10PYOSPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2010

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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12

**Les feuilles d'annexes (pages 11/12 et 12/12)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

10PYOSPO1

EXERCICE I : DES ISOTOPES DU PHOSPHORE 31 (6 points)

Dans la nature, l'isotope prépondérant de l'élément phosphore est le phosphore 31.

1. Le phosphore 32

Données :
masse du noyau de phosphore 32 $m(P) = 5{,}31 \times 10^{-26}$ kg.
extrait de la classification périodique : $_{11}Na$; $_{12}Mg$; $_{13}Al$; $_{14}Si$; $_{15}P$; $_{16}S$; $_{17}Cl$.

Substance radioactive artificielle, le phosphore $^{32}_{15}P$ est utilisé en médecine nucléaire. Il est radioactif β^- et sa demi-vie $t_{1/2}$ est égale à 14,3 jours. Il se présente sous forme d'une solution qui s'injecte par voie veineuse pour traiter la polyglobulie primitive (maladie de Vaquez). Il se fixe sélectivement sur les globules rouges (hématies), car il suit le métabolisme du fer, abondant dans ces globules, et son rayonnement détruit les hématies en excès. C'est un traitement efficace et bien toléré de cette affection.

D'après le site « dictionnaire médical »

1.1. Généralités

1.1.1. Donner la composition du noyau de phosphore 32.
1.1.2. Définir le terme " isotope ".
1.1.3. Quelle est la particule émise lors d'une radioactivité β^- ?
1.1.4. Énoncer les lois de conservation qui régissent une réaction nucléaire, puis établir l'équation de désintégration du phosphore 32 en précisant l'élément formé.

1.2. Loi de décroissance

Un patient reçoit par voie intraveineuse une solution de phosphate de sodium contenant une masse m_0 égale à $10{,}0 \times 10^{-9}$ g de phosphore 32.
Le nombre de noyaux de phosphore restant au cours du temps est donné par la loi de décroissance radioactive : $N = N_0 \times e^{-\lambda.t}$ où λ est une constante strictement positive.

1.2.1. Calculer le nombre initial N_0 de noyaux de phosphore 32.
1.2.2. Définir la demi-vie $t_{1/2}$ puis établir la relation entre $t_{1/2}$ et λ.
La relation précédente conduit à $\lambda = 5{,}61 \times 10^{-7}$ s^{-1}.
1.2.3. Définir l'activité A(t) d'un échantillon à l'instant t et en déduire la relation entre l'activité A(t) et N(t) le nombre de noyaux à l'instant t. Calculer la valeur de l'activité A_0 de l'échantillon de phosphore reçu par le patient.
1.2.4. Déterminer l'instant t_1 où l'activité sera divisée par 10.
1.2.5. Tracer l'allure de la courbe représentant A(t) en fonction de t. On tracera la courbe sans calculatrice ; on représentera simplement les activités correspondant à $t_{1/2}$, $2t_{1/2}$, $3t_{1/2}$, $4t_{1/2}$, $5t_{1/2}$ ...).
1.2.6. Retrouver graphiquement l'ordre de grandeur du temps t_1.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Le phosphore 30

En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie ont synthétisé du phosphore 30 ($^{30}_{15}P$) en bombardant de l'aluminium 27 avec des particules alpha. Le phosphore 30 se désintègre par émission β^+ en silicium 30, un isotope stable.

Données :

- unité de masse atomique : 1 u = 1,660 5 × 10^{-27} kg
- électron-volt : 1 eV = 1,602 18 × 10^{-19} J
- célérité de la lumière dans le vide : c = 2,997 92 × 10^{8} m.s^{-1}
- masse de différentes particules :

Particule	proton	neutron	$^{30}_{15}P$
Masse	m_p = 1,007 28 u	m_n = 1,008 66 u	m(^{30}P) = 29,970 06 u

- énergie de liaison par nucléon du phosphore 31 :
  E_l / A = 8,48 MeV/nucléon

2.1. Donner la définition de l'énergie de liaison E_l d'un noyau.

2.2. Donner l'expression du défaut de masse Δm d'un noyau en fonction du nombre de nucléons et du nombre de protons de ce noyau et des masses m_p, m_n et m(^{30}P). Calculer le défaut de masse d'un noyau de phosphore 30 ; l'exprimer en kilogramme.

2.3. Énergie de liaison par nucléon du phosphore 30.

2.3.1. Quelle relation lie l'énergie de liaison et le défaut de masse ?
Calculer l'énergie de liaison d'un noyau de phosphore 30 exprimée en joule puis en MeV. En déduire l'énergie de liaison par nucléon.

2.3.2. Comparer cette valeur à celle de l'énergie de liaison par nucléon du phosphore 31. Conclure.

10PYOSPO1

EXERCICE II : OSCILLATIONS CHIMIQUES ET OSCILLATIONS MÉCANIQUES (6 points)

Des oscillations peuvent être observées dans des domaines très divers.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1. Oscillations chimiques

Données : masses molaires en $g.mol^{-1}$

H : 1,0 O : 16,0 I : 126,9

La réaction de Briggs et Rauscher est une réaction chimique oscillante. Lorsqu'on mélange les différents réactifs, la solution passe alternativement du jaune au bleu. La réaction est complexe. Cependant on peut considérer que le bilan est une réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (ou eau oxygénée).
Le peroxyde d'hydrogène réagit sur lui-même selon l'équation de réaction suivante :

$$2\ H_2O_{2(aq)} = 2\ H_2O_{(l)} + O_{2(g)} \qquad \text{réaction 1}$$

1.1. Le peroxyde d'hydrogène intervient en tant qu'oxydant dans le couple : $H_2O_{2\,(aq)}$ / $H_2O_{(l)}$.
Quel est l'autre couple oxydant-réducteur mis en jeu ?
Quel est le rôle du peroxyde d'hydrogène dans cet autre couple ?

1.2. *On peut expliquer de façon simple le phénomène en distinguant deux phases principales qui se répètent et qui mettent en jeu un second réactif, l'acide iodique* HIO_3 :

$$5\ H_2O_{2(aq)} + 2\ HIO_{3(aq)} = 5\ O_{2(g)} + I_{2(aq)} + 6\ H_2O_{(l)} \qquad \text{réaction 2}$$

puis

$$5\ H_2O_{2(aq)} + I_{2(aq)} = 2\ HIO_{3(aq)} + 4\ H_2O_{(l)}) \qquad \text{réaction 3}$$

Lors de la réaction 2, il y a apparition de diiode qui, en présence d'empois d'amidon, conduit à la formation d'un complexe bleu. Lors de la réaction 3, il y a disparition du diiode d'où la disparition de la couleur bleue.

Le mélange initial a été réalisé en utilisant un volume V_1 égal à 20 mL d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène de concentration molaire en soluté apporté c_1 égale à 4,5 $mol.L^{-1}$ et un volume V_2 égal à 20 mL d'une solution aqueuse préparée à partir d'une masse m_2 d'acide iodique HIO_3 égale à 0,70 g.

1.2.1. Calculer les quantités de matière initiales de H_2O_2 et HIO_3.
Compléter le tableau d'évolution de la réaction 2 donné en **annexe I à rendre avec la copie.**
Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal.

1.2.2. En déduire la concentration maximale du diiode qui peut se former dans le milieu réactionnel sachant que le volume total est de 60 mL.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.3. L'évolution de la réaction peut être suivie par spectrophotométrie.

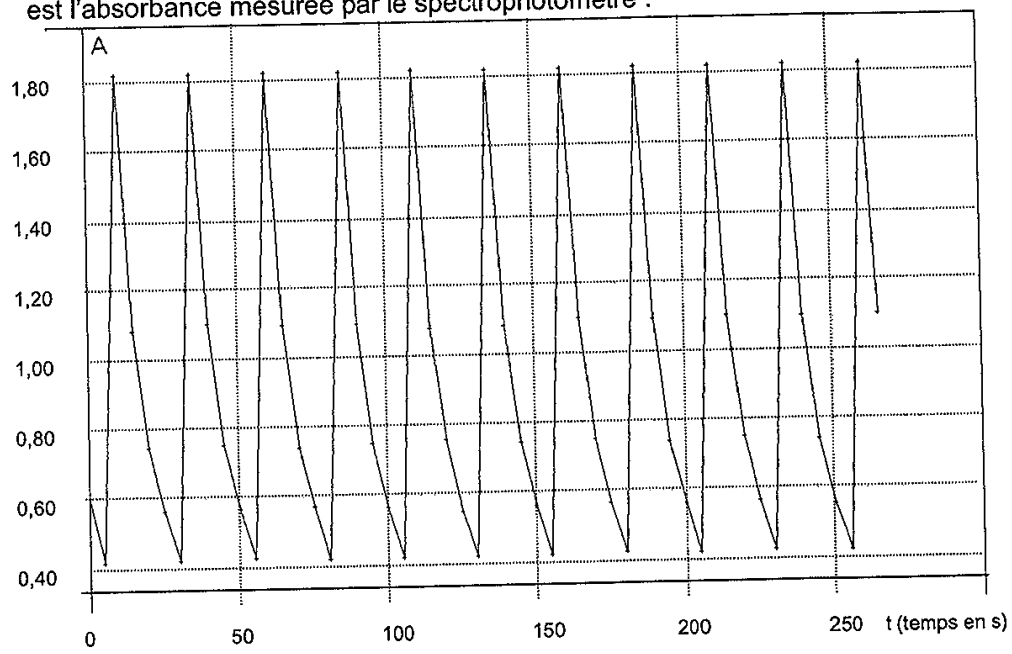
1.3.1. Quelle est la grandeur mesurée par un spectrophotomètre ?

1.3.2. Pour suivre les variations de concentration du complexe bleu formé lors de la réaction 2 en fonction du temps, le spectrophotomètre est réglé sur une longueur d'onde dans le vide égale à 600 nm, dans le domaine du jaune. Justifier ce choix de longueur d'onde.

1.3.3. Énoncer la relation entre la concentration d'une espèce colorée et la grandeur mesurée par un spectrophotomètre.

1.4. Résultats expérimentaux

L'étude réalisée a permis de tracer la courbe représentée ci-dessous, où A est l'absorbance mesurée par le spectrophotomètre :



1.4.1. Déterminer graphiquement la période des oscillations observées. En déduire leur fréquence.

1.4.2. Pour une concentration en diiode de $2{,}50 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}, la valeur de A est de 1,03. On admettra que la quantité de matière de diiode formé est égale à celle du complexe coloré.
Déterminer la concentration molaire maximale du diiode dans le milieu réactionnel. Comparer à la valeur du 1.2.2. et conclure.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

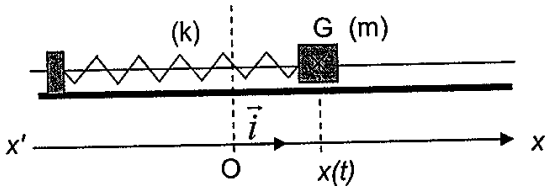
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Oscillations mécaniques : mesure de la masse d'un astronaute

2.1. Étude théorique de l'oscillateur

Dans cette étude tous les frottements sont négligés.
On peut modéliser un oscillateur mécanique horizontal par un système solide-ressort constitué d'un solide (S) de masse m, mobile sur un rail à coussin d'air, fixé à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k. La position du centre d'inertie G du solide est étudiée dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen et repérée par son abscisse x(t) sur un axe horizontal x'Ox. L'origine des abscisses O correspond à l'abscisse de G lorsque le solide est à l'équilibre.
Écarté de sa position d'équilibre puis lâché sans vitesse initiale à t = 0 s, le solide (S) oscille ; le système est représenté à un instant t :



2.1.1. Nommer les forces extérieures appliquées à (S) à l'instant t et les représenter, sans souci d'échelle, sur le schéma 1 de l'**annexe I à rendre avec la copie.**

2.1.2. Quelle loi faut-il appliquer au solide (S) pour déterminer son accélération ?

2.1.3. Montrer que l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G de (S) est : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$.

2.1.4. Vérifier que l'équation horaire $x(t) = x_{max}\cos(2\pi\frac{t}{T_0})$ est une solution de l'équation différentielle pour la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ de l'oscillateur.

2.2. Détermination de la masse d'un astronaute

La mesure de sa masse est l'un des éléments du bilan médical auquel doit s'astreindre un astronaute. Mais comment « se peser » dans une navette spatiale où règne l'apesanteur ?
L'utilisation d'un pèse-personne n'étant plus possible, les scientifiques ont utilisé le dispositif de la chaise oscillante : un siège de masse m mobile sur un rail à coussin d'air est fixé à l'extrémité d'un ressort, l'autre extrémité étant reliée à un point fixe de l'engin spatial.



Chaise oscillante M 172

La période propre T_1 des oscillations de la chaise « à vide » est égale à 1,28 s.
Lorsque l'astronaute de masse M est arrimé sur la chaise (photo ci-dessus), la période propre T_2 des oscillations est alors égale à 2,39 s.

2.2.1. Donner l'expression littérale de la période propre T_1 et de la période propre T_2 puis vérifier que l'expression littérale de la masse M de l'astronaute est : $M = \left(\frac{T_2^2}{T_1^2} - 1\right) \times m$.

2.2.2. Calculer M sachant que la masse m du siège est de 25,2 kg.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : ACCUMULATEURS OU PILES RECHARGEABLES (4 points)

Nous avons en permanence besoin de piles, que ce soit pour les jouets des enfants, pour les baladeurs mp3, pour tous les appareils électriques ou électroniques nomades....Outre leur prix et leur durée de vie assez courte, leur recyclage n'est pas sans poser problème.
Une solution est donc d'utiliser des accumulateurs, appelés également « piles rechargeables ». Ceux-ci peuvent, pour les dernières générations, être rechargés un millier de fois ; ils ont donc une durée de vie nettement supérieure à celle des piles jetables. Ils sont parfaitement adaptés aux appareils utilisés régulièrement. Il existe actuellement trois principales sortes d'accumulateurs : les Ni-Cd (Nickel Cadmium), les Ni-MH (Nickel Metal Hydride) et les Li-Ion (Lithium-Ion). De la moins chère à la plus chère, de la plus polluante à la plus écologique.

D'après le site «fiches techniques- piles rechargeables »

1. Pile nickel-cadmium du laboratoire

La pile nickel-cadmium est constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin et mettant en jeu les couples oxydant-réducteur $Ni^{2+}_{(aq)}$ / $Ni_{(s)}$ et $Cd^{2+}_{(aq)}$ / $Cd_{(s)}$.
Chaque demi pile contient 20 mL de solution aqueuse :

- *l'une de sulfate de nickel ($Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$)*
- *l'autre de sulfate de cadmium ($Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$).*

Les concentrations molaires en électrolyte de ces solutions aqueuses sont identiques. Leur valeur c_0 est égale à 0,10 mol.L^{-1}.
Chacune des deux électrodes a une masse initiale de 2,0 g.

Soit l'équation de réaction : $Cd^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} = Cd_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ (réaction 1)

1.1. Sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.
1.1.1. Donner l'expression littérale du quotient de réaction Q_r de la réaction 1. Le calculer dans l'état initial.
1.1.2. Sachant que la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction 1 est égale à $2,2 \times 10^{-6}$, prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.
Écrire l'équation de fonctionnement de la pile.

1.2. Écrire les demi-équations électroniques. Préciser s'il s'agit d'une réduction ou d'une oxydation.
Indiquer la polarité des électrodes de nickel et de cadmium.

1.3. Quel est le rôle du pont salin ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. L'accumulateur Ni – Cd d'un téléphone sans fil, première génération

L'électrolyte est basique, il s'agit d'une solution aqueuse concentrée d'hydroxyde de potassium. Les couples d'oxydo-réduction impliqués sont :
$Cd(OH)_{2(s)}$ / $Cd_{(s)}$ et $NiO(OH)_{(s)}$ / $Ni(OH)_{2(s)}$.
Le milieu étant basique, la réaction à une des électrodes est :

$$Cd_{(s)} + 2\,HO^-_{(aq)} = Cd(OH)_{2\,(s)} + 2\,e^-$$

La réaction de décharge de l'accumulateur est alors :

$$Cd_{(s)} + 2\,NiO(OH)_{(s)} = Cd(OH)_{2(s)} + 2\,Ni(OH)_{2(s)} \quad \textit{(réaction 2)}$$

2.1. Compléter le tableau descriptif de l'évolution du système **donné en annexe II à rendre avec la copie.**

2.2. Le cadmium étant le réactif limitant, retrouver la relation entre la quantité de matière initiale de cadmium, notée n_0, et la quantité de matière d'électrons échangés lorsque la réaction est terminée.

2.3. Déterminer la quantité maximale d'électricité que peut débiter cet accumulateur.

Données : - masse de cadmium : 2,0 g ;
- nombre d'Avogadro : $N_a = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
- charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C ;
- masse molaire : $M(Cd) = 112{,}4$ $g.mol^{-1}$.

2.4. Comment réalise-t-on la charge de l'accumulateur ? Quel est alors le type de fonctionnement ? Écrire l'équation de la réaction de charge en justifiant.

Le cadmium étant un métal polluant, cet accumulateur n'est plus fabriqué, il est remplacé par l'accumulateur Ni-MH

3. L'accumulateur Ni-MH

L'accumulateur nickel hydrure métallique, de l'anglais nickel métal hydride, utilise de l'hydrure métallique MH_{ab} *(composé permettant un stockage de l'hydrogène). L'une des réactions aux électrodes est :*

$$M_{(s)} + H_2O_{(l)} + e^- = MH_{ab} + HO^-_{(aq)}$$

M *étant le métal et* H_{ab} *étant l'hydrogène absorbé.*

Un téléphone sans fil actuel utilise deux piles rechargeables AAA de technologie Ni-MH. La plupart des appareils nomades peuvent utiliser ce type d'accumulateurs. Il existe des chargeurs extrêmement rapides : un fabricant propose des piles rechargeables de capacité 800 mAh pouvant être rechargées en 15 minutes.

3.1. Quelle est la valeur de la capacité de cette pile en unité SI ?

3.2. L'accumulateur étant totalement déchargé, on veut obtenir à nouveau, une capacité de 800 mAh. Quelle est l'intensité nécessaire en courant constant pour réaliser la charge rapide en 15 minutes ?

3.3. L'accumulateur est maintenant totalement chargé. L'intensité, supposée constante, débitée lors de la décharge est de 0,27 A.
Quelle est la durée de fonctionnement en minutes de cette pile ?

4. L'accumulateur Li-ion

La plupart des équipements électroniques nomades actuels (ordinateurs, téléphones portables, appareils photo…) sont équipés de batteries lithium-ion. Le lithium est un métal très intéressant pour la constitution d'une pile car sa capacité massique (en mAh.g $^{-1}$) est très supérieure à celle d'autres métaux. Mais le lithium, métal alcalin, est trop réactif pour être utilisé sous forme de métal. Ces piles rechargeables contiennent uniquement des ions Li^+. C'est une des technologies envisagées pour la voiture électrique….

4.1. Dans quelle colonne de la classification périodique se situe l'élément lithium ? Justifier.

4.2. La capacité d'une pile de téléphone portable est de 4320 C. En supposant que la tension aux bornes de la pile est de 3,7 V lors de son fonctionnement, quelle est l'énergie électrique que peut fournir cette pile ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

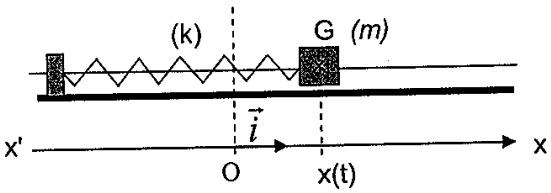
10PYOSPO1

ANNEXE I À RENDRE AVEC LA COPIE : EXERCICE II : OSCILLATIONS CHIMIQUES ET OSCILLATIONS MÉCANIQUES

Question 1.2.1. : Tableau d'avancement de la réaction 2

Équation chimique		$5\ H_2O_{2\ (aq)} + 2\ HIO_{3\ (aq)} = 5\ O_{2\ (g)} + I_{2(aq)} + 6\ H_2O_{(l)}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	0					
Au cours de la transformation	X					
État final	x_{max}					

Question 2.1.1. : Schéma 1



10PYOSPO1

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE :
EXERCICE III : ACCUMULATEURS OU PILES RECHARGEABLES

2. L'accumulateur Ni – Cd d'un téléphone sans fil, première génération

Équation		$Cd_{(s)} + 2\ NiO(OH)_{(s)} = Cd(OH)_{2(s)} + 2\ Ni(OH)_{2(s)}$				
	Avance-ment	Quantités de matière (mol)				Quantité d'électrons échangés (mol)
État initial	x = 0	n_0	excès	n_2	n_3	0
En cours de réac-tion						
État final						