

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL

**SESSION 2019**

### SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 3**

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Il comporte une **annexe à rendre avec la copie, page 6/6.**

*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.*

**Les trois exercices du sujet sont indépendants.**

À la suite de problèmes de santé qui semblent d'origine cardiaque, monsieur X. se rend à l'hôpital pour des examens médicaux et des conseils alimentaires.

## **Exercice 1 : Imagerie fonctionnelle du corps humain (8 points)**

### **Document 1 : Imagerie médicale par scintigraphie**

La **scintigraphie** est une méthode d'imagerie médicale de médecine nucléaire qui produit une image fonctionnelle par l'administration d'un médicament radiopharmaceutique (MRP) dont on détecte les rayonnements émis une fois que ce médicament a été capté par l'organe ou la cible à examiner.

Le patient reçoit des molécules avec des isotopes radioactifs qui vont se fixer sur les organes ou les tissus que l'on cherche à explorer. Ensuite, une machine, en général une gamma-caméra, détecte les rayonnements émis par le corps. Enfin, on reconstruit l'image obtenue. La dose de radioactivité est maintenue faible de manière à minimiser les risques liés à l'irradiation.

*Source Wikipédia*

### **Document 2 : Produits de traçage pour la scintigraphie**

On utilise de l'iode de numéro atomique 53, dont deux isotopes :  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$  sont radioactifs et émetteurs de rayonnement  $\gamma$ . La période radioactive (ou demi-vie) de  $^{123}\text{I}$  est de l'ordre de 13 heures, celle du  $^{131}\text{I}$  est d'environ 8 jours.

Les noyaux radioactifs sont considérés totalement désintégrés au bout de 20 périodes radioactives (ou demi-vies).

1. Sur le **document en annexe (à rendre avec la copie)**, orienter l'axe dans le sens des longueurs d'onde croissantes. Placer sur ce même document les rayonnements  $\gamma$ .
2. L'isotope  $^{123}\text{I}$  émet un rayonnement  $\gamma$  d'énergie 159 keV ou  $2,54 \times 10^{-14}$  J.  
Calculer la longueur d'onde correspondant à ce rayonnement.  
Données :  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J·s,  $c = 3,00 \times 10^8$  m·s $^{-1}$ .
3. Décrire précisément la composition des noyaux d'iode  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$ .
4. Désintégration radioactive de l'iode.
  - 4.1. Rappeler les lois de conservation qui caractérisent les réactions nucléaires.
  - 4.2. La désintégration de l'iode 131 est de type  $\beta^-$ . Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131, en choisissant le noyau formé dans le tableau suivant :

| Noyau               | Sb | Te | I  | Xe | Cs |
|---------------------|----|----|----|----|----|
| Nombre de protons Z | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 |

## 5. Demi-vie d'un isotope radioactif.

5.1. Définir la période (ou demi-vie) d'un isotope radioactif.

5.2. Indiquer en justifiant lequel de ces deux isotopes est le plus adapté à l'imagerie médicale.

## 6. Impact de l'examen sur la santé

6.1. On injecte une dose d'iode  $^{123}\text{I}$  à monsieur X., l'activité vaut 7 MBq au moment de l'injection. L'examen a lieu trois heures plus tard. À ce moment-là, l'activité de l'iode est-elle supérieure ou inférieure à 3,5 MBq ? Justifier.

6.2. Pour vérifier les effets du traitement sur monsieur X., une seconde scintigraphie est pratiquée six semaines plus tard. Préciser si ce délai est suffisant pour que le premier examen ne perturbe pas le deuxième. Justifier.

Le patient doit être perfusé afin de recevoir l'injection du produit iodé.

### Données :

Masse volumique du liquide à perfuser :  $\rho_{\text{liquide perfusé}} = 1080 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

Loi de la statique des fluides :  $\Delta p = \rho \cdot g \cdot h$

Section de la veine en  $\text{m}^2$  :  $S = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$  avec d en m

Le débit volumique  $D_v$  en  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  est donné par :  $D_v = v \cdot S$  avec v en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  et S en  $\text{m}^2$

7. Indiquer la condition sur la pression du liquide au niveau de l'aiguille pour que le liquide contenu dans l'aiguille de la perfusion puisse pénétrer dans la veine du patient.

8. La tension veineuse du patient est de 8000 Pa.

On rappelle que la tension veineuse correspond à la différence de pression  $\Delta p$  entre la pression du sang dans les veines et la pression atmosphérique :  $\Delta p = P_{\text{sang}} - P_{\text{atm}}$

Calculer la hauteur h à laquelle la poche de perfusion doit être placée.

9. Une fois perfusé, le liquide contenant le produit de contraste se mêle au flux sanguin et se déplace à la vitesse  $v_{\text{sang}} = 5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Une veine a un diamètre moyen  $d = 0,5 \text{ cm}$ .

9.1. Calculer la section S en  $\text{m}^2$  de la veine.

Donnée :  $1 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

9.2. Calculer le débit volumique du sang et du liquide mêlés dans la veine.

9.3. Une des pathologies de ce patient fait que ses veines sont rétrécies. Si le débit sanguin est inchangé, préciser en la justifiant la variation de la vitesse v du sang.

## Exercice 2 : Contrôle qualité de la solution iodée (6 points)

Afin de compléter le premier diagnostic, monsieur X. se voit prescrire une coronarographie. Cet examen utilise également du diiode, mais cette fois-ci en tant que produit de contraste. Afin de s'assurer de la bonne teneur en iode dans la solution injectée un technicien de laboratoire va réaliser un titrage de la solution d'iode  $I_2$  par les ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$ . Le fabricant qui fournit les hôpitaux assure que ses solutions de diiode sont dosées à 350 mg/mL.

Données :

| Couples rédox                | $I_2/I^-$           | $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$           |
|------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Demi-équations électroniques | $I_2 + 2e^- = 2I^-$ | $S_4O_6^{2-} + 2e^- = 2S_2O_3^{2-}$ |

- Concentration molaire de la solution contenant les ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$  :  $C_2 = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Volume de la solution d'iode titrée :  $V_1 = 10 \text{ mL}$
- Masse molaire du diiode  $I_2$  :  $M = 246 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1. Compléter le schéma de l'**annexe (à rendre avec la copie)**.
2. Donner la définition d'une espèce chimique oxydante et indiquer le réactif oxydant lors de cette réaction.
3. Montrer que l'équation de la réaction de titrage est :
$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$
4. L'équivalence est observée pour un volume de solution titrante versé  $V_E = 14,2 \text{ mL}$ .
  - 4.1. Donner la définition de l'équivalence d'un titrage.
  - 4.2. Calculer la quantité de matière de thiosulfate versée à l'équivalence, notée  $n_E$ .
  - 4.3. Montrer que la relation entre les quantités de matière des espèces chimiques titrante et titrée à l'équivalence est :  $n(I_2) = \frac{n_E}{2}$
5. En déduire la concentration molaire  $C$  de diiode  $I_2$  dans l'échantillon analysé.
6. Calculer la valeur de la concentration massique du diiode  $I_2$  dans l'échantillon analysé.
7. Indiquer si la concentration massique est en accord avec les données du fabricant.

### Exercice 3 : Conseils alimentaires (6 points)

Au cours de l'examen médical monsieur X. est pesé, sa masse est de 86 kg.

Un extrait du bilan sanguin de monsieur X. indique les résultats suivants.

| Analyses de monsieur X.                                | Valeurs de référence                                     |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Cholestérol HDL: $0,001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | Cholestérol HDL: $> 0,90 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ |
| Cholestérol LDL: $0,004 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | Cholestérol LDL: $< 4,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  |
| Triglycérides : $0,0029 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | Triglycérides : $< 1,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   |

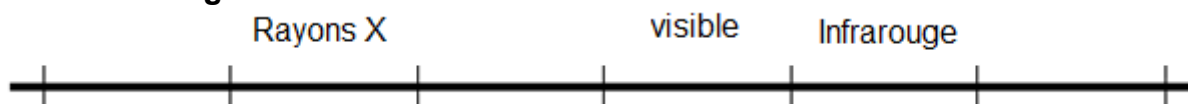
Par ailleurs monsieur X. présente un taux de sucres trop élevé dans le sang. Un régime alimentaire lui est conseillé.

1. Interpréter l'extrait du bilan sanguin de monsieur X.
2. Définir un triglycéride.
3. Les triglycérides sont hydrolysés lors de la digestion. Compléter la réaction d'hydrolyse donnée en **annexe (à rendre avec la copie)**.
4. Le médecin conseille à monsieur X de privilégier les graisses insaturées. L'huile d'olive est riche en triglycéride dont l'hydrolyse conduit à de l'acide oléique de formule  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ .
  - 4.1. Justifier si cet acide gras est saturé ou insaturé.
  - 4.2. L'huile d'olive peut-elle être conseillée dans le régime de monsieur X. ? Justifier.
5. Pour réduire sa consommation en sucres, monsieur X. remplace les boissons sucrées par des boissons « light » qui contiennent de l'aspartame. Entourer et nommer les groupes caractéristiques de la molécule d'aspartame. Répondre sur l'**annexe (à rendre avec la copie)**.
6. La Dose Journalière Admissible de l'aspartame est de 40 mg/kg. Définir la DJA.
7. Calculer la quantité maximale d'aspartame que ce patient pourra consommer quotidiennement.
8. Une canette de soda de 33 cL apporte environ 40 mg d'aspartame. Monsieur X. a l'habitude de boire au moins un café par jour dans lequel il ajoute deux comprimés contenant chacun 18 mg d'aspartame. Calculer combien de cafés et de canettes de soda monsieur X. peut consommer au maximum par jour en respectant la DJA. Commenter ce résultat.

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

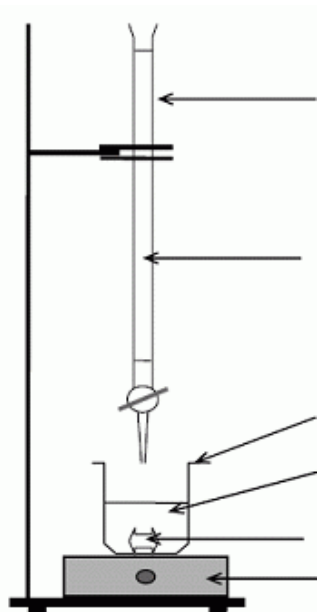
### Exercice 1

**Question 1 : Diagramme de domaine des ondes en fonction de  $\lambda$  en nm**



### Exercice 2

**Question 1**



.....

Solution titrante : .....

Bécher

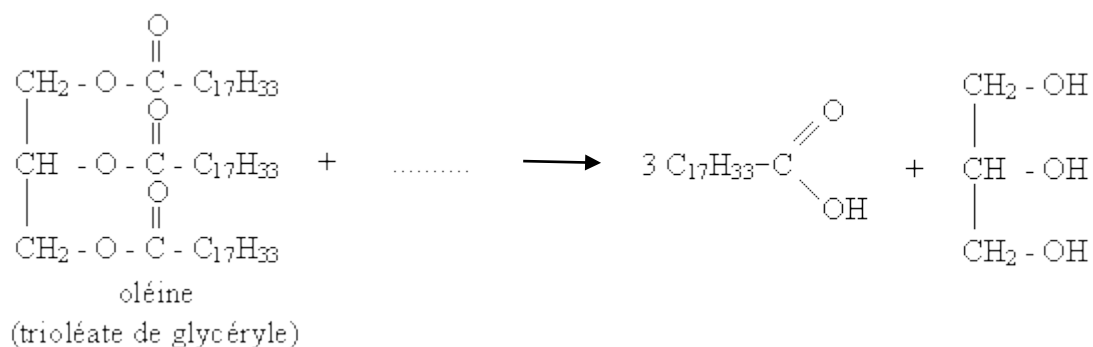
Solution titrée : .....

Turbulent ou aimant

.....

### Exercice 3

**Question 3**



**Question 5**

**Aspartame**

