BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9

La feuille d'annexe (page 9/9)
EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE

EXERCICE I : DE L'IMPORTANCE DE L'EAU OXYGÉNÉE (7 points)

Synthétisée pour la première fois en 1818 par le Baron Louis Jacques Thénard, l'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est d'une très grande utilité et d'une grande importance économique. Elle est utilisée pour le blanchiment de la pâte à papier et des textiles naturels ou synthétiques, le désencrage des vieux papiers et le traitement des eaux usées. C'est également un antiseptique pharmaceutique et un agent de stérilisation en industrie alimentaire.

L'eau oxygénée peut être synthétisée à partir du dihydrogène gazeux et du dioxygène gazeux par une réaction dont l'équation s'écrit : $H_{2(g)} + O_{2(g)} = H_2O_{2\,(l)}$

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

1. Préparation du dihydrogène par électrolyse

Données :

Couples oxydant/réducteur : $Cl_{2(g)}/Cl^-_{(aq)}$; $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$
Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$
Charge électrique élémentaire : $e = 1{,}60.10^{-19}\ C$
Volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 30{,}0\ L.mol^{-1}$

Le dihydrogène nécessaire à la synthèse de l'eau oxygénée doit être très pur. Il est obtenu par électrolyse d'une saumure, c'est-à-dire d'une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$). *Le schéma simplifié du dispositif est représenté en* ***annexe à rendre avec la copie****.*

1.1. Identifier l'anode et la cathode sur le schéma de **l'annexe à rendre avec la copie** et indiquer le sens de déplacement des différents porteurs de charge.

1.2. On obtient un dégagement de dichlore à l'anode et de dihydrogène à la cathode. Écrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes.

1.3. Montrer que pour une intensité du courant I et une durée de fonctionnement Δt données, le volume de dihydrogène produit à la cathode s'écrit :

$$V_{H_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I \cdot \Delta t \cdot V_m}{N_A \cdot e}$$

1.4. L'intensité du courant vaut $I = 5{,}00.10^4$ A, calculer le volume de dihydrogène produit par heure de fonctionnement.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée

La solution aqueuse d'eau oxygénée se décompose lentement en dioxygène $O_{2(g)}$ et en eau selon la réaction d'équation : $2H_2O_{2\,(aq)} = O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

On veut effectuer le suivi cinétique de cette réaction, supposée totale, à la température de 25°C. La décomposition de l'eau oxygénée étant très lente, celle-ci doit être catalysée par les ions fer III (Fe^{3+}).

À l'instant t = 0, on mélange :

- *V = 24 mL de solution aqueuse d'eau oxygénée de concentration molaire en soluté apporté c = 2,5 mol.L^{-1}*
- *6,0 mL de solution aqueuse de chlorure de fer III ($Fe^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$)*
- *de l'eau distillée jusqu'à obtenir une solution de volume total V_T = 1,0 L*

Un dispositif permet de recueillir et de mesurer le volume de dioxygène V_{O_2} dégagé à la pression atmosphérique P = 1,013.10^5 Pa.

Le volume total de la solution V_T = 1,0 L est supposé rester constant au cours de l'expérience.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

t (min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	60
V_{O_2} (mL)	0	160	270	360	440	500	540	590	610	680

On admet que dans les conditions de l'expérience, le dioxygène peut être considéré comme un gaz parfait.
On rappelle la loi des gaz parfaits : PV = nRT avec :

- P *: pression du gaz en* Pa
- V *: volume du gaz en* m^3
- n *: quantité de matière de gaz en* mol
- R *: constante des gaz parfaits ; sa valeur est égale à* 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}
- T *: température absolue exprimée en Kelvin (K) ;* T *est reliée à* θ*, température exprimée en degré Celsius (°C) par la relation :* T = 273,15 + θ

2.1. Avancement de la réaction

2.1.1. Compléter le tableau d'avancement de la réaction représenté **en annexe à rendre avec la copie**.

2.1.2. Calculer la valeur de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

2.1.3. Établir l'expression de l'avancement x(t) de la réaction en fonction du volume de dioxygène $V_{O_2}(t)$ formé.

2.1.4. Calculer sa valeur à l'instant t = 30 min.

2.2. Analyse du graphe x(t)

2.2.1. Le graphe représentant l'avancement x en fonction du temps t est fourni **en annexe à rendre avec la copie**.
Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et déterminer sa valeur à partir d'une construction graphique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2.2. Quelle information le graphe x(t) donne-t-il sur l'évolution de la vitesse de la réaction au cours du temps ? Justifier la réponse.

2.3. Facteurs cinétiques

2.3.1. Quel facteur cinétique permet d'expliquer l'évolution de la vitesse de la réaction au cours du temps ? Interpréter microscopiquement cette évolution.

2.3.2. Dessiner sur le graphe de l'annexe l'allure de la courbe que l'on aurait obtenue si l'expérience avait été réalisée à une température plus élevée. Justifier.

2.3.3. Dire, en justifiant, si les propositions suivantes sont VRAIES ou FAUSSES dans le cas où le même mélange initial est cette fois complété avec de l'eau distillée jusqu'à obtenir une solution de volume total $V'_T = 0{,}50$ L :

- Proposition 1 : L'avancement final est divisé par deux.
- Proposition 2 : L'état final est atteint plus rapidement.

2.4. Importance du catalyseur

2.4.1. Rappeler la définition d'un catalyseur.

2.4.2. Lors de ce suivi cinétique, la catalyse mise en jeu est-elle homogène ou hétérogène ? Justifier.

EXERCICE II : LE CERCLE DES PLANÈTES DISPARUES (5 points)

La planète Pluton, découverte par l'américain Clyde Tombaugh en 1930, était considérée comme la neuvième planète de notre système solaire.
Le 5 janvier 2005, une équipe d'astronomes a découvert sur des photographies prises le 21 octobre 2003 un nouveau corps gravitant autour du Soleil. Provisoirement nommé 2003 UB313, cet astre porte maintenant le nom d' Éris du nom de la déesse grecque de la discorde.
La découverte d'Éris et d'autres astres similaires (2003 EL61, 2005 FY9...) a été le début de nombreuses discussions et controverses acharnées entre scientifiques sur la définition même du mot « planète ».
Au cours d'une assemblée générale, le 24 août 2006 à Prague, 2500 astronomes de l'Union Astronomique Internationale (UAI) ont décidé à main levée de déclasser Pluton comme planète pour lui donner le rang de « planète naine » en compagnie d'Éris et de Cérès (gros astéroïde situé entre Mars et Jupiter).

1. Orbite d'Éris

Éris parcourt une orbite elliptique autour du Soleil avec une période de révolution T_E valant environ 557 années terrestres.

Données :

Période de révolution terrestre : $T_T = 1{,}00$ an
Période de révolution de Pluton : $T_P = 248$ ans

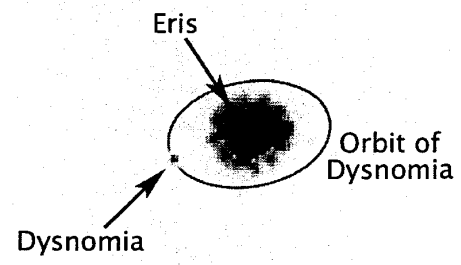
1.1. Énoncer précisément la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution d'une planète autour du Soleil, dans le cas d'une orbite elliptique.

1.2. L'orbite d'Éris se situe-t-elle au-delà ou en-deçà de celle de Pluton ? Justifier sans calcul.

2. Découverte de Dysnomia

Les astronomes ont découvert ensuite qu'Éris possède un satellite naturel qui a été baptisé Dysnomia (fille d'Éris et déesse de l'anarchie...).
Six nuits d'observation depuis la Terre ont permis de reconstituer l'orbite de Dysnomia.

On obtient la photographie ci-contre.



NASA, ESA, and M. Brown (California Institute of Technology)

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

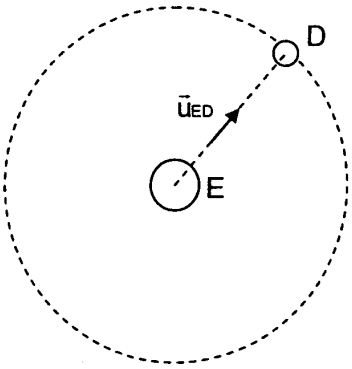
Données :

M_E *et* M_D *sont les masses respectives d'Éris et de Dysnomia*
Masse de Pluton : $M_P = 1{,}31.10^{22}$ kg
Rayon de l'orbite circulaire de Dysnomia : $R_D = 3{,}60.10^{7}$ m
Période de révolution de Dysnomia : $T_D = 15{,}0$ jours $\approx 1{,}30.10^{6}$ s
Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$

2.1. Mouvement de Dysnomia

Le mouvement de Dysnomia autour d'Éris est supposé circulaire et uniforme.

2.1.1. Définir le référentiel permettant d'étudier le mouvement de Dysnomia autour d'Éris.
Par la suite, ce référentiel sera considéré comme galiléen.



2.1.2. Établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie de Dysnomia en fonction des paramètres de l'énoncé et d'un vecteur unitaire $\vec{u}_{ED}$ représenté sur le schéma ci-contre.

2.1.3. Préciser la direction et le sens de ce vecteur accélération.

2.1.4. Montrer que la période de révolution T_D de Dysnomia a pour expression

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{R_D^3}{G.M_E}}.$$

Retrouve-t-on la troisième loi de Kepler ? Justifier.

2.2. Masse d'Éris

2.2.1. Déduire de l'expression de T_D (question 2.1.4.) celle de la masse M_E d'Éris. Calculer sa valeur.

2.2.2. Calculer le rapport des masses d'Éris et de Pluton $\frac{M_E}{M_P}$. Expliquer alors pourquoi la découverte d'Éris a remis en cause le statut de planète pour Pluton.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

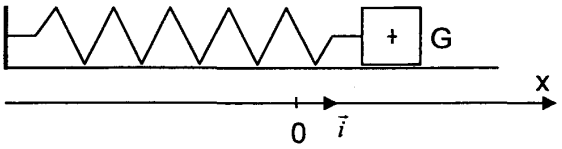
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : L'OSCILLATEUR ÉLASTIQUE HORIZONTAL (4 points)

Un élève de terminale n'est pas très organisé ; il doit remettre dans quelques jours un devoir sur les oscillations mécaniques et il ne retrouve pas la totalité de ses documents.

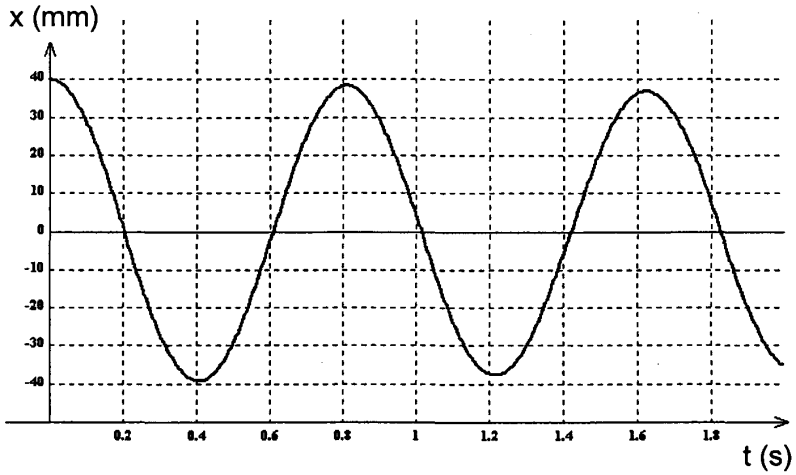
Voici les éléments qu'il a cependant en sa possession :

- *Le schéma du montage de l'oscillateur élastique horizontal sur banc à coussin d'air ;*

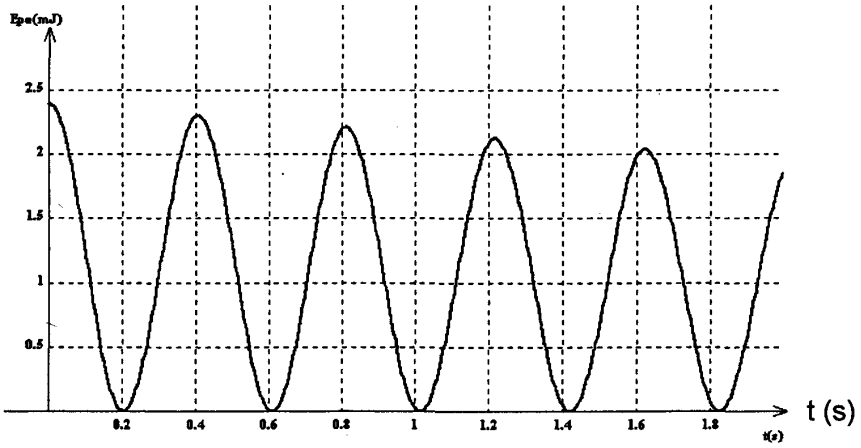


- *Les conditions initiales :*
  - *abscisse initiale du centre d'inertie du mobile $x_0 = 4{,}0$ cm*
  - *vitesse initiale $v_0 = 0$ m.s^{-1} ;*
- *L'expression $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ conservée dans sa calculatrice ;*
- *Deux graphes correspondant à des acquisitions faites lors d'une séance de travaux pratiques :*

Courbe 1



Courbe 2



Il va falloir l'aider…

1. Analyse des graphes

1.1. *La courbe 1 ci-dessus représente l'évolution de l'abscisse x du centre d'inertie G du mobile au cours du temps.*
Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T de l'oscillateur. *Cette valeur sera par la suite confondue avec celle de la période propre* T_0 *d'un oscillateur idéal.*

1.2. *La courbe 2 représente l'évolution d'une grandeur énergétique au cours du temps.*
Montrer sans calcul que cette grandeur ne peut être que l'énergie potentielle élastique E_{pe} du système {mobile + ressort}.

2. Constante de raideur du ressort et masse du mobile

2.1. En utilisant les courbes 1 et 2 précédentes, montrer que la constante de raideur k du ressort a pour valeur 3,0 $N.m^{-1}$.

2.2. Donner l'expression de la masse m du mobile en fonction de k et de T_0. Calculer sa valeur.

3. Évolution des oscillations

3.1. Les forces de frottements sont-elles négligeables ? Justifier.

3.2. Dessiner sur un même graphe, dans le cas théorique d'un oscillateur élastique sans frottement, les allures des courbes des énergies potentielle élastique, cinétique et mécanique du système en fonction du temps, en respectant les conditions initiales de l'oscillateur étudié précédemment.

4. Équation différentielle du mouvement

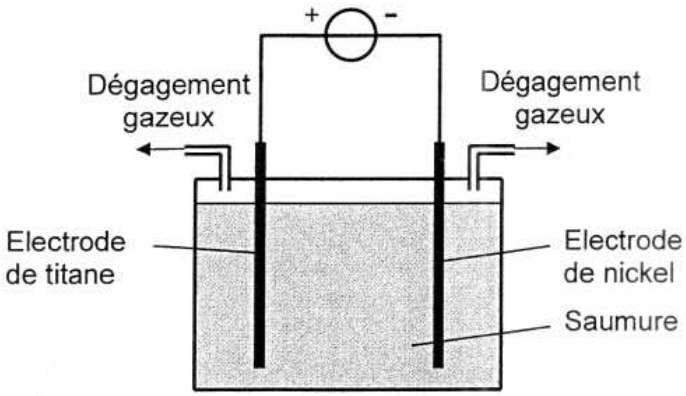
4.1. Établir l'équation différentielle que vérifie l'abscisse x(t) dans le cas d'un oscillateur élastique horizontal sans frottement.
On précisera le référentiel d'étude, les forces agissant sur le mobile et la loi de la mécanique utilisée.

4.2. Vérifier que $x(t) = x_0 \cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$ est solution de cette équation différentielle.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe à rendre avec la copie

1. Préparation du dihydrogène par électrolyse :



2. Cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée :

Tableau d'avancement :

		$2H_2O_{2\,(aq)}$ =	$O_{2(g)}$ +	$2H_2O_{(l)}$
État	Avancement	Quantités de matière en mol		
État initial				Excès
En cours de transformation				Excès
État final				Excès

Avancement x en fonction du temps t

