

nom :

TS 1	CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES	29/01/07
------	--------------------------------	----------

Lors de la correction il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction de la copie.

Les réponses seront **expliquées** et données sous forme **littérale** puis **numérique** quand les données du texte le permettent.

I/ Roches radioactives (8,5 points)

La radioactivité se manifeste dans tout l'Univers. On peut utiliser les éléments radioactifs comme des horloges. Selon leur nature et leur durée de vie, ils peuvent renseigner sur l'âge de l'Univers, l'âge de la Terre, les processus géologiques et même l'histoire de l'humanité. On se propose ici de déterminer les dates de tremblements de terre qui se sont produits au cours des siècles à proximité de la faille de San Andreas en Californie.

Données :

- numéros atomiques : $Z(\text{Be}) = 4$, $Z(\text{B}) = 5$, $Z(\text{C}) = 6$, $Z(\text{N}) = 7$, $Z(\text{O}) = 8$;

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

- masses de quelques particules :

particule	proton	neutron	électron	noyau ^{14}C	noyau ^{14}N
masse (en kg)	$1,672\,621 \times 10^{-27}$	$1,674\,927 \times 10^{-27}$	$9,109\,381 \times 10^{-31}$	$2,325\,84 \times 10^{-26}$	$2,325\,27 \times 10^{-26}$

1. Radioactivité naturelle du carbone

1.1. Le carbone ^{14}C est un noyau radioactif émetteur β^- . On admet que le noyau fils n'est pas obtenu dans un état excité.

Écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante. /1

1.2. Calculer l'énergie de liaison, en joules, du carbone ^{14}C que l'on notera $E_\ell(^{14}\text{C})$. /1

1.3. En déduire l'énergie de liaison par nucléon du carbone ^{14}C (en joules par nucléon). /1

2. Datation par le carbone ^{14}C

Deux scientifiques, Anderson et Libby, ont eu l'idée d'utiliser la radioactivité naturelle du carbone ^{14}C pour la datation. Les êtres vivants, végétaux ou animaux, assimilent du carbone. La proportion du nombre de noyaux de ^{14}C par rapport au nombre de noyaux de ^{12}C reste constante pendant toute leur vie. À la mort de l'organisme, tout échange avec le milieu naturel cesse et les atomes de ^{14}C disparaissent peu à peu. La radioactivité décroît alors avec le temps selon une loi exponentielle, qui permet d'atteindre un ordre de grandeur de l'âge de l'échantillon analysé. On admet que le rapport entre le nombre de ^{14}C et ^{12}C est resté constant dans les êtres vivants au cours des derniers millénaires.

On note $N(t)$ le nombre de noyaux radioactifs d'atomes de « carbone 14 » à un instant de date t pour un échantillon et N_0 le nombre de noyaux radioactifs à un instant pris comme origine des dates ($t_0 = 0 \text{ s}$) pour ce même échantillon. On note λ la constante radioactive. La loi de décroissance radioactive conduit alors à : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$.

2.1. Retrouver l'expression littérale du temps de demi-vie en fonction de la constante

radioactive : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$. /0,5

2.2. Le temps de demi-vie de l'isotope du carbone ^{14}C est $5,70 \times 10^3$ ans.

En déduire la valeur de la constante radioactive λ en an^{-1} . /0,5

2.3. L'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif à l'instant de date t est donnée par l'expression : $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

2.3.1. Définir l'activité d'une source radioactive et donner son unité dans le système international. /0,5

2.3.2. Utiliser la loi de décroissance radioactive pour retrouver l'expression de l'activité. /1

3. La faille de San Andreas

En 1989, à proximité de la faille de San Andreas en Californie, on a prélevé des échantillons de même masse de végétaux identiques ensevelis lors d'anciens séismes. On a mesuré l'activité de chacun d'eux. On admet que cette activité est due uniquement à la présence de ^{14}C .

échantillons numéro	1	2	3
activités de l'échantillon (SI)	0,233	0,215	0,223

3.1. L'activité d'un échantillon de même végétal vivant et de même masse est $A_0 = 0,255 \text{ SI}$. On note t la durée qui s'est écoulée entre l'instant de date $t_0 = 0 \text{ s}$ du séisme et l'instant de la mesure.

Déterminer la valeur t_3 qui correspond à l'échantillon n°3. /1,5

3.2. En déduire l'année au cours de laquelle a eu lieu le séisme qui correspond à l'échantillon n°3 étudié en 1989. /0,5

3.3. Pour les échantillons 1 et 2, on propose les années 586 et 1247.

Attribuer à chaque échantillon, l'année qui correspond. Justifier sans calcul. /1

II/ L'ion ammonium (4,5 points)

On dispose d'une solution de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$) de concentration $c = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH de cette solution est égal à 5,6.

L'ion ammonium est l'acide du couple acide/base $\text{NH}_4^+_{(aq)} / \text{NH}_3_{(aq)}$.

1. Écrire l'équation de la réaction entre l'ion ammonium et l'eau. /0,5

2. Déterminer la concentration des ions H_3O^+ dans la solution.

En déduire la concentration des ions $\text{NH}_4^+_{(aq)}$ et celle de $\text{NH}_3_{(aq)}$. /1,5

3.a. Exprimer la constante d'acidité K_A du couple dont l'ammonium est l'acide. /0,5

3.b. Calculer le K_A de ce couple. /0,5

3.c. Montrer à partir du résultat précédent que le pK_A de ce couple est égal à 9,2. /0,5

4. En utilisant la valeur indiquée ci-dessus pour le pK_A , déterminer quelle espèce du couple est majoritaire dans la solution ?

Ce résultat est-il en accord avec celui de la question 2. ? /1

III/ Dosage de l'acide lactique (7 points)

Une crampe apparaît lorsqu'il se forme, dans les cellules musculaires, de l'acide lactique qui provoque une diminution du pH du sang. L'acide lactique, de formule $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ sera noté par la suite AH. Sa masse molaire moléculaire est $M(\text{AH}) = 90 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Données :

K_A et pK_A de quelques couples acide/base :

couple	K_A	pK_A
$\text{H}_2\text{O}/\text{HO}_{(aq)}$	$K_e = 1,0 \times 10^{-14}$	$pK_e = 14,0$
$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$	$K_{A2} = 1,0$	$pK_{A2} = 0,0$
$\text{HA}_{(aq)}/\text{A}^-_{(aq)}$	$K_{A3} = 1,26 \times 10^{-4}$	$pK_{A3} = 3,9$

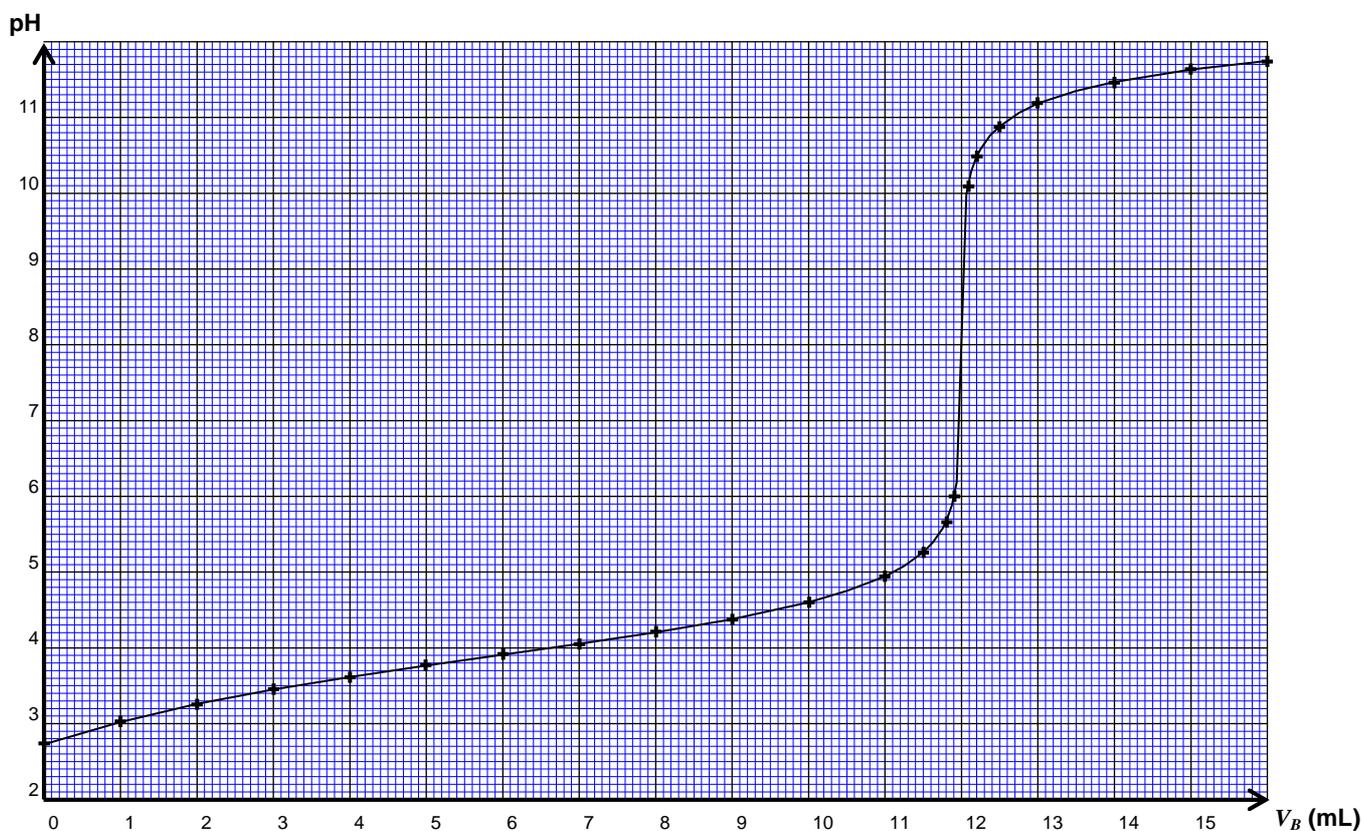
Zone de virage de quelques indicateurs colorés :

indicateur coloré	zone de virage
bleu de bromophénol	jaune 3,0 - 4,6 bleu
rouge de crésol	jaune 7,2 - 8,8 rouge
phénolphtaléine	incolore 8,2 - 10 rose

Une masse m d'acide lactique pur est introduite dans une fiole jaugée de 250 mL et le volume est complété avec de l'eau distillée. La solution ainsi préparée est notée S_A .

On dose l'acide lactique contenu dans un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de la solution S_A par une solution S_B d'hydroxyde de sodium (ou soude) de formule $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)})$ et de concentration $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le suivi de l'évolution du pH en fonction du volume V_B de soude versé conduit à la courbe représentée ci-dessous.



1. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange. /0,5
 2. Exprimer puis calculer la constante de réaction K correspondante. /1
 3. On considère le système chimique obtenu lorsque l'on a versé 8 mL de la solution d'hydroxyde de sodium. /0,5
 - 3.a. Quelle est la quantité d'ions hydroxyde introduite dans le bécher ? /0,5
 - 3.b. Quelle est la quantité d'ions hydroxyde réellement présente dans la solution ? /1
 - 3.c. Quelle conclusion peut-on tirer de la comparaison des résultats précédent ? /0,5
 - 4.a. Définir l'équivalence d'un titrage. /0,5
 - 4.b. Déterminer le volume $V_{B,equiv}$ nécessaire pour atteindre l'équivalence. /0,5
- Faire apparaître la construction effectuée sur la courbe. /0,5
- 4.c. Déterminer la valeur de la concentration C_A de l'acide lactique dans la solution S_A . /1
 - 4.d. Déterminer la valeur de la masse m d'acide lactique pur introduit dans la fiole jaugée. /1
5. Il est possible de repérer l'équivalence d'un titrage en utilisant un indicateur coloré. /0,5
- Quel indicateur coloré peut-on utiliser ici ? /0,5