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

Session 2021 – (Centres étrangers 2) - Bac 2021

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité — Proposition de corrigé Sujet 2

Ce corrigé est composé de 10 pages

EXERCICE 1 - Apprentissage du saut en parachute :

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

1. En dépit du bruit de l'avion, pour que la conversation soit audible elle doit avoir un niveau d'intensité sonore supérieur d'au moins 8 dB, soit :

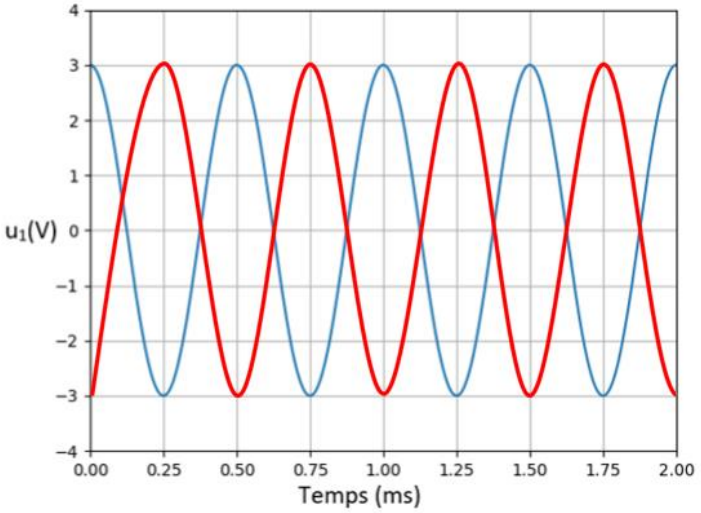
$$L_2 = L_1 + 8 = 82 + 8 = \boxed{\mathbf{90\ dB}}.$$

2. $L_2 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \Leftrightarrow I_2 = 10^{\frac{L_2}{10}} \times I_0 = 10^{\frac{90}{10}} \times 1{,}0 \times 10^{-12} = \boxed{\mathbf{1{,}0 \times 10^{-3}\ W.m^{-2}}}$

$$Donc\ \boxed{\boldsymbol{I_2 = I_c}}$$

Donc le bruit de l'avion impose au moniteur et à son élève de crier.

3. L'ANR utilise le phénomène **d'interférence destructive.**



4.

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

5. D'après l'équation des gaz parfaits :

$$PV = nRT \Leftrightarrow n = \frac{p_A V}{RT} \Leftrightarrow m = \frac{p_A V}{RT} \times M \Leftrightarrow \boxed{\boldsymbol{\rho = \frac{p_A M}{RT}}}$$

$$\rho = \frac{845 \times 10^2 \times 29}{8{,}314 \times (5{,}5 + 273{,}15)} \approx 1{,}06 \times 10^3\ g.m^{-3} \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\rho = 1{,}06\ kg.m^{-3}}}$$

6. $p_B - p_A = \rho g h \Leftrightarrow \Delta p = \rho g h \Leftrightarrow h = \frac{\Delta p}{\rho g}$

$$h = \frac{31{,}8 \times 10^2}{1{,}06 \times 9{,}8} = 306\ m$$

D'où $\boxed{\boldsymbol{z_B = z_A - h = 1\,500 - 306 = 1\,194\ m}}$

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

7. En négligeant les actions de l'air, le parachutiste n'est soumis qu'à la force de gravitation :

$$\vec{P} = m.\vec{g}$$

8. Comme le système n'est soumis qu'à son poids, d'après la deuxième loi de Newton, il vient : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} = m.\vec{a}$

$$m.\vec{g} = m.\vec{a}$$
$$\vec{a} = \vec{g}$$
$$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{cases}$$

Cherchons une primitive du vecteur accélération $\vec{a}(t)$,

$$F(t) = \vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_z(t) = -gt + C_2 \end{cases} \text{ or } v_0\begin{cases} v_{0x} = v_A = C_1 \\ v_{0z} = 0 = C_2 \end{cases}$$

$$D'\text{où } \boxed{\vec{v}(t)\begin{cases} \boldsymbol{v_x(t) = v_A} \\ \boldsymbol{v_z(t) = -gt} \end{cases}}$$

9. Cherchons une primitive du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$,

Soit Z un point du mouvement,

$$F(t) = \overrightarrow{OZ}(t)\begin{cases} x(t) = v_A t + C_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_4 \end{cases} \text{ or } OZ_A\begin{cases} x = 0 = C_3 \\ y = z_A = C_4 \end{cases}$$

$$D'\text{où } \boxed{\overrightarrow{\boldsymbol{OZ}}(\boldsymbol{t})\begin{cases} \boldsymbol{x(t) = v_A t} \\ \boldsymbol{z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_A} \end{cases}}$$

10. $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_A \Longrightarrow z(10) = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times 10^2 + 1\,500 \approx \boxed{\boldsymbol{1{,}0 \times 10^3\ m}}$

11. $z_B > z_c$. Le parachute est ouvert plus haut par rapport à l'altitude théorique. Cela peut s'expliquer, d'une part, car la chute n'est pas parfaitement verticale. D'autre part, en réalité les frottements de l'air s'oppose au poids et ralentit la chute.

Partie 4 – Parachute de secours

12. à $t = 0$, $v = 55{,}6\ m.s^{-1} \Longrightarrow v = 200\ km.h^{-1}$
à $t = 10s$, $v = 5\ m.s^{-1} \Longrightarrow v = 18\ km.h^{-1}$

Donc le parachute permet de passer de 200 km.h^{-1} à 20 km.h^{-1} en moins de 10 s. Il respecte la condition sur la vitesse.

13. D'après la deuxième loi de Newton :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \boxed{\vec{\boldsymbol{a}} = \frac{\vec{\boldsymbol{P}} + \vec{\boldsymbol{f}}}{\boldsymbol{m}}}$$

14. Le mouvement étant considéré comme rectiligne après t =9s, d'après la première loi de Newton :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = 0 \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{f} = 0$$

Projetons sur l'axe Oz

$$-mg + k.v_f^2 = 0$$
$$\Leftrightarrow k.v_f^2 = mg$$
$$\Leftrightarrow k = \frac{mg}{v_f^2}$$

15. $v_f = 5{,}0\ m.s^{-1}$ D'après la modélisation, d'où :

$$\underbrace{\boldsymbol{k}}_{\boxed{\boldsymbol{kg.m^{-1}}}} = \frac{\overbrace{m}^{kg}\ \overbrace{g}^{m.s^{-2}}}{\underbrace{v_f^2}_{m^2.s^{-2}}} = \frac{75{,}0 \times 9{,}81}{5{,}0^2} = \boxed{\boldsymbol{29{,}4\ kg.m^{-1}}}$$

16. A $t = 2\ s, v = 10\ m.s^{-1}$

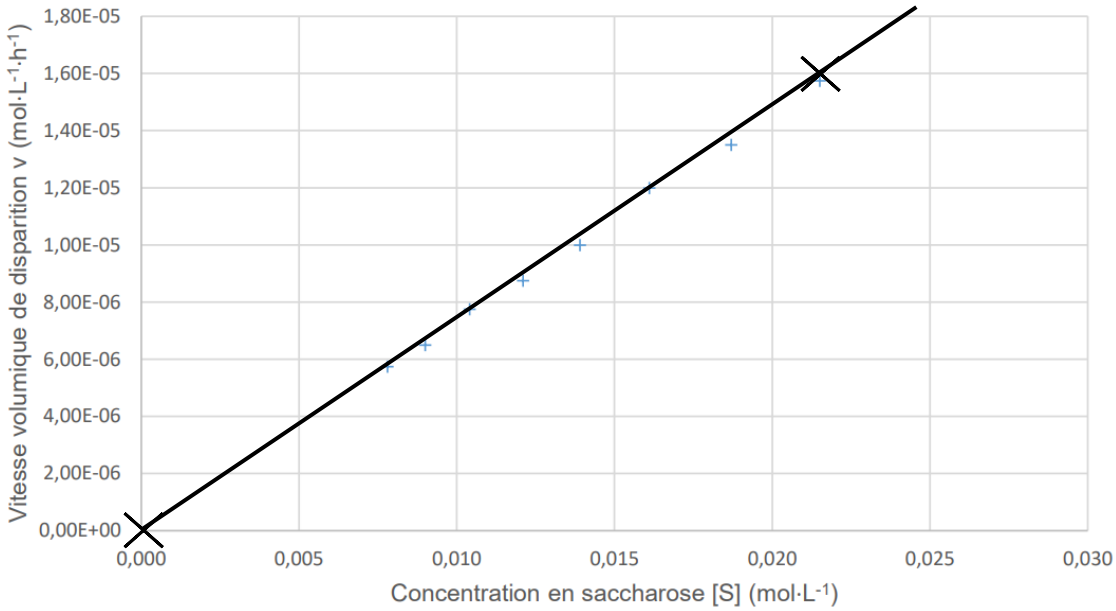
Par projection sur l'axe y,

$$a = \frac{-mg + kv^2}{m} = -g + \frac{kv^2}{m} = -9{,}81 + \frac{29{,}4 \times 10^2}{75{,}0} \approx \boxed{\boldsymbol{30\ m.s^{-2}}}$$

Le vecteur accélération est donc orienté vers le haut, de direction verticale, de norme environ 30 m.s^{-2}.

Il est de sens opposé au vecteur vitesse (vecteur de même sens que le mouvement), on peut donc en conclure que le mouvement est décéléré.

EXERCICE A - Evolution du sucre dans une boisson gazeuse :

1. L'utilisation d'une solution tampon dont le pH est inférieur à 7, permet de maintenir le milieu acide. Dans ce milieu, le saccharose peut subir l'hydrolyse décrite par l'énoncé.
2. Comme la DDM est de 3 mois soit $3 \times 30 \times 24 = 2160\ h$, or l'étude proposée s'étend seulement sur 1800 h donc pas assez pour atteindre la DDM, elle ne nous permet pas de répondre directement à la problématique.
3. $v = -\frac{d[S]}{dt}$
4. Pour obtenir une estimation de la valeur de la vitesse volumique de disparition du saccharose à un instant t, il suffit de tracer la tangente à la courbe au point d'abysse t désiré et de calculer son coefficient directeur. Le coefficient directeur calculé est la vitesse volumique de disparition.
5. Pour une relation d'ordre 1, $v = k[S]$
6. 

   La courbe de tendance est une **droite** qui **passe sensiblement par l'origine**, la vitesse de disparition du saccharose est donc **proportionnelle** à sa concentration, elle suit donc une **loi de vitesse d'ordre 1.**
7. Calculons le coefficient directeur de la droite :

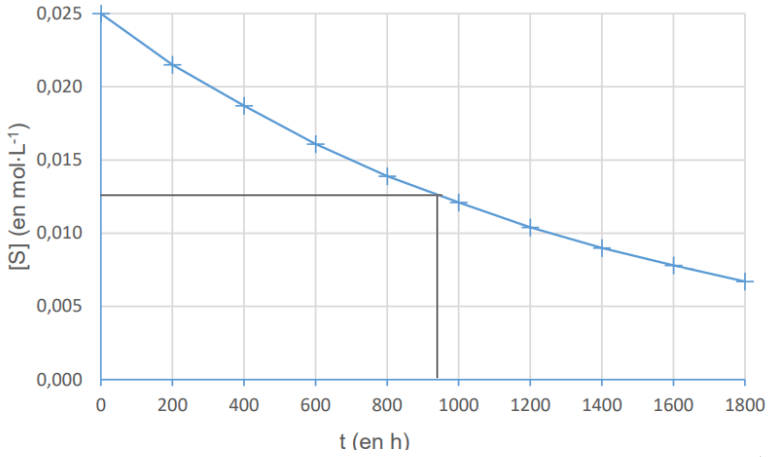
$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1{,}60 \times 10^{-5} - 0}{0{,}022 - 0} \approx 7{,}27 \times 10^{-4} \approx \boxed{\mathbf{7{,}3 \times 10^{-4}\ h^{-1}}}$$

8. Le temps de demi-réaction est la durée pour laquelle la moitié du saccharose soit consommé, de tel que :

$$[S_0]e^{-kt_{1/2}} = \frac{[S_0]}{2} \Leftrightarrow e^{-kt_{1/2}} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow -kt_{1/2}\ln(e) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{\ln\left(\frac{1}{2}\right)}{-k} = \boxed{\frac{\mathbf{\ln(2)}}{\boldsymbol{k}}}$$

   Le temps de demi-réaction est donc une constante qui ne dépend pas de la concentration.



9. Graphiquement, on observe que $[S_0] = 0{,}025\ mol.L^{-1}$ donc $[S_{t_{1/2}}] = 0{,}0125$. L'abscisse du point d'intersection avec la courbe d'ordonnée $[S_{t_{1/2}}]$ est le temps de demi-réaction, il vaut donc, par lecture graphique, **950 h**

$$\boxed{\boldsymbol{t_{1/2} = 950\ h}}$$

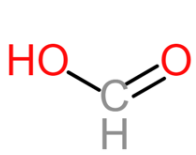
10. Comme la DDM s'entend sur 3 mois, elle s'étend donc sur $3 \times 30 \times 24 = 2160\ h$

$$[S](t) = [S_0]e^{-kt}$$

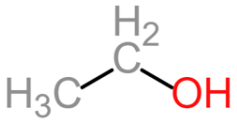
$$[S_{DDM}] = 0{,}025e^{-\mathbf{7{,}3\times10^{-4}\times2160}} = 5{,}2 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$\frac{[S_{DDM}]}{[S_0]} = \frac{5{,}2 \times 10^{-3}}{0{,}025} \approx 0{,}21 \Rightarrow \boxed{\mathbf{21\%}}$$

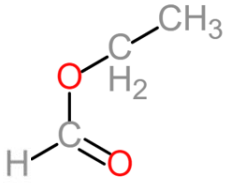
EXERCICE B - Synthèse d'un arôme alimentaire :



Acide méthanoïque



Ethanol



Méthanoate d'éthyle (Ester)

Réalisé avec **Scribmol**

1.

2. Dans les deux protocoles, la température est un facteur cinétique et l'acide sulfurique est un catalyseur.

Montages utilisés

3. La figure 1 est le montage du protocole ②.

4. ① : Colonne de Vigreux ② : Réfrigérant droit

Comparaison des rendements des deux protocoles

5. Comme la quantité récoltée en ester et en eau est plus faible que la quantité introduite en éthanol, on en conclut que la réaction est non totale.

6.

	$CH_2O_{2(\ell)} + C_2H_6O_{(\ell)} \leftrightarrows C_3H_6O_{2(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$			
Quantité de matière	$CH_2O_{2(\ell)}$	$C_2H_6O_{(\ell)}$	$C_3H_6O_{2(\ell)}$	$H_2O_{(\ell)}$
$x = 0$	1,20	1,20	0	0
x_f	$1{,}20 - x_f = 0{,}40$	$1{,}20 - x_f = 0{,}40$	$x_f = 0{,}80$	$x_f = 0{,}80$
x_{max}	$1{,}20 - x_{max} = 0$	$1{,}20 - x_{max} = 0$	$x_{max} = 1{,}20$	$x_{max} = 1{,}20$

7. $\eta = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \eta_1 = \frac{0{,}80}{1{,}20} = 0{,}67 \Rightarrow 67\%$

8. D'une part, en suivant le protocole 2, comme le méthanoate d'éthyle a une température d'ébullition de 54,3°C, il s'évapore. Le produit est extrait du mélange au fur et à mesure, cela rend l'hydrolyse impossible, la réaction n'a donc lieu que dans le sens direct. Elle est totale, d'où un rendement supérieur à η_1.
D'autre part, il se peut que le distillat pesé ne soit pas totalement pur, d'où une masse plus importante, donc un rendement supérieur à η_1 .

Identification du produit du protocole 2

9. La seule espèce chimique du mélange réactionnel qui peut s'évaporer à 55°C est le méthanoate d'éthyle.

10. $\boxed{\boldsymbol{\rho = \frac{m}{V} = \frac{29{,}0}{32} \approx 0{,}91\ g.mL^{-1}}}$ $(ou\ g.cm^{-3})$, la masse volumique correspond parfaitement avec celle de l'énoncé, ce qui semble indiquer que le mélange est bien constitué de méthanoate d'éthyle.

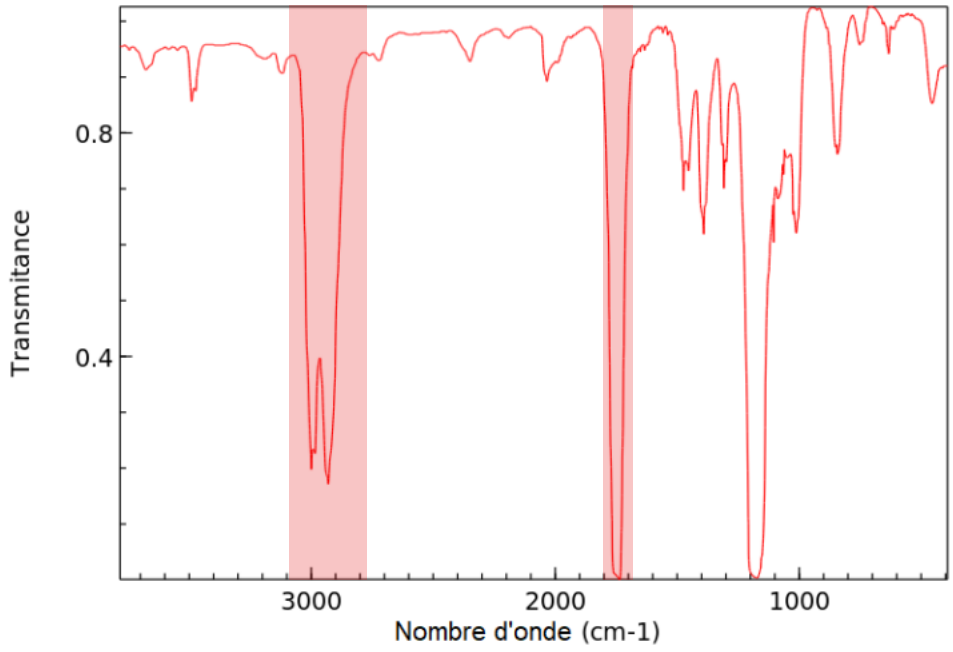


figure 2 : spectre infrarouge du distillat

11.

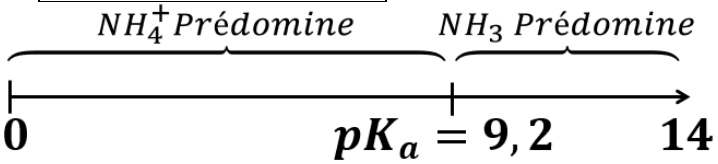
Le méthanoate d'éthyle est composé du groupe caractéristique carboxyle. On doit donc identifier deux bandes caractéristiques : O-H d'un acide carboxylique et C=O d'un ester. On identifie effectivement entre 2800 et 3100 cm^{-1} une bande moyenne et large correspondant à la liaison O-H désirée, et entre 1700-1800 cm^{-1} la bande forte et fine correspondant à la liaison C=O de l'ester. On identifie donc bien le méthanoate d'éthyle dans le distillat.

EXERCICE C - « L'ammoniaque », un produit ménager courant :

Étude préliminaire : étude du couple ion ammonium/ammoniac

1. En solution aqueuse comme l'ammoniac comporte un doublet non liant sur l'atome d'azote, il est susceptible de capter un ion hydrogène et donc de se comporter comme une base au sens de Bronsted.
2. $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$
3. $K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-9,2} = \boxed{\mathbf{6,3 \times 10^{-10}}}$

$$\boxed{\boldsymbol{K_a} = \dfrac{\dfrac{[\boldsymbol{NH_3}]_{\boldsymbol{eq}}[\boldsymbol{H_3O^+}]_{\boldsymbol{eq}}}{\boldsymbol{c^{0^2}}}}{\dfrac{[\boldsymbol{NH_4^+}]_{\boldsymbol{eq}}}{\boldsymbol{c^0}}}} \; avec\ c^0 = 1\ mol.L^{-1}$$

4. 

5. Le pK_a du couple est l'abscisse du point d'intersection les deux courbes.

Concentration attendue en ammoniac dans la solution commerciale

6. D'après l'étiquète le pourcentage massique $P(A)$ de la solution est de 13%

$$P(A) = \frac{m(A)}{m} = \frac{n(A) \times M(A)}{\rho \times V} \Leftrightarrow n(A) = \frac{P(A) \times d(A) \times \rho_{eau} \times V}{M(A)}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\boldsymbol{C(A)} = \frac{\boldsymbol{P(A) \times d(A) \times \rho_{eau}}}{\boldsymbol{M(A)}}}$$

$$C(A) = \frac{0,13 \times 0,97 \times 1000}{17,0} \boxed{\approx \mathbf{7,4\ mol.L^{-1}}}$$

7. D'après la modélisation, à l'instant initiale le pH de la solution S_d est 11.
   D'après le diagramme de prédominance, avant l'équivalence l'ammoniac prédomine, après l'équivalence l'ammonium prédomine.
   Les couples acide/base qui interviennent sont donc :
   - $H_3O^+_{(aq)}\ /H_2O_{(\ell)}$
   - $NH_4^+{}_{(aq)}\ /NH_{3(aq)}$

   Donc comme l'ammoniac prédomine avant l'équivalence, il s'agit de l'espèce titrée, la réaction est totale :

$$\boxed{NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}}$$

8. L'équivalence est atteinte lorsque l'on a réalisé un mélange stœchiométrique, les réactifs sont alors entièrement consommés.
   Graphiquement on voit que $V_E = 14,8\ mL$.
9. D'après l'équation support du titrage :

$$\frac{n(NH_3)_i}{1} = \frac{n(H_3O^+)}{1} \Leftrightarrow \boxed{\boldsymbol{C_d = \frac{[H_3O^+] \times V_E}{V_d}}}$$

$$C_d = \frac{5{,}00 \times 10^{-2} \times 14{,}8}{10{,}0} = \boxed{\boldsymbol{7{,}40 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}}$$

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

$$u(C_d) = 7{,}40 \times 10^{-2}\sqrt{\left(\frac{0{,}2}{14{,}8}\right)^2 + \left(\frac{0{,}02}{5{,}00}\right)^2 + \left(\frac{0{,}2}{10{,}0}\right)^2} \approx \boldsymbol{0{,}18 \times 10^{-2} mol.L^{-1}}$$

$$u(C) = \frac{u(C_d)}{C_d} \times C = \frac{0{,}18}{7{,}40} \times 7{,}4 \approx 0{,}18 \approx \boldsymbol{0{,}2\ mol.L^{-1}}$$

$$\boxed{\mathbf{C = 7{,}4 \pm 0{,}2\ mol.L^{-1}}}$$

11. Comme C_d provient de la dilution de la solution commerciale par un facteur 100, il vient :

$$\boldsymbol{C_{exp} = C_d \times F} = 7{,}40 \times 10^{-2} \times 100 = 7{,}40\ mol.L^{-1}$$

Cela est parfaitement en accord avec l'étiquette qui prédit un pourcentage massique en ammoniac de 13% soit $\boldsymbol{7{,}40\ mol.L^{-1}}$.

- **GRANDIDIER Laëtitia**
  pour le site www.sujetdebac.fr

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.