

# EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2010 - SESSION DE CONTRÔLE

SECTIONS : MATHÉMATIQUES ;  
SCIENCES EXPÉRIMENTALES ;  
SCIENCES TECHNIQUES

## CORRIGE DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

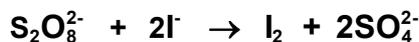
### CHIMIE

#### 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  $\text{I}^-$ . 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 :

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

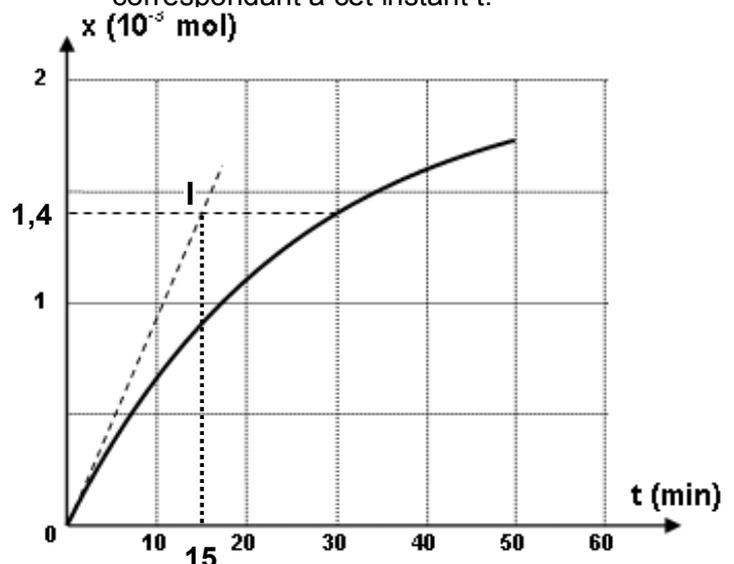
\*  $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2x = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

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

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  $\frac{n'_{01}}{2}$ .

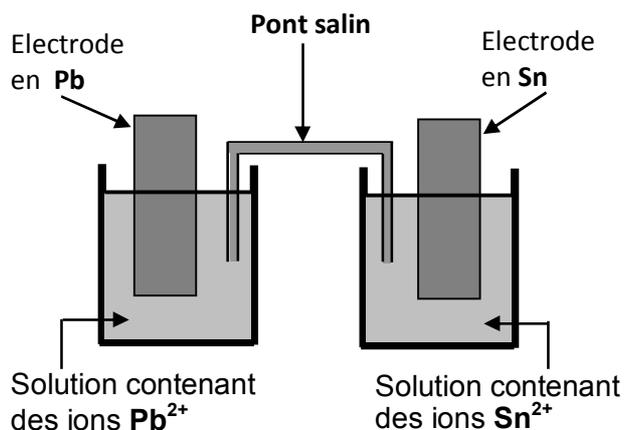
De ce fait, le réactif limitant est encore  $S_2O_8^{2-}$ . Par suite, l'avancement maximal ne change pas.

## 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  $\pi$  lorsque la pile est usée, 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 :  $\pi = 10 \Rightarrow E_0 = -0,04 \text{ V}$

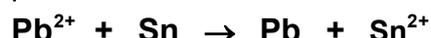
b)  $E < 0 \Leftrightarrow$  L'électrode  $Sn$  de la demi-pile de droite joue le rôle de pôle négatif. Donc, il se produit à son niveau une transformation (oxydation) d'équation :



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



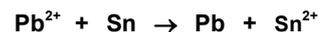
D'où, l'équation bilan :



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  $\text{Pb}^{2+}$**

$$C_1' = C_1 - y_f$$

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

Concentration finale  $C_2'$  en  $\text{Sn}^{2+}$

$$C_2' = C_2 + y_f$$

**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  $\omega_0$  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  $F_m$  :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

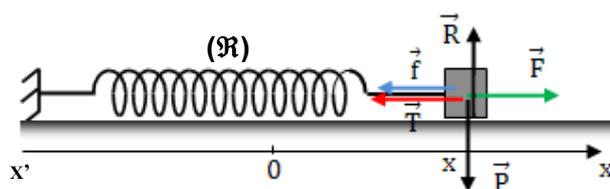
On a finalement :

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

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

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) :

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

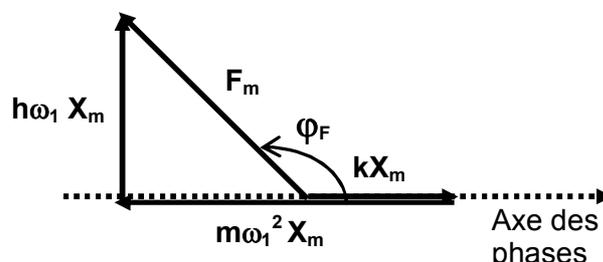
Par projection orthogonale sur l'axe (Ox), on obtient :  $-k \cdot x - h \cdot v + F = m \cdot a$ .

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

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

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

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,  $\omega$  est légèrement inférieure à  $\omega_0$ .

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

légèrement supérieur à zéro.

Donc,  $\varphi_F$  est légèrement inférieur à  $90^\circ$  à la résonance.

Pour  $T_1$ ,  $\varphi_F = + 3\pi/4$  rad  $\Rightarrow$  Il faut diminuer  $\varphi_F$ . **ça revient à diminuer  $\omega$ , 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  $\lambda$  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  $\alpha$  ».

**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  $\beta^+$** .

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 :

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

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

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

