

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 (OBLIGATOIRE)

- I. LES COULEURS DU BLEU DE BROMOTHYMOL (6,5 points)
- II. UN REVEIL EN DOUCEUR (5,5 points)
- III. LA TERRE, UNE MACHINE THERMIQUE (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.

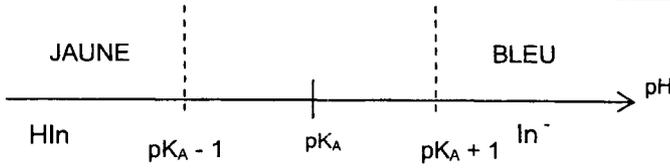
Douze points au moins sont attribués à l'évaluation des connaissances scientifiques et de savoir-faire. Pour permettre cette évaluation, l'usage des calculatrices est interdit pour l'ensemble de l'épreuve.

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. LES COULEURS DU BROMOTHYMOLE (6,5 points)

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

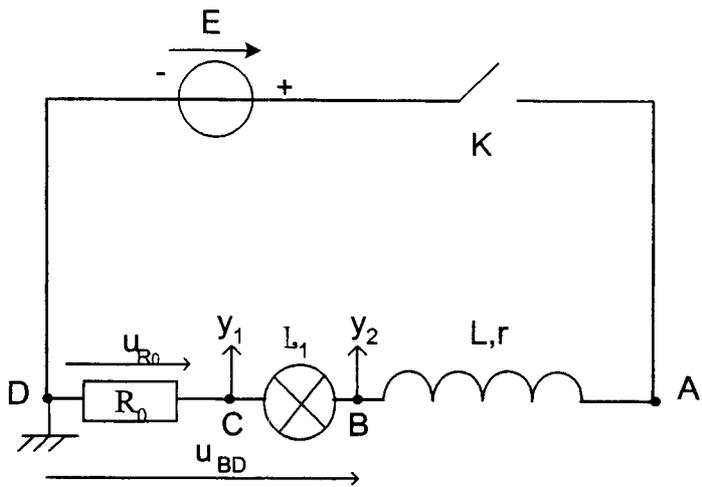
| | Réponses | Barème | Commentaires |
|--------|---|--------|------------------------------|
| 1. | Titration acido-basique avec le bleu de bromothymol. | | |
| 1.1. | $H_3O^+ + HO^-(aq) = 2H_2O(l)$ | 0,25 | |
| 1.2. | H_3O^+ / H_2O et H_2O / HO^- | 0,25 | |
| 1.3. | L'équivalence d'un titrage correspond au changement de réactif limitant. | 0,25 | |
| 1.4. | À l'équivalence : $n_{HO^-}^i = n_{H_3O^+}^{versé à E}$ d'où $c_B \cdot V_S = c_A \cdot V_E$ on en déduit : $c_B = \frac{c_A \cdot V_E}{V_S} = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 12,3 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}} = 1,23 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ | 0,25 | |
| 2. | Questions autour du couple acido-basique du bleu de bromothymol. | | |
| 2.1. | $HIn(aq) + H_2O = In^-(aq) + H_3O^+$ | 0,25 | |
| 2.2. | La constante d'acidité du couple HIn/In^- correspond à la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction entre l'acide HIn et l'eau. Par définition : $K_A = \frac{[In^-]_{\text{éq}} [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[HIn]_{\text{éq}}}$ | 0,25 | |
| 3. | Détermination du pK_A du bleu de bromothymol. | | |
| 3.1.1. | L'absorbance de la forme basique du BBT est maximale pour 610 nm. | 0,25 | Accepter de 600 à 620 nm |
| 3.1.2. | Cela correspond à une radiation lumineuse de couleur orange. | 0,25 | Accepter rouge-orangé |
| 3.1.3. | La forme basique du BBT absorbant principalement les radiations de couleur orange, In^- paraîtra bleu en solution (bleu couleur diamétralement opposée à l'orange). | 0,25 | Accepter bleu-vert |
| 3.2. | $\lambda_0 = 610 \text{ nm}$ | 0,25 | Valeur cohérente avec 3.1.1. |
| 3.3.1. | $n_{BBT} = c_0 \cdot V_0 = 3,0 \cdot 10^{-4} \times 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$ | 0,25 | |
| 3.3.2. | $c = \frac{n_{BBT}}{V + V_0} = \frac{c_0 \cdot V_0}{V + V_0} = \frac{3,0 \cdot 10^{-7}}{1,10 \cdot 10^{-2}} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ | 0,5 | |
| 3.3.3. | À la longueur d'onde $\lambda_0 = 610 \text{ nm}$, l'absorbance due à HIn est nulle : on peut donc écrire : $A = A_{In^-}$. | 0,25 | |
| 3.3.4. | Pour la solution S_{13} , $[HIn]_{\text{éq}}$ négligeable d'où $c = [In^-]_{\text{éq}}$. On en déduit $A_{\text{max}} = k \cdot c$ | 0,25 | |
| 3.3.5. | $[In^-]_{\text{éq}} = \frac{A}{k} \quad \text{or } k = \frac{A_{\text{max}}}{c}$ d'où $[In^-]_{\text{éq}} = \frac{A}{\frac{A_{\text{max}}}{c}} = \frac{A}{A_{\text{max}}} \cdot c$ | 0,25 | |
| 3.4.1. | $[HIn]_{\text{éq}} = [In^-]_{\text{éq}}$ pour $\text{pH} = 7,2$ $K_A = \frac{[In^-]_{\text{éq}} [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[HIn]_{\text{éq}}}$; si $[HIn]_{\text{éq}} = [In^-]_{\text{éq}}$ alors $K_A = [H_3O^+]_{\text{éq}}$ soit $-\log K_A = -\log [H_3O^+]_{\text{éq}}$ donc $\text{pH} = \text{p}K_A$ Graphiquement, à l'intersection des deux courbes, on lit : $\text{p}K_A = 7,2$. | 0,25 | |

| | | | |
|-----------|--|------|----------------|
| 3.4.2 |  | 0,25 | vert pas exigé |
| 3.4.3 | La zone de virage est de couleur verte. | 0,25 | |
| 4. | Utilisation du bleu de bromothymol pour le titrage de la partie 1 | | |
| 4.1. | Avant l'équivalence la solution contenue dans l'erienmeyer est bleue. L'équivalence est repérée lorsque le mélange passe du bleu au vert. | 0,25 | |
| 4.2. | On peut affirmer que le BBT convient à coup sûr à ce titrage colorimétrique et ce quelque soit la concentration de la solution à titrer car le pH à l'équivalence est compris dans la zone de virage de cet indicateur coloré. | 0,25 | |

EXERCICE II. UN REVEIL EN DOUCEUR (5,5 points)

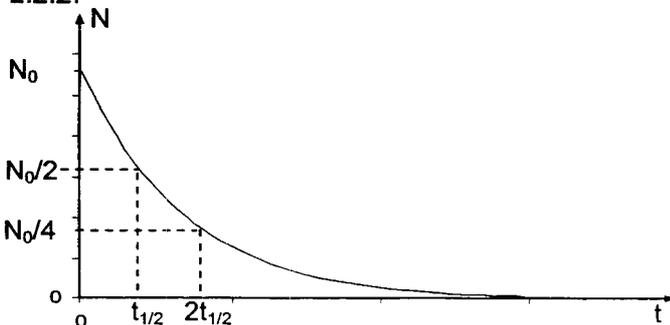
Retirer une seule fois, pour tout l'exercice, 0,25 point si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

| Réponses attendues | barème | commentaires |
|--|--------|------------------------------|
| 1. Influence d'une bobine dans un circuit électrique. | | |
| 1.1. La première lampe à s'allumer est la lampe L_1 . L'établissement du courant dans la branche du circuit contenant la bobine est progressif car la bobine s'oppose à l'établissement du courant dans la branche du circuit où elle placée. La lampe L_2 s'allume donc avec retard. | 0,25 | Tout ou rien |
| 1.2. Les deux régimes observables sont le régime transitoire et le régime permanent. | 0,25 | |
| 1.3. En fin d'expérience lorsque le régime permanent est atteint, la bobine ne s'oppose plus au passage du courant : la bobine est alors équivalente à un conducteur ohmique de résistance $r = R_1$. Les deux branches du circuit sont alors équivalentes. | 0,25 | |
| Les deux lampes brillent donc de façon identique. | 0,25 | |
| 1.4.1 $\tau = \frac{L}{R}$ | 0,25 | |
| 1.4.2 $u_R = Ri \Rightarrow [R] = \left[\frac{U}{I} \right]$ $u_L = L \frac{di}{dt} \Rightarrow [L] = \left[\frac{u}{\frac{di}{dt}} \right] = T \left[\frac{U}{I} \right]$ $\left[\frac{L}{R} \right] = T$ | 0,25 | |
| 1.4.3 $\tau = \frac{L}{R_{\text{Totale}}} = \frac{L}{R} \approx \frac{1}{10} \approx 0,1s$ $5\tau \approx 0,5s$ soit supérieur au temps de réponse de l'œil (de l'ordre de 0,1 s) | 0,25 | |
| 2. Vérification de la valeur de l'inductance L de la bobine utilisée. | | |
| 2.1 Il s'agit du régime d'oscillations pseudo-périodiques. | 0,25 | Accepter amorti |
| 2.2 Oscillations amorties car perte d'énergie dans la résistance par effet Joule. | 0,25 | |
| 2.3 L'évolution temporelle de l'énergie totale emmagasinée dans le circuit est décroissante au cours du temps. | 0,25 | |
| 2.4 Mesure de six pseudo périodes $6T = 180 \text{ ms}$; $T = 30 \text{ ms}$ | 0,25 | |
| $L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = \frac{(0,030)^2}{4 \times \pi^2 \times 22 \times 10^{-6}} \approx 1,0H$ | 0,25 | |
| 2.5 Valeur obtenue avec deux chiffres significatifs compatibles avec les données du constructeur. | 0,25 | |
| 3. Étude expérimentale de la luminosité d'une lampe dans un circuit électrique contenant une bobine. | | |
| 3.1. L'énergie électrique reçue par la lampe à filament est transférée par transfert thermique et par rayonnement. | 0,25 | 0,25 même si 1 réponse sur 2 |

| | | |
|--|----------------------|---|
| <p>3.2. Les branchements à effectuer sur l'interface d'acquisition informatique pour déterminer la tension u_R et u_{BD} sont indiqués ci-dessous :</p>  | <p>0,25 0,25</p> | |
| <p>3.3.1 On détermine la tension aux bornes de lampe en utilisant la relation issue de la loi d'additivité des tensions : $u(t) = u_{BD} - u_{R_0}$</p> | <p>0,25</p> | |
| <p>3.3.2 On détermine l'intensité du courant électrique en utilisant la loi d'Ohm : $i(t) = u_{R_0} / R_0$;</p> | <p>0,25</p> | |
| <p>3.3.3 $p(t) = (u_{BD} - u_{R_0}) \times u_{R_0} / R_0$</p> <p>Remarque : on peut utiliser la variable i introduite précédemment ; on calcule alors $p(t) = (u_{BD} - u_{R_0}) \times i$</p> | <p>0,25</p> | |
| <p>3.4 L'inconvénient de rajouter une résistance R trop élevée est de diminuer la constante de temps du circuit. Il faut donc la choisir la plus faible possible. Le deuxième inconvénient est de diminuer la valeur de l'intensité du courant dans la branche, donc de diminuer la luminosité de la lampe en régime permanent.</p> | <p>0,25</p> | |
| <p>3.5 En régime permanent $P = 11 \text{ W}$. On lit sur le graphe la valeur correspondante à une puissance de $0,9 \times 11 = 10 \text{ W}$. On trouve une durée de 1,3 s nécessaire pour le réveil.</p> | <p>0,25</p> | <p>Accepter une valeur comprise entre 1,2 et 1,4.</p> |
| <p>3.6 Constante de temps trop courte : il faudrait avoir une inductance plus élevée ou diminuer la résistance de la bobine (difficile).</p> | <p>0,25</p> | |

EXERCICE III. LA TERRE, UNE MACHINE THERMIQUE (4 points)

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. Transfert thermique et radioactivité du globe terrestre | | |
| 1.1.1. Droite bissectrice sur diagramme | 0,25 | |
| 1.1.2. ${}^{40}_{19}\text{K}$ n'est pas stable (il est au dessus de la courbe de stabilité : $N > Z$, avec $N = 21$ et $Z = 19$), alors que ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ est un noyau stable (il est sur la courbe de stabilité $N = Z = 20$). ${}^{40}_{19}\text{K}$ est un noyau radioactif : il se désintègre, et on obtient ici le noyau stable ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ | 0,25 0,25 | 0,25 pour positionner les 2 noyaux (0 si une erreur) |
| 1.1.3. On utilise la loi de conservation du nombre de charge (Z) et la loi de conservation du nombre de nucléons (A) ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{40}_{20}\text{Ca} + {}^0_{-1}\text{e}$ Un électron est émis : radioactivité β^- | 0,25 0,25 | On acceptera « lois de Soddy » |
| 1.2.1 ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + {}^0_{+1}\text{e}$ radioactivité β^+ (émission d'un positon) | 0,25 | |
| 1.2.2. $ \Delta E = \Delta m \cdot c^2$ $= (6,636182 \times 10^{-26} - 6,635913 \times 10^{-26} - 9,1 \times 10^{-31}) \times 9,0 \cdot 10^{16} \approx 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$ $= 1,0 \times 10^6 \text{ eV} = 1,0 \text{ MeV}$ | 0,25 0,25 | |
| 2. Evolution temporelle et dynamique interne du globe terrestre. | | |
| 2.1. b) et c) | 0,25 | Tout ou rien |
| 2.2.1. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ λ : constante radioactive, unité s^{-1} | 0,25 0,25 | |
| 2.2.2.  | 0,25 | On attend au moins deux points remarquables |
| 2.2.3. La décroissance est plus rapide à $t = 0 \text{ s}$ car la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe $N = f(t)$ y est maximale. | 0,25 | |
| 2.3. D'après le texte, $t_{1/2} = 4,5$ milliards d'années. N est divisé par 2 tous les $t_{1/2}$. Il restera donc $N(t) = N_0 / 4$ à $t = 2 t_{1/2} = 9$ milliards d'années | 0,25 0,25 | |
| 2.4. b) le matériel continental intègre des noyaux radioactifs : ils sont alors encore moins nombreux dans le manteau, ce qui explique la diminution accrue de l'énergie produite par radioactivité dans le manteau | 0,25 | |