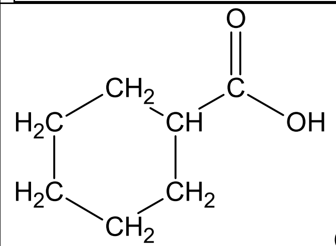
<table>
<tr><th colspan="4">EXERCICE 1 : AQUARIUM RÉCIFAL (10 points)</th></tr>
<tr><th></th><th>Compétences du programme</th><th>Éléments de réponses</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td>1.1</td><td>Déterminer, à partir de la valeur de la concentration en ion oxonium H_3O^+, la valeur du pH de la solution et inversement.</td><td>On acceptera :
- ajouter un acide,
- ajouter un tampon,
- diluer l’eau de l’aquarium,
- ou toute autre réponse cohérente.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>Citer les propriétés d’une solution tampon</td><td>Une solution tampon est une solution qui maintient approximativement le pH malgré l'addition de petites quantités d'un acide ou d'une base, ou malgré une dilution, ce qui est idéal pour maintenir le pH voisin de sa valeur optimale.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1.3</td><td>Déterminer le caractère polaire d’une liaison à partir de la donnée de l’électronégativité des atomes.
Déterminer le caractère polaire ou apolaire d’une entité moléculaire à partir de sa géométrie et de la polarité de ses liaisons.</td><td>Pour le dioxyde de carbone : d’après les valeurs d’électronégativité, la liaison CO est polarisée. Cependant la molécule étant linéaire et symétrique elle est apolaire.
Remarque : la géométrie linéaire et symétrique de la molécule est suffisante pour conclure sur le caractère apolaire de la molécule.
Pour l’eau : d’après les valeurs d’électronégativité, la liaison OH est polarisée. La molécule étant coudée, elle est polaire.
Une molécule apolaire se dissous difficilement dans un solvant polaire, la dissolution du dioxyde de carbone dans l’eau sera donc faible.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1.4</td><td>Identifier les acides et les bases</td><td>Dans le couple $(CO_2, H_2O)(aq)/HCO_3^-(aq)$, $(CO_2, H_2O)(aq)$ est l’acide et $HCO_3^-(aq)$ la base.
Dans le couple $HCO_3^-(aq)/CO_3^{2-}$ (aq), $HCO_3^-(aq)$ est l’acide et CO_3^{2-} (aq) la base.
L’écriture de demi-équations acide base n’est pas exigée.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>Représenter le diagramme de prédominance d’un couple acide-base.
Exploiter un diagramme de prédominance ou de distribution.</td><td>H_2CO_3 | 6.4 | HCO_3^- | 10.3 | CO_3^{2-} → pH HCO_3^- prédomine à pH = 8,1
Toute autre réponse correctement justifiée (même sans avoir tracé le diagramme) est acceptée.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1.6</td><td>Etudier une transformation chimique</td><td>L’ajout de CO_2 (g) acidifie le milieu et entraîne donc la transformation des ions CO_3^{2-} (aq) en ions HCO_3^-, qui sont donc moins disponibles pour la formation de CaCO3 des coquilles et des squelettes.
L’écriture de l’équation acide-base entre les ions carbonate et le CO_2 est acceptée également avant une phrase de conclusion.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td>Dans le cas d’un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l’évolution de la pente de la courbe à l’aide de données sur les conductivités ioniques molaires.</td><td><table>
<tr><th></th><th>Avant l’équivalence</th><th>Après l’équivalence</th></tr>
<tr><td>Ag^+</td><td>0</td><td>$\boxed{\nearrow}$</td></tr>
<tr><td>NO_3^-</td><td>$\boxed{\nearrow}$</td><td>$\boxed{\nearrow}$</td></tr>
<tr><td>Na^+</td><td>=</td><td>=</td></tr>
<tr><td>$C\ell^-$</td><td>$\boxed{\searrow}$</td><td>0</td></tr>
</table></td><td>0,75</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td><table><tr><td>Variation de la conductivité</td><td>↘ car λ (Cℓ-)> λ (NO_3^-)
Et pour un équivalent de Cl^- consommé, on a ajouté un équivalent d'ion NO_3^-</td><td>↗</td></tr></table>
Toute autre réponse correctement justifiée (sans avoir tracé le tableau) est acceptée.</td><td></td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière,
une concentration ou une masse.</td><td>Volume équivalent lu graphiquement : Véq = 10,5 mL
À l'équivalence : $n_{C\ell^-} = n_{Ag^+}$, d'où : $C_{C\ell^-} = \frac{C_{Ag^+} \cdot V_{Ag^+}}{V_{C\ell^-}} = \frac{5{,}0 \cdot 10^{-2} \times 10{,}5 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 5{,}25 \cdot 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$
Pour l'eau de l'aquarium non diluée : $c_{C\ell^-} = 5{,}25 \cdot 10^{-1}\ mol \cdot L^{-1}$
Ainsi : $c_m = M(C\ell^-) \cdot c_{c\ell^-} = 35{,}5 \times 0{,}525 = 18{,}6\ g \cdot L^{-1}$
La concentration est inférieure à 19,3 g/L donc un traitement de l'eau est nécessaire.
Accepter une conclusion opposée si le volume équivalent choisi est de 11 mL.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3.1.1.</td><td>Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement (1ère).</td><td><table><tr><td>Methan-</td><td>-al</td></tr><tr><td>1 atome de carbone (chaîne principale)</td><td>Présence du groupe caractéristique C=O relié à au moins un hydrogène.</td></tr></table></td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>3.1.2.</td><td>Formule brute, formule semi-développée.</td><td>
$C_7H_{12}O_2$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>3.1.3.</td><td>Réaliser un bilan de matière</td><td>On fait le bilan de toutes les formules brutes de réactifs :
C_9H_9N, CH_2O, $C_7H_{12}O_2$ et $C_4H_{11}O_2N$. Cela représente 21 atomes de carbone, 34 atomes d'hydrogène, 5 atomes d'oxygène et 2 atomes d'azote.
Pour les produits, on a pour le moment : $C_{21}H_{32}O_4N_2$
Par conservation de la matière, l'espère chimique F est de l'eau : H_2O.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>3.1.4.</td><td>Déterminer, à partir d'un protocole et de données expérimentales, le rendement d'une synthèse (1ère).</td><td>r = (quantité de matière du produit obtenu) / (quantité de matière attendue)
r = $\frac{\left(\frac{mE}{M(E)}\right)}{0{,}11} = \frac{\frac{40{,}9}{376{,}5}}{0{,}11}$ = 99 %
La réponse sera acceptée si le rapport des masses obtenue et attendue pour l'espèce E est fait.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3.2.1.</td><td>Identifier, dans un protocole, les étapes de transformation des réactifs, d'isolement, de purification et d'analyse (identification, pureté) du produit synthétisé (1ère).</td><td>Opération a : dissolution et transformation chimique (synthèse)
Opération c : séparation

Pour l'opération 1, la réponse est acceptée même si l'un des deux mots seulement est cité.</td><td>0,5</td></tr>
</table>

3.2.2.	Citer quelques applications actuelles mettant en jeu l'interaction photon-matière (spectroscopie UV-visible).	CCM, mesure de la θ_{fus}, comparaison du spectre UV-visible avec une banque, comparaison du spectre IR avec une banque ou test caractéristique. *Toute réponse cohérente sera acceptée.*	0,25
4.1	Proposer et mettre en œuvre un protocole.	La filtration permet de retirer de la solution le charbon en suspension pour pouvoir obtenir une solution limpide et ainsi mesurer la absorbance de la solution.	0,5
4.2	Exploiter la loi de Beer-Lambert pour déterminer une concentration.	Graphiquement, $c_{m_{polluée}} = 15\ mg \cdot L^{-1}$ et $c_{m_{traitée}} = 2\ mg \cdot L^{-1}$ 100 mg de charbon permettent d'dsorber 15 – 2 = 13 mg par L donc $13 \times 50.10^{-3} = 6{,}5 \times 10^{-1}$ mg adsorbés dans 50 mL. Pour 1 g de charbon : 6,5 mg adsorbés. *D'autres approches sont possibles pour mener le raisonnement (calcul des masses de bleu de méthylène dans 50 mL de solution avant et après ajout de charbon, calcul de la masse adsorbée, ramenée à 1 g de charbon actif).*	1
4.3	Exploiter les données de l'énoncé et faire preuve d'esprit critique	2 mg de bleu de méthylène par litre donne 16 g de bleu de méthylène pour la piscine de 8000L à adsorber d'où une masse m = 16000/6.5 = 2400 g soit 2,4 kg de charbon. C'est possible à réaliser avec un filtre. *On acceptera la réponse si elle est cohérente avec la réponse à la question précédente ou si le calcul est fait pour 1 mg de bleu de méthylène*	0,5

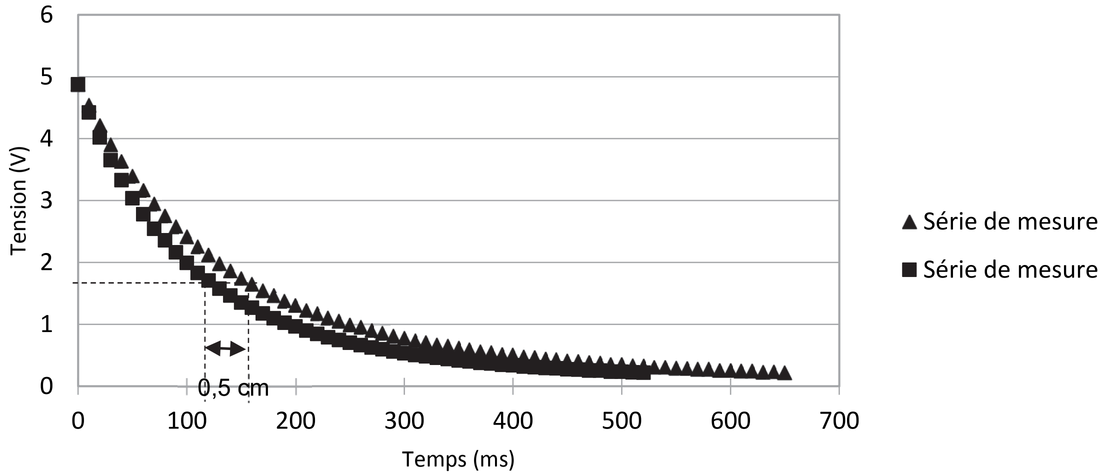
EXERCICE A : UN SAUT STRATOSPHÉRIQUE (5 points),

	Compétences du programme	Éléments de réponses	Barème
1.1	Effectuer des procédures courantes Faire preuve d'esprit critique	$g_{50km}=\frac{g_0 \times R_T^2}{(R_T+z)^2}=\frac{9,81\times(6370.10^3)^2}{(6370.10^3+50.10^3)^2}= 9,66\ m.s^{-2}$ $g_{11km}=\frac{g_0 \times R_T^2}{(R_T+z)^2}=\frac{9,81\times(6370.10^3)^2}{(6370.10^3+11.10^3)^2}= 9,78\ m.s^{-2}$ $\lvert g_{50km}-g_{11km}\rvert=9,66-9,78=0,12\ m.s^{-2}$	0,5
1.2	Effectuer des procédures courantes Faire preuve d'esprit critique	$\frac{\lvert g_{50km}-g_{11km}\rvert}{g_{50km}}=\frac{9,66-9,78}{9,66}=1,2\% < 2\%$ On peut considérer le champ de pesanteur uniforme dans la stratosphère	0,5
2.	Etablir les équations horaires du mouvement pour un mouvement dans le champ de pesanteur uniforme	Application de la 2nde loi de Newton au système : {Félix Baumgartner et son équipement} $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\times\vec{a}$ Donc $\vec{P} = m\times\vec{a}$ donc $\vec{g} = \vec{a}$ *On accepte la réponse si l'élève fait le lien direct entre la chute libre et $\vec{g} = \vec{a}$ sans évoquer la 2e loi de Newton.* En projetant dans le repère d'origine O placé au niveau du sol et d'axe (Oz) vertical ascendant et en tenant compte des conditions initiales : $a_z(t)=-g$ $v_z(t)=-g\times t$ $z(t)=-\frac{1}{2}g\times t^2+z_{départ}$	1
3.	Exploiter les équations horaires du mouvement.	On cherche l'altitude à laquelle la vitesse de Félix Baumgartner est égale à 307 m/s $t=-\frac{v_z}{g}$ Donc $z=-\frac{1}{2}g\times\left(-\frac{v_z}{g}\right)^2+z_{départ}=-\frac{1}{2}\times\frac{307^2}{9,66}+38\,969=34\,091\ m$	0,5
4.	Savoir lire des données d'un graphique.	Sur le graphique de l'évolution de la vitesse du son en fonction de l'altitude, on constate qu'à cette altitude (lecture à 34 000 m) la vitesse du son est égale à 307 m/s. La vitesse de Félix Baumgartner est donc supérieure à la vitesse du son : il a franchi le mur du son. *Toute réponse cohérente sera avec la lecture graphique du candidat sera acceptée.*	0,25

5.	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique. Mettre en œuvre les étapes d'une démarche Faire preuve d'esprit critique	Graphiquement, on lit qu'à l'altitude z_{son} = 33 446 m, la masse volumique de l'air : $\rho(z_{son}) = 1,0.10^{-2} kg.m^{-3}$ La norme de la force de frottements de l'air à cette altitude et pour la vitesse du son (310 m/s) : $f = 0,4 \times \rho \times v^2 = 0,4 \times 1,0.10^{-2} \times (307)^2 = 3,8 \times 10^2 N$ Comparaison de la norme de la force de frottement au poids du système $\frac{P}{f} = \frac{m \times g}{f} = \frac{120 \times 9,66}{3,8.10^2} = 3$ Le poids est seulement 3 fois inférieur à la force de frottement de l'air. On ne peut donc pas négliger cette force et le modèle de la chute libre ne peut être utilisé.	0,75
6.	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique. Mettre en œuvre les étapes d'une démarche	En s'élançant de 20 km, et en considérant que la vitesse limite est atteinte dans les 4 premiers kilomètres de chute, on détermine que la vitesse limite est atteinte pour **16 km**. On lit graphiquement la valeur de la masse volumique à l'altitude 16 km, $\rho_{16km} = 0,17 kg \cdot m^{-3}$ Quand Félix Baumgartner atteint la vitesse limite, P=f. Donc $m \times g = \frac{1}{2} \times \rho_{16km} \times 0,8 \times v_{lim}^2$ $v_{lim} = \sqrt{\frac{m \times g}{0,4 \times \rho}} = \sqrt{\frac{120 \times 9,66}{0,4 \times 0,17}} = 130 m \cdot s^{-1}$	1
7.	Faire preuve d'esprit critique	Or à 16 km d'altitude, la vitesse du son vaut 295 $m.s^{-1}$. (lecture graphique) Ainsi, s'il s'élance de 20 km, la vitesse maximale qu'il peut atteindre est plus faible que la vitesse du son. Il n'aurait donc pas pu franchir le mur du son. Il doit s'élancer d'une altitude suffisamment élevée pour que la masse volumique de l'air soit très faible afin de minimiser les frottements.	0,5

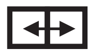
EXERCICE B : UN SYSTÈME DE DÉTECTION DE PASSAGER (5 points)

	Compétences du programme	Éléments de réponses	Barème
1.1.	Comportement capacitif	Le capteur est un condensateur, constitué de deux plaques conductrices d'électricité séparées d'un milieu isolant. Ce dispositif peut stocker des charges électriques, d'où l'appellation.	0,25
1.2	Identifier des situations variées où il y a accumulation de charges de signes opposés sur des surfaces en regard.	U_{AB} étant positive, donc la feuille A est chargée positivement et la feuille B est chargée négativement. Soit : $Q_A = C \times U_{AB}$ et $Q_B = -C \times U_{AB}$	0,5
1.3	Exploiter une relation mathématique.	Quand un passager s'assoit, il fait varier l'épaisseur (e diminue). Ainsi C augmente car d'après l'expression de c en fonction de e ($C = \frac{\varepsilon \times S}{e}$) C est inversement proportionnelle à e.	0,5
2.1.	Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge par une source idéale de tension et dans le cas de sa décharge.	$u_c(t) + u_R(t) = 0$ $u_c(t) + R \times i(t) = 0$ $u_c(t) + R \times C \times \frac{du_c(t)}{dt} = 0$ $\frac{u_c(t)}{R \times C} + \frac{du_c(t)}{dt} = 0$ Par identification : $\tau = R \times C$	1
2.2.	Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge par une source idéale de tension et dans le cas de sa décharge.	On remplace dans l'expression précédente. $A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + R \times C \times A \times (\frac{-1}{\tau}) \times e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$. Comme $\tau = R \times C$ alors $u_C(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}}$ est bien solution de l'équation différentielle. En utilisant les conditions initiales : $u_c(0) = E$ on a $u_c(0) = A$ d'où A = *E*.	0,75
2.3.	Etudier la réponse d'un dispositif modélisé par un dipôle RC.	$u_c(5\tau) = E \times e^{-5} = E \times 6{,}7.10^{-3} < E/100$. Donc à $t = 5\tau$, on peut considérer que le condensateur est déchargé.	0,5
3.1.	Déterminer le temps caractéristique.	La série représentée par ■ rejoint l'axe des abscisses plus vite que la série représentée par des ▲ . Autrement dit, sa constante de temps est plus faible. Si la constante de temps est plus faible alors la capacité du condensateur est plus faible (car $\tau = R \times C$). Une capacité plus faible correspond à une épaisseur plus grande (car $C = \frac{\varepsilon \times S}{e}$). Ainsi la série ■ correspond à un essai sans pression, sans le verre d'eau.	0,5

3.2.	Déterminer le temps caractéristique.	Pour évaluer ΔC, on mesure graphiquement $\Delta\tau$:  *Toutes les valeurs cohérentes avec la précision du graphique sont acceptées.* *Le calcul de ΔC par la détermination des deux valeurs de C est acceptée.* Avec $U\tau = 0{,}37 \times E$, on lit $\tau_1 = 110$ ms et $\tau_2 = 140$ ms et $C_1 = \tau 1/R = 11$ nF et $C_2 = 14$ nF on mesure $\Delta\tau = 30\ ms$; on en déduit que $\Delta C = \frac{\Delta\tau}{R}$ soit $\Delta C = 3{,}0$ nF . Pour déterminer Δe, on utilise la relation donnée : $\Delta e = e \times \frac{\Delta C}{C}$ En prenant $C_1 = 11$ nF on trouve $\Delta e = 2{,}4 \cdot 10^{-5}$ m, En prenant $C_2 = 14$ nF on trouve $\Delta e = 1{,}9 \cdot 10^{-5}$ m, *Le calcul à partir de la moyenne des capacités est accepté*	1

EXERCICE C : QUELLE TAILLE POUR LES MAILLES D'UN TAMIS ? (5 points)

	Compétences du programme	Éléments de réponses	Barème
1.1.	Diffraction par une ouverture.	On observe le phénomène de diffraction. Il faut que la largeur de la fente soi du même ordre de grandeur que la longueur d'onde pour observer ce phénomène.	0,5
1.2.	Exploiter une information Connaître la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$	$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{L}{2D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$ donc $\theta = \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \leftrightarrow \lambda = \frac{aL}{2D}$	0,75
1.3.	Exploiter la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$	D'après la figure 3, L = 9,0 mm $\lambda = \frac{aL}{2D} = 6{,}4.10^{-7}$ m $= 6{,}4.10^{2}$ nm Ce résultat est cohérent avec la valeur indiquée (650 ± 10) nm car contenu dans l'intervalle indiqué.	0,75
2.1.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	Les zones brillantes correspondent à des zones où les ondes issues des sources secondaires (chacun des trous du tamis) sont arrivées en phase (interférences constructives), les zones sombres correspondent à des zones où les ondes sont arrivées en opposition de phase (interférences destructives).	0,5
2.2.	Extraire des informations Réaliser une mesure Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.	La mesure de l'écart entre 4 zones brillantes donne 4 i = 5,9 cm donc i = 5,9 / 4 donc i = 1,5 cm. Il est possible d'évaluer l'incertitude sur la mesure de 4 i à 0,2 cm (précision de la règle, symétrie de la figure d'interférence imparfaite …), ce qui conduit à $U(i)$ = (0,2/4) cm = 0,05 cm, on prendra $U(i)$ = 0,1 cm pour avoir une cohérence avec i = 1,5 cm. *Toute réponse non aberrante sur l'évaluation de i est acceptée.*	0,5
2.3.	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs.	$b = \frac{\lambda \cdot D}{i} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 7{,}75}{1{,}5.10^{-2}} = 3{,}4.10^{-4}$ m $= 3{,}4.10^{2}$ µm $u(b) = 3{,}4 \times 10^{-4} \cdot \sqrt{\left(\frac{0{,}03}{7{,}75}\right)^2 + \left(\frac{0{,}05}{1{,}5}\right)^2 + \left(\frac{10}{650}\right)^2} = 1{,}3 \times 10^{-5}$ m $= 0{,}2 \times 10^{-4}$ m en arrondissant à l'excès donc $b = (3{,}4 \pm 0{,}2).10^{-4}$ m *Tous raisonnements et valeurs cohérents sont acceptés. Ne pas pénaliser un candidat qui prendrait u(b)=0,2 cm car déjà pénalisé à la question précédente.* *Le même calcul avec U(i)=0,1 cm donne une incertitude de* 0,3 x 10^{-4} m	1

2.4.	Extraire et exploiter une information Valider une hypothèse	Il est précisé, dans le texte : - que le tamis doit permettre de récupérer des artémies d'une taille supérieure à 150 µm ; - l'épaisseur du fil plastique constituant le tamis est de 230 µm  Il faut donc retrancher la valeur de l'épaisseur du fil à la valeur de b qui est au plus de (3,4 + 0,2) x 10^{-4} m ≈ 360 µm La dimension du trou est donc : 360 – 230 = 130 µm < 150 µm Les artémies sont donc piégées dans le tamis. *Remarque : si l'élève prend en compte le fait que l'artémie peut se mettre dans la diagonale d'un trou du tamis (de longueur 130 x $\sqrt{2}$ = 180 µm) et explique que les artémies ne seront pas retenue, le raisonnement et résultat sera considéré correct).*	1