . Déterminer, dans le repère (A_0x, A_0y) , l'équation du mouvement ultérieur du solide S avant qu'il ne quitte la table.

Données numériques : $m = 100 \text{ g}$; $\ell = 1 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $\alpha = 20^\circ$; $v_0 = 1,65 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice 4 (4 points) : niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H sont donnés par : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV), avec n entier non nul.

1. Représenter les cinq premiers niveaux sur un diagramme (échelle : 1cm pour 1 eV). Quelle est l'énergie minimale de l'atome d'hydrogène ? A quoi correspond-elle ?
2. Donner l'expression littérale de la longueur d'onde λ_{pm} de la radiation émise lors de la transition électronique du niveau $n = p$ au niveau $n = m$ en expliquant pourquoi on a $p > m$
3. L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueur d'onde : $\lambda_\alpha = 656,28 \text{ nm}$; $\lambda_\beta = 486,13 \text{ nm}$; $\lambda_\gamma = 434,05 \text{ nm}$. Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe d'un état excité $p > 2$ à l'état $n = 2$. Déterminer les valeurs de p .
4. Balmer, en 1885, écrivant la loi de détermination de ces raies sous la forme : $\lambda = \lambda_0 \frac{p^2}{p^2 - 4}$ retrouver cette loi et déterminer la valeur de λ_0 .

Exercice 5 (4 points) : oscillations mécaniques

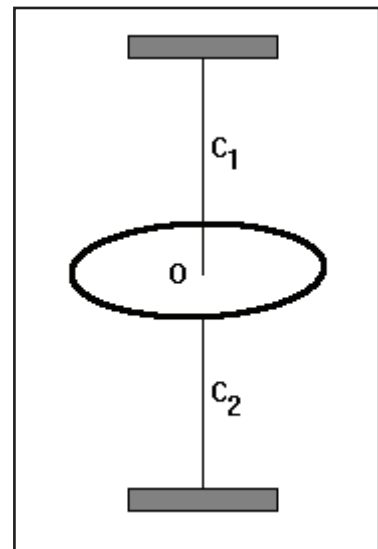
NB : les parties I et II sont indépendantes

Partie I

Un cylindre plat de moment d'inertie J par rapport à son axe de révolution est maintenu horizontal grâce à deux fils de torsion verticaux de constantes de torsion C_1 et C_2 . Ces deux fils sont fixés au centre O du disque. On écarte le disque de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_m = \frac{3\pi}{2} \text{ rad}$, et on l'abandonne sans vitesse initiale.

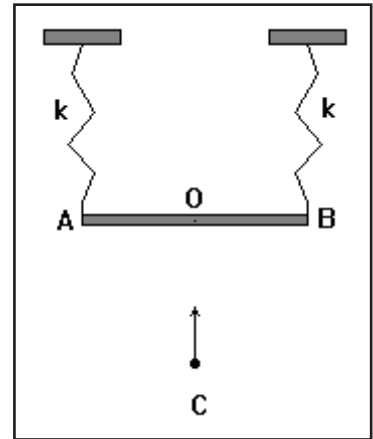
1. En considérant les frottements nuls, établir l'équation différentielle relative à θ , du mouvement du disque.
2. En déduire l'équation horaire du mouvement du disque en considérant qu'à la date $t = 0$ on a $\theta = \theta_m$. Calculer littéralement puis numériquement la période des oscillations du disque.

A.N. : $J = 5.10^{-3} \text{ kg.m}^2$; $C_1 = 2.10^{-2} \text{ N.m.rad}^{-1}$; $C_2 = 2.10^{-2} \text{ N.m.rad}^{-1}$.



Partie 11

Le système étudié est maintenant constitué d'une tige horizontale fixée en ces deux extrémités A et B à deux ressorts verticaux, identiques de constante de raideur $k = 50 \text{ N/m}$. La masse de la tige est $M = 1 \text{ kg}$, sa longueur $AB = \ell$. L'ensemble tige-ressorts est au repos. D'un point C sur la verticale de O milieu de [AB], on lance verticalement vers le haut une bille de masse $m = 0,2 \text{ kg}$ avec une vitesse \vec{v}_0 de valeur 5 m.s^{-1} . Après un parcours de 80 cm cette bille frappe la tige AB. On suppose que le choc est parfaitement élastique et que les vitesses de la tige et de la bille sont verticales. La tige restant constamment horizontale.



1. Déterminer la vitesse \vec{v}_1 de la bille juste avant le choc.
2. Déterminer les vitesses \vec{v} de la tige et \vec{v}'_1 de la bille juste après le choc.
3. Les frottements étant nuls, écrire l'équation différentielle du mouvement de la tige.
En déduire l'équation horaire du mouvement oscillatoire.

N.B. : pendant le choc, de très courte durée, on admet que la tige AB reste dans sa position d'équilibre.