

**Physique Chimie 2011 – série S Spécialité ; Proposition de Corrigé**

**EXERCICE 1 : LE LUMINOL AU SERVICE DE LA POLICE SCIENTIFIQUE (6,5 points)**

Retirer une seule fois, pour tout l'exercice, 0,25 point si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

	Réponses	Barème	Commentaires
1.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La lumière est une onde électromagnétique.</li> <li>- La lumière peut se propager dans le vide tandis qu'une onde mécanique a besoin d'un milieu matériel pour se propager.</li> </ul>	0,25 0,25	0,25 ou 0
1.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E = h.c / \lambda = 6,63.10^{-34} \times 3.10^8 / 400.10^{-9} \approx 5,0.10^{-19} \text{ J}</math></li> <li>- Faux : <math>\lambda (\text{Rouge}) &gt; \lambda (\text{Bleu}) \Rightarrow E (\text{Rouge}) &lt; E (\text{Bleu})</math></li> </ul>	0,25 0,25	
2.1.	Oxydant = espèce chimique capable de capter 1 ou plusieurs électrons.	0,25	
2.2.1	Equation du dosage : $2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) = 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5 \text{O}_2 (\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$	0,50	Les demi-équations ne sont pas exigées. Equation acceptée si $\rightarrow$ au lieu de =
2.2.2.	À l'équivalence, <ul style="list-style-type: none"> <li>- les réactifs ont été introduits sans les proportions stœchiométriques</li> </ul> <b>ou</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il y a changement de réactif limitant.</li> </ul>	0,25	Toute définition correcte est acceptée
2.2.3.	A l'équivalence, $5 n(\text{MnO}_4^-)_{\text{versé}} = 2 n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{dosé}}$  d'où $5 C_0 V_0 = 2 C_R \cdot V_R$ c'est-à-dire $C_R = \frac{5 C_0 V_0}{2 C_R} = \frac{5 \times 0,50 \times 8,0}{2 \times 10,0} = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  ce qui donne, pour la solution d'eau oxygénée à 110 volumes, une concentration $C = 10 C_R = 10 \text{ mol.L}^{-1}$ , On retrouve une valeur voisine de la valeur annoncée ( $9,8 \text{ mol.L}^{-1}$ ).	0,50 0,25	Un tableau d'avancement n'est pas exigé.
3.1.1	D'après la loi des gaz parfaits, <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>P_0 = \frac{n(\text{air}) R \cdot T}{V_{\text{gaz}}}</math> relation (1)</li> </ul>	0,25	
3.1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>P = \frac{[n(\text{air}) + n(\text{N}_2)] R \cdot T}{V_{\text{gaz}}}</math> relation (2)</li> </ul>	0,25	
3.1.3	En faisant (2) - (1), on obtient $P - P_0 = \frac{[n(\text{air}) + n(\text{N}_2)] R \cdot T}{V_{\text{gaz}}} - \frac{n(\text{air}) R \cdot T}{V_{\text{gaz}}}$ $= \frac{n(\text{N}_2) R \cdot T}{V_{\text{gaz}}} \quad \text{relation (3)}$	0,5	

3.2	<p>Tableau d'avancement simplifié</p> <table border="1" data-bbox="201 174 1107 490"> <thead> <tr> <th colspan="2">Équation</th> <th colspan="3">2 C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>(aq) + 7 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(aq) + ... = 2 N<sub>2</sub> (g) + ..</th> </tr> <tr> <th>Etat</th> <th>Avanc</th> <th>n(C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)</th> <th>n(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</th> <th>n(N<sub>2</sub>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Etat initial</td> <td>0</td> <td>n<sub>1</sub> = 5,6.10<sup>-3</sup> mol</td> <td>n<sub>2</sub> = 4,9.10<sup>-3</sup> mol</td> <td><b>0</b></td> </tr> <tr> <td>Etat inter</td> <td>x</td> <td><b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x</b></td> <td><b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x</b></td> <td><b>2x</b></td> </tr> <tr> <td>Etat final</td> <td>x<sub>max</sub></td> <td><b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x<sub>max</sub></b></td> <td><b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x<sub>max</sub></b></td> <td><b>2x<sub>max</sub></b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Conclusion : x<sub>max</sub> = 5,6.10<sup>-3</sup> / 2 = 2,8 10<sup>-3</sup> mol  ou x<sub>max</sub> = 4,9.10<sup>-3</sup> / 7 = 0,70 10<sup>-3</sup> mol.</p> <p>On retient la valeur x<sub>max</sub> = 7,0 10<sup>-4</sup> mol.</p>	Équation		2 C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (aq) + 7 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (aq) + ... = 2 N <sub>2</sub> (g) + ..			Etat	Avanc	n(C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	n(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	n(N <sub>2</sub> )	Etat initial	0	n <sub>1</sub> = 5,6.10 <sup>-3</sup> mol	n <sub>2</sub> = 4,9.10 <sup>-3</sup> mol	<b>0</b>	Etat inter	x	<b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x</b>	<b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x</b>	<b>2x</b>	Etat final	x <sub>max</sub>	<b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x<sub>max</sub></b>	<b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x<sub>max</sub></b>	<b>2x<sub>max</sub></b>	0,25  0,25	
Équation		2 C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (aq) + 7 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (aq) + ... = 2 N <sub>2</sub> (g) + ..																										
Etat	Avanc	n(C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	n(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	n(N <sub>2</sub> )																								
Etat initial	0	n <sub>1</sub> = 5,6.10 <sup>-3</sup> mol	n <sub>2</sub> = 4,9.10 <sup>-3</sup> mol	<b>0</b>																								
Etat inter	x	<b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x</b>	<b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x</b>	<b>2x</b>																								
Etat final	x <sub>max</sub>	<b>5,6.10<sup>-3</sup> - 2x<sub>max</sub></b>	<b>4,9.10<sup>-3</sup> - 7x<sub>max</sub></b>	<b>2x<sub>max</sub></b>																								
3.3	<p>D'après le tableau d'avancement (et le texte) , <math>x = \frac{n(N_2)}{2}</math></p> <p>D'après la relation (3) , <math>n(N_2) = \frac{(P - P_0).V_{gaz}}{R.T}</math></p> <p>ce qui donne <math>x = \frac{(P - P_0).V_{gaz}}{2R.T}</math> relation (4)</p>	0,5																										
3.4.	<p>D'après la relation (4) , <math>x_{max} = \frac{(P - P_0).V_{gaz}}{2 R.T}</math>  = 1660 x 2,1.10<sup>-3</sup> / (2 x 8,3 x 300) = 7,0.10<sup>-4</sup> mol</p>	0,5																										
3.5.1.	<p>La vitesse diminue au cours du temps ( tangentes à la courbe x=f(t) de moins en moins pentues). En effet, la concentration en réactifs diminue lorsque la réaction évolue.</p>	0,25																										
3.5.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- t<sub>1/2</sub> = intervalle de temps au bout duquel x est égal à x<sub>max</sub> / 2.</li> <li>- x<sub>1/2</sub> = x<sub>max</sub> / 2 ⇒ d'après le graphe x=f(t), t<sub>1/2</sub> ≈ 2τ = 4,0 s</li> </ul>	0,25 0,25	x <sub>1/2</sub> et t <sub>1/2</sub> doivent apparaître sur la courbe x = f(t)																									
4.1.	<p>Catalyseur = espèce chimique qui accélère une réaction chimique [(thermodynamiquement possible). Retrouvée intacte en fin de réaction, elle n'apparaît pas dans l'équation-bilan]</p>	0,25	Ce qui est entre crochet n'est pas exigée.																									
4.2.	<p>Le sang comporte des ions fer III. En présence du mélange « luminol + eau oxygénée », il conduit <u>rapidement</u> à l'apparition de luminescences bleues <u>visibles</u>. Les techniciens de la police scientifique peuvent donc repérer des traces de sang même invisibles à l'œil nu.</p>	0,25	Toute explication correcte est acceptée.																									

**EXERCICE 2 : PILE AU LITHIUM CONTRE SUPER CONDENSATEUR (5,5 points)**

	Réponses	Barème	Commentaires
<b>1.</b>	<b>Accumulateur au lithium</b>		
1.1.1	Par définition $Q = I \cdot \Delta t$ donc $I = Q / \Delta t = 216 \text{ A}$	0,25	
1.1.2	Les intensités utilisées en laboratoire sont beaucoup trop faibles (quelques mA au lieu d'environ 220A) pour permettre une recharge aussi rapide.	0,25	
1.2.1	La demi-pile contient des ions $\text{Li}^+$ qui peuvent capter un électron selon $\text{Li}^+ + e^- = \text{Li}$ . C'est une réduction qui se produit donc à la cathode.	0,25 0,25	
1.2.2	Dans une pile, la transformation est spontanée. Par suite le système évolue dans le sens direct et par conséquent $Q_r < K$ .	0,25 0,25	
1.2.3	$Q = n_e \cdot F = I \cdot \Delta t$ D'après l'équation de la réduction on peut écrire : $n_e = n_{\text{Li+consommé}} = n_{\text{Li formé}}$ donc $n_{\text{Li+consommé}} = 4,32 \cdot 10^3 / 96500 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ $n_{\text{Li formé}} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et $m_{\text{Li}} = n_{\text{Li}} \cdot M_{\text{Li}} = 0,31 \text{ g}$ .	0,25  0,25	
<b>2.</b>	<b>Le supercondensateur</b>		
2.1	Par définition $\tau = RC$ $[R] = U/I$ et $[C] = I \cdot T / U$ puisque $q = C \cdot u = I \cdot t$ donc $C = I \cdot t / u$ ; par suite $[\tau] = [R] \cdot [C] = U \cdot I \cdot T / I \cdot U = T$ La constante de temps est bien homogène à un temps.	0,25  0,25	
2.2	$\Delta t = 5 \tau$ donc $\tau = \Delta t / 5 = 6 \cdot 60 / 5 = 72 \text{ s}$ . Puisque $\tau = RC$ alors $C = \tau / R = 72 \text{ F}$ . Capacité très élevée, on ne la rencontre pas au laboratoire.	0,25  0,25	
2.3	Par définition $i = dq / dt$	0,25	
2.4	Avec les conventions proposées, on peut écrire : • $u_R = R \cdot i = R \cdot dq/dt$ ; puisque $q = C \cdot u_C$ alors $dq/dt = C \cdot du_C/dt$ donc $u_R = RC \cdot du_C/dt$ ; • loi d'additivité des tensions : $u_C + u_R = 0$ soit en substituant $u_C + RC \cdot du_C/dt = 0$ soit $du_C/dt + 1/RC \cdot u_C = 0$	0,25  0,5	
2.5.1	En dérivant par rapport à $t$ la solution de l'équation, on trouve $du_C/dt = -A/\beta \cdot e^{-t/\beta}$ soit en substituant dans l'équation différentielle précédente : $-A/\beta \cdot e^{-t/\beta} + A/RC \cdot e^{-t/\beta} = 0$ donc quelque soit $t$ , $\beta = RC$ .	0,5	
2.5.2	De plus, à $t = 0$ , $u_C = E = A \cdot e^0 = A$	0,25	
2.5.3	d'où l'équation finale $u_C = E \cdot e^{-t/RC}$	0,25	
2.6	Par définition, $i = dq / dt$ donc $i = -E/R \cdot e^{-t/RC}$ . Cette intensité est négative ce qui traduit que le courant réel circule dans le circuit dans le sens opposé à celui choisi pour orienter le circuit.	0,25 0,25	

**EXERCICE 3 : SCIENCE APPLIQUEE... (4 points)**

Retirer une seule fois, pour tout l'exercice, 0,25 point si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

	Réponses	Barème	Commentaires
1.1.1.	L'onde est une onde longitudinale car direction de propagation et direction de déformation sont parallèles.	0,25	
1.1.2.	On appelle onde stationnaire le phénomène résultant de la propagation simultanée de deux ondes de même fréquence dans le même milieu matériel dans deux directions opposées <b>Ou</b> , plus simplement, phénomène résultant de la superposition d'une onde incidente et de son onde réfléchie.	0,25	La 1° définition n'est pas exigée.
1.1.3.	Les harmoniques sont les harmoniques de rang k, pour lesquels la corde vibre à la fréquence $f_k = k \cdot f_0$ , $k \in \mathbb{N}^*$ .	0,25	
1.1.4.	On appelle nœud de vibration un point de la tige dont l'amplitude de vibration est nulle.	0,25	
1.1.5.	$\lambda = L / 2$	0,25	
1.2.1.	La hauteur d'un son est la fréquence $f_0$ du mode fondamental.	0,25	
1.2.2.	Le spectre en fréquence est celui de la figure 2 car il ne présente qu'une seule fréquence.	0,25	
1.3.1.	Vrai : $\lambda = v / f$ avec $\lambda = L / 2$ d'où $L = \frac{v}{2f}$ , c'est-à-dire $f = \frac{v}{2L}$ Conséquence : L augmente $\Rightarrow$ f diminue.	0,25 0,25	
1.3.2.	Vrai : $f = \frac{v}{2L}$ augmente si v augmente Conséquence : f pour l'aluminium est plus élevée que f pour le laiton	0,5	
2.1.	$L = \frac{v}{2f}$	0,25	
2.2.	$L_0 = \frac{v}{2f_0}$ $L_1 = \frac{v}{2f_1}$ avec $f_1 = 2^{1/12} f_0$ d'où $L_1 = \frac{v}{2 \times 2^{1/12} \times f_0} = L_0 \cdot 2^{-1/12}$	0,25 0,25	
2.3.	$L_1 = L_0 \cdot 2^{-1/12}$ $L_2 = L_1 \cdot 2^{-1/12} = (L_0 \cdot 2^{-1/12}) \cdot 2^{-1/12} = L_0 \cdot 2^{-2/12}$ $L_n = L_0 \cdot 2^{-n/12}$ Tige la plus courte : 0,5m  $f_{12} = 2 f_0$ cohérent	0,25  0,25	