

الاسم:
الرقم:مسابقة في الكيمياء
المدة ساعتان

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

Traiter les trois exercices suivants :

Premier exercice (7 points)
Étude d'un produit ménager : «Windex »

L'ammoniac, NH_3 , en solution aqueuse est souvent utilisé dans le nettoyage. Le «Windex» est un produit ménager utilisé pour nettoyer les vitres. Le but de cet exercice est de doser l'ammoniac dans le « Windex » et préparer une solution tampon.
Cette étude a été réalisée à 25 °C.

Données :

Couple acide/base	$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$
pK_a	0	9,2	14

- Volume molaire d'un gaz dans les conditions de l'expérience est : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$.
- Le gaz ammoniac est très soluble dans l'eau.

I- Dilution d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique

On dispose d'un flacon d'acide chlorhydrique commercial. Sur l'étiquette de ce flacon, on lit, entre autres, les indications suivantes :

Masse volumique : $\rho = 1,12 \text{ g.mL}^{-1}$; % en masse = 32,13% ; $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1- Montrer que la concentration molaire de cette solution, notée (S_0), est $C_0 = 9,86 \text{ mol.L}^{-1}$.
- 2- À partir de (S_0), on prépare par dilution une solution (S) que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium. On trouve que la concentration de (S) est $C_S = 0,07 \text{ mol.L}^{-1}$.

On dispose des deux ensembles de verrerie suivants :

Ensemble (a) : fiole jaugée de 1000 mL, pipette graduée (au 1/10) de 10 mL, bécher de 50 mL.

Ensemble (b) : fiole jaugée de 100 mL, pipette jaugée de 2 mL, bécher de 50 mL.

Expliquer, pour chaque ensemble, s'il est convenable pour réaliser cette dilution.

II- Dosage de la solution de « Windex »

On réalise le dosage d'un volume $V = 25 \text{ mL}$ de « Windex » par la solution (S) d'acide chlorhydrique en utilisant un pH-mètre.

Un extrait des résultats du dosage est donné dans le tableau suivant :

$V_{(S)}$ en mL	0	22	30
pH	10,2	5,2	2,4

$V_{(S)}$ est le volume versé de la solution (S) au cours du dosage.

- 1- Écrire l'équation de la réaction du dosage.
- 2- À l'équivalence on a : $V_{(S)Équivalence} = 22 \text{ mL}$ et $\text{pH}_{Équivalence} = 5,2$.
 - a) Justifier le pH acide de la solution obtenue à l'équivalence.
 - b) Déterminer le volume du gaz ammoniac nécessaire pour préparer 1 L de « Windex ».
- 3- Tracer l'allure de la courbe $\text{pH} = f(V_S)$ pour : $0 \leq V_{(S)} \leq 30 \text{ mL}$, tout en indiquant quatre points remarquables.
Prendre les échelles suivantes : abscisses : 1 cm pour 2 mL et ordonnées : 1 cm pour 1 unité du pH.

III- Préparation d'une solution tampon

Le pH-mètre, déjà utilisé, a été étalonné à l'aide d'une solution tampon de $\text{pH} = 7$ et d'une autre tampon basique. La deuxième solution a été épuisée et on désire préparer sur place une solution tampon basique de $\text{pH} = 9,2$.

On dispose d'une solution d'ammoniac de concentration $C_b = 0,06 \text{ mol.L}^{-1}$ et d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,07 \text{ mol.L}^{-1}$.

Déterminer le volume de la solution d'ammoniac V_b qu'il faut ajouter à un volume $V_a = 60 \text{ mL}$ de la solution d'acide chlorhydrique pour préparer cette solution tampon.

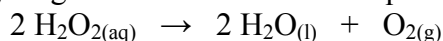
Deuxième exercice (6 points) **Cinétique de la décomposition d'une eau oxygénée**

On se propose d'étudier, à 25°C et en présence d'ions Fe^{3+} comme catalyseur, la cinétique de décomposition d'une eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) vendue en pharmacie dans des flacons teintés.

Pour cela, on verse un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution d'eau oxygénée stabilisée, de concentration molaire $C = 0,893 \text{ mol.L}^{-1}$, dans une fiole de 100 mL . On place cette fiole sur une balance de précision.

À $t = 0$, on verse dans la fiole 2 mL d'une solution de nitrate de fer(III), $(\text{Fe}^{3+} + 3 \text{NO}_3^-)$.

Quelques instants plus tard, un abondant dégagement gazeux est observé, provenant de la décomposition du peroxyde d'hydrogène selon la réaction d'équation :



La balance indique une diminution de masse au cours du temps. On relève durant cette décomposition, la variation de masse Δm qui représente pratiquement la masse de dioxygène dégagé à tout instant t .

Données :

- Masse molaire : $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Le dioxygène gazeux est pratiquement insoluble dans l'eau.

I- Étude préliminaire

- 1- Préciser comment sera affectée la vitesse de cette réaction de décomposition dans chacun des deux cas suivants :
 - a) réalisation de cette étude à la température de 40°C ;
 - b) dilution de l'eau oxygénée utilisée ci-dessus.
- 2- Montrer, qu'à chaque instant, que le nombre de moles de peroxyde d'hydrogène, $n(\text{H}_2\text{O}_2)_t$, et la variation de masse Δm (exprimée en grammes) sont reliés par la relation suivante :

$$n(\text{H}_2\text{O}_2)_t = 4,46 \times 10^{-2} - \frac{\Delta m}{16}$$

II- Étude cinétique

On groupe dans le tableau ci-après, le nombre de moles de H_2O_2 à différents instants t :

$t(\text{min})$	0	2	3	4	8	10	15	20	30	35	40
$n(\text{H}_2\text{O}_2)$ (10^{-2}mol)	4,46	4,46	4,33	4,15	3,33	2,90	2,17	1,83	1,43	1,27	1,21

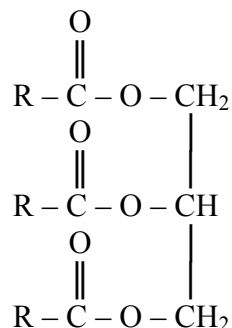
- 1- Tracer, sur un papier millimétré, la courbe $n(\text{H}_2\text{O}_2) = f(t)$. Prendre les échelles suivantes : abscisses : 1 cm pour 2 min ; ordonnées : 5 cm pour $1,00 \times 10^{-2}$ mol.
- 2- Déterminer la vitesse moyenne de disparition de H_2O_2 , en $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$, entre les deux instants $t_1 = 10$ min et $t_2 = 25$ min.
- 3- Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.
- 4- Après un certain temps t , on note une valeur de Δm égale à 713 mg.
Identifier les espèces chimiques présentes dans la solution obtenue à cet instant t .

Troisième exercice (7 points) Synthèse d'un ester à partir d'un corps gras (A)

Un corps gras est un triglycéride dérivant d'un acide gras de formule $\text{R} - \text{COOH}$ et du glycérol de formule $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$.

Données :

- Masse molaire atomique en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: $M_{\text{H}} = 1$; $M_{\text{O}} = 16$; $M_{\text{C}} = 12$.
- Formule du corps gras (A) :



- R est un radical alkyle.

Remarque :

Utiliser les formules semi-développées des composés organiques dans l'écriture des équations des réactions.

I- Formule du corps gras (A)

Le corps gras (A) a comme composition massique centésimale :

C : 59,6 % ; O : 31,8 % ; H : 8,6 %.

- 1- Montrer que la formule moléculaire de (A) est $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}_6$ et la formule de R est C_3H_7 .
- 2- Écrire la formule semi-développée de (A).

II- Saponification de (A)

On saponifie le corps gras (A) par une solution d'hydroxyde de sodium.

- 1- Écrire l'équation de la réaction de saponification et donner le nom du savon formé.

- 2- Citer deux caractéristiques de cette réaction.
- 3- On se propose d'utiliser le montage ci-dessous pour saponifier (A). Relever l'erreur dans ce montage. Justifier
- 4- Préciser le rôle du chauffage et celui du reflux durant la saponification.
- 5- Indiquer les deux étapes à suivre pour séparer le savon des autres constituants du mélange réactionnel.

III- Synthèse d'un ester à odeur d'ananas

- 1- Une solution aqueuse du savon déjà obtenu est traitée par une solution d'acide fort. Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu en admettant qu'elle est totale.
- 2- L'acide carboxylique obtenu dans la réaction précédente est chauffé avec l'éthanol en présence de l'acide sulfurique comme catalyseur. On obtient un composé organique (E) présent dans l'essence d'ananas. Écrire l'équation de la réaction et donner le nom systématique de (E).
- 3- Déterminer le nombre de moles de (E) obtenu à partir de 1 kg de (A), sachant que le rendement de toutes les réactions est 60 %.