

L'usage d'une calculatrice EST autorisé
Le sujet doit être rendu avec la copie

Exercice 1 : CH01 réaction acido-basique

L'acide lactique à la base de composés « verts » (10 points)

L'acide lactique ou acide 2-hydroxypropanoïque est un acide carboxylique de formule brute $C_3H_6O_3$ (figure 1). On le trouve dans le lait mais aussi dans le vin et dans certains fruits et légumes. Obtenu industriellement via des transformations chimiques de réactifs issus de la pétrochimie, l'acide lactique peut également être produit par fermentation à partir de sucres d'origine naturelle. Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme additif (E270) mais aussi en cosmétique et en tant que détergent.

Le but de l'exercice est d'étudier l'acide lactique et les réactions qui l'impliquent en tant que réactif dans des synthèses écoresponsables.

Données :

- Couple acide-base : H_3O^+ / H_2O

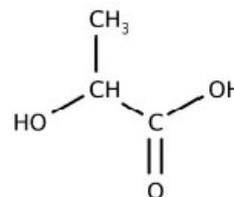


Figure 1. Formule semi-développée de l'acide lactique

A. Étude du caractère acide de l'acide lactique.

Le nom de cette molécule en nomenclature officielle est acide 2-hydroxypropanoïque.

A.1. Donner le schéma de Lewis de l'acide lactique. Sur celle-ci, identifier, en l'entourant, l'atome d'hydrogène responsable de l'acidité de la molécule.

A.2. Écrire la formule semi-développée de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique. On notera, par la suite, HA l'acide lactique et A- l'ion lactate.

La valeur du pH d'un lait est égale à 6,4.

A.3. Pour ce lait, calculer la valeur de la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]_{\text{éq}}$.

A.4. Établir l'équation de réaction de l'acide lactique (HA) avec l'eau.

On donne ci-dessous le spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique (figure 2).

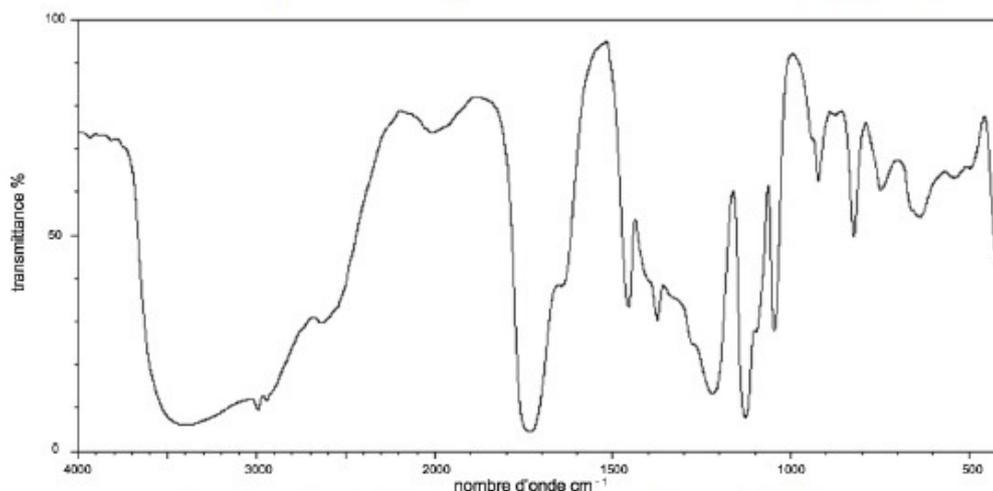


Figure 2. Spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique.

Donnée :

➤ Table spectroscopique infrarouge simplifiée :

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O – H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O – H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O – H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide carboxylique	1680 - 1710	forte

A.5. Utiliser le spectre de la figure 2 et la table spectroscopique infrarouge simplifiée afin de justifier la présence de deux liaisons caractéristiques de la molécule d'acide lactique.

UN ACIDE AMINÉ AU RÔLE MAJEUR : LA GLUTAMINE

Acide aminé le plus abondant dans l'organisme, la glutamine et particulièrement la L-glutamine joue un rôle fondamental dans la régulation acido-basique du sang.

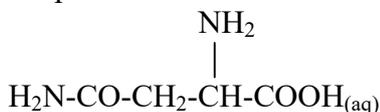
La glutamine est synthétisée par l'organisme humain à partir de l'acide glutamique, autre acide aminé non essentiel. L'enzyme qui permet cette conversion s'appelle la glutamine synthétase. La glutamine est particulièrement utilisée par les sportifs de haut niveau pour améliorer les performances physiques.

Données :

- La glutamine :

Formule brute	Représentation topologique	Masse molaire
C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃		146 mol ⁻¹

B.1. En solution aqueuse, la glutamine existe sous trois formes ioniques différentes qui constituent deux couples acide-base. Seules les groupes COOH et NH₂ prennent des formes acide ou basique.



Ecrire ces couples acido-basiques en précisant la formule semi-développée de chaque espèce.

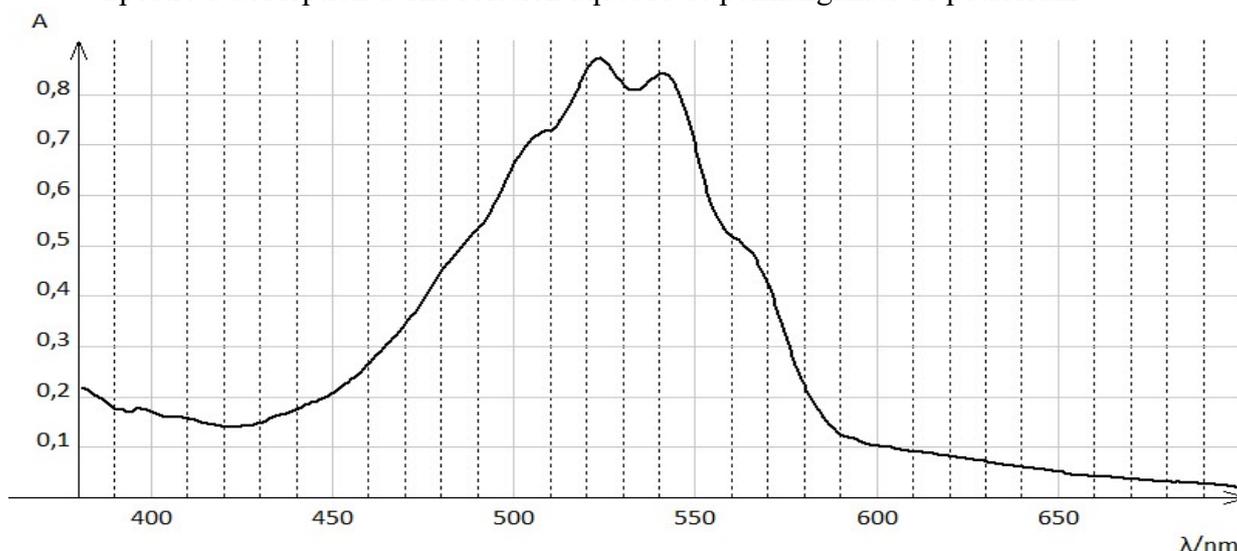
Exercice 2 : spectre UV visible

Les comprimés de permanganate de potassium sont-ils périmés ? (10 points)

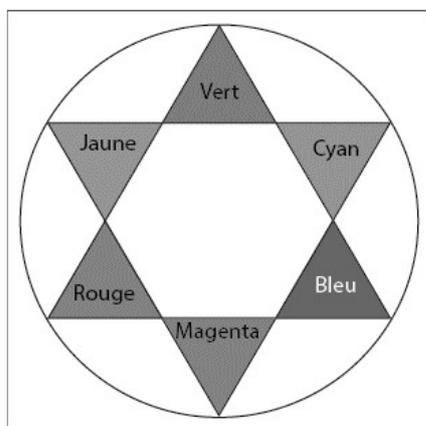
Une technicienne trouve dans les réserves du laboratoire de chimie des tubes de comprimés portant l'indication "PERMANGANATE DE POTASSIUM LAFRAN® 0,25 g comprimé pour application locale". Elle envisage d'utiliser ces comprimés pour une expérience, mais veut s'assurer, par dosage, qu'ils sont toujours conformes à la formulation donnée sur l'étiquette.

Données :

- Masse molaire du permanganate de potassium KMnO_4 : $M = 158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de permanganate de potassium



- Cercle chromatique



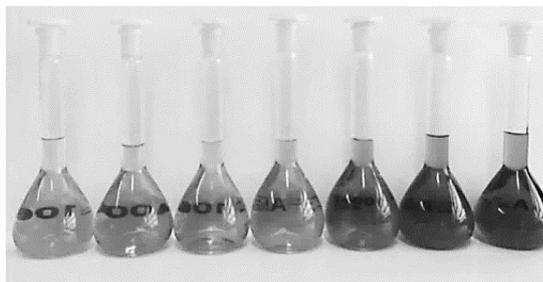
- Couleurs et longueurs d'onde

Couleur	λ en nm
Violet	380 à 425
Indigo	425 à 460
Bleu	460 à 480
Vert	520 à 560
Jaune	565 à 575
Orange	575 à 595
Rouge	600 780

1. Dosage du permanganate de potassium dans un comprimé

Méthode de dosage utilisée

Pour vérifier la conformité des comprimés, la technicienne prépare une gamme étalon à partir d'une solution de permanganate de potassium de concentration connue. Elle utilise ensuite le colorimètre qu'elle a construit.



Un traitement des données expérimentales acquises par l'interface d'acquisition, permet à la technicienne d'obtenir la valeur de l'absorbance A de chaque solution étalon. Elle trace le graphe représentant l'évolution de l'absorbance A en fonction de la concentration C de la solution en permanganate de potassium. Le graphique est donné en annexe. Indiquer si avec la gamme étalon utilisée, la relation de Beer-Lambert peut s'appliquer.

Détermination de la masse de permanganate de potassium dans un comprimé.

Pour déterminer la composition en permanganate de potassium d'un comprimé, la technicienne met en oeuvre les étapes suivantes :

- Étape 1 : elle prépare une solution aqueuse S_0 de volume $V_0 = 0,500$ L dans laquelle est dissoute un comprimé.
- Étape 2 : elle dilue 10 fois la solution S_0 pour obtenir une solution S_1
- Étape 3 : elle mesure la tension aux bornes de la résistance pour la solution S_1 et obtient, après traitement de la mesure, une absorbance $A = 0,28$.

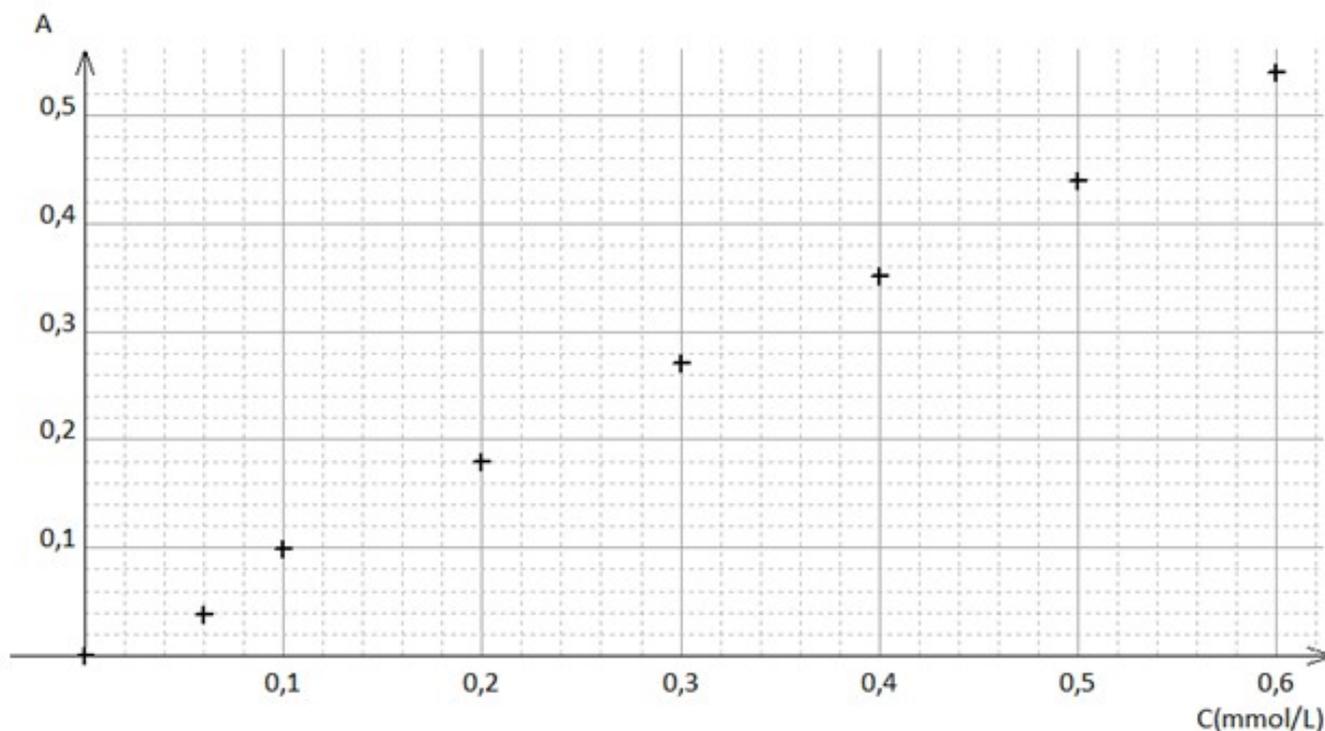
1.1. Expliquer à l'aide du spectre d'absorption quelle est la couleur de la solution de permanganate. En déduire à quelle longueur d'onde doit être réglé le spectrophotomètre.

1.2. Exploiter le graphique **en annexe à rendre avec la copie** pour déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière C_1 en permanganate de potassium dans la solution diluée S_1 .

1.3. Le comprimé a-t-il conservé sa composition d'origine ? Justifier.

ANNEXE À JOINDRE À LA COPIE

Graphique : Absorbance des solutions de la gamme étalon en fonction de la concentration



Exercice 3 : dosage par étalonnage conductimétrique

L'AOSEPT® était commercialisé il y a quelques années chez les opticiens et les pharmaciens pour le nettoyage et la décontamination des lentilles de contact.

Ce produit comprend une solution aqueuse et un étui porte-lentilles muni d'un disque catalytique.

Le disque catalytique est constitué d'un support en plastique sur lequel a été déposée une fine couche de platine.

La notice du produit indique que la solution aqueuse contient, entre autres, du peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée à 3% en masse et du chlorure de sodium (0,85 g pour 100 mL de solution).

Dosages des ions chlorure Cl^- (aq)

Les ions chlorure apportés par le chlorure de sodium sont dosés.

Toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

Mode opératoire.

- À l'aide d'une solution S_0 de chlorure de sodium de concentration molaire en soluté apporté $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, on prépare des solutions diluées de concentrations c décroissantes : $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- On mesure la conductivité de la solution S_0 et celle des solutions diluées en plongeant dans chaque solution la même cellule de conductimétrie
LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE représente les valeurs de conductivité σ pour les différentes concentrations c .
- On dilue dix fois la solution commerciale d'AOSEPT®; on note S la solution diluée. On plonge ensuite la même cellule de conductimétrie dans S ; la conductivité mesurée est égale à $1,8 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

1. Déterminer la concentration molaire du chlorure de sodium dans la solution diluée S puis dans la solution commerciale d'AOSEPT® en expliquant comment sont exploités les résultats expérimentaux donnés SUR LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE.

2. En déduire la concentration massique du chlorure de sodium notée c_{m1} dans la solution commerciale.

Données: $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

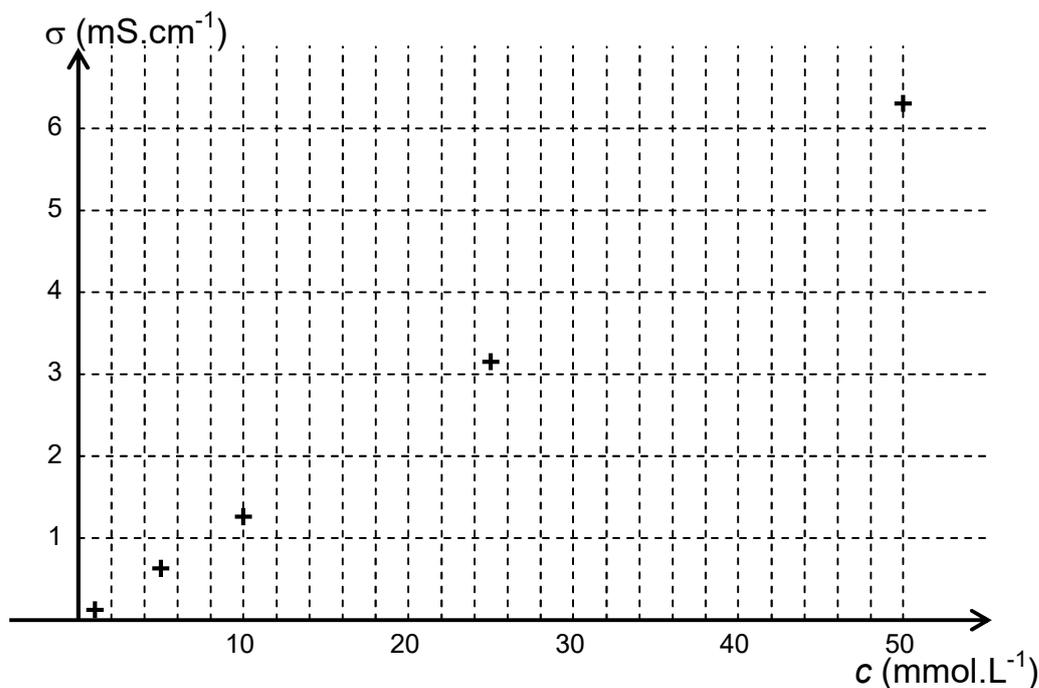


Figure 1 : évolution de σ en fonction de c (mode opératoire 1)

Exercice 4 : spectre IR

Allantoïne

L'allantoïne est un composé chimique azoté, de formule brute $C_4H_6N_4O_3$, découvert par Louis-Nicolas Vauquelin. On le trouve en particulier dans l'urine de veau ou la bave d'escargot, cependant aujourd'hui, il est synthétisé à grande échelle à partir de l'acide glyoxylique $C_2H_2O_3$ et de l'urée CH_4N_2O pour l'utiliser dans l'industrie cosmétique, car ce composé possède des propriétés adoucissantes et apaisantes. On le trouve principalement dans les produits de soins de la peau et les produits de maquillage, mais aussi dans les dentifrices, shampoings, crèmes à raser, rouges à lèvres, etc.

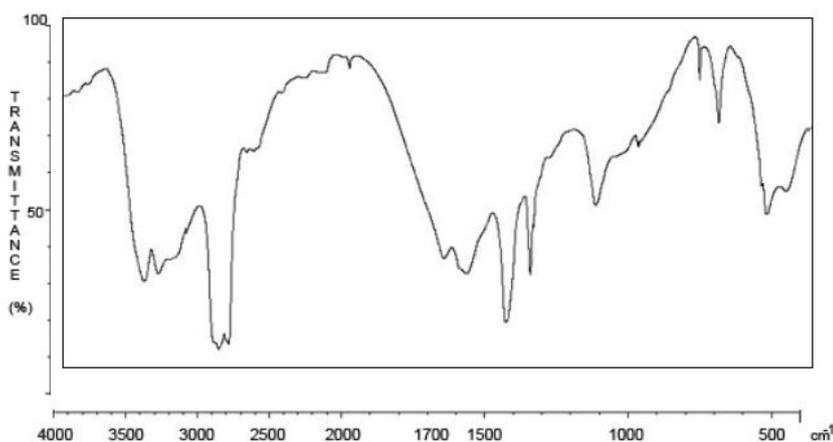
D'après <https://fr.wikipedia.org/wiki/Allantoïne>

L'objectif de l'exercice est d'étudier l'acide glyoxylique et l'urée.

Données Données physiques de quelques espèces chimiques

Espèce chimique	Masse molaire (g/mol)	Température de fusion (°C)	Solubilité dans l'eau
Urée	60,0	134	Très soluble : 1360 g/L à 20°C
Acide glyoxylique	74,0	98	Très soluble
Allantoïne	158,1	238	Peu soluble, 150 g/L si eau bouillante 5 g/L si eau très froide
Acide sulfurique	98,1	734	Très soluble

On s'intéresse au spectre Infrarouge de l'urée.



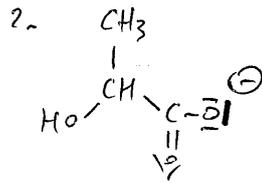
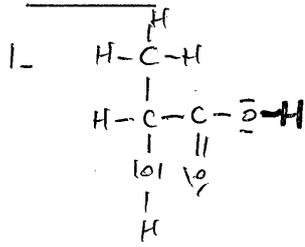
- Nommer la grandeur qui figure en abscisse du spectre Infrarouge.
- Que confirme la bande la plus à gauche du spectre ?
- Repérer la bande du spectre qui confirme la présence d'une liaison $C=O$. Peut-elle être attribuée sans ambiguïté à la liaison $C=O$ de l'urée ? Justifier.
- Proposer un schéma de Lewis de l'urée.

Données de spectroscopie infrarouge

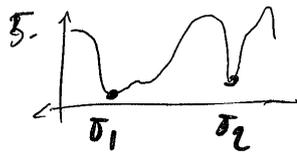
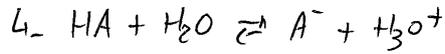
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
Liaison $C-NH_2$	3100 - 3500	Bande double forte
Liaison $C-NH$	3100 - 3500	Bande simple forte
Liaison $O-H$ acide carboxylique	2500-3200	Bande forte à moyenne, large
Liaison $C-H$	2800-3000	Bande forte
Liaison $C=O$ avec N voisin	1660 - 1685	Bande forte et fine
Liaison $C=O$ aldéhyde et cétone	1650-1730	Bande forte et fine
Liaison $C=O$ acide carboxylique	1680-1710	Bande forte et fine
Liaison $C=C$	1640-1680	Bande moyenne

Exercice 1

Exercice 1



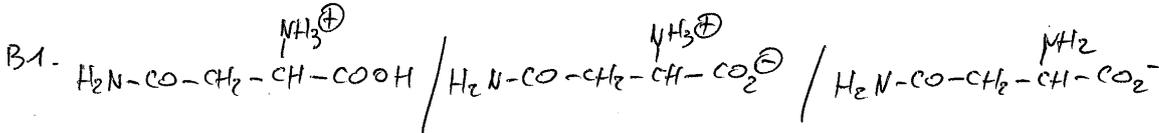
3. $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-6,4} = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$



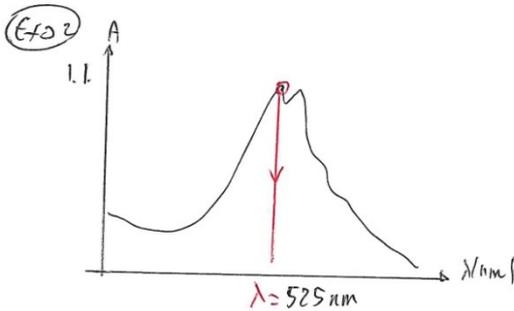
$\sigma_1 = 3400 \text{ cm}^{-1}$ large
 $\sigma_2 = 1750 \text{ cm}^{-1}$

O-H alcool $\sigma \in [3200-3400]$
 O-H Acide carboxylique $\sigma \in [2500-3200]$
 C=O Acide carboxylique $\sigma \in [1680-1710]$

2 liaisons mises en évidence: O-H et C=O

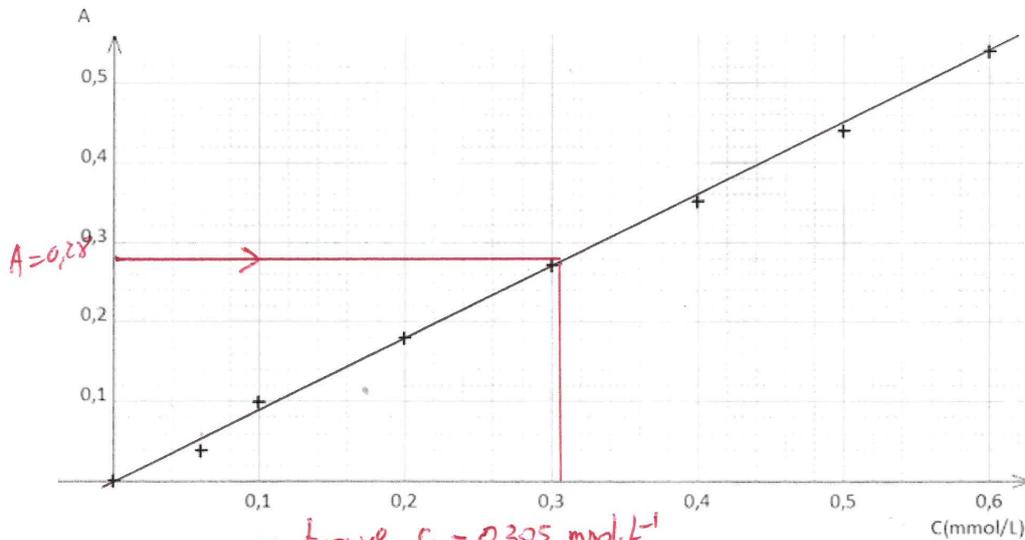


Exercice 2



il faut régler le spectrophotomètre au maximum d'absorption $\lambda = 525 \text{ nm}$.
 La solution absorbe la couleur verte ($\lambda = 525 \text{ nm}$), elle transmet la couleur complémentaire: la solution est donc violette.

Graphique : Absorbance des solutions de la gamme étalon en fonction de la concentration



on trouve $C_1 = 0,305 \text{ mmol/L}$

1.3. S_1 a été obtenu en diluant 10 fois S_0 donc $C_0 = 10 \times C_1 = 3,05 \text{ mmol/L}$
 concentration massique: $C_{m0} = C_0 \times M = 3,05 \times 158 = 482 \text{ mg/L}$

1.3. $C_{m0} = 482 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ on en prépare 500 ml donc $m_0 = C_{m0} \times V = 482 \times 0,5$

$m_0 = 241 \text{ mg}$

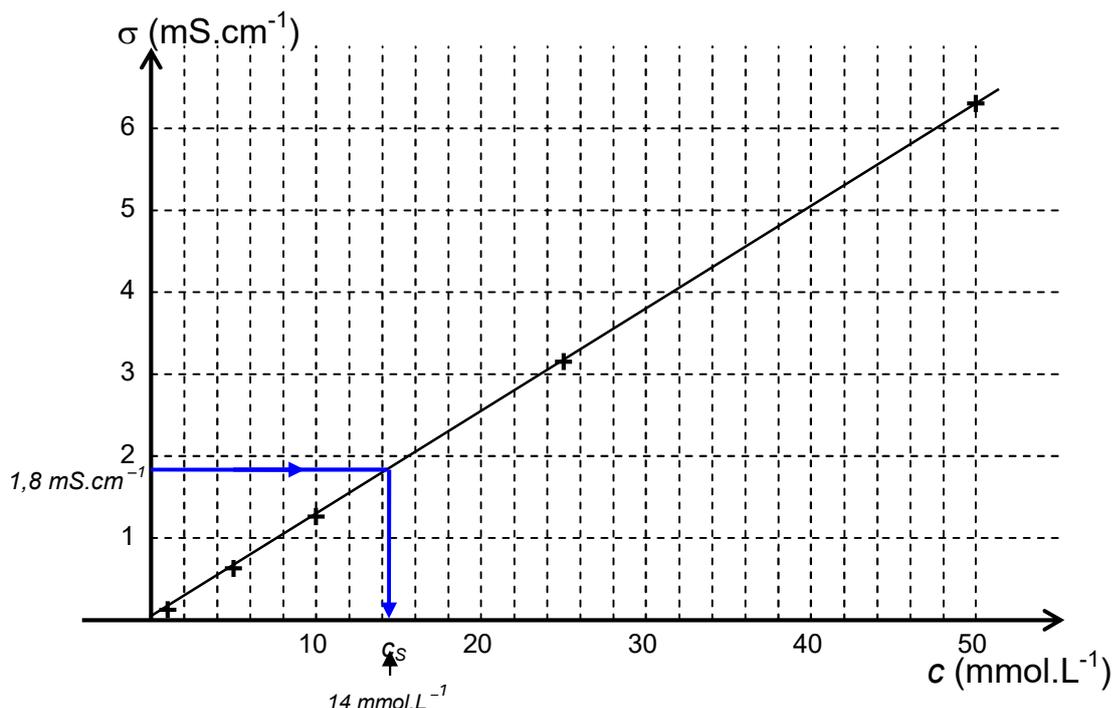
or le comprimé est indiqué à 250 mg

soit un écart relatif de $\frac{241-250}{250} = 3,6\%$ il a quasiment gardé sa composition

Exercice 3 : dosage par étalonnage conductimétrique

1. La figure 1 montre que les points expérimentaux sont alignés suivants une droite passant par l'origine. La conductivité est proportionnelle à la concentration molaire du chlorure de sodium.

On trace la droite d'équation $\sigma = k \cdot c$.



Pour déterminer c_s la concentration molaire de la solution diluée, on détermine graphiquement l'abscisse du point, de la droite, d'ordonnée $\sigma = 1,8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$.

On trouve $c_s = 14 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La solution commerciale d'AOSEPT® est dix fois plus concentrée, sa concentration molaire en chlorure de sodium vaut donc $c_{\text{NaCl}} = 0,14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. $c_{m1} = c_{\text{NaCl}} \cdot M(\text{NaCl})$

$c_{m1} = 0,14 \times (23,0 + 35,5) = 8,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 4

1- Nombre d'onde σ en cm^{-1}

2- $\sigma_1 = 3400 \text{ cm}^{-1}$ correspond à une liaison C-NH₂

3- $\sigma_2 = 1600 - 1680 \text{ cm}^{-1}$ correspond à une liaison C=O avec N voisin

4-

