

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL

SESSION 2018

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Le sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

L'annexe page 7/7 est à rendre avec la copie.

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Remarque : les trois exercices du sujet sont indépendants.

Exercice 1 : Qualité de l'eau du robinet (7,5 points)

Les programmes de contrôle de la qualité de l'eau du robinet donnent lieu, chaque année, à la réalisation de plus de 12 millions d'analyses, ce qui fait de cette eau la denrée alimentaire la plus contrôlée en France. La surveillance de l'eau, orchestrée par la Direction Générale de la Santé (DGS), porte sur des paramètres microbiologiques, physico-chimiques ou radiologiques et permet de s'assurer que les eaux mises en distribution ne présentent pas de risque pour la santé des consommateurs.

Partie 1 : Radioactivité de l'eau du robinet

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) est chargé plus particulièrement de l'analyse de la qualité radiologique de l'eau du robinet.

Document 1 : Radioactivité naturelle de l'eau

La radioactivité naturelle dans les eaux dépend de la nature géologique des terrains qu'elles traversent, de la durée de contact, de la température et de la solubilité des radioéléments rencontrés. Ainsi, les eaux souterraines des régions granitiques présentent parfois une radioactivité naturelle élevée.

D'après le site solidarites-sante.gouv.fr

Document 2 : Le radium 226

Le radium 226 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) est l'un des isotopes radioactifs de l'élément radium. On le trouve notamment dans les minerais d'uranium. Il a été longtemps utilisé en radiothérapie, puis abandonné en 1976 pour raisons de protection radiologique.

Données IRSN :

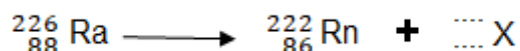
Le radium 226 se désintègre en radon 222.

Période radioactive (ou demi-vie) du radium 226 : 1600 ans.

Activité moyenne du radium 226 dans l'eau du robinet : 0,40 Bq par litre d'eau.

Extrait fiche IRSN et d'après le site www.la-radioactivite.com

1. Expliquer le terme isotope.
2. Donner la composition du noyau de radium 226.
3. L'équation de désintégration du radium 226 en radon 222 s'écrit :



3.1. Recopier l'équation de désintégration en identifiant la particule X et en déterminant son nombre de masse et son nombre de charges.

Énoncer les lois de conservation utilisées.

3.2. Préciser le type de radioactivité de cette désintégration.

3.3. Rappeler la définition de la période radioactive ou demi-vie d'un isotope radioactif.

3.4. La période biologique d'un élément chimique est le temps au bout duquel, la moitié d'une quantité ingérée est éliminée de l'organisme. On considère que l'élimination est totale au bout de 20 périodes biologiques. La période biologique du radium 226 est d'environ 900 jours.

Justifier que l'activité du radium 226 n'est pas notablement modifiée pendant son séjour dans l'organisme.

Partie 2 : Une technique pour éliminer les micropolluants.

Les prélèvements réalisés par les organismes de contrôle de la qualité de l'eau sont souvent effectués après la station d'épuration. Lorsque ces contrôles montrent la persistance de micropolluants, des techniques de traitements complémentaires sont utilisées pour les éliminer. La désinfection par rayonnement UV fait partie de ces techniques.

Données : Énergie transportée par un photon $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
Avec $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J·s et $c = 3,00 \times 10^8$ m·s⁻¹

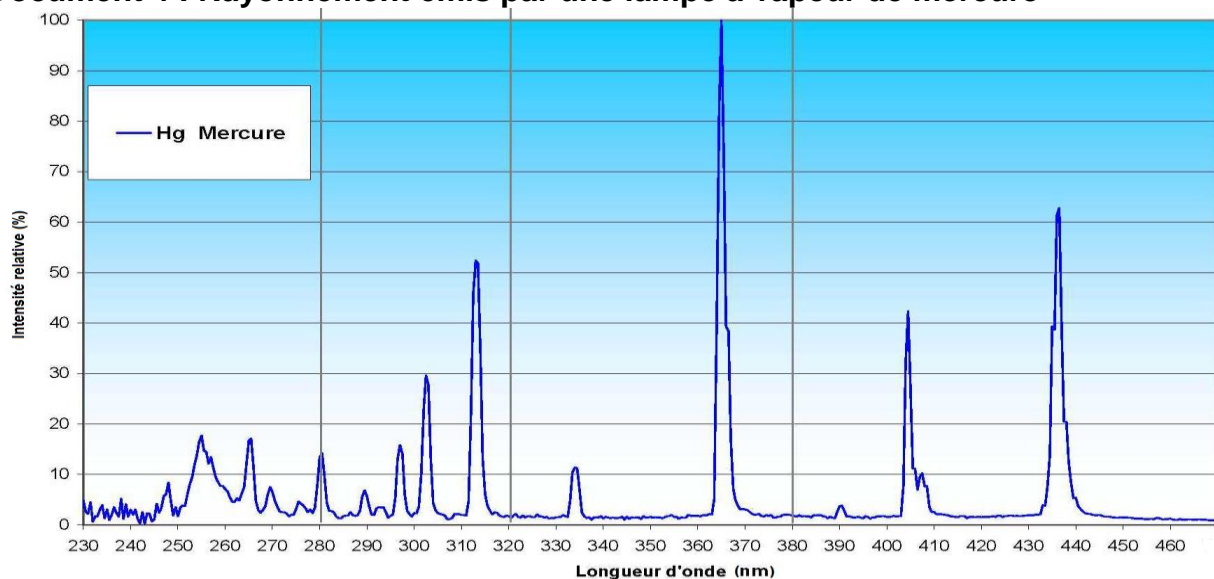
Document 3 : Principe de désinfection par UV

L'utilisation des UV permet l'inactivation des micro-organismes par modification de leurs informations génétiques. Le rayonnement agit directement sur les cellules, bloquant ainsi tous leurs processus biochimiques servant à leur reproduction. L'efficacité maximale de la désinfection UV est atteinte lorsque les photons émis ont une énergie voisine de $7,80 \times 10^{-19}$ J.

D'après le site <http://www.dynavive.eu>

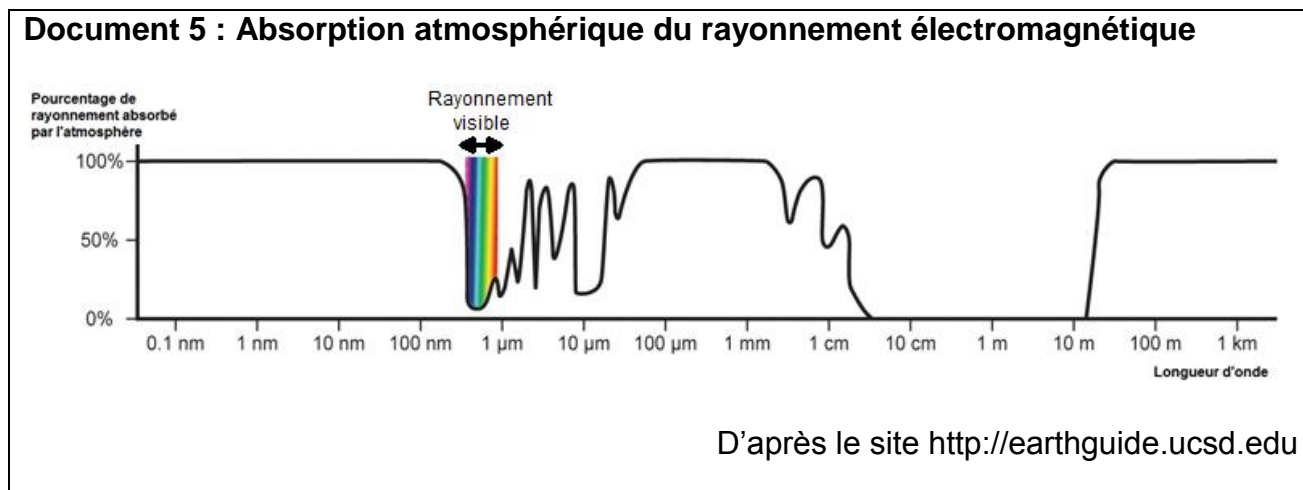
1. Préciser ce que signifie le sigle UV.
2. Citer une source de rayonnement UV.
3. Compléter le diagramme de l'annexe à rendre avec la copie, en attribuant à chaque zone A et B, le nom qui correspond au type de rayonnement.
4. Montrer que pour une efficacité maximale de la désinfection UV, la longueur d'onde du rayonnement utilisé vaut environ $\lambda = 255$ nm.

Document 4 : Rayonnement émis par une lampe à vapeur de mercure



D'après le site www.alpha-cure-france.fr

5. Justifier, à l'aide du **document 4**, que l'utilisation d'une lampe à vapeur de mercure permet d'éliminer les micro-organismes.



6. Indiquer si le rayonnement solaire permet l'élimination des micro-organismes de l'eau des rivières.

Justifier la réponse en utilisant le **document 5**.

Exercice 2 : Pollution de l'eau (6,5 points)

Les micropolluants que l'on retrouve parfois à la sortie des stations de traitement proviennent des substances rejetées dans l'eau après usage. Ils y demeurent présents à l'état de traces mais, même à faible concentration, ces composés minéraux ou organiques peuvent présenter des risques pour la santé : 82 % de ces traces sont des métaux, 15 % des substances pharmaceutiques et 3% des savons.

Le palmitate de sodium de formule ($C_{15}H_{31} - COO^- + Na^+$) fait partie des savons que l'on retrouve parfois à la sortie des stations de traitement. Les qualités détergentes de ce savon proviennent des propriétés de l'ion palmitate $C_{15}H_{31} - COO^-$.

1. L'ion palmitate présente une structure particulière, il possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe.

1.1. Définir le terme hydrophile.

1.2. Recopier la formule de cet ion et indiquer clairement les pôles hydrophile et hydrophobe.

1.3. Montrer que la chaîne carbonée [$C_{15}H_{31} -$] est saturée.

2. Le palmitate de sodium est synthétisé en laboratoire à partir de la palmitine, un triglycéride, selon la réaction se trouvant sur **l'annexe à rendre avec la copie**.

2.1. Préciser le nom associé à ce type de réaction.

2.2. Compléter les noms manquants des espèces chimiques impliquées dans cette réaction sur **l'annexe à rendre avec la copie**.

3. Sur la formule chimique de la palmitine écrite dans l'équation de la réaction donnée en **annexe à rendre avec la copie**, entourer puis nommer les groupes caractéristiques.

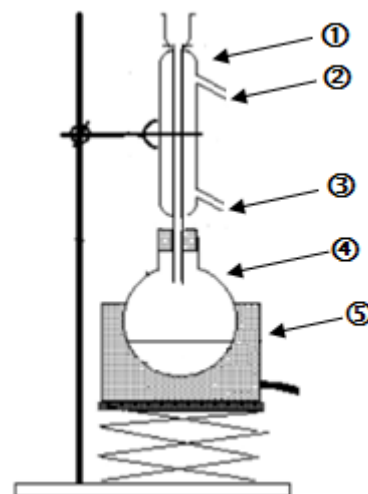
4. Au laboratoire, pour synthétiser ce savon, on utilise le dispositif suivant :

4.1. Nommer le type de montage utilisé et en expliquer l'intérêt.

4.2. Associer aux numéros ①, ②, ③, ④, ⑤ une légende choisie parmi : ballon, chauffe-ballon, réfrigérant, entrée d'eau, sortie d'eau.

4.3. La réaction est supposée totale. On fait réagir 2 moles de palmitine. Indiquer la quantité de matière de palmitate de sodium obtenu.

4.4. Calculer la masse de palmitate de sodium solide ($C_{15}H_{31}COONa$) obtenue.



Données : Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: $M(H) = 1,0$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$; $M(Na) = 23$

Exercice 3 : Analyse d'une eau du robinet (6 points)

Beaucoup de personnes ont des doutes sur la qualité de l'eau du robinet quand elles lui trouvent un goût étrange. Mais le goût n'est pas un critère de qualité suffisant. Les critères de potabilité imposent la détermination précise de la concentration de nombreuses espèces chimiques dissoutes dans les eaux.

Document 6 : Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine

Ions	Concentrations massiques maximales admises
nitrate NO_3^-	$50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
nitrite NO_2^-	$0,50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
hydrogénocarbonate HCO_3^-	$600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
plomb Pb^{2+}	$10 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
chlorure Cl^-	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Un technicien doit effectuer des analyses de l'eau sur une unité de distribution. Les premiers résultats sont les suivants :

Paramètres	Résultats
Ion nitrate NO_3^-	$0,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Ion nitrite NO_2^-	$0,05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Ion plomb Pb^{2+}	$0,0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
Ion chlorure Cl^-	$150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
pH	7,2

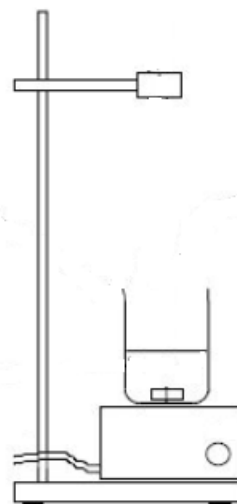
Il cherche maintenant à déterminer la concentration en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- de cette eau. Pour cela, il réalise un dosage pH-métrique d'un prélèvement de 100 mL par un acide fort (que l'on notera AH) et dont la concentration est $C_{\text{AH}} = 0,020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données : Couple acido-basique $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) / \text{HCO}_3^-$ $\text{p}K_{\text{A}} = 6,4$ $M(\text{HCO}_3^-) = 61 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Donner la définition d'un acide selon Brönsted.
2. Tracer le diagramme de prédominance du couple $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) / \text{HCO}_3^-$.
3. Expliquer, à l'aide des premiers résultats du technicien, pourquoi les ions hydrogénéocarbonate sont majoritaires dans l'eau à doser.
4. Pour réaliser le dosage, le technicien prépare le montage ci-dessous.

Choisir parmi le matériel proposé, ce qu'il doit rajouter au montage pour réaliser le dosage pH-métrique.

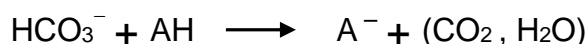
- Fiole jaugée de 100 mL
- Bécher de 150 mL
- Burette graduée de 25 mL
- Éprouvette graduée de 100 mL
- Pipette jaugée de 20 mL
- Propipette
- pH-mètre
- Chauffe-ballon



5. On note V_{AH} le volume d'acide versé. En traçant $\text{pH} = f(V_{\text{AH}})$ on obtient le graphique donné sur l'**annexe à rendre avec la copie**.

Vérifier à l'aide de ce graphique que le volume versé à l'équivalence est $V_{\text{E}} = 15 \text{ mL}$.
Faire apparaître les traits de construction sur le document.

6. L'équation chimique de la réaction acido-basique mise en jeu au cours de ce dosage est :



6.1. Montrer que la quantité de matière d'ions hydrogénéocarbonate dosée vaut :

$$n(\text{HCO}_3^-) = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

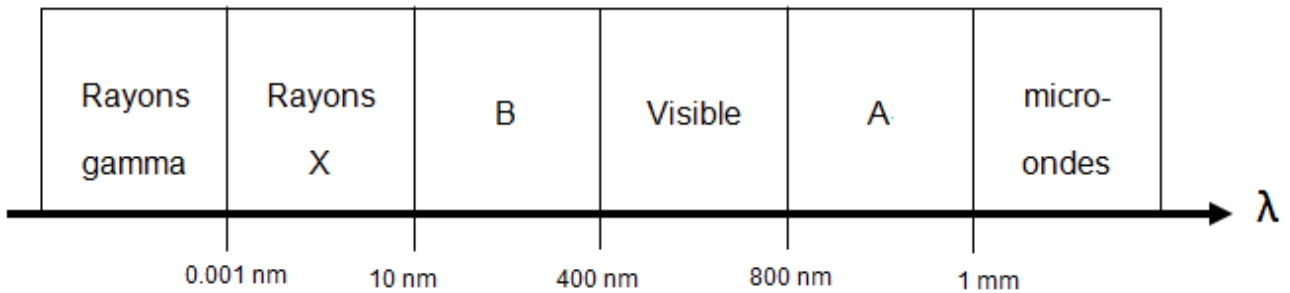
6.2. Calculer la concentration massique en ions hydrogénéocarbonate de cette eau.

6.3. Cette eau est-elle conforme à la réglementation en vigueur ?

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

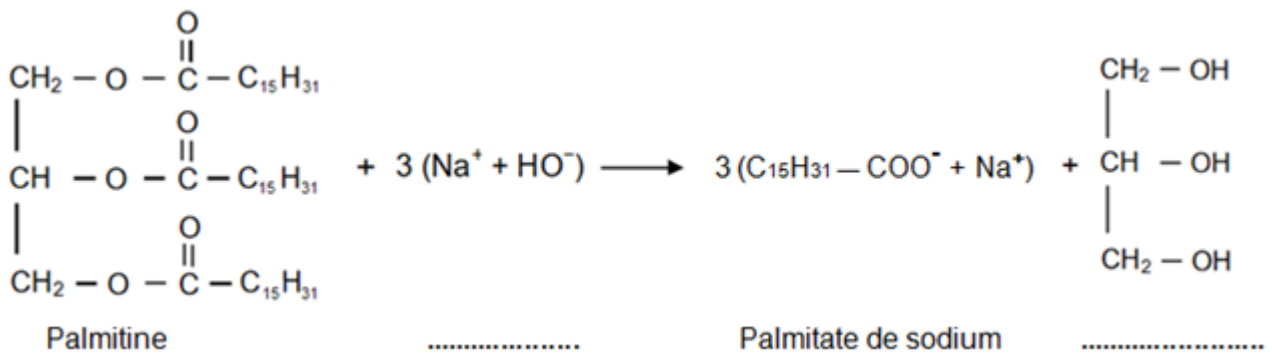
Exercice 1

Partie 2 – Question 3.



Exercice 2

Question 2.2. et question 3.



Exercice 3

Question 5.

