

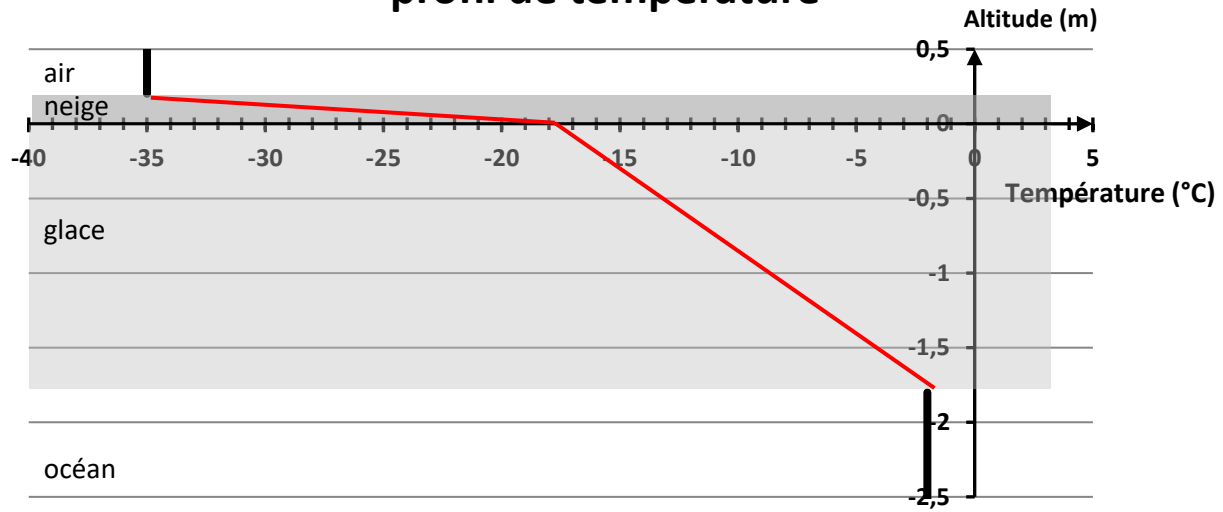


BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE – SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
Spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire – Sujet zéro – Corrigé

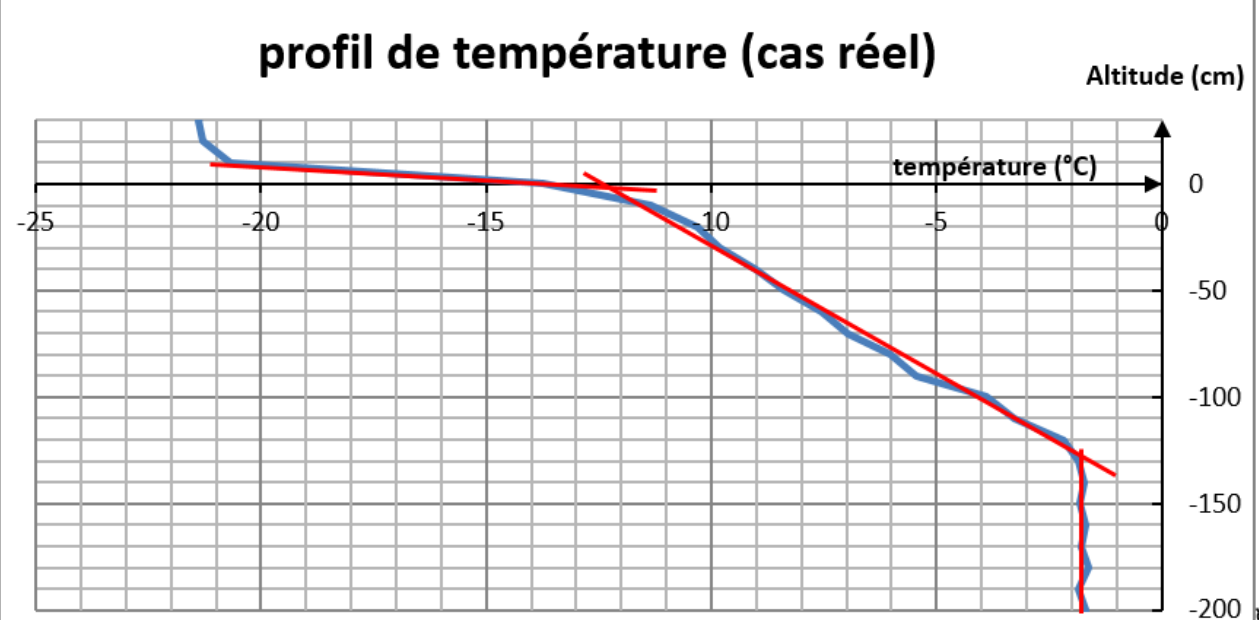
PARTIE 1 Détermination de la hauteur de glace avec une chaîne de capteurs de température et régulation de température dans le laboratoire sec		
Questions	Éléments de correction	Capacités extraites du référentiel Compétences travaillées
1	Les 3 modes de transfert thermique possibles sont : la convection ; la conduction ; le rayonnement.	Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement
2	$R_{Th\ glace} = \frac{e}{\lambda_{glace} \times S}$ avec e en m, λ_{glace} en $W.m^{-1}.K^{-1}$, S en m^2 En écrivant l'équation avec les unités à la place des grandeurs : $[R_{Th\ glace}] = \frac{[e]}{[\lambda_{glace}] \times [S]} = \frac{[m]}{[W].[m^{-1}].[K^{-1}].[m^2]} = K.W^{-1}$ L'unité de $R_{Th\ glace}$ est $K.W^{-1}$	Citer et exploiter la définition d'une résistance thermique.
3	<p align="center">Profil de température air/glace/océan</p> <p align="center">profil de température</p> <p align="right">Altitude (m)</p> <p align="center">Température (°C)</p> <p>Dans l'air Température air = -35 °C</p> <p>Dans l'océan Température eau = -2 °C</p>	Utiliser un modèle. Effectuer des procédures courantes (lecture d'une valeur sur une courbe)

4	<p>Le transfert thermique a lieu du corps le plus chaud vers le corps le plus froid donc ici de l'océan (-2 °C) vers l'air (-35 °C). Ce transfert se fait à travers la glace.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Air : -35 °C</td></tr> <tr><td>Glace</td></tr> <tr><td>Océan : -2 °C</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;">  </div> <div> <p>Sens du transfert de la puissance thermique</p> </div> </div>	Air : -35 °C	Glace	Océan : -2 °C	<p>Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique (conduction) <i>Représenter la situation par un schéma.</i></p>	
Air : -35 °C						
Glace						
Océan : -2 °C						
5	$R_{Th\ glace} = \frac{e}{\lambda_{glace} \times S} = \frac{0,1}{0,11 \times 10} = 0,091\text{ K.W}^{-1}$	<p>Exploiter l'expression de la résistance thermique d'une paroi plane.</p>				
6	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Air : -35 °C</td></tr> <tr><td>Neige</td></tr> <tr><td>Glace</td></tr> <tr><td>Océan : -2 °C</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;">  </div> <div> <p>Sens du transfert de la puissance thermique</p> </div> </div>	Air : -35 °C	Neige	Glace	Océan : -2 °C	<p>Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique (conduction) <i>Représenter la situation par un schéma.</i></p>
Air : -35 °C						
Neige						
Glace						
Océan : -2 °C						
7	<p>La résistance thermique de l'ensemble des 2 couches (glace + neige) est égale à la somme des résistances thermiques de chacun des milieux soit : $R_{Th\ totale} = R_{Th\ glace} + R_{Th\ neige}$</p>	<p>Déterminer la résistance thermique globale d'une paroi plane constituée de différents matériaux.</p>				
8	$R_{Th\ totale} = R_{Th\ glace} + R_{Th\ neige}$ $R_{Th\ totale} = 91 \times 10^{-3} + 85,7 \times 10^{-3} = 176,7 \times 10^{-3}\text{ K.W}^{-1}$					
9	<p>La valeur de la résistance thermique de la neige est comparable à la valeur de la résistance thermique de la glace. Il ne faut donc pas négliger l'épaisseur de neige pour l'étude du transfert de puissance thermique.</p>	<p><i>Utiliser un modèle. Faire preuve d'esprit critique</i></p>				
10	<p>On sait que $\phi = \frac{\theta_{zone\ chaude} - \theta_{zone\ froide}}{R_{Th}}$</p> <p>Avec ici : $\theta_{zone\ chaude} = \theta_{océan} = -2\text{ °C} = 271\text{ K}$ et $\theta_{zone\ froide} = \theta_{air} = -35\text{ °C} = 238\text{ K}$ et $R_{Th} = R_{Th\ totale} = 176,7 \times 10^{-3}\text{ K.W}^{-1}$</p> <p>Il vient alors : $\phi = \frac{\theta_{océan} - \theta_{air}}{R_{Th\ totale}} = \frac{271 - 238}{176,7 \times 10^{-3}} = 186,7\text{ W}$</p>	<p>Évaluer la puissance thermique échangée à travers une paroi plane.</p>				

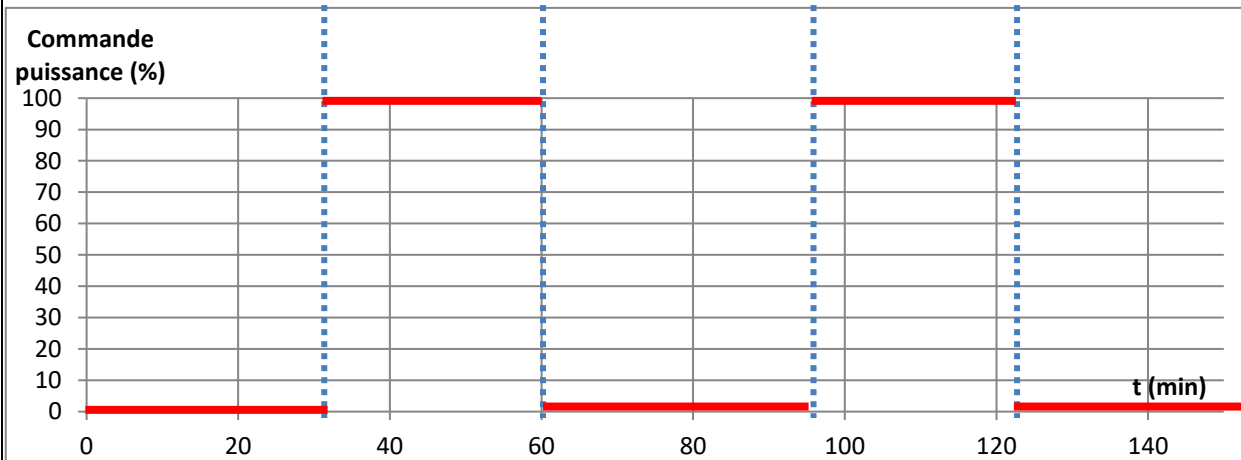
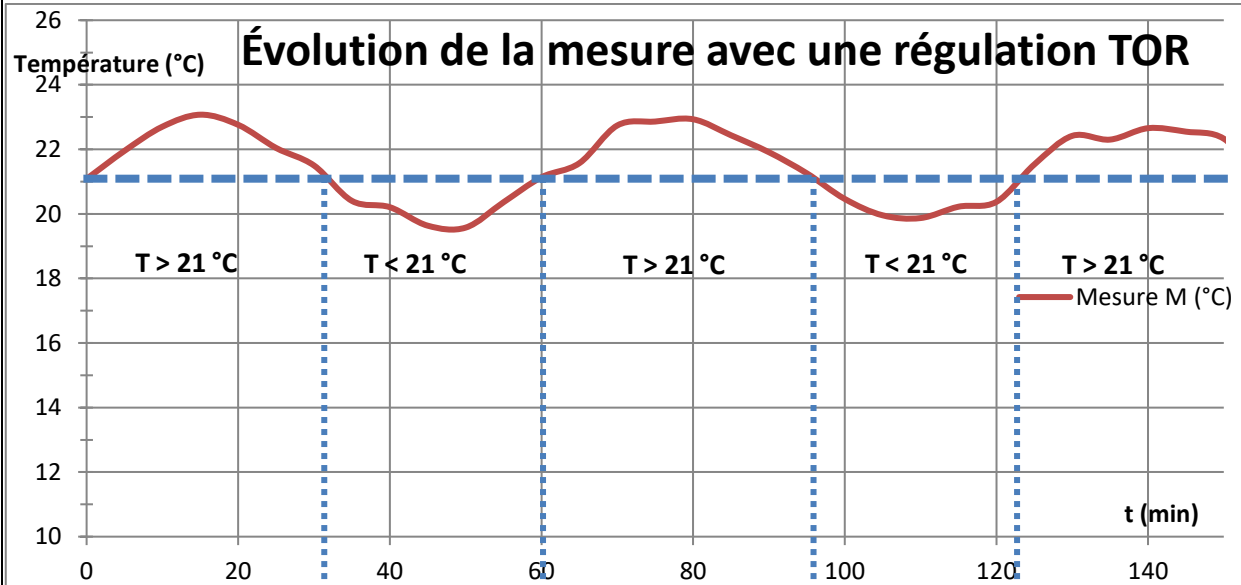
profil de température



Utiliser un modèle.
Effectuer des procédures courantes (représentation graphique)

<p>12</p>	<p>L'étude précédente montre que le profil de température, est constitué de segments de droite. La pente varie à chaque changement de milieu. En remplaçant le profil réel par des segments de droite, on observe : 1^{er} changement de pente à une altitude de -125 cm, on est à l'interface glace / océan ; 2^e changement de pente à 0 cm, on est à l'interface glace / neige ; 3^e changement de pente à une altitude de +10 cm, on est à l'interface neige / air. On en déduit qu'il y a une épaisseur de glace d'environ 125 cm et une épaisseur de neige d'environ 10 cm.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Profil de température obtenu sur la banquise le 21 mars 2007</p> <p style="text-align: center;">profil de température (cas réel)</p>  </div>	<p>Exploiter l'expression de la résistance thermique d'une paroi plane. <i>Procéder à des analogies. Utiliser un modèle. Effectuer des procédures courantes (représentation graphique)</i></p>
<p>13</p>	<p>Dans une régulation en « tout ou rien », la puissance du climatiseur ne prend que 2 valeurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0% arrêt du climatiseur débit 0 m³.h⁻¹ • 100% fonctionnement à pleine puissance débit 275 m³.h⁻¹ 	<p>Identifier les grandeurs réglée, réglante et perturbatrice d'une boucle de régulation sur un schéma.</p>
<p>14</p>	<p>SI T_{labo} > 21 °C ALORS Commande = 100% (débit 275 m³.h⁻¹) SI T_{labo} < 21 °C ALORS Commande = 0% (débit 0 m³.h⁻¹)</p>	<p>Exploiter l'évolution temporelle des grandeurs utiles pour des régulations TOR à un seuil et à deux seuils de basculement fixés. <i>Proposer une stratégie de résolution.</i></p>

15



Tracer et exploiter l'évolution temporelle des grandeurs utiles pour des régulations TOR à un seuil et à deux seuils de basculement fixés.
Utiliser un modèle.
Effectuer des procédures courantes (représentation graphique)

16

Le cahier des charges impose que la température du laboratoire soit maintenue à une valeur de $21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. L'intervalle de température accepté est donc $[20\text{ °C} ; 22\text{ °C}]$.
 On constate que la température varie entre 19 °C et 23 °C avec une régulation « tout ou rien ». Le cahier des charges n'est donc pas respecté.

Faire preuve d'esprit critique.
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux.

PARTIE A : Observation de cyanobactéries au microscope

Questions	Éléments de correction	Capacités extraites du référentiel <i>Compétences travaillées</i>
1	Voir schéma en page suivante. Caractéristiques des rayons tracés : Rayon ① : tout rayon incident passant par B et par le centre optique O ₁ de l'objectif (L ₁) émerge de l'objectif sans être dévié. Rayon ② : tout rayon incident passant par B et arrivant parallèle à l'axe optique émerge de l'objectif (L ₁) en passant par le foyer image F' ₁ . Autre rayon permettant de trouver B ₁ (Rayon ③) : tout rayon passant par B et par le foyer objet F ₁ émerge de l'objectif (L ₁) parallèlement à l'axe optique.	Exploiter les propriétés d'une lentille mince convergente et utiliser le modèle du rayon lumineux pour prévoir graphiquement la position et la taille d'une image (1 ^{re}).
2	L'image intermédiaire A ₁ B ₁ joue le rôle d'objet pour la lentille L ₂ . Si A ₁ B ₁ se situe dans le plan focal objet de L ₂ alors son image A ₂ B ₂ se situe à l'infini.	Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe du microscope
3	Voir schéma	
4	Si l'image donnée par le microscope se forme à l'infini alors son observation par l'œil se fait sans accommodation.	Exploiter les propriétés de l'œil emmétrope au repos pour caractériser la position de l'image à la sortie d'un instrument d'optique.
5	À l'œil nu et à 25 cm, le diamètre apparent sous lequel la cyanobactérie est observée vaut $\theta = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-2}} = 2,4 \times 10^{-6} \text{ rad.}$	Comparer le diamètre apparent d'un objet au pouvoir séparateur de l'œil.
6	$\theta = 2,4 \times 10^{-6} \text{ rad} < 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$: le diamètre apparent de la cyanobactérie est inférieur au pouvoir séparateur de l'œil donc elle ne peut pas être observée à l'œil nu.	
7	Le grossissement minimal du microscope permettant d'observer la cyanobactérie est donné par $G = \frac{\theta'}{\theta}$ avec $\theta' = 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$ et $\theta = 2,4 \times 10^{-6} \text{ rad} \Rightarrow G = \frac{3,0 \times 10^{-4}}{2,4 \times 10^{-6}} = 125$	Déterminer le grossissement commercial d'un microscope.
8	Le grandissement γ_{ob} de l'objectif représente le rapport entre la taille de l'image formée par l'objectif et la taille réelle de l'objet.	Distinguer les fonctions de l'objectif et de l'oculaire. Déterminer le grandissement de l'objectif
9	À partir de la relation donnée et du résultat de la question précédente, on peut écrire : $G = \gamma_{ob} \times G_{oc} > 125$. Soit $ \gamma_{ob} = \frac{125}{G_{oc}} = 12,5$ puisque le document donne $G_{oc} = 10$ Ainsi le seul objectif utilisable pour observer une cyanobactérie de taille moyenne est l'objectif x 20	Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un microscope commercial pour le choisir et le mettre en œuvre.

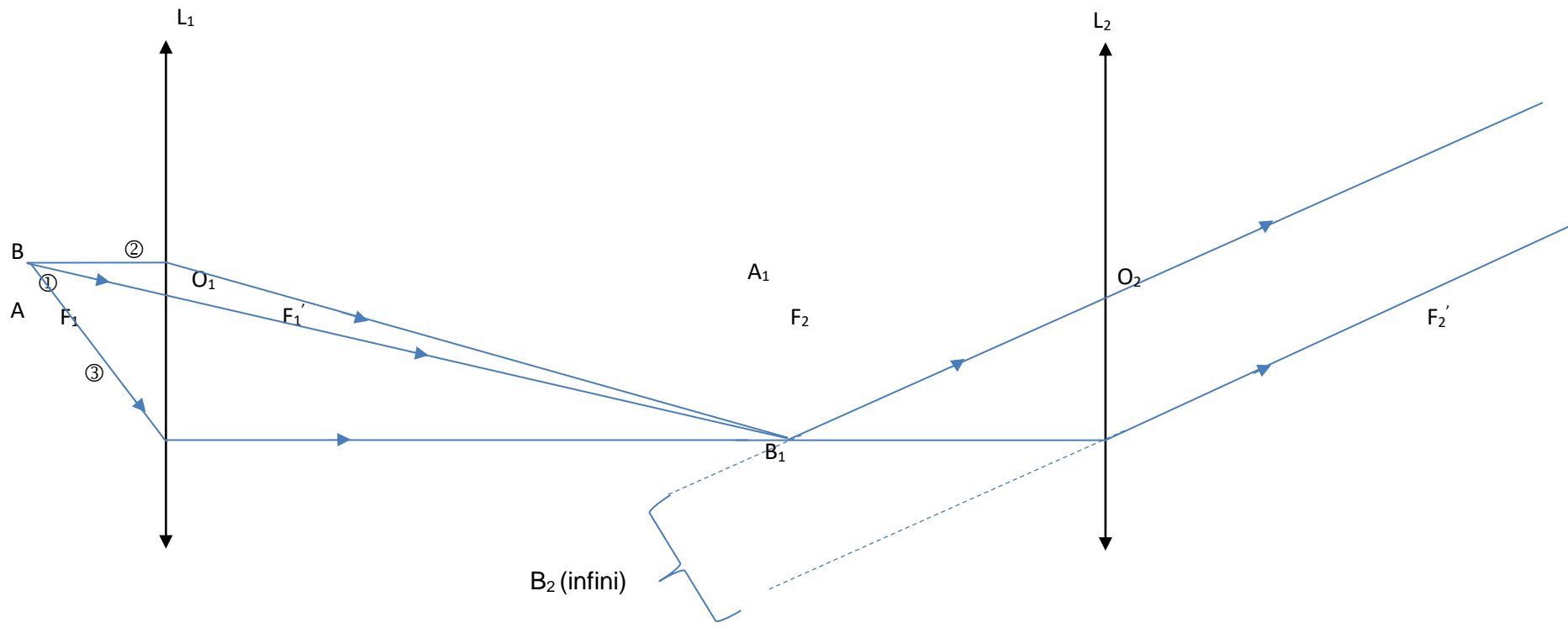
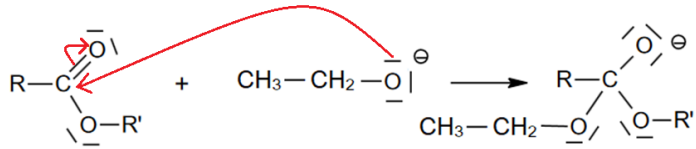


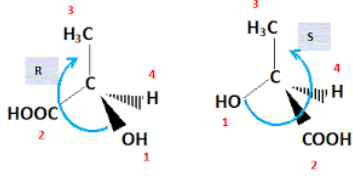
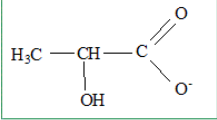
Figure 1 : à compléter

PARTIE B : Limitation de l'empreinte carbone lors des déplacements de Tara

Questions	Éléments de correction	Capacités extraites du référentiel <i>Compétences travaillées</i>
1	<p>Le glycérol contient trois fonctions alcool, c'est un trialcool.</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HC}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} $	Identifier les fonctions dans une formule chimique.
2	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & & \text{O} & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C} & -\text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & & & & \end{array} $	Identifier les fonctions ester dans une formule chimique. Associer un nom à une molécule organique simple. Écrire l'équation de réaction de formation d'un ester.
3	<p>Dans l'écriture d'un mécanisme réactionnel, le modèle de la flèche courbe représente le déplacement d'un doublet d'électrons partant d'un site donneur d'électrons vers un site accepteur de doublets d'électrons.</p>	Illustrer les étapes élémentaires d'un mécanisme fourni à l'aide du formalisme des flèches courbes.
4	<p>Mécanisme réactionnel de l'étape 2</p> 	

5	<p>étape 1 : </p> <p>étape 2 : </p> <p>étape 3 : </p> <p>étape 4 : </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{R-C(=O)-OR}' \longrightarrow \text{R-C(=O)-O-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{R}'\text{-OH}$ </div>	Écrire l'équation de réaction de formation d'un ester <i>Utiliser un modèle.</i>
6	<p>Déterminons la masse d'EEC obtenue à partir du volume obtenu et de la masse volumique :</p> $m_{\text{obtenue}} = \rho_{\text{EEC}} \times V_{\text{obtenue}} \Rightarrow m_{\text{obtenue}} = 880 \times 1\,200 \Rightarrow m_{\text{obtenue}} \approx 1,06 \times 10^6 \text{ g} \approx 1,06 \times 10^3 \text{ kg}$ $n_{\text{obtenue}} = m_{\text{obtenue}} / M_{\text{EEC}} \Rightarrow n_{\text{obtenue}} = 1,06 \times 10^6 / 310 \Rightarrow n_{\text{obtenue}} \approx 3,41 \times 10^3 \text{ mol}$	Déterminer le rendement d'une synthèse en une ou plusieurs étapes. <i>Effectuer des procédures courantes (calculs)</i>
7	$R (\%) = (n_{\text{obtenue}} / n_{\text{max}}) \times 100 \Rightarrow R = (3,41 \times 10^3 / 3,90 \times 10^3) \times 100 \Rightarrow R \approx 87,4 \%$	
8	Réaliser la synthèse de transestérification en excès d'éthanol permet d'améliorer le rendement de cette synthèse. En effet, travailler en présence d'un excès d'un des réactifs (l'éthanol) permet de déplacer la synthèse dans le sens direct (synthèse d'EEC).	Identifier les facteurs permettant d'optimiser le rendement : changement de réactif, excès d'un réactif, élimination d'un produit.
9	<p>Le nombre de signaux correspond au nombre de groupes de protons équivalents. Or, la molécule d'éthanol présente 3 groupes de protons équivalents :</p> <p></p> <p>\Rightarrow Le spectre présente bien trois signaux</p>	Identifier ou confirmer des structures à partir de spectre RMN.
10	<p>La multiplicité d'un signal dépend du nombre de protons voisins du groupe de protons équivalents étudié : règle des (n+1) uplets.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le proton du groupe -OH ne possède pas de voisin : le signal est donc composé de 1 pic (0+1). - Les trois protons du groupe -CH₃ possèdent 2 protons voisins : le signal est donc composé de 3 pics (2+1). - Les deux protons du groupe -CH₂- possèdent 3 protons voisins : le signal est donc composé de 4 pics (3+1). 	Attribuer les signaux d'un spectre RMN aux protons d'une molécule donnée.

PARTIE C : Contrôle de la qualité d'un lait avant fabrication de yaourts

Questions	Éléments de correction	Capacités extraites du référentiel <i>Compétences travaillées</i>
1	<p>L'acide lactique contient un atome de carbone asymétrique : c'est donc une molécule chirale qui présente des stéréo-isomères dont les 2 isomères sont représentés ci-dessous avec la représentation de Cram :</p> 	Déterminer les différents stéréo-isomères formés.
2	<p>Représentation de la formule semi-développée de l'ion lactate :</p> 	Écrire l'équation de réaction d'un acide fort ou faible avec une base forte ou faible. <i>Présenter une démarche de manière argumentée.</i>
3	<p>En début de titrage, le <i>pH</i> est proche de 3, valeur inférieure au <i>pK_A</i> de l'acide lactique (<i>pH</i> < <i>pK_A</i>), l'espèce du couple acide-base présente en plus grande concentration sera l'acide lactique.</p> <p>En fin de titrage, le <i>pH</i> est proche de 12, valeur supérieure au <i>pK_A</i> de l'acide lactique (<i>pH</i> > <i>pK_A</i>), l'espèce du couple acide-base présente en plus grande concentration sera l'ion lactate.</p>	
4	$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	
5	À l'équivalence, $V_{\text{eq}} = 15,0 \text{ mL}$ – méthode des tangentes	Déterminer le volume à l'équivalence en exploitant une courbe de titrage <i>pH</i> -métrique.
6	<p>Avant l'équivalence lorsque les espèces AH et A⁻ sont présentes en quantités non négligeables, le <i>pH</i> est donné par la formule d'Henderson : $pH = pK_A + \log \left(\frac{[A^-]_{(\text{aq})}(\text{éq})}{[AH]_{(\text{aq})}(\text{éq})} \right)$</p> <p>À la demi-équivalence soit pour $V = V_{\text{eq}}/2 = 7,5 \text{ mL}$; $[AH] = [A^-]$ d'où $pH = pK_A$: on retrouve donc la valeur du <i>pK_A</i> (= 3,9) de l'acide lactique par lecture du volume à la demi-équivalence (soit pour $V = 7,5 \text{ mL}$) sur la courbe de dosage $pH = f(V)$.</p>	Établir la relation de Henderson-Hasselbalch à partir du <i>K_a</i> d'un couple acide/base. Estimer une valeur approchée de <i>pK_a</i> par analyse d'une courbe de titrage <i>pH</i> -métrique.

7	<p>À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :</p> $n_{AH} = n_{HO^-} \Rightarrow C_{AH} \times E = C_{HO^-} \times V_{\text{éq}} \Leftrightarrow C_{AH} = \frac{C_{HO^-} \times V_{\text{éq}}}{E}$ <p>AN : $C_{AH} = \frac{0,015 \times 15}{10} = 0,0225 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow C_{AH} = \mathbf{0,0225 \pm 0,0003 \text{ mol.L}^{-1}}$</p>	Déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de données d'un titrage direct.
8	<p>D'après l'énoncé, un lait est frais si la teneur en acide lactique est comprise entre 15 et 18°D ce qui correspond à une concentration massique en acide lactique comprise entre $15 \times 0,1 = 1,5 \text{ g.L}^{-1}$ et $18 \times 0,1 = 1,8 \text{ g.L}^{-1}$. Il faut donc déterminer la concentration massique en acide lactique du lait étudié :</p> $C_{AH}^{\text{massique}} = C_{AH} \times M_{AH} \quad \text{AN : } C_{AH}^{\text{massique}} = 0,0225 \times 90,1 = 2 \text{ g.L}^{-1}$ <p>La concentration massique en acide lactique du lait étudié étant proche de 2 g.L^{-1}, ce qui est supérieure à $1,8 \text{ g.L}^{-1}$: le lait n'est pas frais.</p> <p>D'après l'énoncé, pour que le lait soit utilisable pour la fabrication de yaourt, il ne doit pas contenir plus de $2,16 \text{ g.L}^{-1}$ d'acide lactique avant l'ensemencement par les ferments lactiques. Le lait peut donc être utilisé pour la fabrication de yaourts puisque la concentration massique est de 2 g.L^{-1}, ce qui est inférieur à $2,16 \text{ g.L}^{-1}$.</p>	<p>Déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de données d'un titrage direct. Présenter une démarche de manière argumentée. Faire preuve d'esprit critique.</p>
9	<p>A l'équivalence, d'après la courbe de dosage $\text{pH} = f(V)$, le pH est d'environ 8. On peut alors utiliser la phénolphtaléine comme indicateur coloré : la solution passera du blanc (couleur du lait) au rose à l'équivalence.</p>	Choisir un indicateur coloré, le pH à l'équivalence étant connu.