

EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2010 - SESSION DE CONTRÔLE

SECTIONS : MATHÉMATIQUES ;
SCIENCES EXPÉRIMENTALES ;
SCIENCES TECHNIQUES

CORRIGE DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

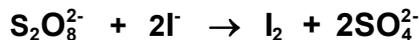
CHIMIE

Exercice 1

1- $n_{01} = C_1 V_1$; $n_{02} = C_2 V_2$

A.N. : $n_{01} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$; $n_{02} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

2- a) Tableau d'avancement



État du système	Avancement	Quantités de matière (mol)			
		$n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$	$n(\text{I}^-)$	$n(\text{I}_2)$	$n(\text{SO}_4^{2-})$
État initial	0	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	0	0
État intermédiaire	x	$2 \cdot 10^{-3} - x$	$8 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	2x
État final	x_f	$2 \cdot 10^{-3} - x_f$	$8 \cdot 10^{-3} - 2x_f$	x_f	$2x_f$

b) D'après l'équation écrite ci-dessus, une mole de $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ réagit avec deux moles de I^- . Donc, si les deux réactifs sont utilisés dans les proportions stœchiométriques, $n(\text{I}^-)$ doit être égal initialement au double de $n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$. Or, avec $n_{01} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et $n_{02} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$,

on a : $\frac{n_{01}}{n_{02}} = 4 > 2$.

Donc, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est le réactif limitant.

Autre méthode :

D'après l'équation de la réaction, les quantités de réactifs utilisées initialement

doivent vérifier la condition : $\frac{n_{02}}{1} = \frac{n_{01}}{2}$

Or, on a : $\frac{n_{02}}{1} < \frac{n_{01}}{2}$. **Donc, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est le réactif limitant.**

c) La réaction étant totale, son avancement maximal x_m est égal à son avancement final x_f .

d) A la fin de la réaction, il ne reste aucune trace du réactif limitant, ce qui signifie :

$$2 \cdot 10^{-3} - x_f = 0 \Leftrightarrow x_f = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

On a donc : $x_m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

3- a) A $t_1 = 30 \text{ min}$, $x = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (valeur relevée du graphique). Cette valeur est inférieure à celle de x_m . **Donc, on n'est pas encore à la fin de la réaction.**

b) A $t = 30 \text{ min}$, $x = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. Donc, le système chimique a la composition :

* $n(\text{I}_2) = x = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

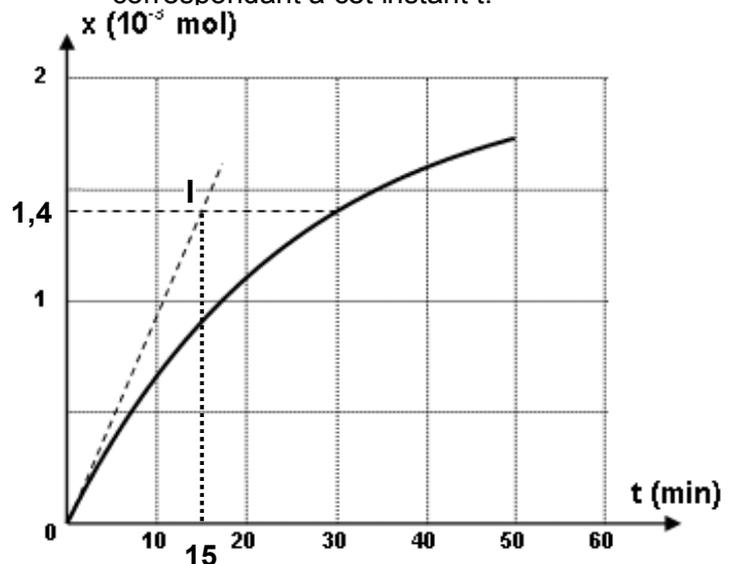
* $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2x = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

* $n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 2 \cdot 10^{-3} - x = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

* $n(\text{I}^-) = 8 \cdot 10^{-3} - 2x = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

c) Du fait que la vitesse de la réaction s'écrit $v = \frac{dx}{dt}$, la détermination

graphique de sa valeur à un instant t donné revient au calcul de la pente de la tangente à la courbe au point correspondant à cet instant t .



La tangente à la courbe au point correspondant à $t = 0$ s a comme pente :

$$p = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3} - 0}{15 - 0} = 9,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

Donc, $v(t = 0) = 9,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$
 $= 1,55 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$

4- La concentration C'_1 de I^- est supérieure à C_1 . Donc :

– la vitesse $v(t = 0)$ augmente.

– $n'_{01} > n_{01} \Rightarrow \frac{n_{02}}{1}$ reste inférieur à $\frac{n'_{01}}{2}$.

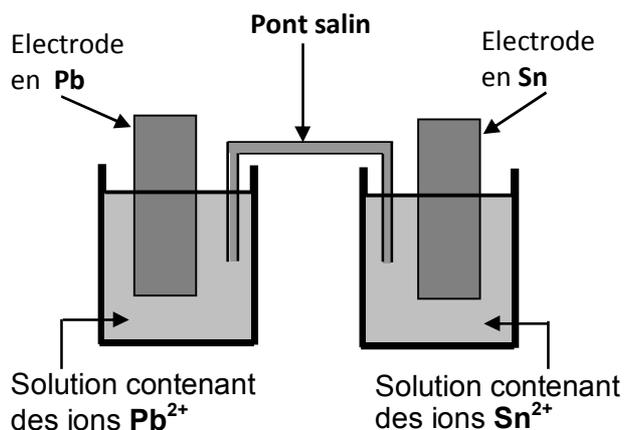
De ce fait, le réactif limitant est encore $S_2O_8^{2-}$. Par suite, l'avancement maximal ne change pas.

Exercice 2

1- a) L'équation chimique associée à la pile (P) de symbole $Pb | Pb^{2+} (C_1) || Sn^{2+} (C_2) | Sn$ s'écrit :



b) Schéma de la pile (P) :



2- a) $E^0 = E^0_{Sn^{2+}/Sn} - E^0_{Pb^{2+}/Pb}$

A.N. : $E^0 = -0,01 \text{ V}$

b) $E = E^0 - 0,03 \log \pi$, avec $\pi = \frac{[Pb^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$.

Or, $[Pb^{2+}] = C_1$ et $[Sn^{2+}] = C_2$.

Donc, $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[C_2]}{[C_1]}$

c) La constante d'équilibre K est égale à la valeur que prend π lorsque la pile est utilisée, c'est-à-dire, lorsque E s'annule :

$$E^0 - 0,03 \log K = 0 \Leftrightarrow K = e^{\frac{E^0}{0,03}}$$

A.N. : $K = 0,464$

Remarque :

Du fait que les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2 sont inconnues, on n'a aucune idée sur le signe de la fem E de la pile. Donc, on ne peut pas reconnaître la réaction qui se produit spontanément dans la pile (P) en circuit fermé.

Par conséquent, il faut faire une supposition pour répondre à cette question.

En fait, la réponse donnée avec la réaction '1) comme étant la réaction spontanée suppose que E est positive.

3- a) Avec $C_1 = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $C_2 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, on a : $\pi = 10 \Rightarrow E_0 = -0,04 \text{ V}$

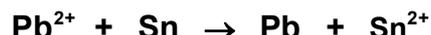
b) $E < 0 \Leftrightarrow$ L'électrode Sn de la demi-pile de droite joue le rôle de pôle négatif. Donc, il se produit à son niveau une transformation (oxydation) d'équation :



Tandis qu'au niveau de l'électrode Pb , il se produit une transformation (réduction) d'équation :



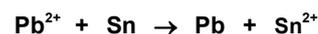
D'où, l'équation bilan :



A retenir :

Du fait qu'il n'y a pas de réduction sans oxydation, on ne peut prendre ces transformations particulières qui se produisent au niveau des électrodes de la pile pour des réactions chimiques.

4- a) Tableau d'avancement



État du système	Avancement volumique y	Concentrations ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	
		$[Pb^{2+}]$	$[Sn^{2+}]$
État initial	0	C_1	C_2
État final	y_f	$C_1 - y_f$	$C_2 + y_f$

L'état final est caractérisé par $E = 0$.

Donc, il s'agit de l'état d'équilibre $\Leftrightarrow \pi = K$

$$K = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{[\text{Sn}^{2+}]} = \frac{C_1 - y_f}{C_2 + y_f} \Leftrightarrow y_f = \frac{C_1 - KC_2}{K + 1}$$

A.N. : $y_f = 0,652 \text{ mol.L}^{-1}$

Remarque :

Pour répondre à une telle question, il n'est pas indispensable de dresser le tableau d'avancement comme ci-dessus. En effet, on peut aussi procéder comme suit :



Etat initial ($t = 0$) : C_2 C_1

Etat final ($t = t_{\text{éq}}$) : $C_2 + y_f$ $C_1 - y_f$

(Le reste de la démonstration est le même)

b) Concentration finale C_1' en Pb^{2+}

$$C_1' = C_1 - y_f$$

A.N. : $C_1' = 0,348 \text{ mol.L}^{-1} \approx 0,35 \text{ mol.L}^{-1}$

Concentration finale C_2' en Sn^{2+}

$$C_2' = C_2 + y_f$$

A.N. : $C_2' = 0,752 \text{ mol.L}^{-1} \approx 0,75 \text{ mol.L}^{-1}$

PHYSIQUE

Exercice 1

I.1-a) Les oscillations décrites sont dites libres parce qu'elles sont produites sans que le solide (S) soit soumis à des excitations.

b) Le diagramme du mouvement de (S) est une sinusoïde, ce qui traduit des oscillations d'amplitude constante. Donc, ces oscillations sont non amorties.

2- a) Les oscillations de (S) étant sinusoïdales, l'élongation de son centre d'inertie G s'écrit : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$.

Donc, sa vitesse instantanée s'écrit :

$$v(t) = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

A $t = 0 \text{ s}$, $v = \omega_0 X_m \cos \varphi = 0 \Rightarrow \cos \varphi = 0$ car ω_0 et X_m sont non nuls.

$$\Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ rad ou bien } -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

Or, à $t = 0 \text{ s}$, $x = X_m \sin \varphi = -a \Rightarrow \sin \varphi < 0$.

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

Il s'en suit, à $t = 0 \text{ s}$, $x = -X_m$.

Donc, c'est la courbe 2 de la figure 1 de la page 5/6 de la feuille annexe qui représente le diagramme du mouvement de (S).

b) – On a : $x(0) = X_m \sin \varphi = -a$ et

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow X_m = a$$

– Sur la courbe 2 de de la figure 1 de la page 5/6 de la feuille annexe, on constate que tous les extrémums sont égaux à 3 cm en valeur absolue.

$$\Rightarrow a = 3 \text{ cm}$$

Autre méthode :

A $t = 0 \text{ s}$, $x = -X_m$.

Or, on relève sur la même courbe 2, la valeur $x(0) = -3 \text{ cm} \Rightarrow a = 3 \text{ cm}$.

Détermination de la période T_0 :

Déterminer graphiquement T_0 revient à mesurer la distance D séparant sur la courbe 2, deux extrémums consécutifs de même nature (deux maximums ou bien deux minimums) ou bien deux zéros consécutifs et au niveau desquels x varie dans le même sens.

Application : $D = 3 \text{ div} \rightarrow T_0$

Or : 1 div $\rightarrow 0,2 \text{ s}$ (d'après

la graduation de l'axe du temps)

$$\Rightarrow T_0 = 0,6 \text{ s}$$

$$c) T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$$

A.N. : $k = 31,66 \text{ N.m}^{-1} \approx 31,7 \text{ N.m}^{-1}$

II.1-a) Deux maximums de la courbe I et de la courbe II les plus proches l'un de l'autre sont décalés de 1,5 div.

Or, 1 div représente 0,1 s (d'après la graduation de l'axe du temps).

Donc, les maximums de la courbe I sont toujours atteints à 0,15 s avant ceux de la courbe II, ce qui traduit une avance de phase de la courbe I par rapport à la courbe II.

Donc, c'est bien la courbe I qui représente la force excitatrice $F(t)$.

Remarques :

* La même démonstration peut être faite par recours à des minimums au lieu de maximums.

* Deux maximums (ou minimums) de deux sinusoides de même période T , les plus proches l'un de l'autre, ne peuvent être décalés d'un intervalle de temps supérieur à la moitié de la période T .

b) $F(t) = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_F\right)$

$x(t) = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_x\right)$

* Avec la même méthode utilisée dans I.2-b, on trouve $T_1 = 0,4 \text{ s} \Leftrightarrow N_1 = 2,5 \text{ Hz}$

* Calcul de F_m :

$(1 + 1/3 + 1/5 \times 1/3) \text{ div} = 1,4 \text{ div} \rightarrow F_m$

Or, 1 div \rightarrow 1 N $\Rightarrow F_m = 1,4 \text{ N}$

* Calcul de X_m : 2,5 div $\rightarrow X_m$

Or, 1 div \rightarrow 1 cm $\Rightarrow X_m = 2,5 \text{ cm}$

* $\varphi_x = 0 \text{ rad}$ car, à $t = 0 \text{ s}$, $x = 0$ en croissant.

* Calcul de $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_F$

Décalage horaire de 0,15 s $\rightarrow \Delta\varphi$

Décalage horaire de $T/2 \rightarrow \pi \text{ rad}$

$\Rightarrow \Delta\varphi = -0,3\pi/T$

A.N. : $\Delta\varphi = -3\pi/4 \text{ rad}$

$\Rightarrow \varphi_F = +3\pi/4 \text{ rad}$

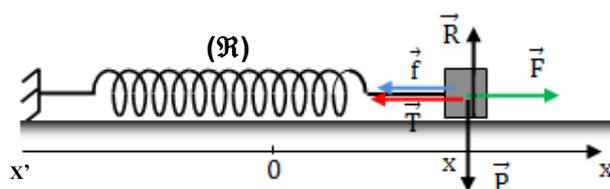
On a finalement :

$F \sim t \cong 1,4 \cdot \sin\left(5\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$

$x \sim t \cong 2,5 \cdot 10^{-2} \sin 5\pi t$

2- a) Bilan des forces extérieures s'exerçant sur (S) : son poids \vec{P} ; la réaction normale \vec{R} du plan d'appui horizontal ; la force de

frottement \vec{f} ; la tension \vec{T} du ressort ; la force excitatrice \vec{F} .



Le vecteur force \vec{f} est représenté avec un sens contraire à celui de \vec{v} en supposant que dans cette position x de (S), le vecteur vitesse \vec{v} a le sens de \vec{i} .

D'après le théorème du centre d'inertie, on écrit pour (S) :

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{f} + \vec{F} = m \vec{a}$

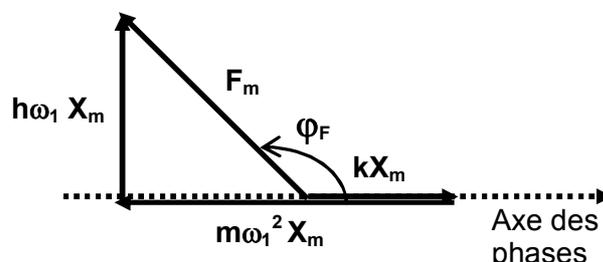
Par projection orthogonale sur l'axe (Ox), on obtient : $-k \cdot x - h \cdot v + F = m \cdot a$.

Avec $F = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_F\right)$, $v = \frac{dx}{dt}$ et

$a = \frac{d^2x}{dt^2}$, on trouve :

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

b- Construction de Fresnel



3- On sait que la résonance d'élongation se produit à une période T légèrement supérieure à la période propre T_0 de l'oscillateur. Or, $T_1 = 0,4 \text{ s}$ et $T_0 = 0,6 \text{ s}$
Donc, pour atteindre la résonance à partir de la valeur T_1 , il faut augmenter la période des excitations.

Autre méthode :

A la résonance d'élongation, ω est légèrement inférieure à ω_0 .

Or, $\cos\varphi_F = \frac{k - m\omega^2}{F_m}$. Par suite, $\cos\varphi$ est

légèrement supérieur à zéro.

Donc, φ_F est légèrement inférieur à 90° à la résonance.

Pour T_1 , $\varphi_F = + 3\pi/4$ rad \Rightarrow Il faut diminuer φ_F . **ça revient à diminuer ω , c'est-à-dire augmenter T.**

Exercice 2

1- Les électrons émis par le canon à électrons servent à exciter les atomes de mercure avec lesquels ils entrent en choc.

L'analyseur sert à détecter les électrons émis par le canon à électrons et qui l'atteignent avec leur énergie initiale, c'est-à-dire ceux qui n'entrent pas en choc ou qui subissent un choc élastique avec les atomes de mercure.

2- L'analyse de la courbe de la figure 2 montre que :

– Tant que $E_C < 4,9$ eV, on a $\frac{N_c}{N_e} = 1$, ça signifie qu'aucun atome de mercure n'est excité, c'est-à-dire, aucun atome n'a pu absorber de l'énergie.

– Pour $E_C \geq 4,9$ eV, on a $\frac{N_c}{N_e} < 1$, ce qui montre que les atomes excités par collision avec des électrons provenant du canon n'ont pu en absorber que l'énergie égale à 4,9 eV.
Donc, l'énergie de l'atome de mercure est quantifiée.

3- a) L'état fondamental d'un atome est celui dont l'énergie est la plus faible. Donc, l'état fondamental de l'atome de mercure est l'état d'énergie $E_1 = - 10,44$ eV.

b) En absorbant l'énergie $W = 5,45$ eV, l'atome de mercure se trouve dans l'état excité E_3 .

$$\Rightarrow E_3 = E_1 + W = - 4,99 \text{ eV}$$

4- a) En passant de l'état d'énergie E_4 à l'état fondamental E_1 , l'atome Hg libère de l'énergie sous forme d'une radiation lumineuse de longueur d'onde λ telle

$$\text{que : } E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{E_4 - E_1}$$

$$\text{A.N. : } \lambda = 184,9 \cdot 10^{-9} \text{ m} \approx 185 \text{ nm}$$

A retenir : Pour faire un tel calcul, ne pas oublier de convertir l'énergie, de l'électron-volt (eV) au joule (unité internationale).

b) Le domaine visible est caractérisé par :

$$400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$$

Or, $\lambda = 185 \text{ nm} < 400 \text{ nm}$.

Donc, la radiation émise n'appartient pas au domaine visible.

5- $E_n - E_p = W$

$$W = \frac{hc}{\lambda} . \text{ Or, } \lambda = 438,6 \text{ nm}$$

$$\Rightarrow W = 4,528 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,83 \text{ eV}.$$

Or, $E_5 - E_4 = 2,83$ eV.

Donc, **il s'agit de la transition :**

$$(E_5 = - 0,90 \text{ V} ; E_4 = - 3,73 \text{ V}).$$

6- Le photon capable d'ioniser l'atome de mercure est celui qui est capable de rendre l'énergie de Hg nulle. Or, lorsque cet atome est pris dans son état fondamental, son énergie est $E_1 = - 10,44$ eV.

Donc, **le photon permettant d'ioniser l'atome de mercure est celui dont l'énergie est $W = 10,44$ eV.**

Exercice 3

1- La phrase à relever du texte est :

« la matière irradiée conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules α ».

Remarque : La phrase « **Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle ...** » ne convient pas parce que l'on y affirme simplement la possibilité de provoquer une radioactivité artificielle.

2- Les particules émises par la radioactivité artificielle sont des **positons** 0_1e .

Donc, il s'agit d'une **radioactivité β^+** .

3- On a : ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z\text{P} + {}^1_0\text{n}$

Or, d'après les lois de conservation du nombre total de charge et du nombre total de masse, on a :

$$13 + 2 = Z \Rightarrow Z = 15$$

$$27 + 4 = A + 1 \Rightarrow A = 30$$

$$\text{D'où : } {}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_1e$$

