

EXAMEN DU BACCALAUREAT - SESSION DE JUIN 2010

**SECTIONS : Mathématiques + Sciences expérimentales
Sciences Techniques**

**Coef. : 4
Coef. : 3**

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE : 3 h

*Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6
(la page 6/6 est à rendre avec la feuille de copie)*

Chimie (7 points)

Exercice n° 1 (3,5 points)

L'oxydation des ions iodure Γ^- par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :



Dans un bécher, on mélange, à l'instant $t = 0$ s, un volume $V_1 = 40$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire $C_1 = 0,20$ mol.L⁻¹, avec un volume $V_2 = 40$ mL d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire $C_2 = 0,05$ mol.L⁻¹. Par une méthode expérimentale convenable, on suit la formation du diiode I_2 au cours du temps.

- 1) Déterminer les quantités initiales des ions Γ^- et $S_2O_8^{2-}$ dans le mélange, notées respectivement n_{01} et n_{02} .
- 2) a- Dresser le tableau d'avancement du système chimique contenu dans le bécher.
b- Préciser, en le justifiant, le réactif limitant.
c- En déduire la valeur de l'avancement maximal x_m de la réaction.

3) Les résultats expérimentaux obtenus pendant les cinquante premières minutes ont permis de tracer la courbe d'évolution de l'avancement x de la réaction en fonction du temps : $x = f(t)$. (Fig.1).

- a- Montrer, à l'aide du graphique, qu'à l'instant $t_1 = 30$ min, la réaction n'est pas terminée.
- b- Donner la composition du système chimique à l'instant $t_1 = 30$ min.
- c- Déterminer graphiquement la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$ s.

4) On refait l'expérience mais, en utilisant une solution d'iodure de potassium de concentration molaire $C'_1 = 0,40$ mol.L⁻¹. Préciser en le justifiant, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non par rapport à l'expérience initiale :

- la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$ s,
- l'avancement maximal de la réaction.

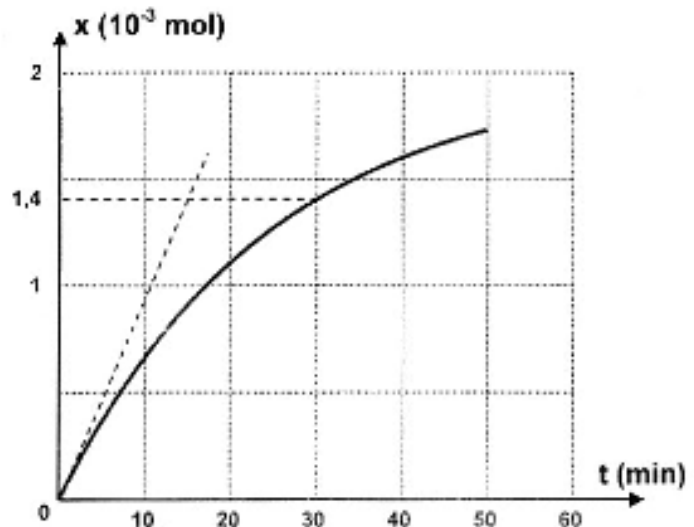


Fig.1

Exercice n°2 (3,5 points)

On réalise, à la température de 25°C, une pile électrochimique (P) symbolisée par :



- 1) a- Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).
b- Compléter le schéma de la pile (P), objet de la figure 1 de la feuille annexe (page 6/6 : feuille à remplir et à rendre avec la copie).

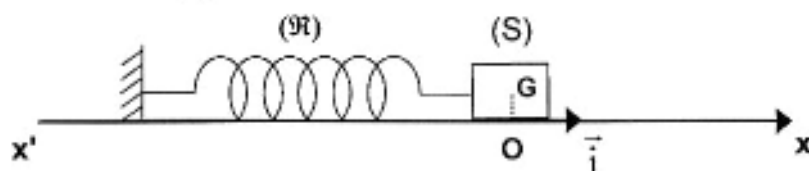
- 2) a- Calculer la valeur de la **fem** (force électromotrice) **standard** E° de la pile (P) sachant que les potentiels standards d'électrodes des couples Pb^{2+}/Pb et Sn^{2+}/Sn sont respectivement $E_{Pb^{2+}/Pb}^{\circ} = -0,13 \text{ V}$ et $E_{Sn^{2+}/Sn}^{\circ} = -0,14 \text{ V}$.
- b- Donner l'expression de la **fem** E de la pile (P) en fonction de la **fem** standard E° et des concentrations C_1 et C_2 .
- c- En déduire la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction spontanée qui se produit dans la pile (P) en circuit fermé.
- 3) a- Calculer la valeur initiale de la **fem** E de la pile (P) dans le cas où les concentrations initiales en ions Pb^{2+} et Sn^{2+} ont respectivement les valeurs $C_1 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- b- Ecrire dans ce cas, en le justifiant, les équations des transformations qui se produisent au niveau des électrodes de (P) lorsque le circuit est fermé.
En déduire l'équation de la réaction bilan.
- 4) Après un certain temps de fonctionnement, la **fem** E de la pile s'annule. Déterminer :
- a- l'avancement volumique final y_f de la réaction bilan produite dans la pile,
- b- les valeurs des concentrations finales des solutions en ions Pb^{2+} et Sn^{2+} , notées respectivement C_1' et C_2' .
- On suppose que les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments de la pile (P) sont égaux et restent inchangés au cours de la réaction. De plus, aucune des deux électrodes ne disparaît au cours de la réaction.

Physique (13 points)

Exercice n°1 (6 points)

Les parties I et II sont indépendantes.

On dispose d'un pendule élastique horizontal comportant un ressort (\mathcal{R}) et un solide (S) de masse m . L'une des extrémités de (\mathcal{R}) est fixe tandis que l'autre extrémité est attachée à (S), comme le montre la figure ci-dessous. Le solide (S) est susceptible de glisser sur un plan horizontal, dans le repère galiléen (O, \vec{i}) confondu avec l'axe du ressort et dont l'origine O est la position de repos du centre d'inertie G de (S). Le ressort (\mathcal{R}) a une raideur k et une masse négligeable devant celle de (S).



I- On écarte le solide (S) de sa position de repos O en le déplaçant, suivant l'axe $x'x$, de manière à ce que le ressort (\mathcal{R}) se comprime d'une longueur a . A l'instant $t = 0 \text{ s}$, on l'abandonne à lui-même, sans vitesse initiale.

Avec un dispositif approprié, on enregistre dans le repère (O, \vec{i}) le diagramme de mouvement du centre d'inertie G de (S). Ainsi, on obtient l'une des courbes sinusoïdales de la figure 1 (**feuille annexe, page 5/6**).

- 1) a- De telles oscillations de (S) sont dites libres. Justifier cette qualification.
b- Montrer que ces oscillations sont non amorties.
- 2) a- Calculer la phase initiale φ des oscillations de (S) et en déduire que c'est la courbe 2 qui représente le diagramme du mouvement de (S).
b- Montrer que l'amplitude des oscillations est égale à la longueur a dont on a comprimé initialement le ressort.
- Déterminer graphiquement la valeur de l'amplitude a et celle de la période T_0 des oscillations.
- c- Calculer la valeur de la raideur k du ressort sachant que $m = 289 \text{ g}$.

II- Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis maintenant à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$, où h et \vec{v} sont respectivement le coefficient de frottement et le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie G de (S).

Pour entretenir ses oscillations, on soumet (S), à l'aide d'un dispositif approprié, à une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_F\right)\vec{i}$. Ainsi, (S) se met à osciller à la période T et avec

une amplitude X_m . Pour une valeur T_1 de T, les chronogrammes de $x(t)$ et de $F(t)$ sont représentés par les courbes sinusoidales I et II de la figure 2 (Annexe, page 5/6).

1) a- Sachant que l'élongation $x(t)$ ne peut évoluer qu'en retard de phase par rapport à $F(t)$, montrer, parmi les courbes I et II, que c'est la courbe I qui représente $F(t)$.

b- A l'aide des graphiques de la même figure 2, écrire les expressions de $x(t)$ et de $F(t)$ tout en précisant les valeurs de leur fréquence N_1 , de leur valeur maximale et de leur phase initiale.

2) a- Montrer qu'avec des excitations de période T, l'élongation x de G, sa vitesse

instantanée $v = \frac{dx}{dt}$ et son accélération $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, vérifient à tout instant t la relation :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_F\right).$$

b- La construction de Fresnel inachevée de la figure 2 de la feuille annexe (page 6/6 : feuille à remplir et à rendre avec la copie) correspond aux oscillations forcées du pendule élastique à la période T_1 . Compléter cette construction tout en l'annotant.

3) Déterminer (sans calcul) le sens dans lequel il faut faire varier la période T de l'excitateur à partir de la valeur T_1 pour obtenir une résonance d'élongation.

Exercice n° 2 (4 points)

L'expérience de Franck et Hertz a mis en évidence la quantification de l'énergie de l'atome. Le schéma du principe de cette expérience est donné par la figure 1.

1) Préciser le rôle des électrons émis par le canon à électrons et celui de l'analyseur dans cette expérience.

2) Les résultats de l'étude expérimentale relative au mercure ont permis de tracer la courbe $\frac{N_c}{N_e}$ en

fonction de l'énergie cinétique E_c des électrons émis par le canon à électrons (Fig.2), N_c étant le nombre d'électrons par unité de temps, comptés par l'analyseur et N_e représente le nombre d'électrons par unité de temps, émis par le canon à électrons.

Montrer que cette courbe (Fig.2) traduit la quantification de l'énergie de l'atome de mercure.

3) Le diagramme de la figure 3 représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

a- A partir de ce diagramme, préciser en le justifiant, l'état fondamental de l'atome de mercure.

b- L'atome de mercure, pris dans son état fondamental, absorbe un photon d'énergie W égale à 5,45 eV.

Déterminer la valeur de l'énergie E_3 qui caractérise le niveau ($n = 3$) dans lequel se trouve l'atome après absorption d'un photon.

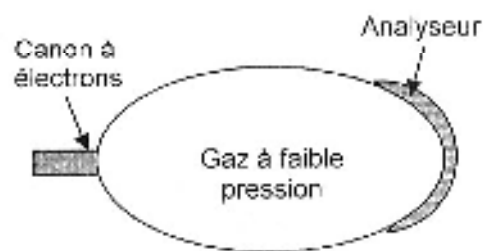


Fig.1

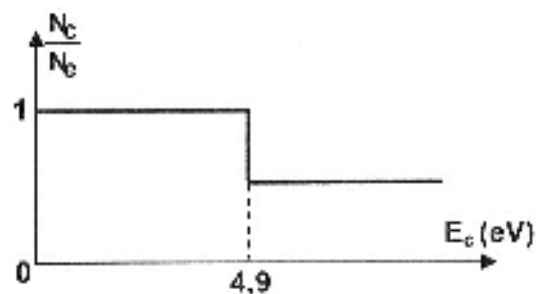


Fig. 2

- 4) L'atome de mercure se trouve dans l'état excité d'énergie E_4 .
- Calculer la longueur d'onde λ de la radiation émise lors de la transition de l'état d'énergie E_4 vers l'état fondamental d'énergie E_1 .
 - Préciser en le justifiant, si cette radiation émise appartient ou non au domaine visible, sachant que toute radiation visible est caractérisée par une longueur d'onde λ telle que : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$.
- 5) La raie de longueur d'onde $\lambda = 438,6 \text{ nm}$ est émise lors de la transition de l'atome de mercure d'un état excité d'énergie E_n vers un état d'énergie inférieure E_p . Déterminer les énergies E_n et E_p correspondant à cette transition.

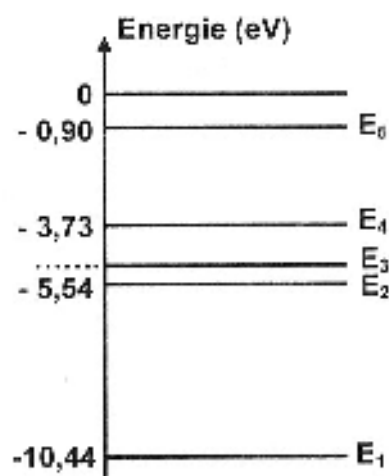


Fig.3

- 6) Un atome de mercure, pris dans son état fondamental, reçoit successivement deux photons, d'énergies respectives **10,00 eV** et **10,44 eV**.

Préciser, en le justifiant, lequel des deux photons permettra l'ionisation de l'atome de mercure.

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice n° 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

Découverte de la radioactivité artificielle

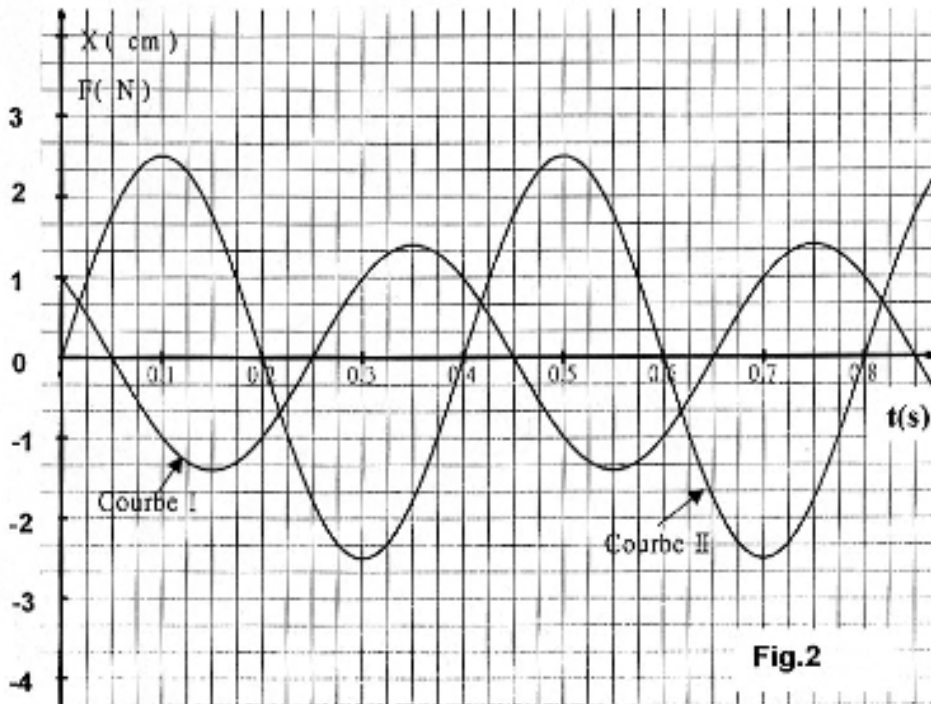
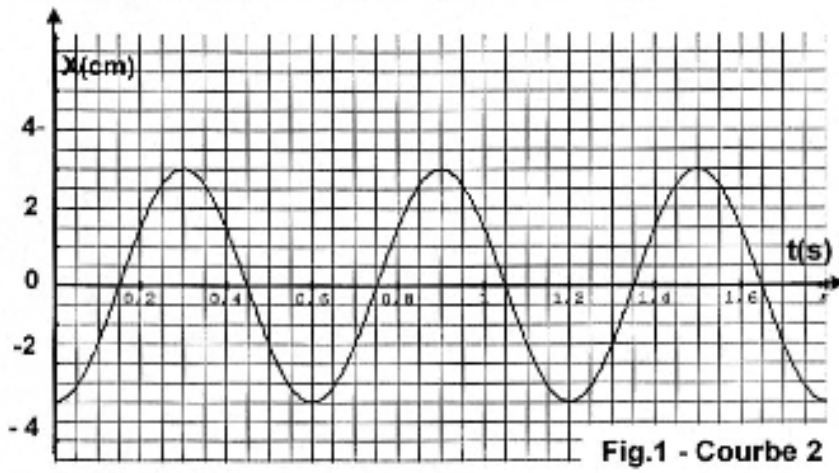
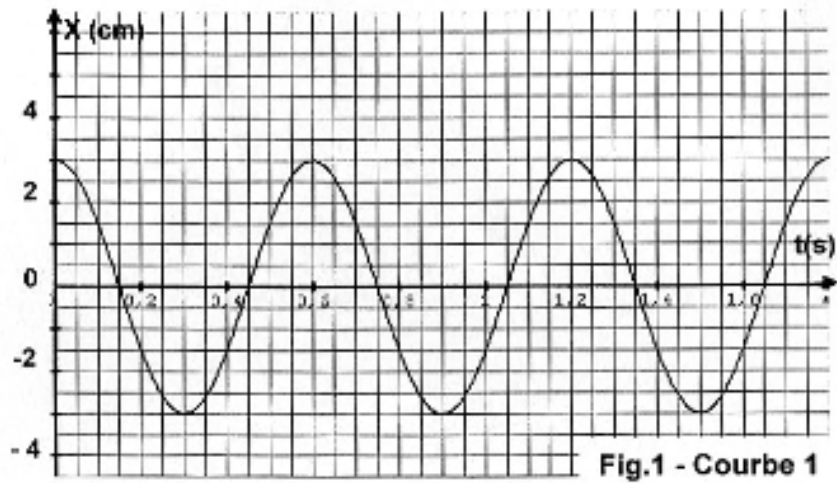
C'est vers 1932 que le couple de physiciens Joliot-Curie commence à utiliser, pour des recherches, une source de particules alpha ${}^4_2\text{He}$ émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent les éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que les éléments légers, en particulier l'aluminium Al , éjectent un neutron ${}^1_0\text{n}$. Mais, ils observent un autre phénomène inattendu, « la matière irradiée conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules α . Cette radioactivité se manifeste par l'émission de positons ${}^0_1\text{e}$ ». Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle par la création d'un élément instable. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule α et émis un neutron. L'aluminium se serait alors transformé en un isotope du phosphore P qui se serait à son tour désintégré spontanément en silicium Si en émettant un positon.

Extrait de « les grandes découvertes scientifiques »

Questions

- Relever du texte une phrase qui montre que la radioactivité découverte par le couple de physiciens Joliot-Curie est une radioactivité artificielle.
- En s'appuyant sur le texte, préciser le nom des particules émises par cette radioactivité artificielle.
En déduire s'il s'agit d'une radioactivité α , β^+ ou β^- .
- Ecrire, en le justifiant, l'équation de désintégration spontanée de l'isotope du phosphore P en silicium Si .

Feuille annexe



Feuille à remplir et à rendre avec la copie

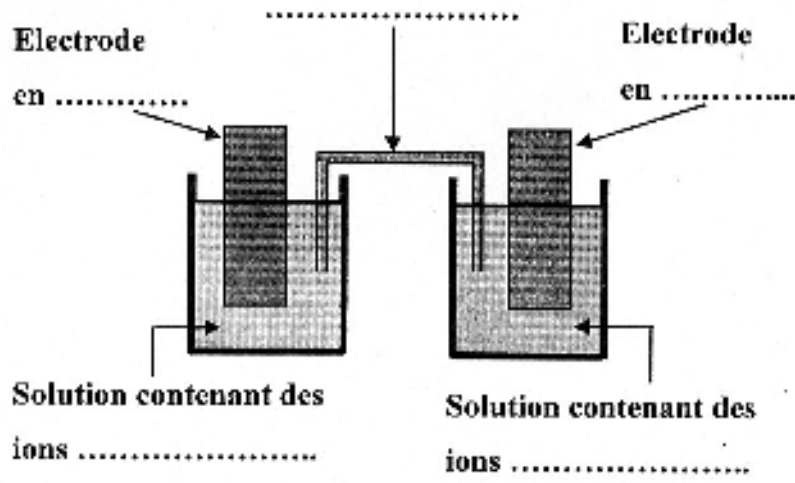


Fig.1

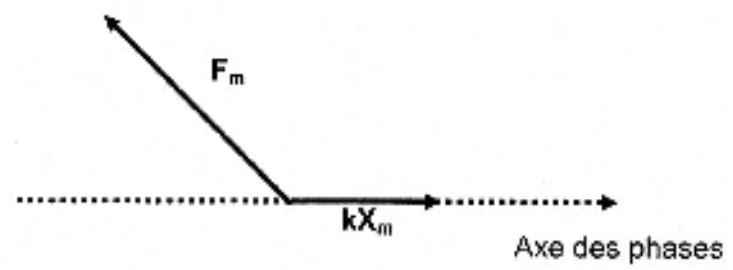


Fig. 2