

Archéologie

Lors de fouilles récentes dans une ville proche de la mer Méditerranée, a été trouvé parmi des vestiges archéologiques un bateau dans un état de conservation exceptionnel avec une partie de sa cargaison constituée d'amphores, de pièces de monnaie, ...

PHYSIQUE (7 points)

Les deux parties sont indépendantes.

Partie A : Radioactivité : datation au carbone 14

Dans l'Antiquité, le port de cette ville s'étendait dans une zone proche d'un marécage. Un bateau fut abandonné à l'époque et s'est progressivement enfoncé dans la vase, ce qui a assuré sa conservation. Les archéologues souhaitent déterminer l'âge du bateau par une technique de datation au carbone 14. Sur le site internet du commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), on peut lire :

Le carbone est très répandu dans notre environnement et, en particulier, il entre dans la constitution de la molécule de gaz carbonique présente dans l'atmosphère. Ce carbone est constitué principalement de carbone 12. Cependant, une petite proportion de carbone 14 radioactif se trouve à l'état naturel. Le rapport carbone 14 / carbone 12 est équilibré entre l'atmosphère et le monde du vivant (animal, végétal...) durant toute la vie de chaque individu grâce aux échanges nécessaires à celle-ci (respiration, photosynthèse et alimentation).

Après la mort d'un organisme, le carbone 14 n'est plus renouvelé par un échange avec le monde extérieur. Sa proportion diminue dans les organismes car il se désintègre petit à petit.

1. Équation de la désintégration du carbone 14

- 1.1. Les noyaux atomiques de symboles $^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$ sont des isotopes du carbone. Définir le mot « isotope ».
- 1.2. Nommer les constituants du noyau de l'atome de carbone $^{14}_6\text{C}$.
- 1.3. Le carbone 14 se désintègre en émettant un électron $^0_{-1}\text{e}$. S'agit-il d'une radioactivité de type α , β^- ou β^+ ?
- 1.4. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du carbone 14 en indiquant les lois de conservation utilisées.

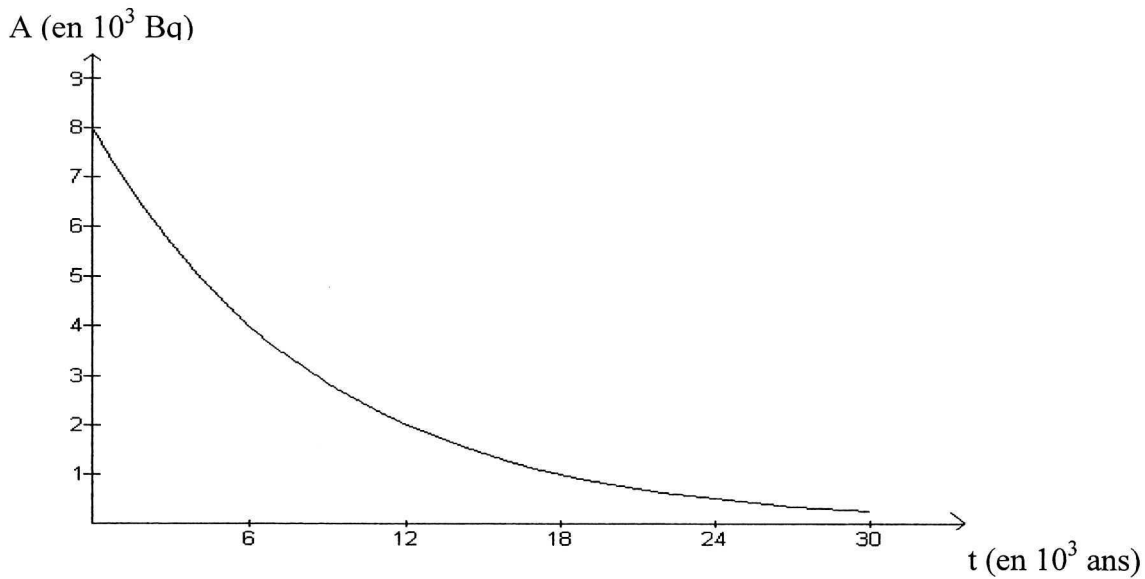
Données : ^8_8O ; ^7_7N ; ^6_6C ; ^5_5B

2. Période radioactive T

Pour déterminer l'âge du bateau, on utilise le graphe de la page suivante qui donne l'évolution de l'activité A en fonction du temps, pour un échantillon ne contenant que du carbone 14 comme nucléide radioactif.

- 2.1. Définir l'activité d'un échantillon radioactif.

- 2.2. Les archéologues mesurent l'activité d'un échantillon de bois présent dans la coque du navire et trouvent 6000 Bq. En déduire, à l'aide du graphique suivant la durée écoulée depuis la construction du navire.

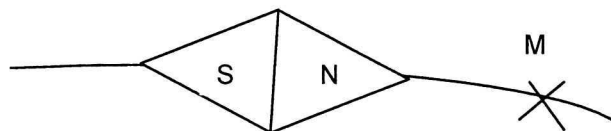


- 2.3. Définir la période d'un échantillon radioactif.
- 2.4. Déterminer, à l'aide du graphe, la valeur de la période radioactive du carbone 14.

Partie B : Champ magnétique

3. Au fond de la cale du bateau, se trouvent des minerais de couleur grise qui orientent une aiguille aimantée. Les archéologues constatent que le minerai est de la magnétite.
- 3.1. La valeur du champ magnétique créé par la magnétite est de 0,01 SI. Quelle est l'unité de champ magnétique dans le système international (SI) ?
- 3.2. Donner un ordre de grandeur de la valeur d'un champ magnétique intense. Peut-on en conclure que le champ magnétique créé par la magnétite est intense ?
4. Si on saupoudre de limaille de fer un minerai de magnétite, chaque grain de fer se comporte comme une petite aiguille aimantée qui, en s'alignant sous l'effet du champ magnétique, permet de tracer les lignes de champ.

Une des lignes de champ ainsi qu'une aiguille aimantée sont représentées sur le schéma ci-dessous.



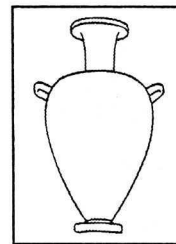
- 4.1. Orienter la ligne de champ, après avoir reproduit le schéma sur votre copie.
- 4.2. Indiquer la direction et le sens du champ magnétique donnés par une boussole au point M.

CHIMIE (13 points)

Les deux exercices sont indépendants.

Les amphores contenues dans la cale du navire sont dans un état de conservation excellent. À l'époque, elles servaient de récipient pour transporter et conserver différents aliments : vin, huile, poisson dans saumure, miel.

Certaines, encore pleines, nous renseignent sur ce que pouvait être le régime alimentaire méditerranéen.

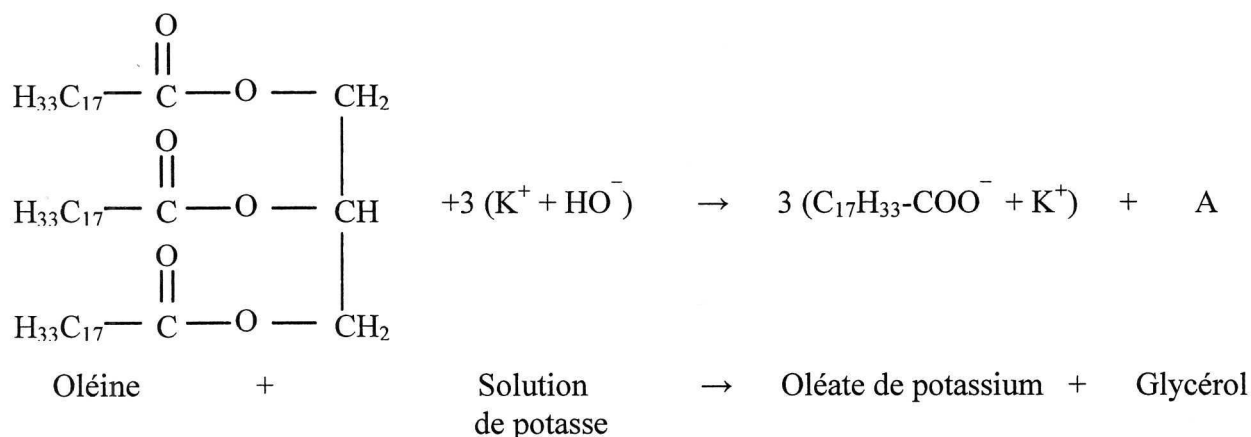


EXERCICE I : Huile d'olive et préparation d'un savon : (6 points)

1. Préparation d'un savon

L'huile d'olive était déjà très utilisée à l'époque sur le pourtour méditerranéen dans l'alimentation et l'hygiène. Les anciens fabriquaient leur savon, en mélangeant de l'huile d'olive avec des cendres de bois riches en potasse. Le constituant principal de l'huile d'olive est l'oléine. La formule chimique d'une solution aqueuse de potasse est ($K^+ + HO^-$).

Après chauffage de ces deux réactifs, on obtient un savon (oléate de potassium) et du glycérol d'après la réaction chimique d'équation :



- 1.1 Recopier la formule de l'oléine, entourer les groupes caractéristiques et donner le nom de la fonction chimique correspondante.
- 1.2 Comment appelle-t-on la réaction chimique ainsi réalisée ?
- 1.3 Écrire la formule semi-développée du produit A formé.
- 1.4 La formule de l'acide oléique est $C_{17}H_{33}-COOH$. Il appartient à la famille des acides gras. Déterminer si l'acide oléique est saturé ou insaturé. Justifier.
- 1.5 Vérifier que la masse molaire du savon synthétisé est $M_s = 320,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
Données : Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $M(H) = 1,0$; $M(C) = 12,0$; $M(N) = 14,0$; $M(O) = 16,0$; $M(K) = 39,1$
- 1.6 À l'aide de l'équation de réaction, déterminer la relation entre la quantité de matière d'oléine n_0 et la quantité de matière de savon formé n_s .

1.7 Montrer que la masse m_s de savon formé est de 960,3 kg si la quantité d'oléine introduite dans le mélange réactionnel est : $n_0 = 1000$ mol.

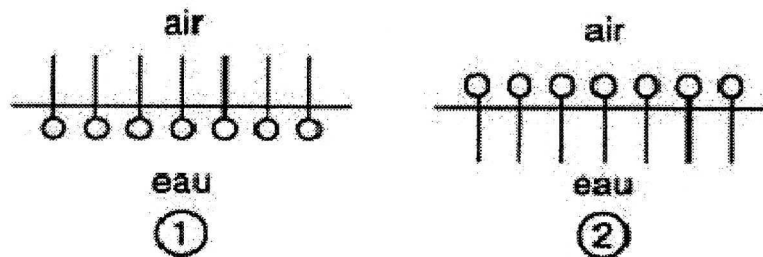
2. Mode d'action d'un savon

2.1 Recopier la formule de l'ion oléate $C_{17}H_{33}-COO^-$ et entourer la partie hydrophile et la partie hydrophobe de cet ion.

2.2 Dans l'eau, très peu d'ions oléate du savon sont isolés. Ils forment un film à la surface de l'eau.

Pour les schémas ci-dessous, la partie hydrophile est représentée par un rond et la partie hydrophobe, par un trait.

Quel est, parmi les deux schémas ci-dessous, celui qui donne une représentation correcte de la disposition des ions oléate à la surface de l'eau. Expliquer

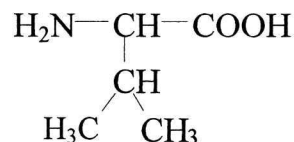


EXERCICE II : Acides aminés et dosage d'oxydoréduction : (7 points)

1. Poissons et acides aminés

Le poisson était conservé dans les amphores grâce à une saumure qui est une solution aqueuse saturée en sel.

Il est une source de protéines riches en acides aminés essentiels. La valine est l'un de ces acides aminés et a pour formule semi développée :



1.1. Recopier sur votre copie la formule semi-développée de la valine.

1.1.1. Entourer les groupes caractéristiques de la molécule.

1.1.2. Montrer qu'il s'agit bien d'un acide α -aminé.

1.2. Donner la définition d'un atome de carbone asymétrique ?

1.3. Indiquer par un astérisque le (ou les) atome(s) de carbone asymétrique dans la molécule de valine.

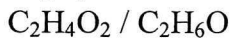
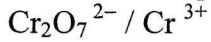
1.4. En utilisant la représentation de Fischer, représenter la configuration D de la valine.

2. Vin et oxydoréduction

Après avoir retiré le bouchon en liège d'une amphore, les archéologues découvrent qu'elle semble contenir du vin. L'alcool, contenu dans le vin, est l'éthanol de formule brute C_2H_6O .

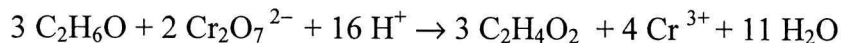
Ils souhaitent déterminer la concentration molaire en éthanol du vin de l'amphore et réalisent un dosage en utilisant une solution aqueuse titrante de dichromate de potassium.

Données : couples oxydant / réducteur



Les ions dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) en solution aqueuse sont de couleur orange et les ions chrome III (Cr^{3+}) sont de couleur verte.

L'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu au cours de ce dosage est :



- 2.1. Représenter la formule semi-développée de l'éthanol.
- 2.2. L'éthanol est un réducteur. Donner la définition d'un réducteur.
- 2.3. Préciser le rôle joué (oxydant ou réducteur) par les ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ au cours de cette réaction.
- 2.4. Représenter la formule semi-développée associée à la formule brute $C_2H_4O_2$.

3. Dosage du vin

Après filtration du contenu de l'amphore, l'équipe prélève un volume $V_1 = 10,0$ mL de vin et le dose avec une solution aqueuse de dichromate de potassium acidifiée de concentration molaire $C_2 = 2,0$ mol.L⁻¹.

Le volume de dichromate de potassium obtenu à l'équivalent est $V_{2E} = 12,0$ mL.

- 3.1. Schématiser le montage qui permet de réaliser le dosage de l'éthanol par les ions dichromate sans oublier de le légènder.
- 3.2. Définir l'équivalence d'un dosage.
- 3.3. La concentration molaire de l'éthanol dans le vin se détermine à partir du volume d'ions dichromate versé à l'équivalence par la relation :

$$C_1 = \frac{3C_2 \cdot V_{2E}}{2V_1}$$

Calculer la concentration molaire en éthanol, notée C_1 .