

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL

SESSION 2016

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Le sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

La page 9/9 est à rendre avec la copie.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

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

Exercice 1 : Alcool, vitesse et sécurité routière (7 points)

Document 1 : Article de presse sur les circonstances d'un accident de la circulation

Grave accident à la sortie du village : vitesse excessive et alcool en cause

Hier soir, le conducteur d'une voiture a perdu le contrôle de son véhicule à la sortie du village. La voiture a percuté un pylône électrique. D'après les premières constatations des gendarmes, la voiture roulait à environ 90 km.h^{-1} avant le choc alors que la vitesse est limitée à 50 km.h^{-1} .

Le passager du véhicule est grièvement blessé et a été pris en charge par le SAMU et emmené à l'hôpital. Le chauffeur est, quant à lui, sorti indemne.

Après contrôle de son alcoolémie à l'éthylotest chimique puis à l'éthylomètre, il s'est avéré que celui-ci avait un taux de **0,75 milligramme d'alcool par litre d'air expiré**, taux largement supérieur à la limite autorisée. Son permis lui a été retiré sur le champ. Il devrait comparaître rapidement au tribunal.

D'après les gendarmes, à la vitesse de 90 km.h^{-1} , le choc équivaut à une chute de la voiture de 6 étages. A cette vitesse et sous l'emprise de l'alcool, le temps de réaction est augmenté ce qui influe directement sur le temps de réaction du conducteur et donc sur la distance d'arrêt du véhicule. Alcool et vitesse excessive semblent être les responsables de cet accident.

Document 2 : Expression de l'énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

m : masse de l'objet
v : vitesse de l'objet

Document 3 : Caractéristique de la voiture



Masse avec un chauffeur et un passager : 1280 kg
Puissance : 110 cv
Vitesse maximale : 198 km.h^{-1}

1. Vitesse et sécurité routière

1.1. Indiquer l'unité dans le système international de chacune des grandeurs intervenant dans la relation définissant l'énergie cinétique et figurant dans le **document 2**.

1.2. Montrer que la vitesse v de la voiture avant le choc vaut 25 m.s^{-1} .

1.3. Calculer l'énergie cinétique de la voiture, contenant un chauffeur et un passager, avant le choc.

Après l'arrêt brutal de ce véhicule contre un obstacle, on peut comparer les dégâts à ceux liés à une chute libre verticale depuis une hauteur h.

1.4. On suppose que l'énergie cinétique de la voiture avant le choc est de 400 kJ.

Déterminer graphiquement, à partir du document de l'**annexe 1 (à rendre avec la copie)**, la hauteur de chute h qui engendrerait les mêmes dégâts que ceux observés lors de cet accident. Faire apparaître la construction graphique qui permet d'arriver à ce résultat.

1.5. La hauteur moyenne d'un étage est d'environ 3 mètres.

Indiquer si la phrase soulignée dans le **document 1** est cohérente avec le résultat trouvé à la question précédente. Justifier la réponse.

1.6. Lors de cet accident, le temps de réaction du conducteur a été modifié à cause de l'alcool. Citer deux autres facteurs ayant une influence sur le temps de réaction.

1.7. Lors de cet accident, la distance de freinage a été augmentée en raison de la vitesse excessive du véhicule.

Citer deux autres facteurs ayant une influence sur la distance de freinage.

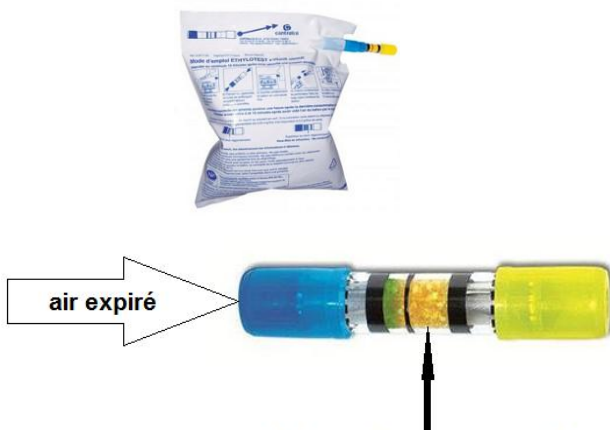
2. L'alcoolémie du conducteur

Document 4 : Fonctionnement de l'éthylotest chimique

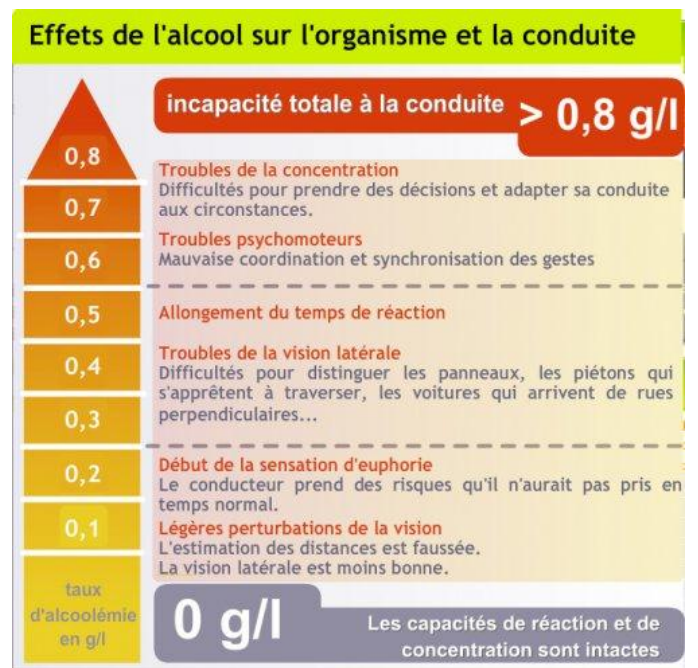
L'éthylotest chimique est un test fiable permettant d'évaluer le taux d'alcool dans le sang d'un individu en mesurant le taux d'éthanol contenu dans un certain volume de son air expiré. La technique utilise la réaction chimique de l'oxydation de l'éthanol contenu dans toutes les boissons alcoolisées par les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ de couleur orange. Cette réaction d'oxydation conduit à la formation d'ions chrome III de formule Cr^{3+} et de couleur verte. Ainsi, au passage de l'air expiré chargé en alcool éthylique (éthanol), la réaction se produit et le changement de couleur d'orange à vert permet de visualiser la présence d'alcool.

La limite légale autorisée du taux d'alcool dans le sang est fixée à 0,5 gramme par litre de sang. Cela correspond à un taux d'alcool égal à 0,25 milligramme par litre d'air expiré. Il y a proportionnalité entre ces deux taux.

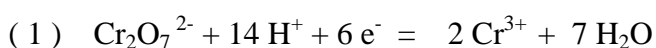
Document 5 : Photo de l'éthylotest chimique



Document 6 : Effet du taux d'alcool sur l'organisme



Document 7 : Demi-équations d'oxydoréduction



2.1. La formule brute de l'éthanol est C_2H_6O .

Sur la copie, écrire la formule développée de l'éthanol et entourer le groupe alcool.

2.2. Les couples redox mis en jeu lors de la réaction d'oxydo-réduction dans l'éthylotest sont $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ et C_2H_4O/C_2H_6O

2.2.1. Donner la définition d'un oxydant.

2.2.2. Indiquer si l'éthanol est oxydant ou réducteur lors de la réaction. Justifier la réponse.

2.2.3. Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre les ions dichromate et l'éthanol en utilisant les demi-équations (1) et (2) du **document 7**.

2.3. Déterminer, à partir des **documents 1 et 4**, le taux d'alcool (en $g.L^{-1}$) dans le sang du conducteur.

2.4. Préciser si le conducteur était en capacité de conduire au moment de l'accident. Justifier la réponse à partir des documents.

Exercice 2 : Prise en charge médicale du passager (8 points)

1. Examen radiographique

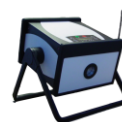
Arrivé à l'hôpital, le passager du véhicule est pris en charge par le service *Imagerie médicale* afin de procéder à une radiographie de ses membres inférieurs sévèrement touchés lors du choc. Les jambes sont alors exposées à un rayonnement électromagnétique délivré par un générateur de rayons X portable.

Document 8 : Générateur de rayons-X portable

Appareil dédié à la radiologie (GemX-160) ; l'appareil est alimenté sur batterie et contrôlé à distance.

Une fenêtre de béryllium permet les clichés à basse énergie

E_{\min} valant $3,2 \times 10^{-17}$ J mais il peut en tirer l'énergie maximale E_{\max} égale à $1,6 \times 10^{-14}$ J.



Document 9 : Classification des rayons X

Type de rayons X	Fréquence ν (en Hz)	Longueur d'onde λ (en nm)	Energie E (en J)
Rayons durs	de $1,5 \times 10^{19}$ à $2,5 \times 10^{19}$	de 0,012 à 0,02	de $9,9 \times 10^{-15}$ à $1,66 \times 10^{-14}$
Rayons intermédiaires	de $2,5 \times 10^{17}$ à $1,5 \times 10^{19}$	de 0,02 à 1,2	de $1,66 \times 10^{-16}$ à $9,9 \times 10^{-15}$
Rayons mous	de 3×10^{16} à $2,5 \times 10^{17}$	de 1,2 à 10	de $2,0 \times 10^{-17}$ à $1,66 \times 10^{-16}$

1.1. Déterminer en mètre puis en nanomètre la longueur d'onde λ des photons d'énergie E égale à $5,4 \times 10^{-15}$ J, associés au rayonnement X utilisé lors de cet examen.

Données : $E = h \times \nu$ avec $\nu = \frac{c}{\lambda}$

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

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

1.2. Déterminer à partir du **document 9** le type de rayons X utilisés lors de cet examen.

1.3. Citer un moyen de protection contre les rayons X utilisé dans les cabinets de radiologie.

2. Perfusion d'acides aminés

Afin de favoriser la guérison du patient, le médecin décide de lui prescrire une perfusion d'AMINOPLASMAL 8. La solution perfusée par voie intraveineuse permet d'apporter les acides aminés nécessaires à la croissance, au maintien et à la régénération des tissus corporels endommagés. Les acides aminés sont d'une importance particulière puisqu'ils sont directement impliqués dans la synthèse des protéines.

Document 10 : Notice simplifiée d'une perfusion d'AMINOPLASMAL 8

Volume de la perfusion : 500 mL

Composition en acides aminés pour 500 mL de solution

Leucine : 2,23 g - concentration molaire équivalente : $34,0 \text{ mmol.L}^{-1}$

Alanine : 2,63 g - concentration molaire équivalente : $59,1 \text{ mmol.L}^{-1}$

Glycine : 3,00 g - concentration molaire équivalente : $80,0 \text{ mmol.L}^{-1}$

Dose quotidienne : 30 mL/kg de masse corporelle

Vitesse maximale de perfusion : 2 mL par kilogramme de masse corporelle et par heure.

pH = 5,7

Apport calorique : 200 kcal/L



Document 11 : Formules de quelques acides aminés

Glycine	Gly	$\text{H}-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2
Leucine	Leu	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$ NH_2
Alanine	Ala	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2

2.1. A propos de la leucine

2.1.1. Déterminer la formule brute de la molécule de leucine.

2.1.2. Montrer que la masse molaire M (leucine) de la molécule de Leucine vaut $131,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Masses molaires atomiques :

$M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$

2.1.3. Sachant qu'un flacon d'AMINOPLASMAL 8 contient 2,23 g de leucine, calculer la quantité de matière de leucine présente dans un flacon.

2.1.4. En utilisant la réponse à la question précédente, calculer la concentration molaire C de la leucine dans la solution d'AMINOPLASMAL 8.

2.1.5. Préciser si l'indication portée sur la notice est correcte. Justifier la réponse.

Données : $1 \text{ mmol.L}^{-1} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

2.2. A propos de l'alanine

2.2.1. Recopier sur la copie la formule semi-développée de la molécule d'alanine. Encadrer et nommer les deux groupes caractéristiques présents dans cette molécule.

2.2.2. Donner la définition d'un carbone asymétrique.

Repérer par un astérisque (*) le carbone asymétrique de la molécule d'alanine.

2.2.3. Donner la représentation de Fischer de la D-alanine.

2.3. A propos de la dose quotidienne et de la vitesse de perfusion.

Le patient a une masse corporelle de 75 kg.

2.3.1. Calculer, en mL, le volume quotidien V_{quot} d'AMINOPLASMAL 8 transfusé à ce patient.

2.3.2. Calculer en mL.h^{-1} le débit maximal D de la perfusion pour ce patient.

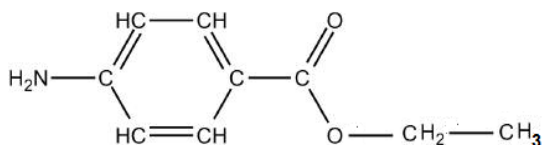
2.3.3. Calculer la durée minimale de la perfusion pour administrer la dose quotidienne d'AMINOPLASMAL.

Préciser si cette durée dépend de la masse corporelle du patient.

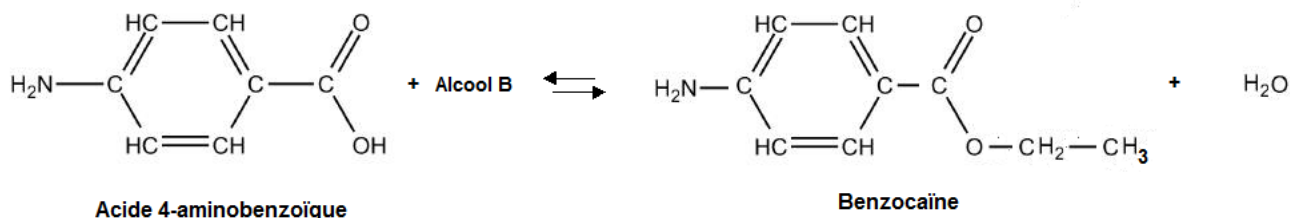
Exercice 3 : Synthèse de la benzocaïne (5 points)

Afin d'atténuer la douleur de la piqûre engendrée par la pose de la perfusion du patient, l'infirmière a préalablement utilisé une pommade à base de benzocaïne. La benzocaïne ou 4-aminobenzoate d'éthyle est un composé de synthèse utilisé comme anesthésique local d'usage externe. La benzocaïne se prépare par réaction d'estérification entre l'acide 4-aminobenzoïque (noté A par la suite) et un alcool B.

Document 12 : Formule semi-développée de la benzocaïne



Document 13 : Equation de la réaction modélisant la synthèse de la benzocaïne



Document 14 : Fiche toxicologique de l'acide sulfurique



DANGER - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

Document 15 : Extrait du protocole d'une étape de la synthèse de la benzocaïne

- Dans un ballon de 100 mL, introduire une masse $m = 3,0$ g d'acide 4-aminobenzoïque solide.
- Ajouter un volume $V = 20,0$ mL d'alcool B mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Agiter doucement.
- Placer le ballon dans un bain de glace et ajouter goutte à goutte 1 mL d'une solution concentrée d'acide sulfurique.
- Chauffer à reflux pendant une heure.
- Récupérer le produit formé après avoir effectué plusieurs étapes de séparation.
- Sécher et peser le solide blanc obtenu.

1. À propos de l'estérification

1.1. La benzocaïne est un ester.

Sur l'**annexe 2 (à rendre avec la copie)** entourer le groupe caractéristique des esters présent dans la benzocaïne.

1.2. Écrire la formule semi-développée de l'alcool B utilisé pour réaliser la synthèse de la benzocaïne.

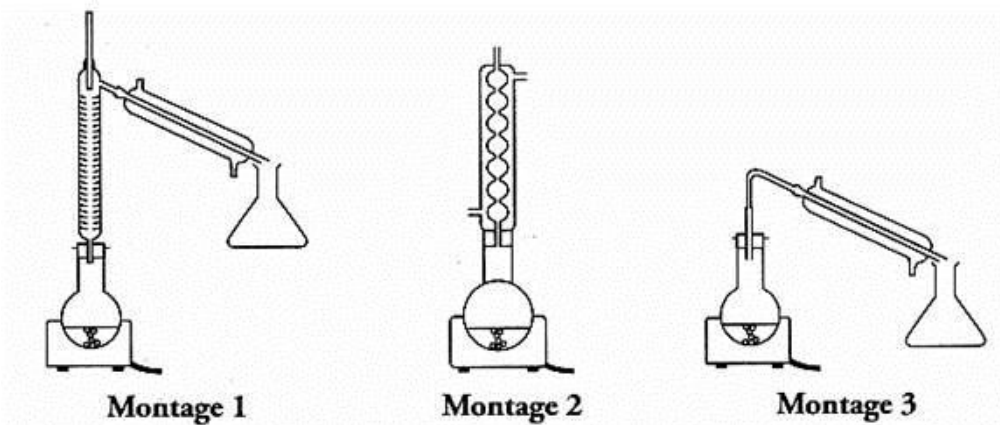
Nommer cet alcool.

1.3. Citer deux caractéristiques de la réaction d'estérification.

2. A propos du protocole

2.1. Citer deux précautions à prendre lors de la manipulation de l'acide sulfurique.

2.2. Choisir le montage utilisé pour cette synthèse parmi ceux représentés ci-dessous.
Nommer ce montage.



3. Détermination du rendement de la synthèse

3.1. A partir du **document 15**, montrer que la quantité de matière d'acide 4-aminobenzoïque initialement introduite dans le ballon n_A est égale à $2,2 \times 10^{-2}$ mol.

Donnée : Masse molaire moléculaire de l'acide 4-aminobenzoïque $M(A) = 137,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3.2. D'après le **document 13**, déterminer la quantité de matière (en mole) de benzocaïne, notée n_{totale} que l'on peut obtenir si la réaction est totale et l'alcool en excès.

3.3 On note m_{totale} la masse de benzocaïne que l'on peut former lors de la synthèse si la réaction est totale et si l'alcool est en excès.

Montrer que la masse totale de benzocaïne est égale à 3,6 g.

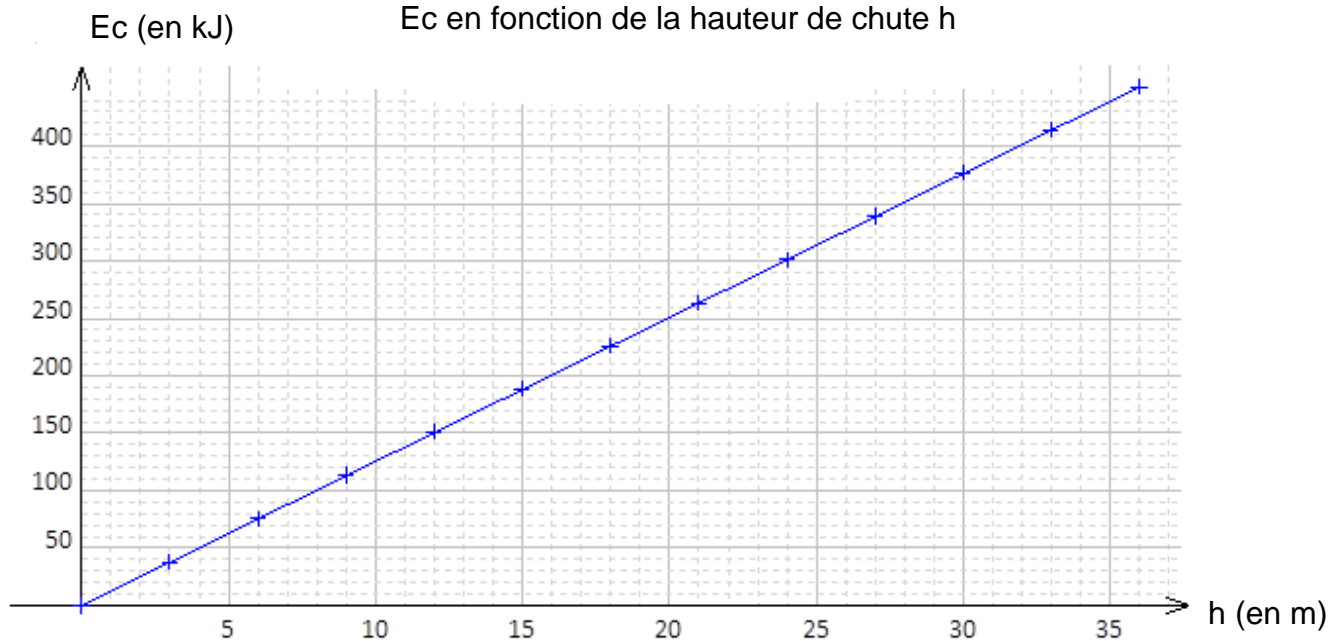
Donnée : Masse molaire moléculaire de la benzocaïne : $M(\text{benzocaïne}) = 165,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3.4. En fin de synthèse, la masse de produit récupéré expérimentalement $m_{\text{expérimental}}$ vaut 1,7 g.
Calculer le rendement de la synthèse.

$$\text{rendement} = \frac{\text{masse expérimentale}}{\text{masse si la réaction est totale}}$$

ANNEXE 1 de l'exercice 1 – Question 1.4

Courbe représentative de l'énergie cinétique acquise
Ec en fonction de la hauteur de chute h



ANNEXE 2 de l'exercice 3 – Question 1.1

