

RECOMMANDATIONS DE CORRECTION POUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE (OBLIGATOIRE)

- I. Détartrant à base d'acide lactique (6,5 points)
- II. Chute verticale d'un boulet (5,5 points)
- III. Le LMJ (laser mégajoule) (4 points)

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**
- 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 et par l'arrêté du 24-10-2002 publié au **B.O. n° 41 du 7 novembre 2002** concernant l'épreuve du baccalauréat général.

Pour l'écrit :

Sur la copie le correcteur porte la note sur 16 arrondie au demi-point.

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 l'organisation de l'épreuve **B.O. n° 27 du 4 juillet 2002**, note de service 2002 - 142 du 27-6-2002 et rectificatif du 2-8-2002 publié au **B.O. n° 31 du 29-8-2002**.

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. DÉTARTRANT A BASE D'ACIDE LACTIQUE (6,5 points)

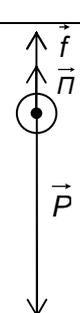
Retirer une seule fois, pour tout l'exercice, 0,25 point si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

	Réponses	Barème	Commentaires															
1.	L'acide lactique																	
1.1.	Groupe carboxyle COOH	0,25	Tout ou rien															
1.2.1.	$AH(aq) + H_2O(l) = A^-(aq) + H_3O^+(aq)$	0,25	L'état physique n'est pas exigé															
1.2.2.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">$AH(aq) + H_2O(l) = A^-(aq) + H_3O^+(aq)$</td> </tr> <tr> <td>Etat initial</td> <td style="text-align: center;">$c \cdot V$</td> <td style="text-align: center;">beaucoup</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Etat final</td> <td style="text-align: center;">$c \cdot V \cdot x_f$</td> <td style="text-align: center;">beaucoup</td> <td style="text-align: center;">x_f</td> <td style="text-align: center;">x_f</td> </tr> </table>		$AH(aq) + H_2O(l) = A^-(aq) + H_3O^+(aq)$				Etat initial	$c \cdot V$	beaucoup	0	0	Etat final	$c \cdot V \cdot x_f$	beaucoup	x_f	x_f	0,25	
	$AH(aq) + H_2O(l) = A^-(aq) + H_3O^+(aq)$																	
Etat initial	$c \cdot V$	beaucoup	0	0														
Etat final	$c \cdot V \cdot x_f$	beaucoup	x_f	x_f														
1.2.3.	$x_f = n(H_3O^+)_f = [H_3O^+]_f \times V = 10^{-pH} \times V$	0,25																
1.2.4.	$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$ $\tau = \frac{n(H_3O^+)_f}{c \cdot V} = \frac{10^{-pH} \cdot V}{c \cdot V} = \frac{10^{-pH}}{c} = \frac{10^{-1,9}}{1} = 1 \times 10^{-2}$ La transformation est limitée car $\tau < 1$.	0,25 0,25 0,25	Accepter $1,3 \times 10^{-2}$ Justification <1 attendue															
1.3.1.	$K_A = \frac{[H_3O^+]_f \times [A^-]_f}{[AH]_f}$	0,25	eq au lieu de f accepté															
1.3.2.	$\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{K_A}{[H_3O^+]_f} = \frac{1,3 \times 10^{-4}}{10^{-1,9}} = 1,0 \times 10^{-2}$	0,25																
1.3.3.	$[AH]_f > [A^-]_f$ L'espèce prédominante dans la solution de détartant est l'acide lactique AH.	0,25	diagramme de prédominance accepté															
2.	Titration de l'acide lactique dans un détartant																	
2.1.	La verrerie de précision à utiliser pour réaliser la dilution est la pipette jaugée et la fiole jaugée : on peut donc écarter les lots A et D. Le facteur de dilution étant de 10, il faut que $\frac{V_{fiole}}{V_{pipette}} = 10$: on écarte le lot B. Il faut donc choisir le lot C.	0,25 0,25																
2.2.1.	$AH(aq) + HO^-(aq) = A^-(aq) + H_2O(l)$	0,25	L'état physique n'est pas exigé															
2.2.2.	$V_E = 14,4 \text{ mL}$	0,25	Accepter $14,3 \leq V_E \leq 14,5$															
2.2.3.	À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc $n(AH \text{ dosé}) = n(HO^- \text{ versé équivalence})$ $c_d \cdot V_A = c_B \cdot V_E$ $c_d = \frac{c_B \cdot V_E}{V_A} = \frac{0,20 \times 14,4}{5,0} = 0,58 \text{ mol.L}^{-1}$	0,5	0,25 pour la formule de c_d justifiée et 0,25 application numérique Accepter 0,57															
2.2.4.	$c = 10 \cdot c_d = 5,8 \text{ mol.L}^{-1}$	0,25																
2.2.5.	Il y a 5,8 mol d'acide lactique dans 1,00 L de détartant soit une masse de $5,8 \times 90,0 = 5,2 \times 10^2 \text{ g}$	0,25																
2.2.6.	Or la masse de 1,00 L de détartant est de $1,13 \times 10^3 \text{ g}$. Il y a donc $\frac{5,2 \times 10^2 \times 100}{1,13 \times 10^3} = 46 \text{ g}$ d'acide lactique dans 100 g de détartant soit un pourcentage massique de 46%. Le résultat est cohérent avec l'étiquette.	0,25	Accepter 45 g si calcul avec 0,57															

3.	Action du détartrant sur le tartre		
3.1.	$x = n(\text{CO}_2) = \frac{p(\text{CO}_2) \cdot V_g}{R \cdot T}$	0,25	
3.2.	$x_f = \frac{155 \times 10^3 \times 310 \times 10^{-6}}{8,314 \times 298} = 1,94 \times 10^{-3} \text{ mol}$	0,25	
3.3.	Valeur compatible avec celle lue sur la courbe.	0,25	
3.4.	Graphiquement $t_{1/2} = 15 \text{ s}$	0,25	Accepter entre 14 et 16s.
3.5.	La vitesse volumique de réaction diminue au cours du temps. La vitesse est proportionnelle à $\frac{dx}{dt}$ qui représente le coefficient directeur de la tangente à la courbe $x = f(t)$; En traçant plusieurs tangentes, on observe que les coefficients directeurs sont de plus en plus faibles.	0,25 0,25	0,25 pour la réponse 0,25 pour la justification
3.6.	La température et la concentration initiale des réactifs sont des facteurs cinétiques. Le détartrage est très rapide.	0,25	

EXERCICE II. CHUTE VERTICALE D'UN BOULET (5,5 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. Modélisation par une chute libre		
1.1.1.	$x_1 = \frac{1}{2}g \cdot (\tau^2)$; $x_2 = \frac{1}{2}g \cdot (4\tau^2)$; $x_3 = \frac{1}{2}g \cdot (9\tau^2)$.	0,25	
1.1.2.	$h_1 = x_1 - x_0 = \frac{1}{2}g \cdot \tau^2$ $h_2 = x_2 - x_1 = \frac{1}{2}g \cdot (4\tau^2) - \frac{1}{2}g \cdot (\tau^2) = 3 \cdot h_1$ $h_3 = x_3 - x_2 = \frac{1}{2}g \cdot (9\tau^2) - \frac{1}{2}g \cdot (4\tau^2) = 5 \cdot h_1$	0,50	-0,25 par erreur
1.1.3.	On retrouve la suite décrite par Galilée : $h_2 = 3h_1$, $h_3 = 5h_1$ de multiples impairs de h_1 .	0,25	
1.2.1.	Pour Aristote, la durée est une fonction décroissante de la masse : expression (b). Pour Galilée, la durée ne dépend pas de la masse, c'est l'expression (c) qui convient.	0,25 0,25	Pas de justification attendue
1.2.2.	$H = \frac{1}{2}g \cdot \Delta t^2 \Leftrightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 57}{9,8}} = 3,4 \text{ s}$ Sources d'erreur : mesure approximative de la durée ; de la hauteur de chute ; frottements négligés.	0,25 0,25	Calcul Accepter une des trois explications
2.	2. Chute réelle		
2.1.	Sur le boulet, s'exercent : le poids \vec{P} , la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$ la force de frottement de l'air \vec{f} .		0,25 Pas d'échelle exigée
2.2.	$P = mg = \rho_{\text{fer}} \cdot V \cdot g$ et $\Pi = \rho_{\text{air}} \cdot V \cdot g$ $\frac{\Pi}{P} = \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_{\text{fer}}} = \frac{1,29}{7,87 \times 10^3} < 10^{-3}$; la poussée d'Archimède étant très inférieure au poids, on peut la négliger.	0,25 0,25	Expressions comparaison
2.3.1.	Les forces qui s'appliquent au boulet sont : le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ et la force de frottement $\vec{f} = -\frac{1}{2} \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2 \cdot \vec{j}$ On applique la deuxième loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{dv}{dt}$ Par projection sur l'axe [Ox) : $m \cdot g - \frac{1}{2} \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2 = m \cdot \frac{dv}{dt}$ Il vient alors : $\frac{dv}{dt} = g - \frac{1}{2m} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2$	0,25 0,25 0,25	2 ^{eme} loi de Newton projection expression $\frac{dv}{dt}$

2.3.2.	<p>Quand la vitesse limite est atteinte, on peut écrire : $\frac{dv}{dt} = 0$</p> $0 = g - \frac{1}{2m} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v_1^2$ <p>Donc $v_\ell = \sqrt{\frac{2m \cdot g}{\pi \cdot R^2 \cdot C \cdot \rho_{\text{air}}}} = \sqrt{\frac{8\rho_{\text{fer}} \cdot R \cdot g}{3\rho_{\text{air}} \cdot C}}$</p>	0,25	
2.3.3.	<p>$[g] = L \cdot T^{-2}$; $[R] = L$; $[C] = 1$; $[\rho_{\text{air}}] = [\rho_{\text{fer}}]$</p> <p>On en déduit que $\left[\sqrt{\frac{8\rho_{\text{fer}} \cdot R \cdot g}{3\rho_{\text{air}} \cdot C}} \right] = \left(\frac{[\rho_{\text{fer}}] \cdot [R] \cdot [g]}{[\rho_{\text{air}}] \cdot [C]} \right)^{0,5} = \left(\frac{[R] \cdot [g]}{[C]} \right)^{0,5}$</p> $= (L \cdot L \cdot T^{-2})^{0,5} = (L^2 \cdot T^{-2})^{0,5} = L \cdot T^{-1}$ <p>cette expression est bien homogène à une vitesse.</p>	0,25	
2.4.	$\frac{v_{2\ell}}{v_{1\ell}} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$ <p>Le boulet 2 a la vitesse limite la plus élevée car $R_2 > R_1$ ou utilisation appl num</p>	0,25	
2.5.1.	<p>$R_1 < R_2$ donc $v_{1\ell} < v_{2\ell}$</p> <p>Courbe c : boulet B₁ ; Courbe b : boulet B₂</p>	0,25	Toute justification cohérente est acceptée
2.5.2.	<p>Au sol, $x = 57$ m.</p> <p>c'est le boulet B₂ qui atteint le sol en premier à la date $t_{\text{sol}} = 3,427$s d'après la courbe (b')</p>	0,25	Accepter toute valeur entre 3,425s et 3,429s
2.5.3.	<p>À la date $t_{\text{sol}} = 3,427$ s, la position du boulet B₁ est $x_1 = 56$ m.</p> <p>Le boulet B₁ a encore $57 - 56 = 1$ m à parcourir avant d'arriver au sol.</p> <p>Cette distance est largement plus importante que les deux doigts mentionnés par Galilée.</p>	0,25	Accepter toute valeur cohérente avec la question précédente.

EXERCICE III. LE LMJ (LASER MÉGAJOULE) (4 points)

1. lasers et énergie reçue par la cible		
1.1. $\lambda_2 = \lambda_1/3 : \lambda_2 = 1050/3 = 350\text{nm}$	0,25	
$\lambda_1 : \text{IR} ; \lambda_2 \text{ UV}$	0,25	
1.2. $E_{\text{LMJ}} = 240E_{\text{laser}} = 240 \times 7,5 = 1,8\text{MJ}$ accord	0,25	
1.3. $P_{\text{LMJ}} = E_{\text{LMJ}}/\Delta t = 1,8 \cdot 10^6 / 5 \cdot 10^{-9} = 3,6 \cdot 10^{14}\text{W}$	0,25	
2. Réaction de fusion deutérium-tritium dans la cible		
2.1.1. Deutérium : 1 proton, 1 neutron Tritium : 1 proton, 2 neutrons Noyaux isotopes : Z identiques, A différents	0,25	
2.1.2. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ Conservation de A et Z, ou lois de Soddy	0,25	Tout ou rien
2.2.1. Pour les noyaux tels que $A < 50$	0,25	$A < 75$ accepté
2.2.2. L'énergie de liaison d'un noyau est l'énergie qu'il faut fournir au noyau pris au repos pour le briser et séparer ses différents nucléons. $E_\ell \left({}^A_Z\text{X} \right) = \left(Zm_p + (A - Z)m_n - m \left({}^A_Z\text{X} \right) \right) c^2$	0,25	
2.2.3. $m \left({}^A_Z\text{X} \right) = Zm_p + (A - Z)m_n - \frac{E_\ell \left({}^A_Z\text{X} \right)}{c^2}$	0,25	
2.2.4. $m \left({}^2_1\text{H} \right) = m_p + m_n - \frac{E_\ell \left({}^2_1\text{H} \right)}{c^2}$ $m \left({}^3_1\text{H} \right) = m_p + 2m_n - \frac{E_\ell \left({}^3_1\text{H} \right)}{c^2}$ $m \left({}^4_2\text{He} \right) = 2m_p + 2m_n - \frac{E_\ell \left({}^4_2\text{He} \right)}{c^2}$	0,25	
2.3.1. $ \Delta E = \left(m \left({}^2_1\text{H} \right) + m \left({}^3_1\text{H} \right) - m \left({}^4_2\text{He} \right) - m \left({}^1_0\text{n} \right) \right) c^2$	0,25	accepter signe opposé
2.3.2. $ \Delta E = \left E_\ell \left({}^4_2\text{He} \right) - E_\ell \left({}^2_1\text{H} \right) - E_\ell \left({}^3_1\text{H} \right) \right $ $ \Delta E = 28,29 - 2,22 - 8,48 = 17,59\text{MeV}$	0,25 0,25	
3. Bilan énergétique dans la cible		
3.1. $N = \frac{m}{m \left({}^2_1\text{H} \right) + m \left({}^3_1\text{H} \right)} = \frac{300 \times 10^{-9}}{(2,01355 + 3,01550) 1,66054 \times 10^{-27}}$ $N = 3,59 \times 10^{19}$	0,25	
3.2. $E_{\text{tot}} = N \Delta E = 3,59 \times 10^{19} \times 17,59 = 6,32 \times 10^{20}\text{MeV} = 101\text{ MJ}$ Énergie produite beaucoup plus importante	0,25	