

PARTIE 3 : Réactions chimiques et milieux biologiques

TP 20

La chimie du titrage direct acido-basique

Comment contrôler la composition d'un vinaigre ?

OBJECTIFS : Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage direct par le suivi du pH et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine du contrôle de la qualité.

CONTEXTE DU SUJET :

Les vinaigres sont des solutions aqueuses contenant de l'acide éthanoïque (ou acide acétique), de formule CH_3COOH . Le degré indiqué sur les bouteilles de vinaigre correspond à la masse d'acide éthanoïque, exprimée en gramme, contenue dans 100 g de vinaigre. On se propose de vérifier le degré d'acidité d'un vinaigre par titrage pHmétrique. La masse volumique du vinaigre est $\rho = 1,0 \text{ g/mL}$. La masse molaire de l'acide éthanoïque est $M = 60,05 \text{ g/mol}$.



PRODUITS ET MATÉRIEL À DISPOSITION :

- solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en soluté apporté $c_B = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- vinaigre
- pHmètre et notice d'étalonnage
- pipettes jaugées : 5, 10, 20 mL
- fioles jaugées de 50, 100, 200 mL
- burette graduée
- le matériel usuel de laboratoire...

Document : Préparation du montage de titrage direct

Comment rincer la verrerie ? L'important est que le rinçage ne modifie pas la concentration de la solution ou la quantité de matière pour la suite :

Verrerie :	Burette	Pipette	Fiole jaugée	Erlenmeyer/bécher dans lequel on verse la prise d'essai
Solution de rinçage :	Solution de remplissage	Solution à prélever	Eau distillée	Eau distillée

Préparation de la burette

- Placer un bécher ou un erlenmeyer sous le robinet de la burette.
- Rincer les parois de la burette en utilisant un petit bécher ou un entonnoir.
- Remplir la burette en dépassant la graduation du zéro, puis ouvrir le robinet : il est indispensable que la partie située après le robinet soit remplie avec la solution à doser.
 - Pour les solutions transparentes, laisser couler la solution jusqu'à ce que le bas du ménisque soit situé au niveau de la graduation zéro.
 - Pour les solutions opaques (bas du ménisque difficilement repérable), laisser couler la solution jusqu'à ce que le haut du ménisque soit situé au niveau de la graduation zéro.
 - La lecture du volume équivalent se fera absolument selon le même principe que le zéro.
- Vérifier l'absence de bulle d'air dans la burette.



Prélèvement de la solution à doser

- Rincer un bécher. Verser un échantillon de la solution à prélever : bien réfléchir au volume nécessaire : il doit être suffisant pour le prélèvement, mais pas trop grand pour éviter les gaspillages.
- Choisir une pipette jaugée correspondant au volume voulu, la rincer puis prélever le volume de solution souhaité et l'introduire dans un bécher (ou un erlenmeyer) propre et sec.
- Un ajout d'eau distillée modifie la concentration du prélèvement à doser, mais pas la quantité de matière qu'il contient, qui est la grandeur mesurée à l'équivalence. Connaissant précisément le volume du prélèvement et ayant déterminé sa quantité de matière, on pourra en déduire sa concentration.

Dispositif expérimental

Introduire un barreau aimanté dans le bécher (ou l'erlenmeyer) placé sous le robinet de la burette et mettre en route l'agitateur magnétique. L'agitation doit être bien réglée :

- trop lente, elle ne permet pas aux réactifs titrant et titré de se rencontrer assez vite pour que le titrage soit immédiat ;
- trop rapide, elle peut provoquer des éclaboussures. Les gouttes de réactifs projetées sur les parois au début du titrage ne sont alors pas dosées ;
- Pour les titrages pH-métriques et conductimétriques, vérifier que les sondes sont bien immergées, sans être frappées par l'agitateur.

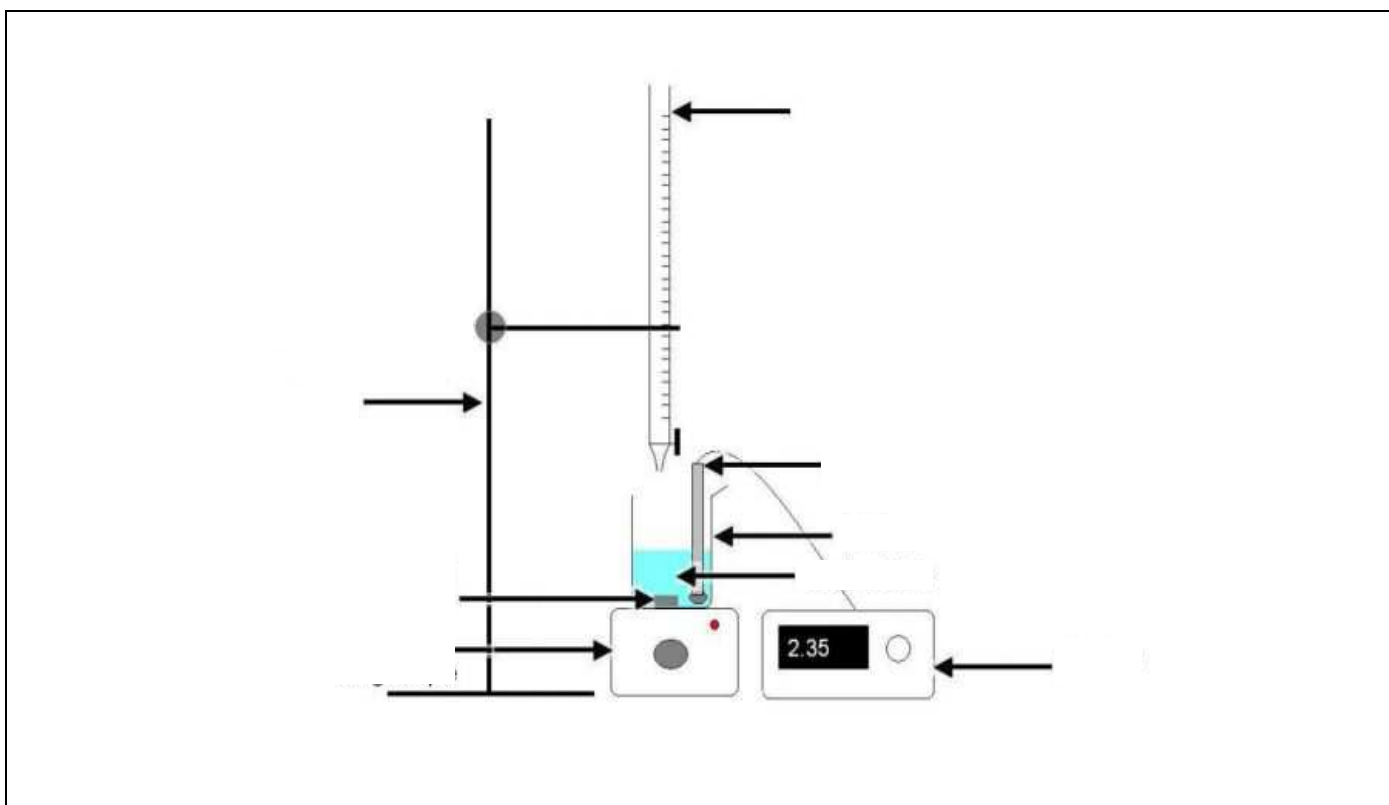


Montage de titrage pH-métrique.

TRAVAIL À EFFECTUER :

S'APPROPRIER : 🕒 15 min conseillées

1. Préciser le nom de la solution titrée et de la solution titrante et légender le schéma du montage.



2. La solution de vinaigre commerciale S étant très concentrée, on la dilue 10 fois. On note la nouvelle solution S'. Écrire le protocole permettant de préparer 100 mL de solution S'.

RÉALISER : ⌚ 45 min conseillées

3. Préparer 100,0 mL de solution de vinaigre diluée 10 fois.
 4. Préparer le montage pour effectuer le titrage d'un prélèvement de 10,0 mL de la solution S'.

APPEL N°1	Appeler le professeur pour lui présenter votre montage ou en cas de difficulté
↔	

5. Effectuer un premier titrage en versant la solution titrante 2 mL par 2 mL jusqu'à 20 mL. Repérer les valeurs de volume de solution titrante versée pour lesquelles le pH effectue un saut important.
 6. Réitérer la préparation du titrage. Relever dans un tableau la valeur du pH tous les millilitres de solution titrante versée dans les zones de variation faible de pH et tous les 0,2 mL dans la zone de variation importante.

V en mL													
pH													

V en mL													
pH													

7. Tracer la courbe sur papier millimétré et déterminer le volume équivalent.

$V_E =$

APPEL N°2	Appeler le professeur pour lui présenter votre courbe ou en cas de difficulté
↔	

VALIDER : 🕒 30 min conseillées

8. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

9. Exprimer la valeur de la concentration c en acide éthanoïque dans S' en fonction de c_B, V_A et V_E .

10. Montrer que le degré d'acidité du vinaigre s'exprime de la façon suivante :

$$d^\circ = \frac{1000 \cdot c_B \cdot V_E \cdot M}{V_A \cdot \rho} \text{ où } \rho \text{ en g.L}^{-1}$$

11. Calculer le degré d'acidité du vinaigre dosé.

12. En utilisant les valeurs d'incertitude portées sur la verrerie, calculer l'incertitude sur le degré d'acidité comme suit, en considérant : $\frac{U_{c_B}}{c_B} = 5\%$ et $U_{V_E} = 0,2 \text{ mL}$

$$\frac{U_{d^\circ}}{d^\circ} = \sqrt{\left(\frac{U_{V_P}}{V_P}\right)^2 + \left(\frac{U_{c_B}}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_f}}{V_f}\right)^2}$$

avec V_P volume prélevé de S, V_f volume de la fiole.

13. La valeur indiquée par le fabricant est-elle dans l'intervalle de confiance de la valeur trouvée expérimentalement ?

APPEL N°3	Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

POUR S'ÉVALUER...

Analyser	<i>coefficient 1</i>	A																B																			
Réaliser	<i>coefficient 3</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Communiquer	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		20	18	16	15	18	16	14	13	14	13	10	9	12	11	8	7	19	18	15	14	17	16	13	12	13	12	10	8	11	10	8	6				

Analyser	<i>coefficient 1</i>	C																D																			
Réaliser	<i>coefficient 3</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Communiquer	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		18	16	14	13	16	15	12	11	12	11	8	7	10	9	6	5	17	16	13	12	15	14	11	10	11	10	8	6	10	8	6	5				