

Une journée mouvementée d'un infirmier stagiaire à l'hôpital

Dans la salle de détente du personnel d'un hôpital, un stagiaire raconte à ses collègues de travail sa première journée passée dans un service d'urgences.

PHYSIQUE (8 points)

Exercice I : Perfusion veineuse et radiographie (8 points)

1. **Récit 1** « Pour mon premier patient, j'ai dû effectuer une perfusion intraveineuse. Je me suis rappelé que pour une perfusion sanguine, la poche de sang devait être suspendue à environ 70 cm par rapport au cathéter introduit dans la veine mais je ne savais pas si cette hauteur était la même pour une perfusion de glucose ».

1.1. Pour que le liquide perfusé pénètre dans la veine du patient, la pression du liquide à l'extrémité de l'aiguille doit-elle être ? :

- supérieure à la pression du sang à l'intérieur de la veine ;
- inférieure à la pression du sang à l'intérieur de la veine ;
- égale à la pression du sang à l'intérieur de la veine ;

1.2. La hauteur h , à laquelle il faut placer la poche à perfuser, est donnée par la relation suivante :

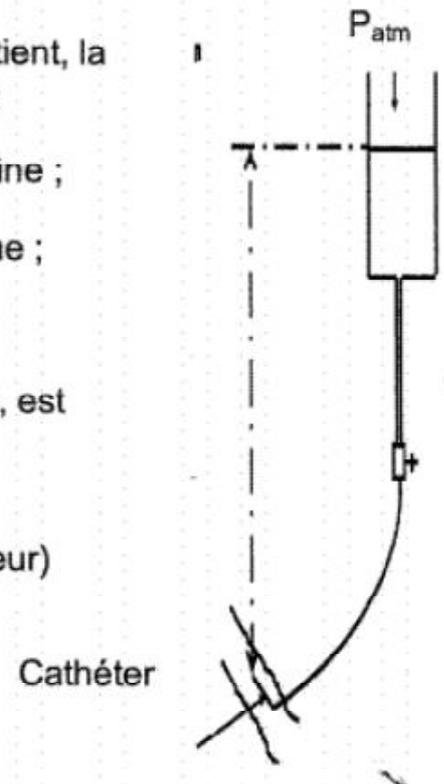
$$h = \frac{(P_{\text{sanguine}} - P_{\text{atm}})}{\rho \cdot g} \text{ avec } g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1} \text{ (intensité de la pesanteur)}$$

Que représentent les lettres P et ρ dans cette relation ?
Indiquer leur unité dans le système international (SI).

1.3. La masse volumique du sang est de 1060 kg.m^{-3} , la pression sanguine est égale à $1,09 \times 10^5 \text{ Pa}$ et la pression atmosphérique est égale $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$,

Calculer la hauteur h .

Cette valeur est-elle en accord avec le récit 1 du stagiaire ?



2.L'étude porte maintenant sur une solution de glucose.

2.1.Le volume de la poche est $V = 0,5 \text{ L}$ et sa masse est $m = 0,525 \text{ kg}$. Montrer que la masse volumique de la solution de glucose est égale à 1050 kg.m^{-3} .

$$\text{Rappel : } 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

2.2.Une poche de glucose à perfuser doit être placée à une hauteur h supérieure à celle d'une poche de sang à perfuser. Justifier sans calcul cette affirmation (on utilisera la relation de la question 1.2).

3.Le stagiaire poursuit (**récit 2**) : « Ensuite, j'ai amené à la radiographie un enfant blessé au poignet qui pleurait car il avait peur que l'examen soit douloureux. Je l'ai rassuré en lui disant qu'on allait simplement lui prendre " une photo " du poignet».

3.1.Parmi les 4 rayonnements ci-dessous, citer celui que la radiographie utilise pour les os :

- la lumière visible ;
- les ultrasons ;
- les rayons X ;
- les ultraviolets.

3.2.Pour calculer l'énergie d'un photon, on dispose des relations suivantes :

$$E = h\nu \text{ ou bien } E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad \text{avec } h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s et } c = 3,0 \times 10^8 \text{ SI}$$

3.2.1.Rappeler ce que signifie « c » et préciser son unité SI.

3.2.2.Lors de la radiographie du poignet de l'enfant, on utilise une onde de longueur d'onde $\lambda = 2,6 \times 10^{-2} \text{ nm}$.

Calculer l'énergie d'un photon de ce rayonnement.

$$\text{Rappel : } 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

3.2.3.Indiquer un effet biologique sur le corps humain suite à une exposition prolongée à des rayons ultraviolets.

3.2.4. Indiquer un effet biologique sur le corps humain suite à une exposition prolongée à des rayons X.

CHIMIE (12 points)

Exercice II : Utilisation de l'eau oxygénée (5,5 points)

Le stagiaire ajoute (récit 3) «*Et pour finir, j'ai dû soigner une dame âgée qui était tombée dans la rue. Pour désinfecter sa plaie au genou, j'ai utilisé de l'eau oxygénée à 10 volumes comme antiseptique. Je ne comprends pas pourquoi elle a eu des marques d'irritations et de brûlures ! J'ai aussitôt demandé au laboratoire de vérifier s'il s'agissait bien d'une eau oxygénée à 10 volumes.*»

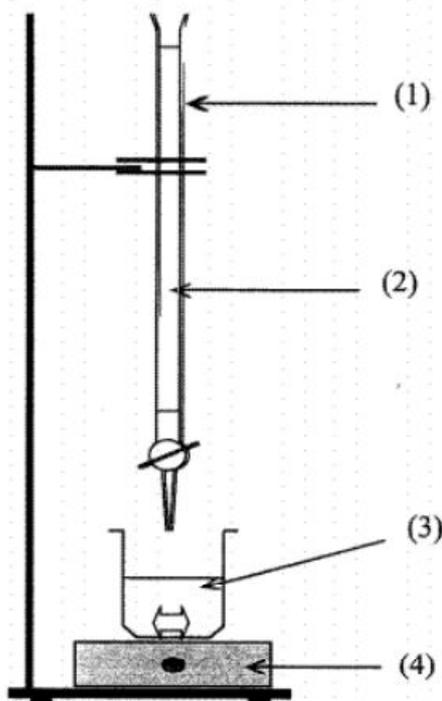
Rappel : le titre, noté T , d'une eau oxygénée est un nombre égal au volume de dioxygène exprimé en litres que libère un litre de solution d'eau oxygénée dans les conditions normales de température et de pression.

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . Le peroxyde d'hydrogène a la particularité d'être soit oxydant soit réducteur. L'eau oxygénée a donc deux couples d'oxydoréduction.

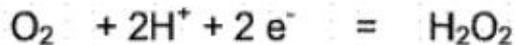
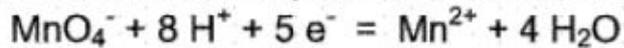
Pour vérifier le titre (T) de l'eau oxygénée utilisée par le stagiaire, le laboratoire d'analyse réalise un dosage.

1. Cette eau oxygénée est dosée par une solution de permanganate de potassium de concentration $C_1 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Pour réaliser le dosage, le laborantin prélève un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ d'eau oxygénée.

1.1. Associer aux numéros indiqués sur le montage ci-dessous les termes suivants : agitateur magnétique ; solution d'eau oxygénée ; solution de permanganate de potassium ; burette graduée.



1.2. Les deux demi-équations associées à la réaction de dosage sont :



Ecrire l'équation d'oxydoréduction correspondant au dosage.

1.3. Définir l'équivalence du dosage.

1.4. A l'équivalence : $n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \times n_{\text{MnO}_4^-}$. On notera V_e le volume de permanganate de potassium versé à l'équivalence.

1.4.1. On note C_2 la concentration de la solution d'eau oxygénée. Etablir la relation entre C_1 , C_2 , V_e et V_2 à l'équivalence.

1.4.2. Le volume équivalent V_e est égal à 10,8 mL. Montrer que la concentration de la solution d'eau oxygénée est de 2,7 mol.L⁻¹.

2. La relation entre le titre (T) en volume d'une eau oxygénée et sa concentration molaire C en peroxyde d'hydrogène est $T = C \times 11,2$.

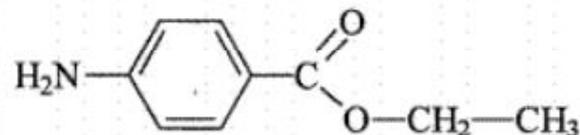
2.1. En déduire le titre en volume de l'eau oxygénée utilisée par le stagiaire.

2.2. Le stagiaire a-t-il utilisé une solution de mauvais titre qui pourrait expliquer la brûlure de la personne âgée (cf. récit 3) ?

Exercice III : La benzocaïne (6,5 points)

Le stagiaire poursuit (récit 4) : « Les analyses du laboratoire ont confirmé que l'eau oxygénée utilisée était à l'origine des brûlures de la patiente. Pour soulager la douleur, le médecin de garde m'a conseillé d'appliquer une pommade à base de benzocaïne. »

1. La notice indique que cette molécule est un ester dont le nom officiel (IUPAC) est : le 4-aminobenzoate d'éthyle, de formule semi-développée :



- 1.1. Recopier la formule semi-développée ci-dessus et entourer le groupe caractéristique ester.

- 1.2. Citer un autre groupe caractéristique présent dans la molécule ci-dessus.

2. L'équation de la réaction d'hydrolyse de la benzocaïne est :



- 2.1. Ecrire les formules semi-développées de l'acide A et l'alcool B. Nommer B.

- 2.2. Donner deux propriétés des réactions d'estérification et d'hydrolyse.

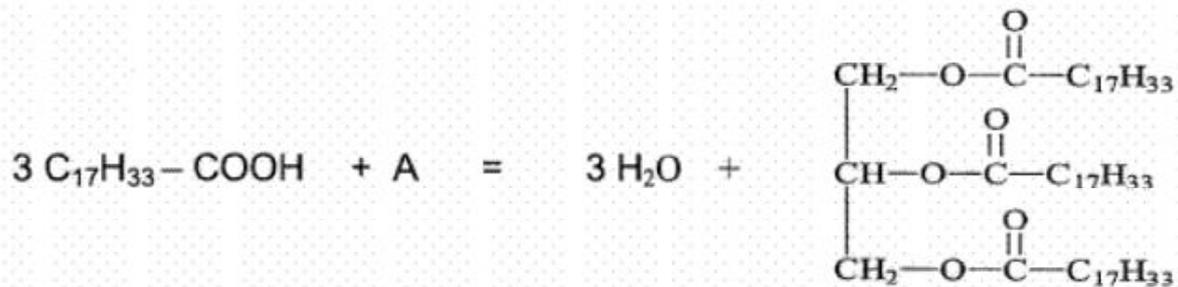
3. La patiente ayant signalé ses allergies, le stagiaire consulte la notice : la pommade contient de la lanoline qui est un mélange de stéarine et d'oléine. Il s'agit de deux triglycérides de formules semi-développées indiquées dans le tableau ci-dessous :

Stéarine	Oléine
<chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)OCC(=O)CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)OCC(=O)CCCCCCCCCCCCCCCC</chem>	<chem>CCCCCCCC=CCCCCCCC(=O)OCC(=O)CCCCCCCC=CCCCCCCC(=O)OCC(=O)CCCCCCCC=CCCCCCCC</chem>

3.1. Qu'est-ce qu'un triglycéride ?

3.2. L'oléine est synthétisée à partir de l'acide oléique de formule $C_{17}H_{33}-COOH$. S'agit-il d'un acide gras saturé ou insaturé ? Justifier.

3.3. Recopier l'équation d'estérification ci-dessous en indiquant la formule du composé A.



3.4. Nommer le composé A.

4. Pour préparer la pommade, il est nécessaire d'obtenir une masse $m = 2,0 \text{ g}$ d'oléine.

4.1. Montrer que la quantité de matière d'oléine, notée n , est d'environ $2,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$.
Donnée : $M_{\text{oléine}} = 884 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

4.2. D'après l'équation d'estérification du 3.3, il faut faire réagir trois moles d'acide oléique pour former une mole d'oléine si la réaction est totale. En déduire la quantité de matière d'acide oléique pour obtenir $2,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$ d'oléine dans ces conditions.