Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

PHYSIQUE-CHIMIE

Jour 2

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé..

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Le candidat traite 3 exercices : l'exercice 1 puis il choisit 2 exercices parmi les 3 proposés.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (10 points)

APPRENTISSAGE DU SAUT EN PARACHUTE

Au cours de l'une des étapes de sa formation, un élève parachutiste doit apprendre à évaluer par lui-même la durée au bout de laquelle il doit actionner la commande de l'ouverture de son parachute, quelques secondes après avoir sauté de l'avion.
En cas d'urgence, un parachute de secours se déclenche automatiquement.
Mais avant de sauter, l'élève et son moniteur doivent pouvoir s'entendre parler dans l'avion !

Données :

- Masse de l'élève parachutiste et de son équipement : $m = 75{,}0\ \text{kg}$.
- Intensité du champ de pesanteur $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Partie 1 – Communication dans l'environnement bruyant de l'avion

Dans l'avion qui emmène le moniteur et son élève à l'altitude souhaitée, le niveau d'intensité sonore est $L_1 = 82\ \text{dB}$.
On estime que, dans le cas de deux émissions sonores simultanées, il faut que les niveaux d'intensité sonore soient séparés de $8\ \text{dB}$ au minimum pour que le son le plus faible n'empêche pas d'entendre clairement le son le plus fort.

Données :

Le niveau d'intensité sonore $L\ (\text{dB})$ et l'intensité sonore I sont liés par la relation :

$L = 10\ \log \frac{I}{I_0}$ avec $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, seuil d'audibilité ;

On estime qu'il est nécessaire de crier pour produire un son d'intensité sonore égale ou supérieure à $I_C = 1{,}0 \times 10^{-3}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

1. Préciser le niveau d'intensité sonore minimal L_2 que doit avoir la conversation entre le moniteur et son élève pour qu'ils puissent s'entendre clairement en dépit du bruit de l'avion.

2. Indiquer, en justifiant, si la gêne occasionnée par le bruit de l'avion impose ou non au moniteur et à son élève de crier.

Compte tenu du niveau d'intensité sonore dans l'avion, les pilotes utilisent des casques d'aviation ANR (*pour Active Noise Reduction* ou *Réduction Active de Bruit*), aussi appelés casques actifs, pour faciliter les communications. Le fonctionnement de ces casques repose sur une technologie électronique qui permet de capter les bruits extérieurs via un microphone placé sur la coque du casque, et d'émettre, dans l'écouteur du casque, un signal qui vient se superposer au bruit de l'avion de façon à le réduire.

3. Nommer le phénomène physique exploité par la technologie ANR.

Afin d'illustrer au laboratoire le principe d'un casque ANR, on place un microphone en face de deux enceintes sonores. La première enceinte produit un son modélisant le bruit de l'avion par un signal de fréquence unique. Le **document 1** donné en annexe montre l'évolution temporelle de la tension u_1 aux bornes du microphone.

4. Représenter sur le **document 1 en annexe page 16 / 16 à rendre avec la copie**, l'allure du signal que doit produire la deuxième enceinte pour « supprimer » le son modélisant le bruit de l'avion.

Partie 2 – Détermination expérimentale de l'altitude au moment de l'ouverture du parachute

L'élève parachutiste et son moniteur quittent simultanément l'avion en un point A, d'altitude $z_A = 1\,500\ \text{m}$. Tout au long du saut, le moniteur reste à la même altitude que son élève. Lorsque l'élève ouvre son parachute, le moniteur relève la valeur de l'altitude z_B indiquée par son altimètre. Cette valeur sera utile pour le débriefing après le saut.

Le principe de fonctionnement de l'altimètre est basé sur la mesure d'une variation de pression à partir de laquelle est déduite une variation d'altitude. Cette partie s'intéresse à un modèle de détermination d'une variation d'altitude à partir de la mesure d'une variation de pression.

<u>Données</u> :

- D'après la loi fondamentale de la statique des fluides, la variation de pression entre les altitudes z et $z + h$ est liée à la variation d'altitude h par la relation :
$$p(z) - p(z+h) = \rho\, g\, h$$
avec p en Pa, h en m, g intensité du champ de pesanteur terrestre et ρ la masse volumique de l'air en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Echelle absolue de température : $T\ (\text{K}) = \theta\,(°\text{C}) + 273{,}15$;
- Constante des gaz parfaits : $R = 8{,}314\ \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- Masse molaire de l'air : $M = 29{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- À l'altitude $z_A = 1\,500\ \text{m}$, la valeur de la pression est $p_A = 845\ \text{hPa}$ et celle de la température est $\theta_A = 5{,}5\ °\text{C}$;

Dans la situation étudiée, l'air peut être considéré comme un gaz parfait.

5. En utilisant l'équation d'état des gaz parfaits, montrer que la masse volumique de l'air à l'altitude $z_A = 1\,500\ \text{m}$ a pour valeur $\rho = 1{,}06\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

On suppose que cette valeur de la masse volumique de l'air est constante pour la hauteur de chute considérée.

Entre le point A et l'ouverture du parachute, l'altimètre a mesuré une différence de pression de $31{,}8\ \text{hPa}$.

6. Déterminer l'altitude z_B qu'afficherait l'altimètre s'il utilisait la loi fondamentale de la statique des fluides.

Remarque : En pratique, les altimètres utilisent un autre modèle et une autre relation entre la variation de pression et l'altitude (formule du nivellement barométrique) car la température ainsi que la masse volumique de l'air varient avec l'altitude.

Partie 3 – Détermination théorique de l'altitude lors de l'ouverture du parachute

L'élève parachutiste ainsi que son moniteur quittent simultanément l'avion en un point A, à un instant pris comme origine des dates ($t = 0$ s). Lorsqu'ils sautent de l'avion, celui-ci vole horizontalement à l'altitude $z_A = 1\,500$ m avec une vitesse $v_A = 130$ km · h^{-1}.

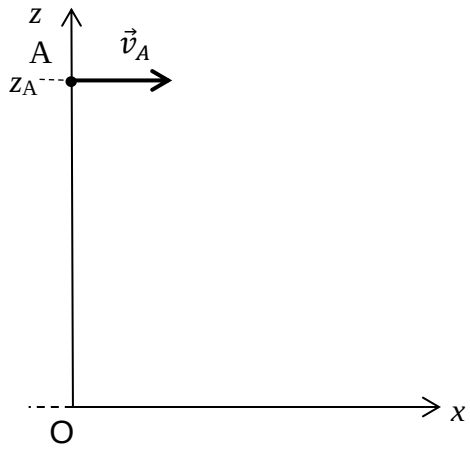


figure 1

L'élève a pour consigne d'enclencher l'ouverture de son parachute après avoir compté 10 secondes.

On étudie le mouvement du système {parachutiste + équipement} avant l'ouverture du parachute. Cette étude est réalisée dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Dans cette partie, pour modéliser le mouvement du parachutiste, on fait l'hypothèse que les actions de l'air sont négligeables et que le mouvement du système est plan.

La position du parachutiste est repérée dans le système d'axes (O, x, z), l'origine O étant prise au niveau du sol qui correspond également ici au niveau de la mer. Le point A est situé à la verticale du point O sur l'axe (Oz).

7. Indiquer la (ou les) action(s) exercée(s) sur le parachutiste et la (ou les) modéliser par une (ou des) force(s).

8. En déduire, en justifiant, les coordonnées théoriques du vecteur accélération $a_x(t)$ et $a_z(t)$ et les expressions des coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse du centre de masse du système.

9. Montrer que les équations horaires du mouvement du parachutiste dans le repère (O, x, z) sont modélisées par :

$$\begin{cases} x(t) = v_A\, t \\ z(t) = -\dfrac{1}{2} g\, t^2 + z_A \end{cases}$$

avec t en seconde, v_A en mètre par seconde et $x(t)$, $z(t)$ et z_A en mètre.

10. Déterminer l'altitude théorique z_C à laquelle le parachutiste devrait ouvrir son parachute sachant que cette ouverture doit avoir lieu 10 s après le saut.

L'altimètre du moniteur indique $z_B = 1{,}2 \times 10^3$ m lorsque l'élève ouvre son parachute.

11. Proposer au moins deux raisons pour expliquer la différence entre la valeur mesurée z_B et la valeur calculée z_C.

Partie 4 – Parachute de secours

Si le parachute ne s'ouvre pas, la vitesse de chute peut atteindre $200\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$. Un déclencheur de sécurité doit alors libérer le parachute de secours. Pour être pleinement fonctionnel, il doit respecter les deux conditions suivantes :

- Il doit entrer en action avant que l'altitude ne devienne inférieure à $320\ \mathrm{m}$ (condition sur l'altitude).
- Il doit permettre de passer de $200\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ à moins de $20\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ en $10\ \mathrm{s}$ (condition sur la vitesse).

Une fois le parachute de secours ouvert, les frottements dans l'air ne sont plus négligeables. Ils sont modélisés par une force, notée $\vec{f}$, de sens opposé au vecteur vitesse et de valeur proportionnelle au carré de la vitesse :

$$f = k\, v^2$$

k est appelé coefficient de frottement.

Cette modélisation des frottements a permis de tracer le graphique représentant l'évolution de la vitesse du centre de masse du système {parachutiste + équipement} (**figure 2**). Sur ce graphique, l'origine des dates correspond à l'ouverture du parachute de secours.
Dans la suite, le mouvement est considéré vertical depuis la date d'ouverture du parachute de secours jusqu'à la date d'arrivée sur le sol.

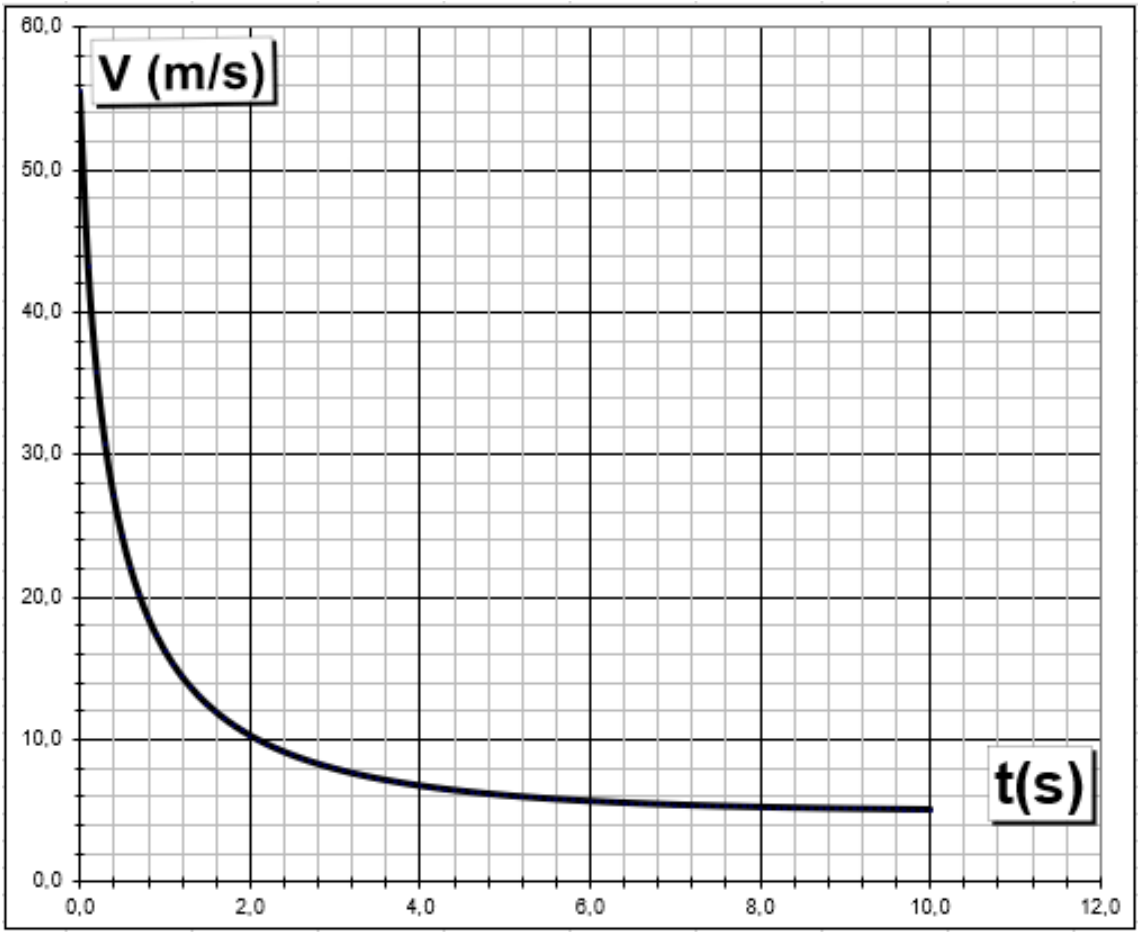


figure 2 : évolution de la valeur de la vitesse du système, dans le référentiel terrestre, après l'ouverture du parachute de secours

12. Montrer que la modélisation rend bien compte de la condition de fonctionnement du parachute de secours portant sur la vitesse.

On cherche à déterminer les caractéristiques du vecteur accélération $2\,s$ après le déclenchement du parachute de secours. Pour cela, on doit d'abord retrouver la valeur du coefficient de frottement k utilisée dans cette modélisation.

13. Écrire la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ du système, et les forces modélisant les actions s'exerçant sur le système.

Après la date $t = 9\,\mathrm{s}$, on peut considérer que la vitesse prend une valeur constante v_f.

14. Écrire, à partir de cette date, la relation entre les valeurs des forces et en déduire l'expression du coefficient de frottement k en fonction de m, g et v_f.

15. En déduire la valeur du coefficient de frottement k choisi pour la modélisation. Préciser l'unité de k.

16. Donner les caractéristiques (sens, direction et valeur) du vecteur accélération du système à la date $t = 2\,s$. Commenter.

EXERCICES au choix du candidat (5 points)

Vous indiquerez sur votre copie **les 2 exercices choisis** : exercice A ou exercice B ou exercice C

EXERCICE A : EVOLUTION DU SUCRE DANS UNE BOISSON GAZEUSE (5 points)

***Mots-clés** : évolution temporelle d'un système, loi de vitesse.*



Source : Wikimedia Commons

Les sodas sont des solutions acides constituées principalement d'eau, de dioxyde de carbone et de saccharose dissous.
Lors de leur fabrication, les industriels indiquent sur l'emballage une date de durabilité minimale (DDM). Après cette date, le produit pourrait ne plus correspondre aux standards de qualité. Pour un soda, la DDM est généralement de 3 mois.

Un soda acheté depuis longtemps est moins « riche en bulles » mais ce n'est pas la seule altération constatable.
En effet, le saccharose subit, en milieu acide, une hydrolyse qui est une transformation totale conduisant à la formation de deux autres sucres, le glucose et le fructose, modélisée par la réaction d'équation :

$$\mathrm{C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(\ell) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + C_6H_{12}O_6(aq)}$$

saccharose S glucose fructose

Le mélange de glucose et de fructose a un pouvoir sucrant différent de celui du saccharose d'où une modification de la saveur sucrée de la boisson.

La problématique de cet exercice est de déterminer le pourcentage de saccharose restant dans la boisson lorsque la DDM est atteinte.

On réalise en laboratoire la réaction d'hydrolyse du saccharose à une température constante de $20°\mathrm{C}$ et dans une solution tampon fixant le pH à $2{,}5$.

On effectue un suivi de la réaction par une méthode physique pour déterminer la concentration en saccharose, notée $[\mathrm{S}]$. L'évolution temporelle de la concentration en saccharose est représentée **en figure 1 (page 8/16)**.

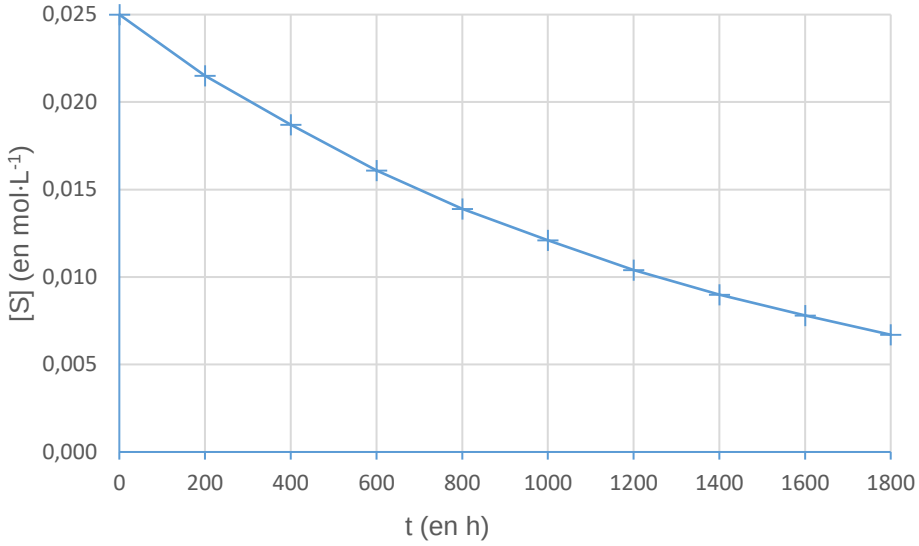


figure 1 : évolution temporelle de la concentration $[S]$ du saccharose

1. Proposer une justification de l'utilisation d'une solution tampon de pH inférieur à 7 pour réaliser cette expérience.

2. Expliquer pourquoi les mesures effectuées ne permettent pas de répondre directement à la problématique.

Pour pouvoir estimer le pourcentage de saccharose restant lorsque la DDM est atteinte, on souhaite modéliser l'évolution temporelle de sa concentration $[S]$. On émet l'hypothèse que cette évolution suit une loi de vitesse d'ordre 1 et on souhaite vérifier cette hypothèse.

3. Définir la vitesse volumique v de disparition du saccharose.

4. Expliquer comment obtenir une estimation de la valeur de la vitesse volumique de disparition du saccharose à un instant t donné à partir des mesures réalisées. L'explication peut être illustrée par la réalisation de cette estimation pour une date au choix du candidat.

5. Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, rappeler la relation existant entre la vitesse volumique de disparition v du saccharose, la concentration en saccharose $[S]$ et une constante de vitesse notée k.

Sur le graphique de **la figure 2 (page 9/16),** l'évolution de la vitesse volumique v de disparition du saccharose est représentée en fonction de la concentration en saccharose $[S]$.

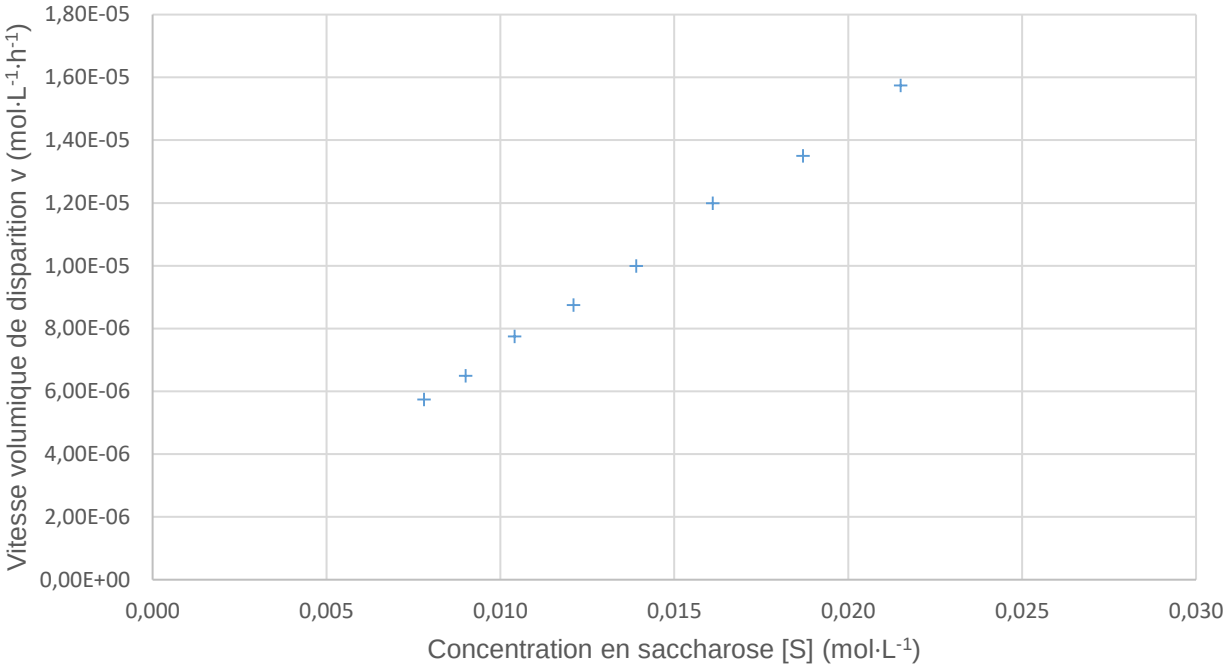


figure 2 : évolution de la vitesse v de disparition du saccharose en fonction de la concentration $[\mathrm{S}]$ en saccharose

6. Discuter de l'accord des mesures avec une loi de vitesse d'ordre 1.

7. Montrer que la constante de vitesse k a une valeur de l'ordre de $7{,}3 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{h}^{-1}$.

L'évolution de la concentration en saccharose s'écrit : $[\mathrm{S}] = [\mathrm{S}]_0\ e^{-kt}$
$[\mathrm{S}]_0$ désigne la concentration initiale en saccharose.

8. Rappeler la définition du temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$ et montrer que, pour cette loi d'évolution, le temps de demi-réaction a la propriété d'être indépendant de la concentration initiale en saccharose.

9. Déterminer la valeur du temps de demi-réaction dans les conditions de l'expérience. Expliquer la démarche suivie.

10. Estimer le pourcentage de saccharose restant dans le soda lorsque la DDM de 3 mois est atteinte.

    Le candidat est invité à présenter sa démarche même si elle n'est pas complètement aboutie.

EXERCICE B : SYNTHÈSE D'UN ARÔME ALIMENTAIRE (5 points)

***Mots-clés** : synthèse chimique, optimisation d'une synthèse.*

Pour des raisons économiques, l'arôme de rhum des produits industriels est souvent d'origine synthétique.
Le méthanoate d'éthyle est un additif alimentaire à odeur de rhum. Il est obtenu par la réaction entre l'acide méthanoïque et l'éthanol. Cette transformation chimique est modélisée par la réaction d'équation suivante :

$$\mathrm{CH_2O_2}(\ell) + \mathrm{C_2H_6O}(\ell) \underset{\longleftarrow}{\overset{\mathrm{H_2SO_4}}{\longrightarrow}} \mathrm{C_3H_6O_2}(\ell) + \mathrm{H_2O}(\ell)$$

L'objectif de l'exercice est de comparer deux protocoles permettant de réaliser cette synthèse.

Données :

- Caractéristiques des réactifs et des produits à $25\ °\mathrm{C}$

	Formule brute	Masse volumique ($\mathrm{g \cdot cm^{-3}}$)	Température d'ébullition (°C à P_{atm})	Masse molaire ($\mathrm{g \cdot mol^{-1}}$)
Acide méthanoïque	$\mathrm{CH_2O_2}$	1,22	100,7	46,0
Ethanol	$\mathrm{C_2H_6O}$	0,79	78,5	46,0
Méthanoate d'éthyle	$\mathrm{C_3H_6O_2}$	0,91	54,3	74,0
Eau	$\mathrm{H_2O}$	1,00	100,0	18,0

- Spectroscopie Infrarouge (IR)

Type de liaison	σ (en $\mathrm{cm^{-1}}$)	Intensité et largeur de la bande d'absorption
O-H en phase gazeuse	3500 - 3700	moyenne, fine
O-H en phase condensée	3200 - 3400	forte, large
O-H d'un acide carboxylique	2500 - 3200	moyenne à forte, large
C-H des groupes $\mathrm{CH_2}$, $\mathrm{CH_3}$, CH	2900 - 3100	moyenne à forte, variable (bandes multiples)
C=O d'un acide carboxylique	1680 - 1710	forte, fine
C=O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte, fine
C=O ester	1700 - 1740	forte, fine
C-O ester	1050 - 1300	forte, fine

Protocole 1 :
Dans un ballon de $250\ \mathrm{mL}$ contenant $1{,}20\ \mathrm{mol}$ d'éthanol, quatre gouttes de solution d'acide sulfurique concentré ($\mathrm{H_2SO_4}$) et quelques grains de pierre ponce, on ajoute $1{,}20\ \mathrm{mol}$ d'acide méthanoïque. On chauffe à reflux jusqu'à l'obtention de tout l'ester possible. À l'état final, le mélange réactionnel contient $0{,}40\ \mathrm{mol}$ d'acide méthanoïque, $0{,}40\ \mathrm{mol}$ d'éthanol, $0{,}80\ \mathrm{mol}$ de méthanoate d'éthyle et $0{,}80\ \mathrm{mol}$ d'eau.

Protocole 2 :
Dans un ballon, on mélange $37{,}7\ \text{mL}$ d'acide méthanoïque, $29{,}1\ \text{mL}$ d'éthanol et $5\ \text{mL}$ d'acide sulfurique concentré. On distille le mélange. La température en tête de colonne augmente tout d'abord puis se stabilise autour de $55\ °\ \text{C}$. On cesse la récupération du distillat dès que la température amorce une remontée. On obtient un volume de $32\ \text{mL}$ de distillat, dont on mesure la masse ; on obtient une valeur de $29{,}0\ \text{g}$.

1. Écrire les formules développées de l'acide méthanoïque, de l'éthanol et de l'ester impliqués dans la synthèse.

2. Citer deux facteurs mobilisés dans ces deux protocoles pour améliorer la cinétique de la synthèse.

Montages utilisés

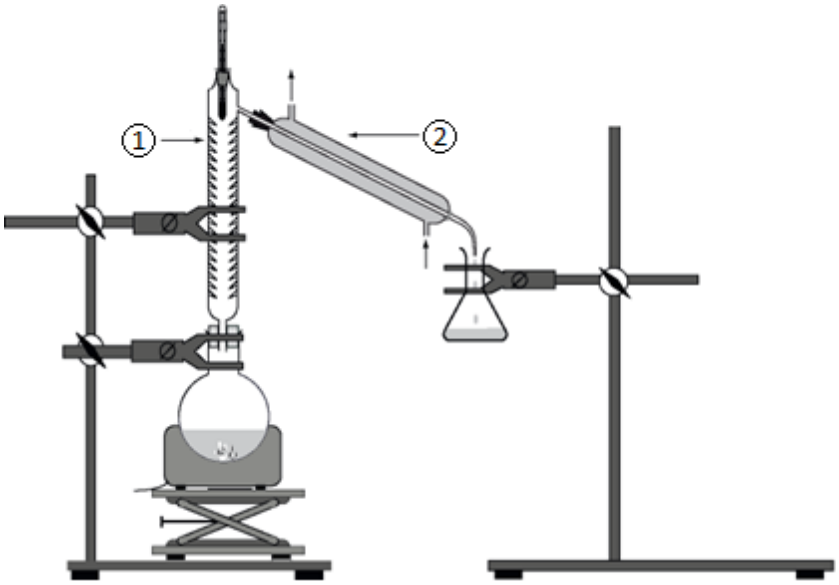


figure 1 : montage d'un des deux protocoles de synthèse.

3. Indiquer auquel des deux protocoles correspond le schéma de la **figure 1**.

4. Donner les noms des éléments de verrerie numérotés ① et ② sur le montage de la **figure 1**.

Comparaison des rendements des deux protocoles

À partir du protocole 1 :

5. Justifier, sans calcul, que la synthèse n'est pas une transformation totale.

6. Dresser un tableau d'avancement faisant apparaitre l'avancement final x_f.

7. Définir le rendement de la transformation chimique étudiée. Calculer le rendement η_1 pour ce premier protocole.

Le rendement η_2 du protocole 2 est de 78 %. Il est supérieur à η_1.

8. Proposer deux arguments pour justifier le fait que η_2 soit supérieur à η_1.

Identification du produit du protocole 2

On souhaite s'assurer que le distillat obtenu dans le protocole 2 est constitué de méthanoate d'éthyle.

9. Relever une observation pendant l'expérience permettant de rendre compte du fait que le distillat est constitué de méthanoate d'éthyle.

10. Déterminer la masse volumique du distillat et discuter le résultat obtenu.

11. L'enregistrement du spectre infrarouge du distillat obtenu lors de la mise en œuvre du protocole 2 est représenté **figure 2**. Discuter la compatibilité de ce spectre avec l'espèce chimique attendue dans le distillat.

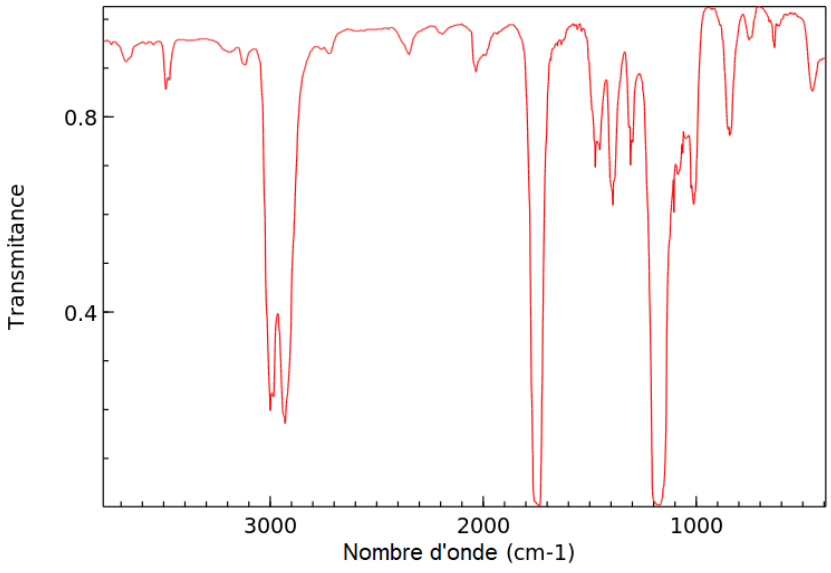


figure 2 : spectre infrarouge du distillat

EXERCICE C : « L'AMMONIAQUE », UN PRODUIT MÉNAGER COURANT (5 points)

Mots-clés *: couples acide-base, titrage avec suivi pH-métrique.*



« L'ammoniaque » est une solution obtenue en dissolvant du gaz ammoniac, $\mathrm{NH_3(g)}$, dans l'eau. Cette solution est présente dans de nombreux produits d'entretien.
On dispose d'une bouteille « d'ammoniaque » achetée dans le commerce dont l'étiquette précise : « Ammoniaque concentration 13% ».
« 13% » correspond au titre massique de la solution commerciale en ammoniac.
On souhaite mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la concentration en ammoniac dans la solution commerciale.

Données à 25°C :

- Masse molaire de l'ammoniac : $M(\mathrm{NH_3}) = 17{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$
- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$
- Densité de la solution d'ammoniaque commerciale : $d = 0{,}97$
- $\mathrm{pK_a} = -\log K_a$
- couple acide-base : $\mathrm{NH_4^+(aq)/NH_3(aq)}$, $\mathrm{pK_a} = 9{,}2$
- $\mathrm{NH_4^+}$ est la formule chimique de l'ion ammonium

Étude préliminaire : étude du couple ion ammonium/ammoniac

L'ammoniac est très soluble dans l'eau.

1. Préciser si l'ammoniac est un acide ou une base en solution aqueuse. Justifier.
2. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation mise en jeu entre l'ammoniac dissous, $\mathrm{NH_3(aq)}$, et l'eau.
3. Donner la valeur de la constante d'acidité K_a du couple $\mathrm{NH_4^+(aq)/NH_3(aq)}$.Rappeler la relation la liant, à l'équilibre, aux concentrations des espèces.
4. Tracer le diagramme de prédominance du couple $\mathrm{NH_4^+(aq)/NH_3(aq)}$.
5. Expliquer comment retrouver le $\mathrm{pK_a}$ du couple $\mathrm{NH_4^+(aq)/NH_3(aq)}$ à partir du diagramme de distribution représenté en **figure 1.**

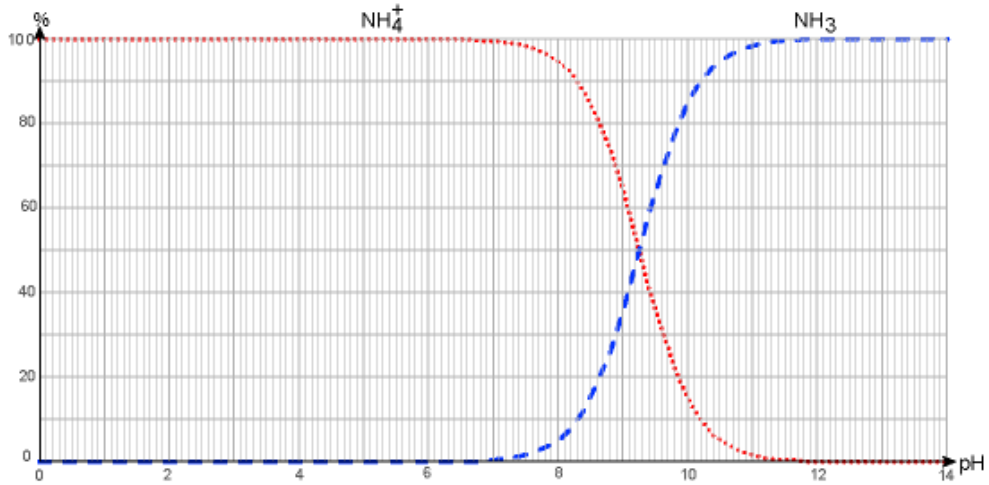


figure 1 : diagramme de distribution du couple $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$ en fonction du pH

Concentration attendue en ammoniac dans la solution commerciale

6. À partir de la donnée figurant sur l'étiquette, montrer que la concentration en quantité de matière de l'ammoniac dans la solution commerciale est de l'ordre de $7{,}4\ \text{mol.L}^{-1}$.

Titrage de la solution « d'ammoniaque » commerciale

La solution S_0 de la bouteille « d'ammoniaque » étant trop concentrée pour réaliser le titrage, une solution S_d, 100 fois moins concentrée est préparée et on réalise un titrage suivi par pH-métrie de cette solution diluée.

- On prélève un volume $V_d = 10{,}0\ \text{mL}$ de solution S_d.
- On titre ce prélèvement par une solution d'acide chlorhydrique $(H_3O^+(aq), Cl^-(aq))$ de concentration $C_A = (5{,}00 \pm 0{,}02) \times 10^{-2}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Les résultats des mesures effectuées au cours du titrage et leur exploitation sont présentés dans la **figure 2**.

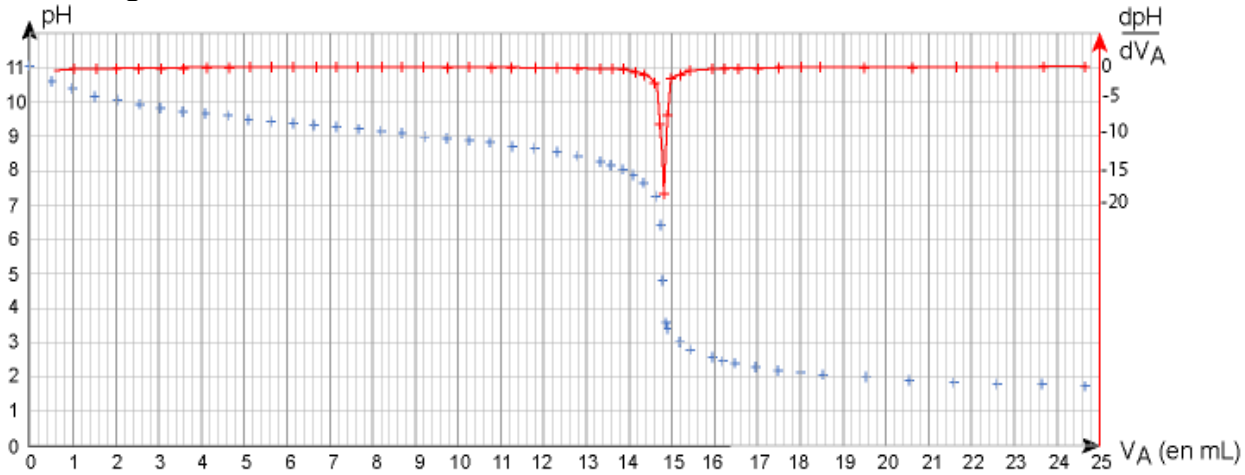


figure 2 : évolution du pH et de sa dérivée en fonction de V_A

7. À partir des résultats expérimentaux,

- déterminer la valeur du pH de la solution S_d ;
- déterminer l'espèce de couple ammonium/ammoniac prédominante au début du titrage, et celle prédominante à la fin du titrage ;
- en déduire que l'équation de la réaction acide-base support du titrage est la suivante :

$$NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + H_2O(\ell)$$

8. Définir l'équivalence du titrage et déterminer le volume équivalent V_E de ce titrage.

9. Déterminer la valeur de la concentration C_d en ammoniac dans la solution S_d.

Les incertitudes-types sur les volumes prélevés sont estimées à $0{,}2\ \text{mL}$.
Par ailleurs, l'incertitude-type $u(C_d)$ sur la concentration C_d se déduit des grandeurs mesurées par :

$$\frac{u(C_d)}{C_d} = \sqrt{\left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_A)}{C_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_d)}{V_d}\right)^2}$$

Enfin, dans ces conditions expérimentales, le rapport entre la concentration C de la solution S_0 de la bouteille « d'ammoniaque » et son incertitude $u(C)$ est considéré comme étant le même qu'entre la concentration C_d de la solution diluée $\mathrm{S_d}$ et son incertitude $u(C_d)$:

$$\frac{u(C)}{C} = \frac{u(C_d)}{C_d}$$

10. Déterminer la valeur de l'incertitude-type $u(C)$ sur la concentration en ammoniac de la solution S_0 commerciale. Écrire le résultat de la mesure de cette concentration C avec son incertitude.

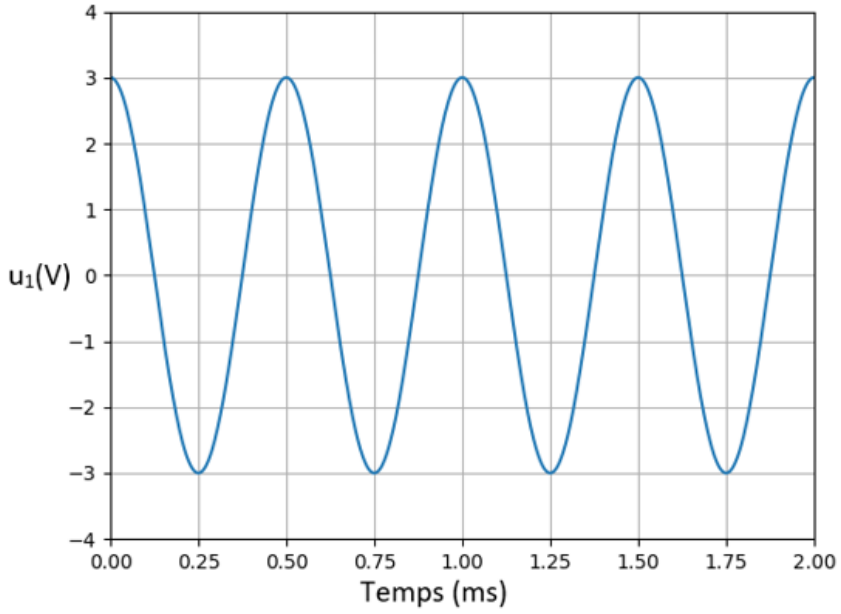
11. Confronter la valeur de la concentration déterminée expérimentalement avec l'indication de l'étiquette de la bouteille « d'ammoniaque » commerciale. Commenter.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I : APPRENTISSAGE DU SAUT EN PARACHUTE

Question 4

document 1



Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.