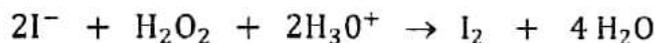


Composition n°1 – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1:

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodure I⁻ par l'eau oxygénée en milieu acide. L'équation-bilan de cette réaction lente et totale est :



A la température de 25°C, on réalise une solution contenant initialement 2,5.10⁻⁴ mol d'eau oxygénée, 1,5. 10⁻³ mol d'ions iodure et de l'acide sulfurique en excès (expérience 1).

Le tableau ci-dessous traduit l'évolution du système chimique :

t(min)	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
n(I ₂) 10 ⁻⁴ mol	0	0,7	1,1	1,6	1,9	2,1	2,25	2,35	2,4	2,45

1.1- Tracer le graphe n(I₂) = f(t) Echelle : 1 cm pour 1 min et 2 cm pour 0,5.10⁻⁴ mol **(0,5 pt)**

1.2- Vers quelle valeur limite tend la quantité de matière de diiode ? Justifier. **(0,25 pt)**

1.3- Déterminer la vitesse de formation du diiode aux dates t₁ = 2 min et t₂ = 8 min. Quelle est alors la vitesse de disparition des ions iodure pour ces deux dates? Comment évolue cette vitesse en fonction du temps ? Justifier. **(01 pt)**

1.4- Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction. **(0,25 pt)**

1.5- Dans le but d'étudier l'effet de certains facteurs cinétiques sur l'évolution du système réactionnel, on réalise deux autres expériences (expériences 2 et 3). Les conditions dans lesquelles les expériences 1, 2 et 3 ont été réalisées sont résumées dans le tableau ci-dessous. Le volume du mélange réactionnel est maintenu constant dans les 3 expériences.

	n(H ₂ O ₂) initial	n(I ⁻) initial	n(H ₃ O ⁺) initial	Température
expérience (1)	2,5.10 ⁻⁴ mol	1,510 ⁻³ mol	en excès	25 °C
expérience (2)	2,5.10 ⁻⁴ mol	5.10 ⁻⁴ mol	en excès	25 °C
expérience (3)	2,5.10 ⁻⁴ mol	1,510 ⁻³ mol	en excès	35 °C

A partir de ce tableau préciser, en le justifiant, si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.

(4 x 0,25 pt)

1.5.1- Le temps de demi-réaction de l'expérience(2) est plus grand que celui de l'expérience (1).

1.5.2- La vitesse de formation du diiode à l'instant t₁ de l'expérience (3) est plus grande que celle de l'expérience (1) au même instant.

1.5.3- A la fin de la réaction, la quantité de diiode formée est la même dans les 3 expériences.

1.5.4 Les ions H₃O⁺ jouent le rôle de catalyseur dans chacune des trois expériences.

Exercice n°2:

1) L'hydrolyse d'un ester de formule brute C₅H₁₀O₂ donne de l'acide éthanóique et un autre corps B. On fait l'oxydation ménagée de B par le dichromate de potassium (2K⁺, Cr₂O₇²⁻) et on obtient un corps C qui réagit sur la 2,4-D.N.P.II et n'agit pas sur la liqueur de Fehling.

1-1. Quelle est la formule semi développée et le nom de B ?

1-2. Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation à partir des demi-équations.

1-3. On ajoute à l'acide éthanóique précédent, une solution d'ammoniac (NH₃), puis on déshydrate par chauffage pour obtenir un corps D. Ecrire les différentes équations bilans avec les formules semi développées et donné le nom du corps D.

1-4. Ecrire l'équation bilan de l'action de l'acide éthanóique sur le chlorure de thionyle (SOCl₂) en utilisant les formules semi développées.

2- Un produit naturel A contient, a coté de constituants inertes aux réactions qui suivent, un alcool de formule C_8H_9OH et son ester dérivé de l'acide éthanoïque. On se propose de déterminer les teneurs de A en alcool et ester. On réalise pour cela les opérations suivantes.

Une masse $m_1 = 1\text{g}$ de A est traitée, à chaud, par $V_E = 20\text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,50\text{ mol/L}$. La réaction achevée, on dose l'hydroxyde de sodium qui n'a pas réagi, à l'aide d'acide chlorhydrique à $C_a = 0,5\text{ mol/L}$, en présence d'un indicateur coloré (phénolphaléine). Il faut $V_a = 12\text{ mL}$ d'acide chlorhydrique pour atteindre l'équivalence.

2-1. Ecrire les équations des différentes réactions.

2-2. Calculer la quantité de matière n_E d'ester contenue dans 100 g de A.

2-3. Une autre masse $m_2 = 1\text{g}$ de A est additionnée de $m_{an} = 1,2\text{ g}$ d'anhydride éthanoïque dans les conditions convenables.

2-3-1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.

2-3-2. L'opération terminée, on ajoute, à froid, de l'eau qui réagit sur l'anhydride éthanoïque restant. Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

2-3-3. On dose alors l'acide formé, avec une solution d'hydroxyde de sodium à $C_b = 0,5\text{ mol/L}$ en présence de phénolphaléine. Il faut verser $V_b = 36\text{ mL}$ de solution de soude pour atteindre l'équivalence. En tenant compte du fait que les deux réactions précédentes libèrent de l'acide éthanoïque, calculer la quantité d'alcool n_a contenue dans 100 g de A.

Exercice n°3:

Le système mécanique oscillatoire est un système qui effectue un mouvement périodique autour de sa position d'équilibre stable. Parmi ces oscillateurs on cite le pendule de torsion.

L'objectif de cette partie est l'étude du mouvement d'un pendule de torsion.

Le pendule de torsion représenté sur la figure 1 est constitué d'un fil de torsion de constante de torsion C_0 et de longueur l , et d'une tige homogène AB.

On fixe la tige AB par son milieu au fil de torsion en un point O qui divise le fil en deux parties :

- Une partie OM de longueur z et de constante de torsion C_1 ;
- Une partie ON de longueur $l-z$ et de constante de torsion C_2 .

Lorsque le fil est tordu d'un angle θ , la partie OM exerce sur la tige un couple de torsion de moment $M_1 = -C_1\theta$, et la partie ON exerce sur la tige un couple de torsion de moment $M_2 = -C_2\theta$.

On exprime la constante de torsion C d'un fil de torsion

de longueur L par la relation $C = \frac{k}{L}$ avec k une constante qui

dépend du matériau constituant le fil de torsion et du diamètre de ce fil.

J_Δ représente le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe de rotation (Δ) confondu avec le fil de torsion

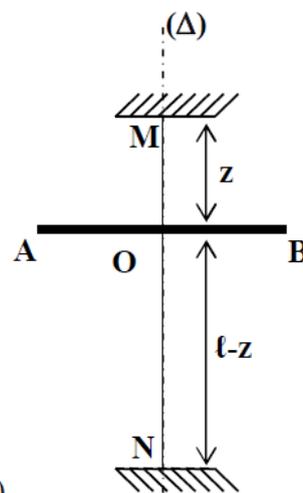


Figure1

Au début le fil de torsion est non tordu et la tige AB est horizontale.

On fait tourner la tige AB autour de l'axe (Δ) d'un angle θ_m de sa position d'équilibre stable et on l'abandonne sans vitesse initiale, elle effectue alors des oscillations dans le plan horizontal.

On repère la position de la tige AB à une date t par l'abscisse angulaire θ que fait la tige à cet instant avec la droite horizontale confondu avec la position d'équilibre de la tige.

On néglige tous les frottements.

1- En appliquant la relation fondamentale de la dynamique relative à la rotation, montrer que l'équation différentielle du mouvement de ce pendule s'écrit : $\ddot{\theta} + \frac{C_0 \cdot \ell^2}{J_{\Delta} \cdot z \cdot (\ell - z)} \cdot \theta = 0$.

2- Trouver l'expression littérale de la période propre T₀ de l'oscillateur pour que la solution de l'équation différentielle soit : $\theta = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_0}\right)$.

3- La courbe de la figure 2 représente la variation de l'accélération angulaire de la tige en fonction de l'abscisse angulaire θ dans le cas où $z = \frac{\ell}{2}$.

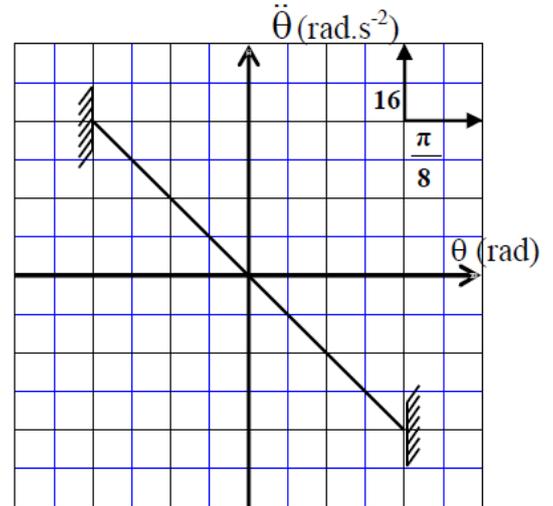


Figure 2

3.1- Déterminer la valeur de T₀ dans ce cas.

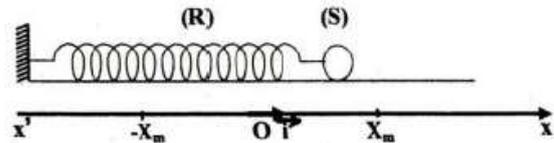
3.2- On choisit le plan horizontal qui contient la tige AB comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur et on choisit comme état de référence de l'énergie potentielle de torsion la position d'équilibre de la tige où $\theta=0$.

a- Déterminer dans le cas où $z = \frac{\ell}{2}$, l'expression de l'énergie mécanique E_m de l'oscillateur à un instant t en fonction de J_Δ, C₀, θ et la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ de la tige AB.

b- Sachant que E_m=4.10⁻³ J, Calculer C₀. On prend $\pi^2=10$.

Exercice n°4:

Un solide ponctuel (S), de masse m, est attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R), à spires non jointives, de raideur K et de masse négligeable.



L'autre extrémité du ressort est fixe. (S) se déplace sans frottement sur un banc à coussin d'air horizontal. Sa position est repérée par l'abscisse x dans le repère (O ; \vec{i}) avec O est la position du centre d'inertie G lorsque (S) est en équilibre.

A t=0s, on écarte (S) de sa position d'équilibre en le déplaçant dans le sens positif des élongations puis on l'abandonne à lui-même sans vitesse initiale.

1) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de l'élongation x(t).

2) La variation de l'élongation x(t) du solide (S) au cours du temps est donnée par la figure-1-

- a- Déterminer l'amplitude X_m; la période propre T₀ et la pulsation propre ω_0 du mouvement.
- b- Déterminer la phase initiale ϕ_x du mouvement.
- c- Ecrire l'équation horaire x(t) du mouvement.
- d- Déduire l'expression de la vitesse v(t) du solide (S) au cours du temps.

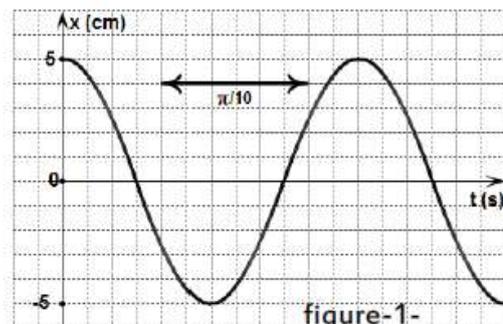


figure-1-

- 3) a- Exprimer l'énergie mécanique E du système $\{(S); (R)\}$, à une date t , en fonction de K ; x ; m et v .
 b- Montrer que le système $\{(S); (R)\}$ est conservatif. Donner l'expression de E en fonction de K et X_m .

- 4) a- Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c en fonction de x^2 .

b- La courbe de la figure-2- représente la variation de l'énergie cinétique E_c du système $\{(S); (R)\}$ en fonction de x^2 ($E_c=f(x^2)$)

En exploitant cette courbe, déterminer la valeur de la constante de raideur K du ressort (R).

c- Dédurre la valeur de la masse m du solide (S).

- 5) Dans cette partie, le solide (S) est soumis à une

force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$ où h est une constante positive d'amortissement.

a- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'élongation $x(t)$ du mouvement du solide (S).

b- Montrer que l'énergie mécanique E de l'oscillateur diminue au cours du mouvement de (S).

c- Représenter l'allure de la courbe $x = f(t)$ et donner le nom du régime correspondant dans les deux cas suivants :

- 1^{er} cas : h est très grande.
- 2^{ème} cas : h est faible.



figure-2-

Exercice n°5:

$h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c=3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $E_1=13,6 \text{ eV}$; $E_2=-3,4 \text{ eV}$ et $E_3=-1,5 \text{ eV}$ $E_c=0\text{eV}$

Le diagramme ci-contre représente certains niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

1) Expliquer très brièvement pourquoi dit-on que l'énergie de l'atome d'hydrogène est quantifiée.

2) Les flèches représentent soit l'absorption, soit l'émission d'un photon.

a- Rappeler les caractéristiques (charge, masse et célérité) d'un photon.

b- En justifiant, attribuer à chaque flèche le mécanisme correspondant (absorption ou émission).

c- Exprimer la longueur d'onde du photon émis en fonction des énergies des niveaux correspondants. Calculer sa valeur.

3) a- A quoi correspond le niveau d'énergie E_c ?

b- Quelle énergie minimale en eV faut-il fournir pour ioniser l'atome se trouvant dans un état excité correspondant au niveau d'énergie E_2 ?

c- Cet atome peut-il toujours absorber un photon d'énergie E telle que :

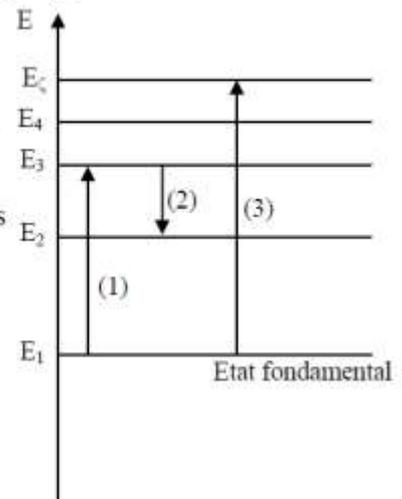
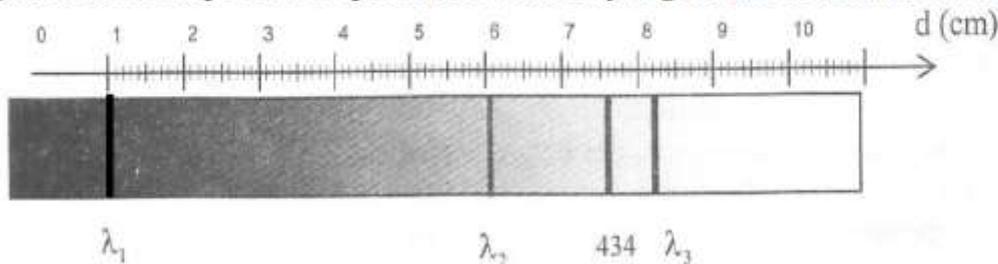
- ♦ $E = 13 \text{ eV}$.
- ♦ $E = 14 \text{ eV}$.

4) Les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés

par la relation $E = -\frac{13,6}{n^2}$.

Quelle doit être la fréquence minimale du photon absorbé par un atome excité dans son niveau d'énergie E_4 .

5) La figure ci-dessous représente le spectre de l'atome d'hydrogène dans le domaine du visible.



a- S'agit-il d'un spectre d'émission ou d'absorption ? Justifier ?

b- En justifiant, et en s'aidant de la courbe $\lambda = f(d)$ de la figure 3 et tableau en annexe, déterminer, la couleur correspondante aux radiations de longueur d'ondes λ_1 , λ_2 et λ_3 .

• Les limites des longueurs d'ondes(en (nm)) des couleurs du spectre d'une lumière blanche sont les suivantes

Violet	Bleu	vert	jaune	orange	rouge
400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-700

