

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

RECOMMANDATIONS DE CORRECTION POUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

- I. La radioactivité au service de l'archéologie (5,5 points)
- II. Corrosion des gouttières (6,5 points)
- III. Céramiques et ultrasons (4 points) (obligatoire)

Pour la correction de l'écrit et pour l'oral, il est indispensable de respecter le programme et ses commentaires (B.O. Hors Série n°4 du 30 août 2001).

Les modalités de l'épreuve de sciences physiques du baccalauréat général, série S, à compter de la session 2003, sont fixées par la note de service n° 2002-142 du 27-6-2002 publiée au B.O. n° 27 du 4 juillet 2002, complétée par le rectificatif du 2-8-2002 publiée au B.O. n° 31 du 29 août 2002 et par la note de service n° 2002-243 du 6-11-2002 publiée au B.O. n° 42 du 14 novembre 2002 donnant des informations sur la session 2003 des baccalauréats général et technologique.

Pour l'écrit :

On rappelle que le traitement équitable des candidats impose de respecter scrupuleusement les exigences du barème et de ses commentaires élaborés après la commission d'entente.

Rappel sur les modalités de l'épreuve orale de contrôle.

L'épreuve de contrôle est orale, de durée vingt minutes, précédées de vingt minutes de préparation.

Il convient de respecter les compétences exigibles du programme et les compétences à évaluer précisées dans le texte définissant l'épreuve de physique-chimie : arrêté du 12 janvier 1995, fixant le programme de terminale S (BOEN n° 3 du 16 février 1995) et note de service n° 96-223 du 10.09.1996 (BOEN n° 33 du 19 septembre 1996).

Le candidat tire au sort un sujet comportant deux questions, l'une de physique, l'autre de chimie, et doit traiter les deux questions. Les questions portent exclusivement sur le programme commun pour les candidats qui n'ont pas choisi l'enseignement de spécialité. Pour ceux qui ont choisi cet enseignement, l'une des deux questions porte également sur le programme de l'enseignement commun à tous.

Douze points au moins sont attribués à l'évaluation des connaissances scientifiques et de savoir-faire. Pour permettre cette évaluation, l'usage des calculatrices est interdit pour l'ensemble de l'épreuve.

Cette épreuve a lieu dans une salle comportant du matériel de physique-chimie afin que des questions puissent être posées sur le matériel expérimental et son utilisation, sans que le candidat soit conduit à manipuler.

**EXERCICE I. LA RADIOACTIVITÉ AU SERVICE DE L'ARCHÉOLOGIE
(5,5 POINTS)**

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

Questions	Réponses attendues	Barème	Commentaires
1. Désintégration du « carbone 14 »			
1.1.	Même numéro atomique Z et un nombre différent de neutrons.	0,25	
1.2.	6 protons et 8 neutrons	0,25	
1.3.	${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ radioactivité β^-	0,25	Les lois de conservation ne sont pas exigées.
		0,25	
2. Propriétés des désintégrations radioactives			
2.1.1.	Un caractère <u>aléatoire</u>	0,25	
2.1.2.	La désintégration d'un noyau n'affecte pas	0,25	
2.1.3.	Un noyau « âgé » a <u>autant de chances</u>	0,25	
2.1.4.	Un caractère <u>prévisible</u>	0,25	
2.2.1.	N = N ₀ à t = 0 s pour les 3 expressions Quand t → ∞, (a) N → 0 (b) N → -∞ (c) N → +∞ (a) est la seule expression valable	0,25 0,25	0,25 pour les 3 limites et la conclusion justifiée
2.2.2.	A ₀ est l'activité de l'échantillon à la date t ₀ = 0 s.	0,25	
2.2.3.	$A_0 = \frac{13,6}{60} = 0,227 \text{ Bq}$	0,25	Accepter 13,6 dés./min et 0,227 uSI 0 pour un nombre sans unité
2.2.4.	L'« âge zéro » correspond à la mort de l'organisme.	0,25	
3. Datation « au carbone 14 »			
3.1.	Durée au bout de laquelle la moitié des noyaux présents dans l'échantillon s'est désintégrée.	0,25	Toute définition correcte est acceptée
3.2.	$A t = t_{1/2} N = N_0 / 2$ $N_0 e^{-\lambda t} = N_0 / 2$ - $\lambda t_{1/2} = -\ln 2$, d'où $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$	0,25	
3.3.	$\lambda = \ln 2 / 5,73 \times 10^3 = 1,21 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$	0,25	
3.4.	$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{A}{A_0} \right)$ t = 5,30 × 10 ³ ans	0,25 0,25	
3.5.	Au bout de 40 millénaires la teneur en carbone 14 est déjà trop faible pour être exploitable. Le corail vieux de 120 millénaires ne peut donc pas être daté avec cette méthode.	0,25	
4. Choix du radioélément			
4.1.	Il reste N = N ₀ /16 au bout de 4 t _{1/2} soit N/N ₀ = 0,625. Il reste donc 6,25 % de potassium 40.	0,25	
4.2.	L'âge de la Terre est inférieur à 4 fois le temps de demi-vie du potassium 40. (ou $\frac{4,5}{1,3} \approx 3,5$; au bout de 3,5 t _{1/2} , il reste entre 6,25 et 12,5 %) La teneur en potassium 40 restant (au moins 6,25 %) est donc suffisante pour être mesurée.	0,25 0,25	

EXERCICE II : CORROSION DES GOUTIÈRES (6,5 points)

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

questions	Réponses attendues	Barème	Commentaires																																			
1. Suivi cinétique de la transformation																																						
1.1.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">Equation chimique</td> <td colspan="5">$Zn + 2 H_3O^+ = Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$</td> </tr> <tr> <td>Etat du système</td> <td>Av^t (mol)</td> <td colspan="5">Quantités de matière (mol)</td> </tr> <tr> <td>Etat initial</td> <td>0</td> <td>$n(Zn)_i$</td> <td>$n(H_3O^+)_i$</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>excès</td> </tr> <tr> <td>Etat en cours de transformation</td> <td>x</td> <td>$n(Zn)_i - x$</td> <td>$n(H_3O^+)_i - 2x$</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>Excès</td> </tr> <tr> <td>Etat final</td> <td>x_{max}</td> <td>$n(Zn)_i - x_{max}$</td> <td>$n(H_3O^+)_i - 2x_{max}$</td> <td>x_{max}</td> <td>x_{max}</td> <td>excès</td> </tr> </table>	Equation chimique		$Zn + 2 H_3O^+ = Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$					Etat du système	Av^t (mol)	Quantités de matière (mol)					Etat initial	0	$n(Zn)_i$	$n(H_3O^+)_i$	0	0	excès	Etat en cours de transformation	x	$n(Zn)_i - x$	$n(H_3O^+)_i - 2x$	x	x	Excès	Etat final	x_{max}	$n(Zn)_i - x_{max}$	$n(H_3O^+)_i - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	excès	0,75	0,25 par ligne
Equation chimique		$Zn + 2 H_3O^+ = Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$																																				
Etat du système	Av^t (mol)	Quantités de matière (mol)																																				
Etat initial	0	$n(Zn)_i$	$n(H_3O^+)_i$	0	0	excès																																
Etat en cours de transformation	x	$n(Zn)_i - x$	$n(H_3O^+)_i - 2x$	x	x	Excès																																
Etat final	x_{max}	$n(Zn)_i - x_{max}$	$n(H_3O^+)_i - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	excès																																
1.2.	<p>Si le zinc est le réactif limitant : $n(Zn)_i - x_{max} = 0$ soit</p> $x_{max} = n(Zn)_i = \frac{m(Zn)_i}{M(Zn)} = \frac{0,50}{65,4} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ <p>Si les ions oxonium sont le réactif limitant : $n(H_3O^+)_i - 2x_{max} = 0$ soit</p> $x_{max} = \frac{n(H_3O^+)_i}{2} = \frac{[H_3O^+]_i \cdot V_{solution}}{2} = \frac{0,40 \times 75 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$ <p>La plus petite valeur de l'avancement qui annule la quantité de matière du réactif limitant est $x_{max} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$, le réactif limitant est le zinc.</p>	0,25 0,25 0,25																																				
1.3.1.	<p>D'après le tableau d'évolution du système, la quantité de matière de dihydrogène libéré à la date t est : $n(H_2) = x$</p> <p>Soit : $(P - P_i) \cdot V = x \cdot R \cdot T$ en remplaçant dans l'expression donnée.</p> <p>D'où $x = \frac{(P - P_i) \cdot V_{gaz}}{R \cdot T}$ (1)</p>	0,5																																				
1.3.2.	<p>La transformation est totale, d'après la loi des gaz parfaits la surpression atteinte à l'état final est égale à</p> $(P_{max} - P_i) \cdot V_{gaz} = x_{max} \cdot R \cdot T \quad (V_{gaz} \text{ et } T \text{ restant constants}).$ <p>D'où $x_{max} = \frac{(P_{max} - P_i) \cdot V_{gaz}}{R \cdot T}$ (2)</p> $\frac{(1)}{(2)} = \frac{x}{x_{max}} = \frac{P - P_i}{P_{max} - P_i} \text{ soit } x = x_{max} \left(\frac{P - P_i}{P_{max} - P_i} \right)$	0,25 0,25																																				
1.3.3	D'après la courbe $x_{max} = 7,6 \text{ mmol}$	0,25																																				
1.3.4.	<p>A t = 50,0 min, P = 1482 hPa</p> $x = 7,6 \times 10^{-3} \times \left(\frac{1482 - 1050}{1787 - 1050} \right) = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4,5 \text{ mmol}$ <p>Cette valeur correspond à la valeur lue sur la courbe.</p>	0,25 0,25																																				
1.4.	<p>Au facteur 1/V près, la vitesse volumique de réaction à l'instant de date t est donnée par le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t.</p> <p>D'après la courbe, on peut en déduire que la vitesse volumique de réaction diminue au cours du temps jusqu'à s'annuler (tangente horizontale).</p>	0,25 0,25																																				

2. Facteurs cinétiques			
2.1.	De façon générale, plus la concentration des réactifs est importante, plus la vitesse de réaction est grande. Expérience 1 : courbe a Expérience 2 : courbe c Expérience 3 : courbe b	0,25 0,5	
2.2.1.	La transformation est plus rapide dans le cas de la poudre de zinc (expérience 4) que dans le cas de la grenaille de zinc (expérience 5). Donc plus la surface de zinc en contact avec la solution est grande (poudre), plus la vitesse de réaction est grande.	0,5	
2.2.2.	La vitesse de réaction est plus grande pour la grenaille de zinc (expérience 5) que pour la grenaille de zinc recouverte d'hydrocarbonate de zinc (expérience 6). La couche d'hydrocarbonate de zinc ralentit l'action des acides.	0,5	
3.1.	pH \approx 5 et $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ soit $[H_3O^+] \approx 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$	0,25	
3.2.	L'oxydation du zinc par les pluies acides est extrêmement lente compte tenu des différents facteurs cinétiques intervenant dans la transformation : concentration en ions oxonium relativement faible, surface de zinc en contact avec les pluies peu importante et protection du zinc par une couche de carbonate de zinc.	0,75	0,25 par facteur

EXERCICE III : CÉRAMIQUES ET ULTRASONS (4 points)

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

Réponses attendues	Barème	Commentaires
1. Émission et propagation d'une onde ultrasonore émise par une céramique piézo-électrique		
1.1. Propagation des ondes ultrasonores		
1.1.1. $T = 2,5 \times 10^{-5} \text{ s}$ ou $25 \mu\text{s}$ $f = \frac{1}{T} = 40 \text{ kHz}$ ou $4,0 \times 10^4 \text{ Hz}$.	0,25	Tout ou rien
1.1.2. La fréquence des ultrasons est égale à celle de la tension donc $f_u = 4,0 \times 10^4 \text{ Hz}$.	0,25	
1.1.3. $\lambda = \frac{v_{\text{air}}}{f}$ ou $\lambda = v_{\text{air}} T$ $\lambda = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m}$	0,25	
1.2. Résonance de la céramique émettrice		
1.2.1. La fréquence de la tension excitatrice à la résonance est proche de la fréquence des oscillations de la céramique c'est à dire celle des ultrasons émis $f = 40 \text{ kHz}$. A la résonance, l'amplitude des oscillations est maximale.	0,25	
1.2.2 A la résonance, l'amplitude des oscillations est maximale.	0,25	
2. Oscillations libres dans un circuit RLC série		
2.1. Régime pseudo-périodique	0,25	<i>On acceptera : régime oscillant amorti.</i>
2.2. Une partie de l'énergie est dissipée par effet Joule dans la résistance.	0,25	<i>Effet Joule non exigible</i>
2.3. On entretient les oscillations grâce à un système électrique qui compense l'énergie dissipée dans la résistance.	0,25	<i>On acceptera toute autre formulation ainsi que l'utilisation d'un montage à résistance négative.</i>
2.4.		
	VRAI ou FAUX	BREVE JUSTIFICATION
En augmentant la résistance R on observera toujours des oscillations amorties.	FAUX	Pour R suffisamment grand on obtient un régime apériodique.
La valeur de la période propre dépend de celles de R , L et C .	FAUX	La période propre ne dépend que de L et C .
	0,25	0,25
2.5.1. Loi d'additivité des tensions: $u_c + u_L = 0$ avec $u_L = L \frac{di}{dt} = LC \frac{d^2 u_c}{dt^2}$ d'où $\ddot{u}_c + \frac{1}{LC} u_c = 0$	0,5	<i>0,25 pour la loi d'additivité des tensions</i> <i>0,25 pour $u_L = LC \frac{d^2 u_c}{dt^2}$</i>
2.5.2. En reportant dans l'équation différentielle, $\ddot{u}_c(t) = -U_c \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) = -\frac{U_c}{LC} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$	0,25 0,25	
2.5.3. $C = \frac{1}{4\pi^2 L f_0^2}$ A.N. $C = 1,6 \times 10^{-8} \text{ F}$	0,25 0,25	