


Collège François Xavier Vogt		Année scolaire 2024-2025
Département de Chimie	ÉPREUVE DE CHIMIE	MINI SESSION N° 2 Janvier 2025
Classe : Tle C, D	Durée : 2h30	Coef :

ÉPREUVE DE CHIMIE THÉORIQUE - TCD - Janvier 2025 - Durée : 3H

On donne les masses molaires atomiques suivantes en g/mol : $C = 12$; $H = 1$; $O = 16$; $N = 14$;

$Cl = 35,5$; $Na = 23$; $Mg = 24,3$; $K = 39,1$; $Mn = 54,9$.

Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ g.L}^{-1}$.

Sauf autre précision, les solutions sont prises à 25°C .

PARTIE A : EVALUATIONS DES RESSOURCES / 24 points

Exercice 1 : Vérification des savoirs. /8 points

- Donner une définition de : a) catalyseur ; b) indicateur coloré acido-basique. 1,00 pt
- Répondre par vrai ou faux à chacune des propositions suivantes : 1,00 pt
 - Lors d'une catalyse homogène, les réactifs et le catalyseur sont dans la même phase.
 - Le point d'équivalence, d'une réaction entre une base faible et un acide fort, est égal au pK_a du couple.
- Si l'on connaît la courbe $[R] = f(t)$ donnant les variations de la concentration du réactif R en fonction du temps, comment obtient la vitesse de disparition de R à la date t ? 1,00 pt
- Quelle est l'entité mise en jeu dans une réaction acide-base ? 0,50 pt
- Citer deux types de dosage acide-base. 0,50 pt
- Ecrire la relation fondamentale caractérisant l'équivalence acido-basique, dans le cas d'un monoacide et d'une monobase, tous forts. 0,50 pt
- QCM : Choisir la (ou les) bonne(s) réponse(s) parmi celles proposées :
 - Parmi les couples acide/base ci-dessous, identifier celui qui est correctement écrit :
 - H_2O/H_3O^+ ; b) H_2O/HO^- ; c) OH^-/H_3O^+ . 0,50 pt
 - Soit la réaction d'équation bilan $2 H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$.
 - Elle correspond à la réaction entre un acide fort et une base forte.
 - Elle n'a lieu que dans l'eau pure.
 - La constante d'équilibre associée vaut 10^{-14} à 0°C .
 - Elle est appelée réaction d'autoprotolyse de l'eau. 0,50 pt
 - L'oxydation ménagée des alcools tertiaires : a) donne les étheroxydes ; b) est impossible à réaliser ; c) détruit le squelette carboné des molécules. 0,50 pt
- Nommer les composés suivants :
 - $C_2H_5 - CHOH - CH = CH - CH_3$
 - $CH_3 - O - CH_2 - CH_2 - CH(C_2H_5) - CH_2 - OH$ 1,00 pt
- Donner un moyen permettant, lors d'une estérification directe :
 - D'atteindre plus rapidement l'équilibre ;
 - D'augmenter le rendement de la réaction. 1,00 pt

Exercice 2 : Application des savoirs. / 8 points

1. Alcools. / 2 points

On dispose d'un mélange de propano-1-ol (noté A) et de propan-2-ol (noté B).

1.1. Écrire les formules semi-développées de ces deux alcools. 0,50 pt

1.2. On procède à l'oxydation ménagée, en milieu acide, de ce mélange par une solution aqueuse de permanganate de potassium en excès. On admet que A ne donne que l'acide C ; B donne D

1.2.1. Ecrire les formules semi-développées de C et D, les nommer.

1,00 pt

1.2.2. Donner la formule semi-développée et le nom du composé organique résultant de la réaction entre C et B.

0,50 pt

2. Acides et bases en solution aqueuse / 6 points

2.1. Calculer, à 25°C, le pH d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration

$$C_a = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}.$$

1,00 pt

2.2. On dispose d'une solution S_1 d'éthylamine de densité par rapport à l'eau $d = 1,24$ et contenant en masse 33% d'éthylamine ($C_2H_5 - NH_2$). A l'aide de cette solution, on prépare 500 mL de solution S_2 d'éthylamine de concentration 0,1 mol/L dont on mesure le pH ; on trouve $pH = 11,9$.

2.2.1. Décrire le mode opératoire de la préparation de la solution S_2 en précisant le volume de la solution S_1 à prélever.

1,50 pt

2.2.2. Montrer que l'éthylamine est une base faible et écrire l'équation bilan de sa réaction avec l'eau.

1,00 pt

2.2.3. Déterminer les concentrations de toutes les espèces présentes dans la solution S_2 .

1,00 pt

2.2.4. En déduire le pK_a du couple acide/base auquel appartient l'éthylamine.

0,50 pt

2.2.5. On mélange un volume $V_b = 20 \text{ mL}$ de solution S_2 d'éthylamine avec un volume $V_a = 10 \text{ mL}$ de solution S_a d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,1 \text{ mol/L}$.

2.2.5.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.

0,50 pt

2.2.5.2. Déterminer le pH du mélange à l'équilibre.

0,50 pt

Exercice 3 : Utilisation des savoirs / 8 points

1. Fermentation alcoolique. / 2 points

Lors de sa fermentation alcoolique, le saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) réagit avec l'eau ; il forme alors de l'éthanol et du dioxyde de carbone.

1.1. Ecrire l'équation bilan de cette fermentation alcoolique.

1,00 pt

1.2. Déterminer la masse théorique de saccharose permettant l'augmentation d'un degré alcoolique d'un litre de vin, sachant que le rendement de la transformation est de 90%.

1,00 pt

Données :

- On appelle degré alcoolique d'un vin, le volume (exprimé en mL) d'éthanol pur présent dans 100 mL de ce vin.
- Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$

2. Cinétique d'estérification. / 6 points

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent l'étude cinétique de la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate d'éthyle. Pour cela, le préparateur dissout $n = 0,25 \text{ mol}$ d'éthanoate d'éthyle dans de l'eau de façon à obtenir 500 mL de solution notée S_0 . Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL de la solution S_0 qu'il répartit dans 10 tubes (de 10 mL chacun) maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date $t = 0$.

A chaque date t , on prélève un tube que l'on met dans la glace puis on dose l'acide formé dans le tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de magnésium ($Mg^{2+} + 2OH^-$) de concentration $C_b = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume V_b de solution d'hydroxyde de magnésium. Pour la durée impartie à la séance de TP, un groupe d'élèves a pu obtenir les résultats suivants :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
V_b (mL)	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4

- Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,79 \text{ g. mL}^{-1}$.
- Quelques couples oxydant/réducteur mis en jeu : $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$; $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$.

En exploitant les informations fournies en lien avec tes connaissances :

1. Prouve que l'expression de $n(\text{MnO}_4^-)_{\text{restant}}$ établie par BAMA est correcte. 3,00 pt
2. Examine si le degré d'alcool du vin d'épines analysé est conforme à celui annoncé pour ces apéritifs. 5,00 pt

EXERCICE 5 : contrôle de qualité d'un biberon / 8 points

Afin de savoir si un lait de croissance 2^{ème} âge est frais, un technicien de laboratoire effectue les recherches documentaires suivantes, concernant l'origine de l'acidité du lait (**doc. 1**) et sa mesure par le degré Dornic (**doc.2**).

Il réalise enfin le dosage préconisé, dont le protocole est précisé ci-dessous (**doc. 3**).

Document 1 : Acidité du lait

Le pH du lait dépend de son état de fraîcheur. Il est compris entre 6,6 et 6,8 pour un lait frais puis il diminue au cours du temps. L'acidité naturelle du lait est due à la présence de nombreuses espèces comme la caséine et des acides organiques, notamment l'acide lactique. La concentration d'acide lactique augmente au cours du temps. En effet, les bactéries qui prolifèrent transforment le lactose, un sucre présent dans le lait, en acide lactique.

Document 2 : Degré Dornic

Dans l'industrie laitière, l'acidité d'un lait n'est pas exprimée par son pH, mais par son degré Dornic :

- un degré Dornic (°D) correspond à une concentration de $0,100 \text{ g. L}^{-1}$ d'acide lactique.
- Pour être considéré comme frais, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale à 18°D.

Document 3 : Protocole de dosage de l'acide lactique d'un lait deuxième âge

- Prélever un volume $V_P = 50 \text{ mL}$ de lait et tout diluer afin d'obtenir $V = 500 \text{ mL}$ d'une solution (S) ;
- Prélever ensuite un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de solution (S) dans un bécher de 250 mL et ajouter environ 100 mL d'eau distillée ;
- Remplir une burette graduée avec une solution de soude de concentration $C_B = 4,00 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$.
- Effectuer un dosage pH-métrique.

La courbe $\text{pH} = f(V_B)$ est fournie en annexe.

Document 4 : indicateurs colorés et leurs zones de virage

indicateur coloré	zone de virage
vert de bromocrésol	$3,8 \leq \text{pH} \leq 5,4$
bleu de bromothymol	$6,0 \leq \text{pH} \leq 7,6$
phénolphtaléine	$8,0 \leq \text{pH} \leq 10,0$

Dans son compte-rendu, le technicien affirme que :

- L'espèce prédominante du couple *acide lactique/ion lactate* dans un lait frais est l'ion lactate ;
- Pour un dosage rapide du lait, l'indicateur coloré adapté est le bleu de bromothymol ;
- Au vu des résultats du dosage, le lait contrôlé est impropre à la consommation.

Information : On admettra que l'acidité du lait est uniquement due à l'acide lactique de formule $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$.

En exploitant les informations fournies en lien avec tes connaissances, examine les affirmations du technicien. 8,00 pt

Dans ce tableau, n_E représente la quantité de matière d'ester restant dans un tube à la date t .

- 2.1. Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau. 1,00 pt
- 2.2. Pourquoi place-t-on le tube dans la glace avant chaque dosage ? 0,50 pt
- 2.3. Recopier et compléter le tableau, puis tracer la courbe représentative $n_E = f(t)$ avec les échelles suivantes : 1 cm pour 10 min en abscisses ; 2 cm pour 10^{-3} mol en ordonnées. 2,00 pt
- 2.4. Déterminer graphiquement la valeur $v(0)$ de la vitesse de disparition de l'ester à l'instant $t = 0$. 0,50 pt
- 2.5. Déterminer le temps de demi-réaction. 0,50 pt
- 2.6. On cherche à déterminer une relation simple entre la vitesse instantanée de disparition de l'ester et sa quantité de matière dans le milieu réactionnel.
- 2.6.1. Dans les conditions de l'expérience, la quantité de matière instantanée n_E de l'ester dans un tube évolue conformément à la relation $n_E = n_0 e^{-Kt}$ où n_0 est la quantité de matière d'ester dans un tube à la date $t = 0$ et K une constante. Montrer que la loi de variation $v(t)$ de la vitesse de disparition de l'ester en fonction du temps t peut s'écrire : $v(t) = \frac{v(0)}{n_0} n_E$. 1,00 pt
- 2.6.2. En déduire la valeur de $v(t)$ à $t = 30$ min. 0,50 pt

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES / 16 points

EXERCICE 4 : Détermination du degré alcoolique d'un vin / 8 points

BAMA, chimiste en herbe et propriétaire d'un dépôt de boissons à Yaoundé, veut acquérir un nouveau stock de vin d'épines provenant d'un pays étranger. Il s'agit d'un apéritif alcoolisé étiqueté 15° (degrés). Cette boisson est préparée en macérant de jeunes pousses d'un arbre rustique, le prunellier, dans un mélange de sucre, de vin et d'eau de vie. Afin de vérifier le degré d'alcool du vin d'épines à la sortie d'usine, BAMA se rend au site de production.

Le vin d'épines étant constitué de diverses espèces chimiques, on effectue une distillation fractionnée d'un mélange de 50 mL de vin d'épines et d'eau pour en extraire l'éthanol. On verse le distillat dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée. On obtient ainsi 500 mL de solution notée S contenant tout l'éthanol initialement présent dans 50 mL de vin d'épines. L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente. Elle ne peut être le support d'un titrage. On procède donc en deux étapes.

Étape 1 : Dans un erlenmeyer, on mélange $V_0 = 2,0$ mL de solution S et $V_1 = 25,0$ mL d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) en excès de concentration $C_1 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

Étape 2 : On titre les ions permanganate restant à la fin de l'étape 1, directement dans l'erlenmeyer, par une solution aqueuse de sulfate de fer II de concentration $C_2 = 3,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume de la solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est $V_{2eq} = 14,1$ mL.

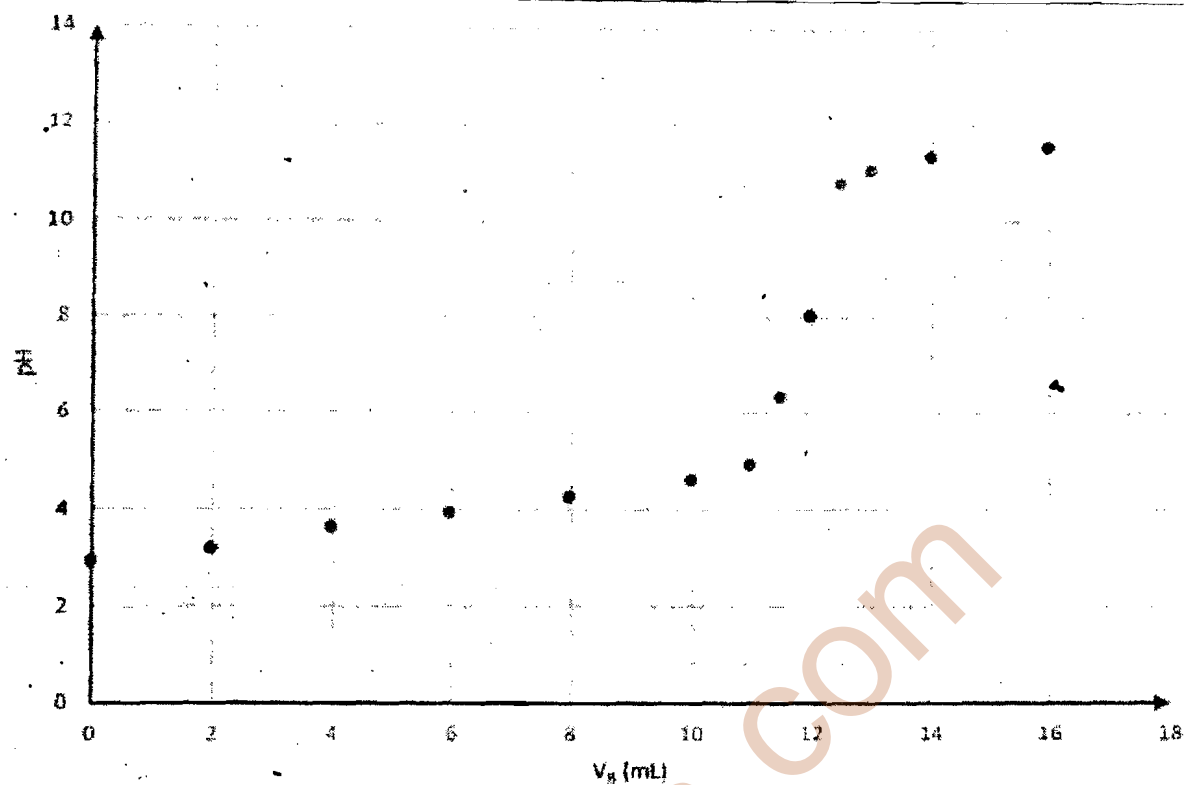
En analysant l'étape 1, BAMA a établi que dans l'état final, la quantité de matière d'ions permanganate restant dans l'erlenmeyer est donnée par la relation $n(MnO_4^-)_{\text{restant}} = C_1 V_1 - \frac{4}{5} n_0$, où n_0 est la quantité de matière d'éthanol présente dans le volume V_0 .

Informations :

- On considère que l'alcool dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.
- Le degré alcoolique d'un vin est le volume (exprimé en mL) d'éthanol pur présent dans 100 mL de ce vin.

Document à remettre avec la copie

Anonymat : _____



Exercice 5 : Courbe de titrage par suivi pH-métrique d'une solution d'acide lactique par une solution de soude.

