

الإسم:

مسابقة في امادة الكيمياء
المدة: ساعة ونصفإعداد: الأستاذ حسين محسن
ترجمة: الأستاذة نهى كرنيب

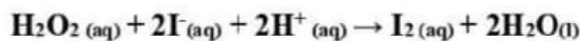
Cette épreuve, constituée de trois exercices, comporte quatre pages numérotées de 1 à 4.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Traiter les trois exercices suivants:

Exercice 1(6points)

Réduction du peroxyde d'hydrogène

Une solution (S) est préparée en mélangeant un volume 5mL d'une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration $C_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ avec un volume 5mL de solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) de concentration $C_2 = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$ préalablement acidifié avec un excès d'acide sulfurique. On observe une coloration brune de l'iode (I_2) qui s'intensifie avec le temps représentant une réaction complète qui se déroule à température constante T selon l'équation suivante :



Le but de cet exercice est d'étudier la cinétique de cette réaction.

1. Étude préliminaire

@aliwehbedu

- 1.1. Calculer les concentrations initiales d'ions iodure $[I^-]_0$ et de peroxyde d'hydrogène $[H_2O_2]_0$ dans le mélange réactionnel.
- 1.2. Dédire que le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est en excès.
- 1.3. Montrer qu'à chaque instant du temps t, la concentration en (mmol. L^{-1}) des ions iodure $[I^-]_t$ est donnée par la relation suivante :

$$[I^-]_t = 2.5 - 2 [I_2]_t$$

2. Étude cinétique

Le suivi de l'évolution de la concentration molaire en iode en fonction du temps, à l'aide d'une méthode appropriée, permet de construire le tableau représenté par le **document-1**.

Temps (min)	1	2	3	4	5	6	7
$[I_2] \text{ mmol.L}^{-1}$	0.28	0.51	0.7	0.82	0.93	1	1.05

Document-1

- 2.1. Tracer la courbe représentant la variation de la concentration en I_2 en fonction du temps : $[I_2] = f(t)$ dans l'intervalle de temps : $[0 - 7 \text{ min}]$.
Prendre les échelles suivantes : 1 cm pendant 1 min en abscisse
1 cm pour $0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$ en ordonnée
- 2.2. Préciser si chacune des deux propositions suivantes est vraie ou fausse.

Proposition 1 : L'instant $t = 7\text{min}$ représente l'instant de fin de réaction.

Proposition 2 : Au même instant t , la vitesse de disparition des ions iodure (I^-) est le double du taux de formation d'iode (I_2).

2.3. Déterminer, graphiquement, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

2.4. L'étude cinétique ci-dessus est réalisée mais avec une seule modification : $T' > T$.

Choisir, **en justifiant**, la bonne réponse :

2.4.1. La relation entre $t_{1/2}$ et la demi-réaction à température (T') notée $t'_{1/2}$ est :

a. $t_{1/2} = t'_{1/2}$

b. $t_{1/2} < t'_{1/2}$

c. $t_{1/2} > t'_{1/2}$

2.4.2. L'intensité de la couleur brune observée à l'instant $t = 4\text{ min}$:

a. diminue

b. augmente

c. reste le même

Exercice 2(7points)

Désinfectant de l'eau

@aliwehbedu

L'acide chlorhydrique est une solution incolore de gaz chlorhydrique (HCl) dans l'eau. Le concentré (HCl) est un acide hautement corrosif avec de nombreuses utilisations industrielles. Ce produit chimique est utilisé pour ajuster le pH des piscines afin de les rendre utilisables et pour désinfecter l'eau. Une solution commerciale (S_0) d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) est disponible au laboratoire.

Une solution commerciale (S_0) d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) est disponible au laboratoire.

Ahmad, un élève de 12e année, propose que le pourcentage en masse de solution (S_0) soit de 20 %.

Le but de cet exercice est de vérifier si la proposition donnée par Ahmad est correcte ou non par titrage pH-métrique.

Donné : - Masse molaire de soude : $M(\text{NaOH}) = 40\text{ g.mol}^{-1}$

- Masse molaire du chlorure d'hydrogène : $M(\text{HCl}) = 36,5\text{ g.mol}^{-1}$

- Masse volumique de la solution commerciale d'acide chlorhydrique (S_0) : $\rho = 1,2\text{ g.mL}^{-1}$

- L'étude est réalisée à $T = 25^\circ\text{C}$.

1. Préparation de la solution d'hydroxyde de sodium

Une solution (S) de concentration $C = 0,01\text{ mol. L}^{-1}$ est préparée en dissolvant une masse m de soude solide NaOH dans 500mL d'eau.

1.1. Choisir, à partir du **document-1**, l'ensemble le plus précis pour la préparation de la solution (S).

Lot 1	Lot 2	Lot 3
Balance de précision $m = 0,2\text{ g}$ de NaOH solide Fiole jaugée 500 mL	Balance de précision $m = 0,2\text{ g}$ de NaOH solide Fiole jaugée 100 mL	Balance de précision $m = 0,8\text{ g}$ de NaOH solide Fiole jaugée 500 mL
Document-1		

1.2. Écrire l'équation de la réaction de dissociation de l'hydroxyde de sodium dans l'eau.

1.3. Calculer le pH de la solution (S).

2. Dosage pH-métrique de la solution d'acide chlorhydrique

- Une solution commerciale (S_0) d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) est diluée 500 fois pour préparer solutions (S_1).
- Un volume $V_a = 20\text{ mL}$ de solution (S_1) est introduit dans un bécher puis 40 mL d'eau distillée sont ajoutés afin de bien immerger l'électrode du pH-mètre.
- Un dosage pH-métrique est réalisé en ajoutant progressivement dans le bécher une solution de soude (S).
- Le volume de la solution de base nécessaire pour atteindre l'équivalence est $V_{BE} = 24\text{ mL}$.

2.1. Écrire l'équation de la réaction du dosage.

2.2. Déterminer la concentration molaire de la solution (S_1).

2.3. En déduire le pourcentage massique de (HCl) dans la solution commerciale (S_0).

2.4. Préciser si la proposition donnée par Ahmad était correcte ou non sachant que le pourcentage d'erreur ne doit pas dépasser 5%.

2.5. Justifier chacune des deux affirmations suivantes.

-**Affirmation 1** : L'eau distillée ajoutée afin d'immerger correctement l'électrode du pH-mètre n'affecte pas V_{BE} .

-**Affirmation 2** : Le pH de la solution dans le bécher après ajout de 35 mL de solution d'hydroxyde de sodium (S) est égal à 11.

Exercice 3 (7points)

Détruire le Corona-Virus

L'alcool attaque et détruit la protéine d'enveloppe, qui est vitale pour la survie et la multiplication d'un virus, y compris les virus corona. L'éthanol s'est avéré le plus efficace pour tuer les microbes. Le but de cet exercice est d'étudier différentes réactions de l'éthanol.

Données : Masses molaires en g.mol^{-1} : $M(C) = 12$; $M(H) = 1$; $M(O) = 16$.

1. Etude de la structure de l'éthanol

Le pourcentage en masse d'élément oxygène dans la molécule d'éthanol est égal à 34,8 %.

1.1. Montrer que la formule moléculaire de l'éthanol est C_2H_6O .

1.2. Écrire en utilisant la formule semi-développée de l'éthanol.

1.3. Déduire sa classe.

2. Oxydation douce continue de l'éthanol

L'oxydation douce continue de l'éthanol avec un excès de permanganate de potassium $KMnO_4$ ($K^+ + MnO_4^-$) en milieu acide produit un acide carboxylique (A).

2.1. Identifier le composé (A).

2.2. Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de l'oxydation douce continue de l'éthanol sachant que les ions MnO_4^- sont réduits en Mn^{2+} .

@aliwehbedu

3. Compléter chacun des deux énoncés suivants.

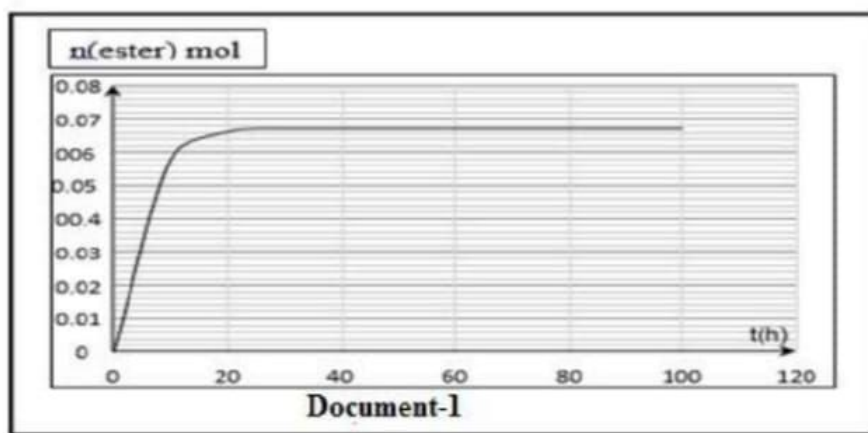
3.1.1. Le groupe fonctionnel du composé (A) est nommé

3.1.2. Selon la définition d'Arrhenius des acides et des bases, le composé (A) produit desions lorsqu'il est dissous dans l'eau.

4. Estérification de l'éthanol

@aliwehbedu

Un mélange équimolaire (M) contenant 0,1 mole d'acide 2-méthylpropanoïque et 0,1 mole d'éthanol est porté à reflux pendant plusieurs heures en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique comme catalyseur. Un ester (E) est obtenu. **Le document-1** représente l'évolution du nombre de moles de l'ester (E) formé avec le temps.



4.1. Pour chacune des propositions suivantes, choisir l'intrus :

4.1.1. Les matériaux nécessaires pour construire l'installation de chauffage à reflux sont :
Condenseur - chauffe-ballon - balance numérique.

4.1.2. Les caractéristiques de la réaction d'estérification sont :
Lent - complet - athermique.

4.2. Écrire à l'aide des formules semi-développées l'équation de la réaction d'estérification.

4.3. Donner le nom systématique de l'ester obtenu (E).

4.4. Déterminer le pourcentage de rendement d'estérification.

Pour les étudiants SV seulement

5. La formule semi développée d'un isomère fonctionnel de l'ester (E) est présentée dans le **Document-2**.

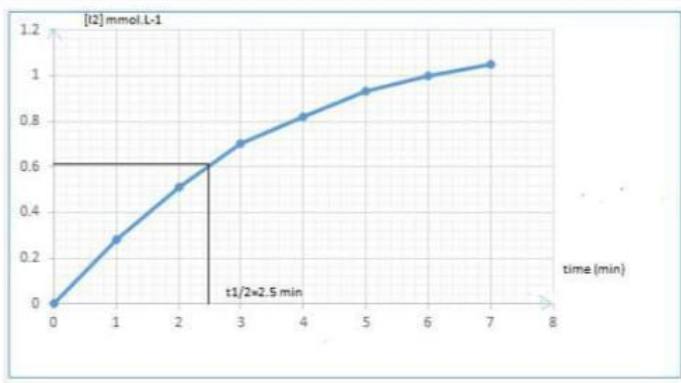


Document-2

5.1. Donner le nom systématique de l'isomère donné.

5.2. Justifier que la molécule de cet isomère est chirale.

5.3. Représentent, selon Cram, les deux énantiomères de cet isomère.

Partie	Réponse	Note
	Exercice 1(6points) Réduction du peroxyde d'hydrogène	
1.1	$[I^-]_0 = \frac{C_1 \times V}{Vt} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ $[H_2O_2]_0 = \frac{C_2 \times V}{Vt} = \frac{0.25 \times 5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.125 \text{ mol.L}^{-1}$	1
1.2	$R(H_2O_2) = \frac{0.125}{1} = 0.125$ $R(I^-) = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2} = 1.25 \times 10^{-3}$ $R(H_2O_2) > R(I^-) \text{ donc } H_2O_2 \text{ est en excès}$	0.75
1.3	$n(I^-)_t = n(I^-)_0 - n(I^-)_r$ $n(I^-)_t = n(I^-)_0 - 2 n(I_2)_t$ (divisé par V solution) $[I^-]_t = [I^-]_0 - 2 [I_2]_t$ $[I^-]_t = 2.5 - 2 [I_2]_t$	0.75
2.1	$[I_2] = f(t)$ 	1
2.2	Proposition 1 : En utilisant la relation de la partie 1.3: $[I^-]_{\text{final}} = 2.5 - 2 [I_2]_{\text{final}}$ Et depuis (I-) est le réactif limite $[I^-]_{\text{final}} = 0$ alors $[I_2]_{\text{final}} = 1.25 \text{ mmol.L}^{-1}$ $1.25 \text{ mmol.L}^{-1} > 1.05 \text{ mmol.L}^{-1}$ Donc $t = 7 \text{ min}$ n'est pas le temps de fin de réaction. Faux Proposition 2 Selon le rapport stœchiométrique au même instant t : $\frac{r(I^-)_t}{2} = \frac{r(I_2)_t}{1}$ alors la vitesse de disparition des ions iodure (I-) est le double de la vitesse de formation de l'iode (I ₂). Vrai.	1
2.3	Temps demi-réaction est le temps nécessaire à la formation de la moitié de la concentration maximale du produit (I ₂). $[I_2]_{t1/2} = \frac{[I_2]_{\infty}}{2} = \frac{1.25}{2} = 0.625 \text{ mmol.L}^{-1}$ Graphiquement $t_2^1 = 2.5 \text{ min}$	1
2.4.1.	La température est un facteur cinétique à mesure que la température augmente, le taux de formation d'iode augmente et le temps de demi-réaction diminue, de sorte que la bonne réponse est c. $t_2^1 > t_2'^1$	0.75
2.4.2	b. augmente Comme la vitesse de formation de (I ₂) augmente, $[I_2]_{t=4 \text{ min}}$ augmente en raison de l'augmentation de la température qui est un facteur cinétique.	0.75

	Exercice 2(7points)	Désinfectant de l'eau	
1.1	$m = C \times V \times M = 0.01 \times 0.5 \times 40 = 0.2g$ fiole jaugée (500 mL) pour préparer (S) et balance de précision pour peser 0.2 de solide NaOH lot -1		0.75
1.2	$NaOH_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$		0.5
1.3	Puisque NaOH est une base forte $[HO^{-}] = C$ Alors $pH = 14 + \log C = 14 + \log (0.01) = 12$		0.75
2.1	$H_3O^{+}_{(aq)} + HO^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2 H_2O_{(l)}$ (dosage acide fort-base forte)		0.75
2.2	Al' Equivalence : $\frac{n(H_3O^{+})_{\text{present initialement}}}{1} = \frac{n(HO^{-})_{\text{ajoute}}}{1}$ $C_1 V_a = C_b V_{bE}$ $C_1 = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} = \frac{0.01 \times 24}{20} = 0.012 \text{ mol.L}^{-1}$		1
2.3	La concentration de la solution commerciale (S ₀) est $C_0 = C_1 \times 500 = 0.012 \times 500 = 6 \text{ mol.L}^{-1}$ $\% \text{ mass (HCl)} = \frac{m(HCl)}{m(solution)} \times 100$ $\% \text{ mass} = \frac{n(HCl) \times M(HCl)}{\frac{d_{solution} \times V}{C_0 \times M(HCl)}} \times 100$ $\% \text{ mass} = \frac{6 \times 36.5}{1200} \times 100 = 18.25 \%$		1
2.4	$\% \text{ error} = \frac{\% \text{ étiquetée} - \% \text{ calculated}}{\% \text{ étiquetée}} \times 100 = \frac{20 - 18.25}{20} \times 100 = 8.75 \% > 5\%$ donc la proposition donnée par ahmad était incorrecte.		0.75
2.5	Affirmation 1 : L'eau distillée ajoutée pour immerger correctement l'électrode du pH-mètre n'affecte pas la V _{bE} puisque le nombre de moles initial de H ₃ O ⁺ dans le bécher ne change pas. affirmation 2: $n(HO^{-})_{\text{excess}} = C_b V_b - C_b V_{bE} = 0.01(35-24) \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-5} \text{ mol}$ $[HO^{-}]_{\text{excess}} = \frac{9 \times 10^{-5}}{(20+35+40) \times 10^{-3}} = 9.47 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ $pH = 14 + \log [HO^{-}]_{\text{excess}} = 14 + \log 9.47 \times 10^{-4} = 10.97 = 11$		1.5

	Exercice 3(7points)	Détruire le Corona-Virus	
1.1	La formule moléculaire générale d'un monoalcool non cyclique saturé est C _n H _{2n+2} O Application de la loi des proportions définies $\frac{16}{34.8} = \frac{14n+18}{100}$ then n = 2 formule moleculaire d'ethanol est C ₂ H ₆ O		0.75
1.2	CH ₃ -CH ₂ OH		0.5
1.3	Alcool primaire puisque l'atome de carbone contenant le groupe hydroxyle (OH) est lié à un groupe alkyle		0.5
2.1	acide ethanoique CH ₃ -COOH		0.5
2.2	$4 (MnO_4^{-} + 8H^{+} + 5es \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)$ $5(CH_3-CH_2OH + H_2O \longrightarrow CH_3-COOH + 4H^{+} + 4es)$ $5CH_3-CH_2OH + 4MnO_4^{-} + 12H^{+} \longrightarrow 5CH_3-COOH + 4Mn^{2+} + 11H_2O$		0.75
3.1.1	groupe Carboxyl		0.25

3.1.2.	Les ions Hydronium H_3O^+	0.25
4.1.1	balance de precision	0.25
4.1.2	complete	0.25
4.2.	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH} + \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0.75
4.3.	2-methylpropanoate d'ethyle	0.5
4.4.	<p>En supposant que la réaction d'estérification est totale $R(\text{acid})=R(\text{alcohol})=0.1$ $n(\text{ester})_{\text{theorie}}=0.1 \text{ mol}$ $\%R = \frac{n(\text{ester})_{\text{obtenu}}}{n(\text{ester})_{\text{theorie}}} \times 100 = \frac{0.067}{0.1} \times 100 = 67 \%$</p>	0.75
5.1	acide 2-methylpentanoïque	
5.2.	La molécule d'acide 2-méthylpentanoïque est chirale car elle possède un carbone asymétrique (carbone numéro 2) qui est relié à quatre atomes ou groupes d'atomes différents.	
5.2.	