

Tp X15 ETUDE DE LA REACTION D'ESTERIFICATION

Principe :

Il s'agit de préparer un mélange équimolaire d'un acide et d'un alcool dans différentes conditions expérimentales. On réalise ensuite le titrage de l'acide éthanoïque présent dans les mélanges afin de comparer l'évolution de la réaction d'estérification en fonction des conditions expérimentales.

1. Préparation du mélange réactionnel sous la hotte Ce mélange doit être préparé sous la hotte avec gants et lunettes.

1.1. Dans un ballon à fond plat de 100 mL propre et sec, introduire précisément 10,0 mL d'acide éthanoïque pur et progressivement 16,0 mL de butan-1-ol pur.

1.2. Agiter environ 30 s pour homogénéiser le mélange. Prélever 5,0 mL de mélange à l'aide de la pipette jaugée et les introduire dans le tube à essai étiqueté 1. Y adapter un bouchon avec tube droit.

1.3. Ajouter 8 gouttes d'acide sulfurique à 5 mol.L⁻¹ dans le ballon à fond plat de 100 mL. Agiter à nouveau.

1.4. Prélever 4 (x) 5,0 mL de ce mélange et les introduire dans 4 tubes à essai étiquetés 2, 3, 4 et 5. Y adapter un bouchon avec tube droit.

2. Mise en place des tubes dans les conditions de température.

On souhaite modifier la température du mélange réactionnel.

2.1. Placer les tubes 1 à 4 dans un bain marie à 60°C et déclencher alors le chronomètre.

Attention. Une fois le chronomètre déclenché, ne jamais stopper la mesure du temps.

Le tube 5 reste à température ambiante. On pourra ainsi comparer les vitesses de réaction des mélanges.

2.2. Pendant ce temps préparer:

- un erlenmeyer de 100 mL rempli à l'éprouvette graduée de 50 mL d'eau distillée glacée. On peut laisser cet erlenmeyer dans le bain d'eau glacée;
- ajouter dans cet erlenmeyer 5 gouttes d'indicateur coloré phénolphtaléine;
- remplir la burette de la solution titrante d'une solution de soude à 2,0 mol.L⁻¹;
- mettre en oeuvre le dispositif (burette, agitateur magnétique, barreau ...) nécessaire à la réalisation du dosage.

3. Réalisation du titrage des acides présents

Le tube 2 (mélange acide + alcool + acide sulfurique dans bain marie)

3.1. À l'instant de date $t_2 = 10$ min, verser le contenu du tube 2 dans l'erlenmeyer, rincer le tube à essais à l'eau distillée glacée, puis récupérer cette eau de rinçage dans l'erlenmeyer.

3.2. Effectuer le titrage de la solution. Noter le volume V_{EA} versé à l'équivalence. Le volume équivalent est supérieur à 8 mL. Reporter cette valeur dans le tableau (ligne 4 colonne 2).

3.3. Répéter l'opération de la question 2.2. pour procéder plus tard au titrage du contenu du tube 3.

Le tube 3 (mélange acide + alcool + acide sulfurique dans bain marie)

3.4. À l'instant de date $t_3 = 20$ min, verser le contenu du tube 3 dans l'erlenmeyer, rincer le tube à essais à l'eau distillée glacée, puis récupérer cette eau de rinçage dans l'erlenmeyer. Effectuer le titrage de la solution. Noter le volume V_{EA} versé à l'équivalence. Le volume équivalent est inférieur à celui relevé au bout de 10 min. Reporter cette valeur dans le tableau (ligne 4 colonne 3).

3.5. Répéter l'opération de la question 2.2. pour procéder plus tard au titrage du contenu du tube 1.

Le tube 1 (mélange acide + alcool dans bain marie)

3.6. Quand votre dispositif est prêt, à l'instant de date t_1 que vous relèverez et reporterez dans votre tableau résumé, verser le contenu du tube 1 dans l'erlenmeyer, rincer le tube à essais à l'eau distillée glacée, puis récupérer cette eau de rinçage dans l'erlenmeyer. Effectuer le titrage de la solution. Noter le volume V_{EA} versé à l'équivalence. Le volume équivalent est supérieur à 8 mL. Reporter cette valeur dans le tableau (ligne 4 colonne 1).

3.7. Répéter l'opération de la question 2.2. pour procéder plus tard au titrage du contenu du tube 5.

Le tube 5 (mélange acide + alcool + acide sulfurique à température ambiante)

3.8. Quand votre dispositif est prêt, à l'instant de date t_5 que vous relèverez et reporterez dans votre tableau résumé, verser le contenu du tube 5 dans l'erlenmeyer, rincer le tube à essais à l'eau distillée glacée, puis récupérer cette eau de rinçage dans l'erlenmeyer. Effectuer le titrage de la solution. Noter le volume V_{EA} versé à l'équivalence. Le volume équivalent est supérieur à 8 mL. Reporter cette valeur dans le tableau (ligne 4 colonne 5).

3.9. Répéter l'opération de la question 2.2. pour procéder plus tard au titrage du contenu du tube 3.

Le tube 4 (mélange acide + alcool + acide sulfurique dans bain marie)

3.10. Quand votre dispositif est prêt, à l'instant de date t_4 (le plus «tard» possible, disons au minimum 50 min) que vous relèverez et reporterez dans votre tableau résumé, verser le contenu du tube 4 dans l'erlenmeyer, rincer le tube à essais à l'eau distillée glacée, puis récupérer cette eau de rinçage dans l'erlenmeyer. Effectuer le titrage de la solution. Noter le volume V_{EA} versé à l'équivalence. Le volume équivalent est inférieur à celui relevé au bout de 20 min («idéalement» aux alentours de 5,5 mL ... mais les mystères de la chimie sont impénétrables). Reporter cette valeur dans le tableau (ligne 4 colonne 4).

4. Les résultats

Ligne	Tuben°	1	2	3	4	5
1	Température	60°C	60°C	60°C	60°C	AMBIANTE
2	Acide sulfurique	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
3	Prélèvement au bout de	.....	10min	20min	.....	.....
4	$V_{\text{Soude versé}}$ (en mL)	.....	.....	.....	.....	.....
5	$n_{\text{Acide restant}}$ (en mol)	.....	.....	.....	.....	.....
6	$n_{\text{Esterformé}}$ (en mol)	.....	.....	.....	.....	.....

5. Exploitations: la réaction du mélange réactionnel

5.1. Ecrire les formules semi-développées des deux réactifs. A quelle classe d'alcool appartient-il ?

5.2. Comment s'appelle la réaction qui a lieu entre ces deux réactifs ? Ecrire l'équation de cette réaction. Donner le nom des produits formés et leur formule développée.

5.3. Indiquez deux caractéristiques principales de cette réaction. Nommez la réaction inverse susceptible de se produire.

5.4. Montrez que le mélange d'origine est équimolaire.

On donne $\mu_{\text{Acide éthanóique}} = 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$ $\mu_{\text{Butanol}} = 0,81 \text{ g.mL}^{-1}$ $M_{\text{Acide éthanóique}} = 60,05 \text{ g.mol}^{-1}$ $M_{\text{Butanol}} = 74,12 \text{ g.mol}^{-1}$

5.5. En déduire le nombre de mol des réactifs initialement présent dans chaque tube.

5.6. Compléter le tableau suivant

Etat	Avancement	.....	.....	.....	.....
	
Initial	0	.....	.....	.....	.....
Intermédiaire	x	.....	.....	.....	.....
Final	x_f	.....	.....	.....	.....

5.7. Calculez la valeur de l'avancement maximal dans l'hypothèse où la réaction serait totale.

6. Exploitations: la réaction de dosage

6.1. Pourquoi verse-t-on le contenu du tube dans l'eau glacée ? Comment s'appelle cette opération ?

6.2. Quel est le rôle de la phénolphaléine ?

6.3. Ecrivez la réaction de titrage de l'acide éthanóique restant par la soude ($\text{Na}^+_{(\text{Aq})} + \text{OH}^-_{(\text{Aq})}$) de concentration $C_B = 2,0 \text{ mol/L}$.

6.4. En déduire une relation qui vous permet de déterminer la quantité de matière d'acide éthanóique présente dans l'erenmeyer à l'instant de la trempe.

6.5. Complétez le tableau donnant la quantité d'acide restant (ligne 5).

6.6. En déduire une relation qui vous permet de déterminer la quantité de matière d'ester formé dans l'erenmeyer à l'instant de la trempe.

6.7. Complétez le tableau donnant la quantité d'acide d'ester formé (ligne 6).

6.8. A partir des résultats vérifiez que la réaction d'estérification est lente.

6.9. Concluez sur le rôle de la température et de l'ajout d'acide sulfurique quand à la cinétique de la réaction.

6.10. (Résultat aléatoire) A partir des résultats vérifiez que la réaction d'estérification n'est pas totale.