

PHYSIQUE-CHIMIE : Composition n°2

Machine à calculer personnelle autorisée. Total : 50 points - Durée : 2 h 00

Les exercices sont à traiter dans l'ordre de votre choix. Il est simplement rappeler qu'il est important d'indiquer le numéro des questions auxquelles vous répondez. Il sera tenu compte de la présentation matérielle de la copie et de la clarté de la rédaction. Vous respecterez dans vos calculs les nombres de chiffres significatifs.

Données :

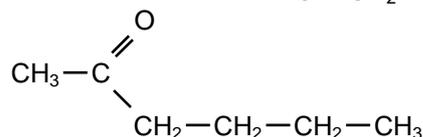
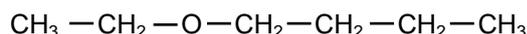
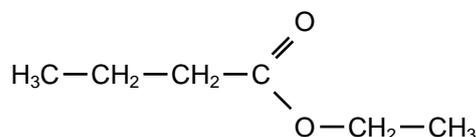
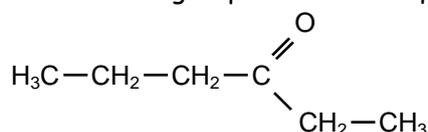
	H	C	N	O	S	Ca
M en g.mol ⁻¹	1,0	12,0	14,0	16,0	32,1	40,1

Exercice 1 : Arômes d'ananas (15 points)

De plus en plus souvent des arômes naturels ou de synthèse sont utilisés en cuisine ou dans l'industrie alimentaire. Les arômes de fruits peuvent être obtenus à partir de mélanges d'esters. D'après l'ouvrage « La chimie des couleurs et des odeurs » de Capron, le parfum artificiel d'ananas est constitué d'un mélange d'esters et d'acides carboxyliques ; l'ester prépondérant est le butanoate d'éthyle. Le butanoate d'éthyle est miscible en partie avec l'eau et a une densité $d_{but} = 0,88$.

1. L'arôme ananas de synthèse.

- 1.1. Définir une espèce chimique de synthèse. (0,5 pt)
- 1.2. Après avoir identifié le butanoate d'éthyle dans les formules suivantes, écrire sa formule développée et entourer le groupe caractéristique ester. (1,5 pt)



Pour vérifier la présence de butanoate d'éthyle dans un flacon d'arôme ananas du commerce (en phase aqueuse), on souhaite réaliser une extraction liquide-liquide. On dispose de trois solvants : dichlorométhane, éthanol et cyclohexane.

Solvant	eau	Ethanol	cyclohexane	dichlorométhane
solubilité du butanoate d'éthyle dans le solvant	faible	Très bonne	Moyenne	Très bonne
Densité	1	0,77	0,78	1,3
miscibilité avec l'eau	/	Miscible	non miscible	non miscible

- 1.3. Quel solvant faut-il choisir parmi ceux du tableau pour extraire le maximum de butanoate d'éthyle ? Justifier. (2 pts)
- 1.4. Quel objet en verre doit-on utiliser pour réaliser une extraction liquide-liquide ? (1 pt)
- 1.5. Faire un schéma après agitation et décantation. On justifiera la position relative des deux phases et on indiquera le contenu de chaque phase observée. (2 pts)

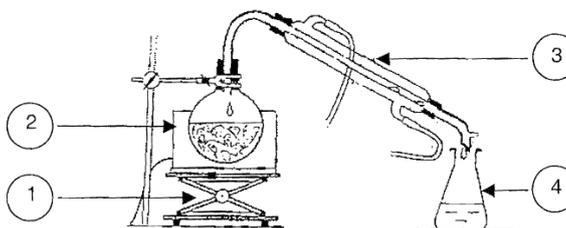
On obtient après vaporisation du solvant 3,0 mL de butanoate d'éthyle.

- 1.6. Déterminer la masse de butanoate d'éthyle obtenue. (1 pt)

2. Les arômes naturels d'ananas.

Pour extraire les arômes naturels de l'ananas, on utilise le montage ci-contre.

- 2.1. Quel nom porte ce montage ? (1 pt)



- 2.2. Nommer les éléments numérotés du montage. (2 pts)
- 2.3. Indiquer le sens de circulation de l'eau dans la verrerie n°3. Quel est le rôle de cette verrerie ? (2 pts)
- 2.4. Faire un schéma représentant la verrerie n°4 avec son contenu. On justifiera la position relative des deux phases et on indiquera le contenu de chaque phase observée. (2 pts)

Exercice 2 Analyses de sang (15 points)

Le médecin a prescrit des analyses de sang à un patient. Voici un extrait du résultat de ses analyses :

Bilan lipidique	Résultats de l'analyse	Valeurs de référence	Chimie du sang	Résultats de l'analyse	Valeurs de référence
Triglycérides	1,82 g.L ⁻¹	0,35 à 1,57 g.L ⁻¹	Glycémie à jeun	3,95 mmol.L ⁻¹	0,70 à 1,10 g.L ⁻¹
Cholestérol	2,50 g.L ⁻¹ ou 6,48.10 ⁻³ mol.L ⁻¹	1,20 à 2,00 g.L ⁻¹	Acide urique	70,2 mg.L ⁻¹	35,0 à 70,0 mg.L ⁻¹

Le patient voudrait en savoir plus sur son état de santé. Pour commencer, il lui faut comprendre ce que signifient les résultats de ses analyses...

1. LE CHOLESTEROL

Document 1 : Le bilan lipidique indique les taux en cholestérol total et en triglycérides qui correspondent à plusieurs molécules différentes. Des valeurs trop élevées en cholestérol et triglycérides sont des facteurs à risque de maladies cardiovasculaires.

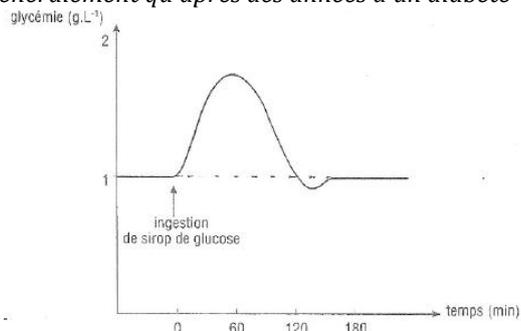
- 1.1. A quelle grandeur le taux de cholestérol ou de triglycérides dans le sang, exprimé en g.L⁻¹ correspond il ? (1 pt)
- 1.2. Montrer que la relation liant la concentration molaire C et la concentration massique C_m est : $C = \frac{C_m}{M}$ (2 pts)
- 1.3. En utilisant les résultats de l'analyse, indiquer si la formule du cholestérol est C₂₇H₄₆O ou C₂₅H₂₅O ? (2 pts)
- 1.4. Le patient est une personne adulte dont le corps contient environ 5,0 L de sang. Quelle masse de cholestérol est contenue dans tout le corps du patient ? (1 pt)
- 1.5. Des valeurs de référence sont données dans la dernière colonne de la feuille d'analyses du patient. Quelle est leur utilité ? (1 pt)
- 1.6. Compte tenu du bilan lipidique du patient, quel conseil nutritionnel serait-il judicieux de lui donner ? (1 pt)

2. LA GLYCEMIE DANS LE SANG

Le patient cherche à interpréter les résultats de ses analyses relatifs à la glycémie. Il lit dans un magazine traitant de la santé un article qui le concerne. Il y trouve les informations suivantes :

Document 2 : La glycémie à jeun correspond au taux de sucre (glucose) dans le sang, lorsqu'aucun aliment n'a été absorbé depuis plusieurs heures. Parfois, l'insuline se met à mal fonctionner ou alors le pancréas ne parvient plus à en produire assez : on parle alors de diabète. Selon le taux de sucre dans le sang à jeun, on parlera d'hyperglycémie modérée (entre 1,10 g.L⁻¹ et 1,25 g.L⁻¹), d'intolérance au glucose ou pré-diabète (lorsqu'on approche des 1,26 g.L⁻¹) ou de diabète (dès que l'on franchit ce seuil). Avoir trop de sucre dans le sang peut créer des dégâts à plusieurs niveaux : les yeux, les reins et le système cardiovasculaire peuvent être endommagés. Non soignée, l'élévation excessive du taux de sucre peut entraîner un coma diabétique. Rassurez-vous : cela n'intervient généralement qu'après des années d'un diabète non pris en charge.

Le sucre est une des énergies qui permet à tout notre organisme d'avancer. Sans lui, on est fatigué, incapable de faire le moindre effort. Lorsque le taux de glucose dans le sang est trop faible, on parle d'hypoglycémie. Il suffit d'un sucre ou d'une friandise pour que la machine reparte dans les minutes qui suivent. Poussée à l'extrême, l'hypoglycémie peut entraîner un malaise, voire un coma si aucun soin n'est apporté. A l'inverse, une hyperglycémie peut révéler un prédiabète ou même un diabète. En temps normal, l'insuline dégrade le glucose présent en trop grande quantité dans le sang.



Document 3 Glycémie d'une personne à jeun qui ingère une solution de glucose

- 2.1. Compléter le tableau 1, en **Annexe**, suivant à l'aide des informations contenues dans le document 2. (2 pts)
- 2.2. D'après le document 3, comment la glycémie évolue-t-elle juste après un repas ? (1 pt)
- 2.3. D'après les informations du document 2, quel est le rôle de l'insuline ? (1 pt)

- 2.4. Lorsque le médecin prescrit une analyse de sang avec glycémie, elle doit être faite le matin et à jeun.
Proposer une explication scientifique à cette consigne donnée par le médecin. (1 pt)
- 2.5. D'après les résultats de ses analyses et sachant que la masse molaire du glucose est 180 g.mol^{-1} , Le patient souffre-t-il d'une pathologie liée à son taux de sucre dans le sang ? (2 pt)

Exercice 3 : Le bleu patenté (20 points)

Le bleu patenté est utilisé en agroalimentaire comme colorant (numéro E131), comme dans les bonbons Schtroumpf. En Europe, ce colorant peut être employé seul ou en combinaison dans les denrées alimentaires, son niveau autorisé dépend de l'application. Son utilisation est interdite en Australie, au Canada, aux États-Unis et en Norvège, parce qu'il est responsable d'allergies (urticaire, rares cas de choc anaphylactique) et soupçonné d'être cancérigène (résidus possibles de dérivés de benzène, un agent cancérigène démontré).

On l'utilise aussi en médecine comme traceur des vaisseaux sanguins et en cancérologie comme colorant.

On demande à un laborantin de préparer différentes solutions de bleu patenté.

1. Réalisation d'une solution S de bleu patenté par le laborantin :

La solution S à réaliser a pour concentration massique $C_m = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$.

On donne la masse molaire du bleu patenté $M = 1\,158,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1.1. La formule brute du bleu patenté a été en partie effacée sur la bouteille : $C_xH_{62}CaN_4O_{14}S_4$. Trouver le nombre x d'atomes de carbone présents dans cette molécule. (1 pt)
- 1.2. Calculer la masse de bleu patenté à dissoudre pour préparer 500,0 mL de solution. (1 pt)
- 1.3. Quelle quantité de matière correspond à cette masse de bleu patenté ? (1 pt)
- 1.4. Quel est nombre N de molécules de bleu patenté correspondant à cette quantité de matière ? (1 pt)
- 1.5. Calculer la concentration molaire C de la solution de bleu patenté. (1 pt)
- 1.6. Décrire, en quelques lignes, le mode opératoire suivi par le laborantin pour réaliser 500,0 mL de solution. (2 pts)

2. Réalisation d'une échelle de teintes

Lors du nettoyage du laboratoire, un assistant a interverti les différentes solutions de bleu patenté qui n'étaient pas étiquetées.

Afin de retrouver une valeur approchée C pour la solution S, le laborantin réalise une échelle de teintes à partir d'une solution mère S_0 en bleu patenté de concentration C_0 égale à $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$.

Pour cela, il introduit dans des tubes à essais identiques un volume V_i de solution mère S_0 et complète à 10,0 mL avec de l'eau distillée, à l'aide d'une burette graduée, afin de préparer des solutions diluées appelées solutions « filles », selon le tableau 2 en Annexe.

- 2.1. Compléter ce tableau, en Annexe, en indiquant le volume d'eau V_{eau} à ajouter dans chaque tube à essai. (1 pt)
- 2.2. Compléter ce tableau, en Annexe, en indiquant pour chaque solution fille S_i la concentration molaire C_i en bleu patenté. Pour justifier, détailler le raisonnement et les calculs pour la solution S_3 . (3 pts)

Le laborantin dispose du matériel suivant :

- pipettes jaugées de 1,0 mL / 2,0 mL / 5,0 mL / 10,0 mL.
- pipettes graduées de 5,0 mL / 10,0 mL.

- 2.3. Quelle pipette doit-il utiliser pour réaliser avec précision le prélèvement de solution mère nécessaire pour S_1 ? Même question pour S_3 ? (2 pts)

Le laborantin peut enfin utiliser l'échelle de teintes pour évaluer la concentration C de 10 mL de solution S placée dans un tube à essai. Il constate que sa teinte est proche de celle de la solution S_3

- 2.4. Peut-il déterminer la valeur exacte de la concentration C ? Justifier. (1 pt)
- 2.5. Si oui, donner la valeur. Si non, que peut-il dire de cette concentration ? (1 pt)

3. Réalisation d'une solution plus concentrée

Le laborantin a besoin maintenant de préparer, à partir de la solution S_0 définie ci-dessus, une solution plus concentrée en bleu patenté. Pour cela, il dissout une masse m de 10 mg de cristaux de bleu patenté dans un volume V_0 de 200,0 mL de solution S_0 .

1. Quelle est l'expression littérale de la quantité de matière n_2 de bleu patenté ajouté ? (1 pt)
2. Quelle est l'expression littérale de la quantité de matière n_T de bleu patenté après l'ajout en fonction de C_0 , V_0 , m et M ? (2 pts)
3. Quelle est l'expression littérale de la nouvelle concentration molaire C_2 en bleu patenté de la solution ainsi préparée sachant qu'il n'y a pas eu variation de volume ? (1 pt)
4. Calculer celle-ci. (1 pt)



Nom :

Annexe à découper et rendre avec la copie.

Ne pas rendre le reste du sujet.

Tableau 1 :

Taux de glucose dans le sang	Nom de la pathologie	Effets sur l'organisme
Trop faible		
Trop fort		

Tableau 2 :

Solution filles S_i	S_1	S_2	S_3	S_4
V_i (en mL)	2,0	4,0	6,0	8,0
V_{eau} (en mL)				
C_i (en mol.L ⁻¹)				