

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

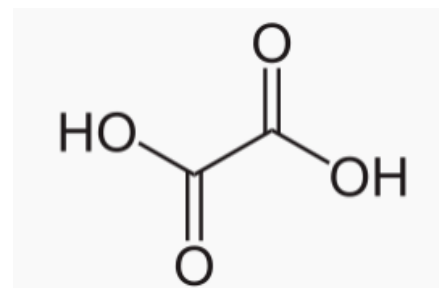
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

L'acide oxalique, ou acide éthanedioïque, est utilisé dans de nombreux domaines. Il permet, entre autres, de nettoyer le bois et d'éliminer la rouille sur les métaux.



Il est également utilisé dans certaines synthèses chimiques où la présence d'eau doit être proscrite, il est alors nécessaire d'utiliser de l'acide oxalique anhydre. Mais celui-ci est difficile à stocker et a tendance à s'hydrater, c'est-à-dire à absorber de l'eau, au cours du temps.



Formule topologique de l'acide oxalique

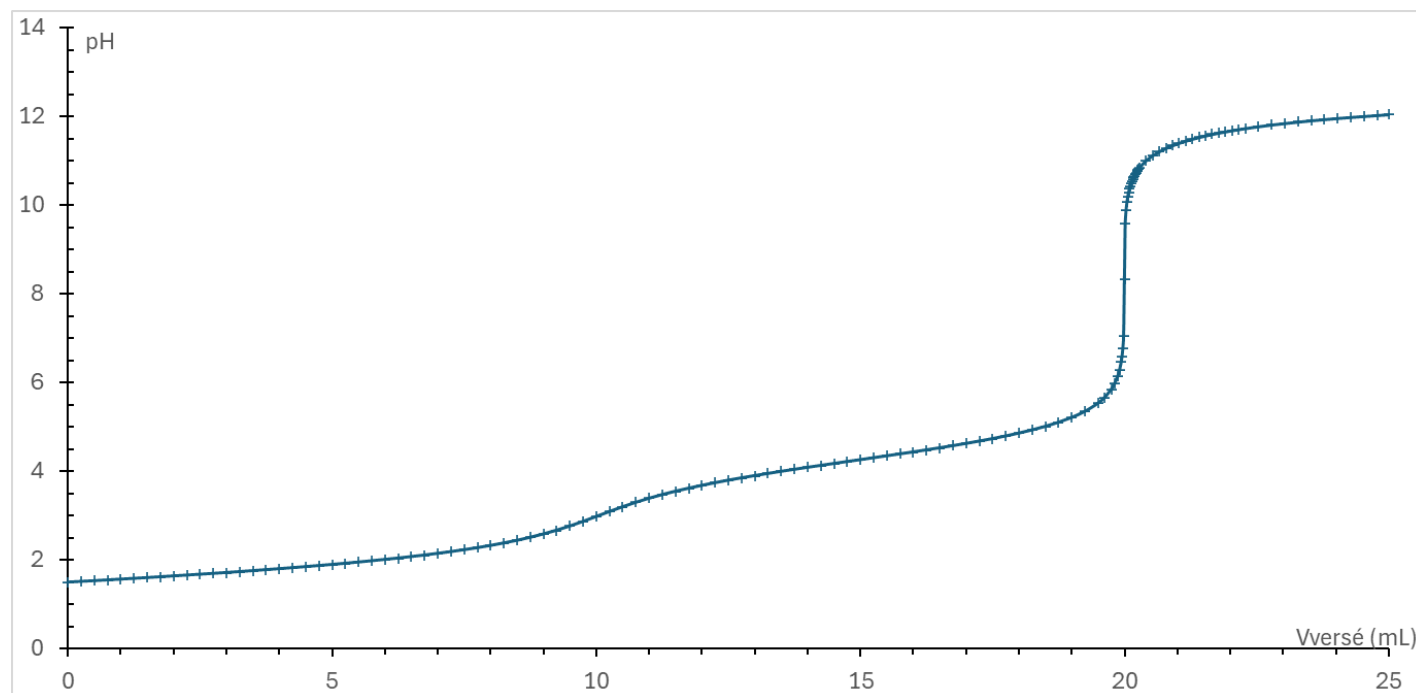
Le but de cette épreuve est de déterminer le degré d'hydratation de l'acide oxalique présent dans l'échantillon mis à votre disposition.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**À propos de l'acide oxalique**

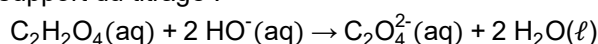
	Acide oxalique pur (non hydraté)	Acide oxalique hydraté
Formule	$C_2H_2O_4$	$C_2H_2O_4, p H_2O$ Avec p le degré d'hydratation compris entre 0 et 2
État physique à pression atmosphérique et température ambiante	Solide	Solide
Masse molaire	$90,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	$90,0 + p \times 18,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Pictogramme de sécurité		

Courbe de simulation du titrage d'une solution aqueuse d'acide oxalique

Le titrage avec suivi pH-métrique d'un volume $V_s = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'acide oxalique pur, de concentration $C_0 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ a été simulé à l'aide d'une application dédiée. Les résultats de la simulation permettant d'obtenir la courbe ci-dessous sont disponibles dans le tableur-grapheur ouvert sur l'ordinateur. L'équivalence du titrage est obtenue lors du saut de pH le plus important.

**Informations pour le titrage de l'acide oxalique par les ions hydroxyde**

- Équation de la réaction support du titrage :



- À l'équivalence, la relation entre la quantité de matière n_A d'acide oxalique titré et la quantité de matière $n_{B,eq}$ d'ions hydroxyde versés est :

$$n_A = \frac{n_{B,eq}}{2}$$

Quelques indicateurs colorés et leurs zones de virage

Indicateur coloré	Couleur acide	Couleur basique	pH de la zone de virage
Bleu de bromothymol	jaune	bleu	6,0 – 7,6
Bleu de thymol	jaune	bleu	8,0 – 9,6
Rouge de crésol	jaune	violet	7,2 – 8,8
Hélianthine	rouge	jaune	3,1 – 4,4

Calcul du degré d'hydratation p de l'acide oxalique

L'acide oxalique a tendance à s'hydrater, c'est-à-dire à absorber de l'eau, au cours du temps.

Le degré d'hydratation de l'acide oxalique, noté p , correspond au nombre de molécules d'eau par molécule d'acide oxalique lorsqu'il est hydraté.

Pour déterminer son degré d'hydratation, un échantillon de masse $m_{\text{pesée}}$ d'acide oxalique hydraté est dissous pour préparer une solution aqueuse de volume V_S . La solution S obtenue est ensuite dosée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium afin de déterminer sa concentration $C_{S, \text{réelle}}$.

Dans le cadre de cette épreuve, le degré d'hydratation p peut être déterminé à l'aide de la relation suivante :

$$p = \frac{1}{M(\text{H}_2\text{O})} \cdot \left(\frac{m_{\text{pesée}}}{C_{S, \text{réelle}} \cdot V_S} - M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \right)$$

Avec :

- $m_{\text{pesée}}$ la masse d'acide oxalique pesée pour préparer la solution S, en g ;
- $C_{S, \text{réelle}}$ la concentration réelle en acide oxalique de la solution S déterminée grâce au titrage, en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- V_S le volume de la solution S, en L ;
- $M(\text{H}_2\text{O})$ et $M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$ les masses molaires respectives de l'eau et de l'acide oxalique, en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- p le degré d'hydratation de l'acide oxalique, sans dimension.

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Préparation de la solution S d'acide oxalique (15 minutes conseillées)**

1.1. Proposer un protocole permettant de préparer par dissolution d'acide oxalique solide, un volume $V_S = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse S d'acide oxalique de concentration en quantité de matière $C_0 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$m = n \times M$$

$$\text{Or } n = c \times V$$

D'où



$$m = c \times V \times M$$

$$m = 5,0 \times 10^{-2} \times 100,0 \times 10^{-3} \times 90,0$$

$$m = 0,45 \text{ g}$$

Protocole expérimental permettant de préparer la solution S :

- Prélever, à l'aide d'une balance 0,45 g d'acide oxalique pur.
- Introduire le prélèvement dans une fiole jaugée de 100,0 mL.
- Ajouter au $\frac{3}{4}$ de l'eau distillée et homogénéiser.
- Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- Homogénéiser.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

1.2. Mettre en œuvre le protocole. La pesée au centième de gramme étant délicate, on acceptera une valeur approchée de la masse déterminée à la question précédente. Noter la masse d'acide oxalique effectivement pesée en cohérence avec la précision de la balance :

$$m_{\text{pesée}} = 0,46 \text{ g Valeur expérimentale}$$

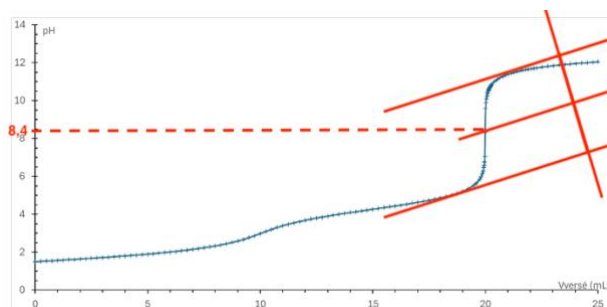
1.3. En déduire par le calcul la concentration effective C_S de la solution S préparée.

$$C_S = \frac{n}{V} = \frac{m/M}{V} = \frac{m}{M \times V} = \frac{0,46}{90,0 \times 100,0 \times 10^{-3}} = 5,1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2. Détermination de la concentration en acide oxalique de la solution S (35 minutes conseillées)

2.1. À l'aide des données et du matériel mis à votre disposition, déterminer l'indicateur coloré le plus adapté pour mettre en œuvre le titrage avec suivi colorimétrique permettant de déterminer la concentration en quantité de matière réelle $C_{S, \text{réelle}}$ d'acide oxalique de la solution S préparée précédemment.

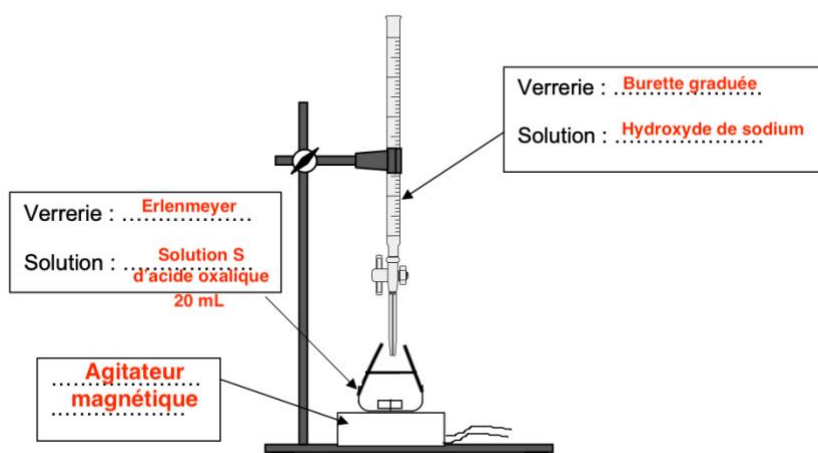
L'équivalence est atteinte lorsque le $\text{pH}_{\text{eq}} = 8,4$
Pour choisir un indicateur coloré, il faut que le pH à l'équivalence soit compris dans sa zone de virage.





Nous choisissons le Bleu de thymol ou le Rouge de crésol comme indicateur coloré. (Concrètement on prend celui qui est disponible sur la paillasse)

Indicateur coloré	Couleur acide	Couleur basique	pH de la zone de virage
Bleu de bromothymol	jaune	bleu	6,0 – 7,6
Bleu de thymol	jaune	bleu	8,0 – 9,6
Rouge de crésol	jaune	violet	7,2 – 8,8
Hélianthine	rouge	jaune	3,1 – 4,4

2.2. Faire un schéma légendé du montage pour une prise d'essai de volume $V_{\text{essai}} = 20,0 \text{ mL}$.



APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter la démarche expérimentale ou en cas de difficulté	

2.3. Mettre en œuvre le protocole. Noter la valeur du volume équivalent : $V_E =$ Valeur expérimentale prenons 15,5 mL pour l'exemple

2.4. Déterminer la concentration $C_{S,réelle}$ en acide oxalique de la solution S.

$$n_A = \frac{n_{B,eq}}{2}$$

$$C_{S,réelle} \times V_{essai} = \frac{C_B \times V_{eq}}{2}$$



$$C_{S,réelle} = \frac{C_B \times V_{eq}}{2 \times V_{essai}}$$

$$C_{S,réelle} = \frac{0,10 \times 15,5 \times 10^{-3}}{2 \times 20,0 \times 10^{-3}}$$

$$C_{S,réelle} = 3,9 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

2.5. Commenter le résultat obtenu.

$C_{S,réelle} < C_S$: la concentration réelle est inférieure à celle théorique, la masse pesée n'était pas constituée uniquement d'acide oxalique. L'acide oxalique s'est hydraté.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Degré d'hydratation de l'acide oxalique présent dans l'échantillon (10 minutes conseillées)

3.1. À l'aide des données, déterminer la valeur du degré d'hydratation p de l'échantillon d'acide oxalique utilisé pour préparer la solution S.

$$p = \frac{1}{M(\text{H}_2\text{O})} \cdot \left(\frac{m_{\text{pesée}}}{C_{S,réelle} \cdot V_S} - M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \right)$$

$$p = \frac{1}{18,0} \cdot \left(\frac{0,46}{3,9 \times 10^{-2} \times 100,0 \times 10^{-3}} - 90,0 \right)$$

$$p = 1,5$$

3.2. Préciser si cet échantillon d'acide oxalique peut être utilisé pour mettre en œuvre une synthèse en milieu anhydre.

$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4, p \text{ H}_2\text{O}$ Avec p le degré d'hydratation compris entre 0 et 2. Le degré d'hydratation est proche du degré maximal. Ainsi cet échantillon d'acide oxalique ne peut pas être utilisé pour mettre en œuvre une synthèse en milieu anhydre.

Défaire le montage et ranger la pailleasse avant de quitter la salle.