





## 1. Titrage des ions hypochlorite $\text{ClO}^-$ présents dans l'eau d'une fosse de plongée

Afin de maintenir la qualité sanitaire de l'eau d'une fosse de plongée on y ajoute des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$ , il s'agit d'un oxydant puissant qui peut réagir avec des composés organiques et des micro-organismes afin de les détruire. La réglementation impose une concentration en « chlore actif » pour les piscines en France correspondant à une concentration d'ions hypochlorite comprise entre  $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$  et  $1,4 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Pour étudier les propriétés chimiques de l'eau d'une fosse de plongée et déterminer sa concentration en ions hypochlorite, on effectue un prélèvement. À l'aide d'une pipette jaugée, on prélève  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  d'eau d'une fosse de plongée que l'on place dans un bécher de  $50 \text{ mL}$ , on ajoute  $1,0 \text{ mL}$  d'une solution contenant des ions iodure en excès et  $1,0 \text{ mL}$  une solution d'acide sulfurique puis on agite. Le mélange obtenu, qui prend alors une teinte orange-brun, est appelé solution S.

Les couples mis en jeu sont  $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}^-(\text{aq})$  et  $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$ . Le diiode a une coloration orange-brun en solution aqueuse, c'est la seule espèce colorée dans la solution S.

➤ Masses molaires de l'oxygène et du chlore :  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  et  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**1.1.** Justifier à l'aide des observations expérimentales le caractère oxydant de l'eau de la fosse de plongée.

**1.2.** Écrire la demi-équation électronique associée au couple de l'hypochlorite et justifier le rôle d'oxydant de cet ion.

**1.3.** Donner l'équation de la réaction modélisant la transformation intervenant entre les ions hypochlorite et les ions iodure.

**1.4.** Établir le tableau d'avancement de la réaction. Les ions iodure,  $\text{I}^-(\text{aq})$ , et oxoniums  $\text{H}^+(\text{aq})$ , sont en excès, l'eau est le solvant.

On considère dans la suite que tout le diiode dans la solution S provient de la réaction entre les ions hypochlorite et iodure et que la transformation est totale. Afin de déterminer l'avancement final  $x_f$  de cette réaction, on effectue un dosage par étalonnage du diiode dans la solution S. On réalise une série de mesure d'absorbance de solutions de concentrations connues en diiode, les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

concentration en diiode ( $\text{mol.L}^{-1}$ )	$2,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$
absorbance A (à $475 \text{ nm}$ )	0,016	0,041	0,10	0,22

On effectue une mesure d'absorbance pour la solution S, on obtient  $A_S = 0,017$ .

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	(Les numéros figurent sur la convocation.)																			
Né(e) le :			/			/														

1.1

**1.5.** Déterminer la valeur de la concentration en diiode de la solution S. En déduire la valeur de la quantité de diiode, formée lors de la réaction entre les ions hypochlorite et iode, et que la valeur de l'avancement final  $x_f$  est voisine de  $4,6 \times 10^{-7}$  mol.

**1.6.** En déduire la valeur de la concentration en moles en ions hypochlorites  $\text{ClO}^-$  dans l'eau de la fosse de plongée. Indiquer si cette eau est conforme la législation française.

## 2. La pratique de l'apnée au NEMO 33

Lors de la pratique de l'apnée, le plongeur inspire au maximum de sa capacité pulmonaire lorsqu'il se trouve à la surface puis bloque sa respiration. Au cours de la descente, la pression augmente et le volume pulmonaire diminue jusqu'à ce que la rigidité du thorax ne permette plus de réduire son volume : le volume pulmonaire est alors égal au volume résiduel. Au-delà de cette profondeur, du sang est aspiré puis retenu dans la circulation pulmonaire, remplissant ainsi les poumons. Ce phénomène, appelé « *blood shift* », permet aux poumons de résister à la compression, mais il peut aussi entraîner des troubles du rythme cardiaque.

La capacité maximale des poumons est d'environ 6 L. Le volume résiduel, c'est-à-dire le volume d'air contenu dans les poumons à la fin d'une expiration forcée, est d'environ 1,5 L.

### Données :

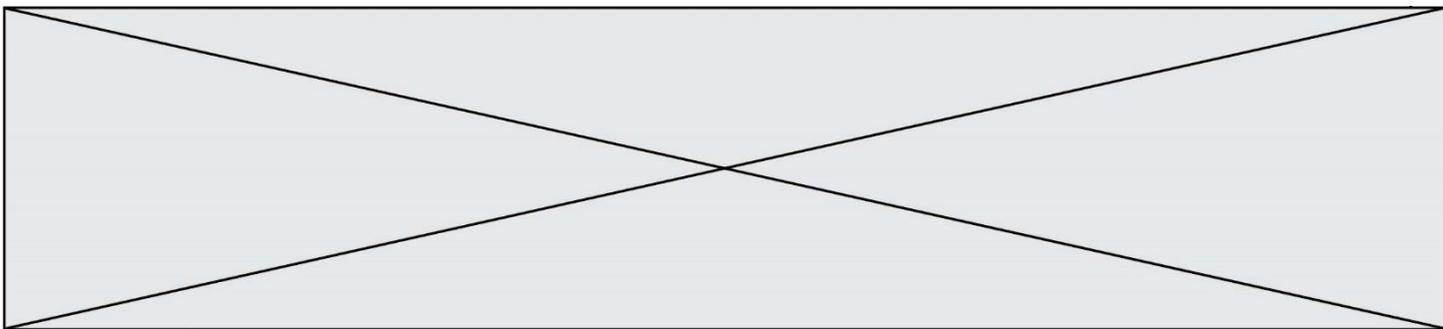
- pression atmosphérique :  $P_a = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;
- masse volumique de l'eau :  $\rho_e = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- valeur du champ de pesanteur :  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$  ;
- profondeur de NEMO 33 :  $h = 35 \text{ m}$  ;
- la loi fondamentale de la statique des fluides reliant la différence de pression  $p_A - p_B$  entre deux points A et B d'un fluide incompressible à  $\rho_e$ ,  $g$ , et  $z_A - z_B$  ;  $z_A$  et  $z_B$  étant les ordonnées des points A et B sur un axe des  $z$  orienté suivant la verticale ascendante s'écrit :  $p_A - p_B = \rho_e g (z_B - z_A)$ .

**2.1.** Décrire qualitativement comment évolue la pression lorsque le plongeur descend dans la fosse de plongée. Expliquer en quoi la loi fondamentale de la statique des fluides rend compte de cette évolution.

**2.2.** Énoncer la loi de Mariotte relative au produit de la pression  $P$  par le volume  $V$  d'un gaz pour une quantité de matière donnée et une température constante.

**2.3.** À l'aide des données, déterminer si le phénomène de « *blood shift* » risque d'apparaître lorsqu'un apnéiste, qui n'a pas expiré d'air au cours de sa plongée, atteint le fond de NEMO 33.

*Le candidat est évalué sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution. Toute prise d'initiative et toute tentative de résolution, même partielle sera valorisée.*



## PARTIE B

### Synthèse d'un ester et convoyage de médicaments (10 points)

#### I. Synthèse de l'éthanoate de benzyle au laboratoire

Le jasmin est un arbuste originaire d'Inde, très cultivé dans les régions chaudes. L'odeur de fleur de jasmin correspond à la combinaison de plusieurs espèces chimiques et entre dans la composition de nombreux parfums. L'une des espèces responsables de la senteur du jasmin est l'éthanoate de benzyle. Cet ester est préparé par action de l'acide éthanoïque sur l'alcool benzylique ; cette transformation est non totale, lente et un catalyseur, l'acide sulfurique, est ajouté pour la rendre plus rapide.

#### Données :

- Propriétés physico-chimiques des espèces mises en jeu :

Espèces chimiques	Alcool benzylique	Acide éthanoïque	Éthanoate de benzyle	Eau salée saturée
Formule brute	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	108,0	60,0	150,0	
Masse volumique (g.mL <sup>-1</sup> )	1,05	1,05	1,06	1,20
Solubilité dans l'eau	Faible	très grande	très faible	
Solubilité dans l'eau salée	plus faible que dans l'eau	très grande	insoluble	

#### Protocole de synthèse mis en œuvre :

- Sous la hotte, muni de gants et de lunettes, introduire 15 mL d'acide éthanoïque, 12 mL d'alcool benzylique, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce dans un ballon. Chauffer à reflux ce mélange pendant 30 minutes. Laisser refroidir.
- Introduire dans l'ampoule à décanter le mélange réactionnel et 50 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium. Agiter puis laisser décanter. Récupérer la phase qui contient l'éthanoate de benzyle (phase organique).
- Sécher la phase organique en y ajoutant quelques cristaux de sulfate de magnésium anhydre.
- Vérifier la pureté du produit obtenu par spectroscopie infrarouge.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

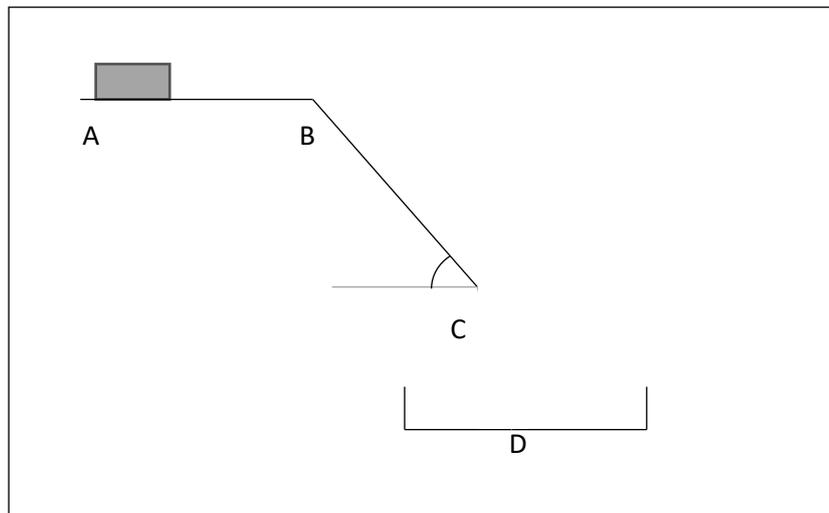
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

1. Nommer chacune des 4 étapes du protocole notées de a à d.
2. Quel est l'intérêt du montage à reflux?
3. Schématiser et légender l'ampoule à décanter après décantation, en précisant la composition de chaque phase. Justifier la position relative des phases.
4. Écrire l'équation de la réaction modélisant la synthèse de l'éthanoate de benzyle sachant qu'il se forme également de l'eau.
5. On obtient 6,0 g d'éthanoate de benzyle analysé comme pur. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse. Commenter cette valeur.

## II. Système de convoyage pour les médicaments

Dans une pharmacie, afin d'optimiser la durée de délivrance des médicaments, un toboggan est installé entre le premier étage et le rez-de-chaussée. Un robot combiné à un automate dispose le médicament sur un tapis roulant, en fonction des commandes. Le pharmacien réceptionne le produit à l'étage inférieur pour le donner au client. Le schéma du dispositif est représenté ci-dessous.



On considère une boîte de médicament de masse 300 g placée sur un tapis. Elle est modélisée par un point matériel de centre d'inertie G. Le trajet parcouru par la boîte est divisé en 3 parties :

- une surface horizontale AB. Il s'agit d'un tapis roulant permettant de faire avancer la boîte de médicament à une vitesse constante  $v_0 = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;
- Un plan incliné BC de longueur 1,58 m et formant un angle  $\alpha = 55^\circ$  avec l'horizontale. La valeur de la force  $F$  modélisant les frottements exercés sur la boîte de médicaments sur cette portion est  $F = 0,30 \text{ N}$  ;
- Une portion de C à D où la boîte est en chute libre, dans un panier au point D.

On néglige l'action exercée par l'air. L'intensité du champ de pesanteur terrestre vaut  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .



6. Effectuer le bilan des actions modélisées par des forces s'exerçant sur la boîte de médicaments sur les différents trajets entre A et D.
7. Que peut-on dire des forces s'exerçant sur la boîte entre les points A et B ?
8. Sur le trajet BC.
  - 8.1 Schématiser, **sur l'annexe à rendre avec la copie**, les forces qui s'exercent sur la boîte de médicament, sans souci d'échelle.
  - 8.2 Donner l'expression littérale du travail de chaque force.
  - 8.3 En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, donner l'expression littérale de la vitesse  $v_C$  de la boîte de médicaments lorsqu'il arrive en C puis calculer sa valeur.
9. La boîte est réceptionnée dans un panier situé à une hauteur  $h$  sous le point C. Indiquer, sans faire de calculs, les paramètres sur lesquels on peut jouer pour que la boîte de médicament ne soit pas déformée à la réception.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Annexe à rendre avec la copie

### Question 8.1

