

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Préparation de solutions pour cyanotype

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Déterminer la masse molaire d'une espèce à partir des masses molaires atomiques des éléments qui la composent. <input type="checkbox"/> Déterminer la quantité de matière contenue dans un échantillon de corps pur à partir de sa masse et du tableau périodique. <input type="checkbox"/> Déterminer la quantité de matière d'un soluté à partir de sa concentration en masse ou en quantité de matière et du volume de solution.	1 ^{ère} Spé
	🕒 Durée
	2 h

Le cyanotype est une technique photographique mise au point par John Herschel en 1842. Elle fait intervenir une réaction photochimique permettant de former le Bleu de Prusse, ce qui donne des tirages monochromes en négatif d'un beau bleu. On se propose ici de préparer les deux solutions A et B qui contiennent les réactifs permettant de réaliser un cyanotype. La réaction photochimique amenant à la formation du Bleu de Prusse se fait lorsque le mélange des solutions A et B est exposé à la lumière¹.



✂ Sur la paillasse

- 3,5 g de l'**hexacyanoferrate de potassium** en poudre dans un bécher de 25 mL;
- une fiole jaugée de 25 mL contenant une solution de **citrate de fer III ammoniacal** de concentration molaire $C_{B_0} = 8,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- une pissette d'eau distillée;
- une balance, un verre de montre et une spatule;
- deux fioles jaugées de 25 mL;
- un entonnoir en verre;
- un bécher de 50 mL;
- un flacon tinté de 50 mL avec bouchon;
- pipettes jaugées de 5 mL et 10 mL avec poire à pipeter;
- un cristalliseur;
- un feutre;
- papiers pour cyanotype;
- pince métallique;
- boîte en carton hermétique à la lumière;
- gants, lunettes de protection et papier absorbant.

📄 Document 1: Degré d'un vinaigre

Le degré d'un vinaigre est égal à la masse, en gramme, d'acide éthanoïque pur contenu dans 100 g de solution de vinaigre (ou 100 mL, la masse volumique du vinaigre étant égale à 1 g/mL). Il est indiquée en degré ° ou en pourcentage % sur l'étiquette.

Formule de l'acide éthanoïque : CH_3COOH

Masses molaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$.

Degré du vinaigre: 4°

¹Ce TP est basé sur le travail de M. Laurent du lycée D'Alembert.

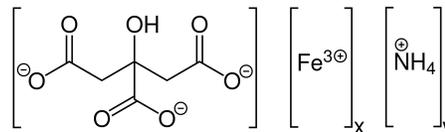
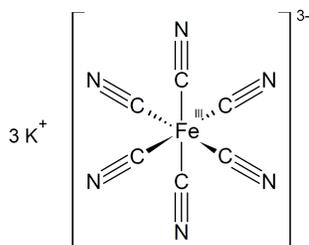
Document 2: Réactifs nécessaires à la réalisation d'un cyanotype

Les réactifs nécessaires à la réalisation d'un cyanotype sont:

L'hexacyanoferrate III de potassium

et

le citrate de fer III ammoniacal



- H319: Provoque une sévère irritation des yeux.
- H411: Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.
- EUH032: Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique.

 Source: Merck²

- H315 Provoque une irritation cutanée.
- H319 Provoque une sévère irritation des yeux.
- H335 Peut irriter les voies respiratoires.

 Source: Sordalab³

 Masse molaire $M_A = 329,24 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

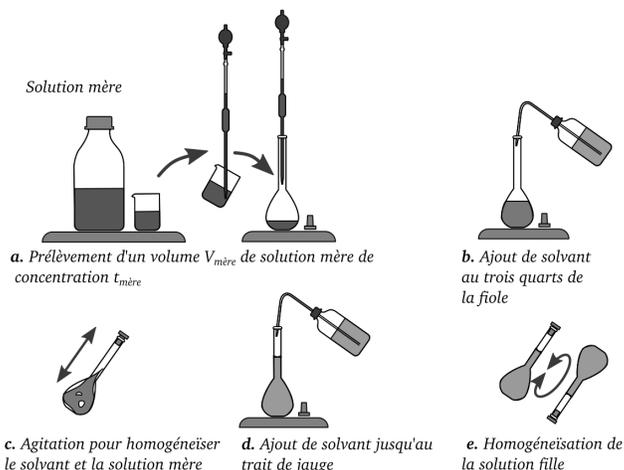
 Masse molaire $M_B = 392,13 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Document 3: Réalisation d'une dilution et détermination du volume à prélever

Une dilution se fait à l'aide de verrerie de précision:

- pipette jaugée (ou graduée);
- fiole jaugée;

Voici les différentes étapes à respecter pour sa réalisation:

1. prélever le volume V de solution à diluer ;
2. verser le volume V dans une fiole jaugée dont le volume V' correspond à celui de la solution fille ;
3. ajouter de l'eau distillée jusqu'au $2/3$ et homogénéiser la solution;
4. compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser à nouveau.


 On appelle facteur de dilution: $F = \frac{C_m}{C_f} = \frac{V_f}{V_m}$.

 C_m et C_f : concentrations de la solution mère et de la solution fille.

 V_m et V_f : volumes de la solution mère à prélever et de la solution fille à préparer.

1 Préparation de la solution A de d'hexacyanoferrate III de potassium

1. (a) Déterminer la quantité de matière n_A en mole d'hexacyanoferrate de potassium, nécessaire pour préparer $V_A = 25,0\text{ mL}$ de solution A de concentration molaire $C_A = 3,6 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Solution: $n_A = 0,009 \text{ mol}$

- (b) En déduire la masse m_A en gramme correspondante à peser pour préparer cette solution.

Solution: $m_A = 3,0 \text{ g}$

2. Donner le protocole permettant de préparer la solution A en précisant le matériel utilisé.

Solution:

- Placer un verre de montre sur la balance et faire la tare;
- Mesurer une masse de $m_A = 3,0 \text{ g}$ d'hexacyanoferrate de potassium;
- À l'aide d'un entonnoir sec, placer le soluté dans la fiole de volume $V_A = 25,0 \text{ mL}$;
- Ajouter jusqu'aux $3/4$ d'eau distillée puis mélanger;
- Ajuster le solvant (eau distillée) au trait de jauge en faisant attention au ménisque puis homogénéiser.

👏 Appel 1

Appeler le professeur pour vérifier le protocole.

3. Réaliser la solution A.

2 Préparation de la solution B de citrate de fer III ammoniacal

4. (a) Déterminer, à l'aide du document 3, le facteur de dilution permettant de préparer $25,0 \text{ mL}$ d'une solution B de concentration $C_B = 6,4 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (solution fille) à partir de la solution de citrate de fer III ammoniacal de concentration C_{B_0} (solution mère).

Solution: $F = \frac{C_{B_0}}{C_B} = \frac{8,0 \times 10^{-1}}{6,4 \times 10^{-1}} = 1,25$

- (b) En déduire le volume V_{B_0} à prélever pour préparer $V'_B = 25,0 \text{ mL}$ de solution diluée.

Solution: $V_{B_0} = \frac{V'_B}{F} = \frac{25}{1,25} = 20 \text{ mL}$

5. Donner le protocole permettant de préparer la solution B en précisant le matériel utilisé.

²https://www.merckmillipore.com/FR/fr/product/Potassium-hexacyanoferrateIII,MDA_CHEM-104973?bd=1

³<https://www.sordalab.com/RESSOURCES/documents/FR/SR052.pdf>

Solution:

- Mesurer un volume $V_{B_0} = 20\text{ mL}$ de solution de citrate de fer III ammoniacal de concentration C_{B_0} à l'aide d'une pipette jaugée;
- La verser dans la fiole de volume $V_A = 25,0\text{ mL}$;
- Ajouter jusqu'aux $3/4$ d'eau distillée puis mélanger;
- Ajuster le solvant (eau distillée) au trait de jauge en faisant attention au ménisque puis homogénéiser.

Appel 2

Appeler le professeur pour vérifier le protocole.

6. Préparer la solution B.

3 Préparation du fixateur à partir de vinaigre7. Déterminer, à l'aide du document 1, la concentration molaire en ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) du vinaigre commercial mis à disposition.

Solution: Vinaigre à 4% donc $C_m(\text{vinaigre}) = 4/0.1 = 40\text{ g/L}$.
 La masse molaire du vinaigre est de $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
 $C = C_m / M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,67\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

8. On souhaite préparer environ 200 mL de fixateur, en utilisant une solution d'eau vinaigrée de concentration en acide éthanoïque $C_f = 2,2 \times 10^{-1}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ par dilution du vinaigre commercial. Cette dilution ne nécessitant pas d'être précise, elle pourra être réalisée avec une éprouvette graduée. Proposer un protocole simple pour préparer le fixateur, qu'on placera dans le flacon de 250 mL.

Solution: $F = \frac{0,67\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{2,2 \times 10^{-1}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}} \approx 3$. Si $V_f = 200\text{ mL}$ alors $V_m = \frac{V_f}{F} = \frac{200}{3} \approx 67\text{ mL}$.

4 Préparation des cyanotypes

9. Réaliser le protocole expérimental suivant:

**Protocole:**

- Diminuer au maximum la luminosité dans le laboratoire;
- Mélanger les solutions A et B dans le cristalliseur;
- Tremper les morceaux de papier dans la solution l'un après l'autre à l'aide de la pince métallique;
- Éliminer le surplus de solution délicatement par contact avec du papier absorbant;
- Placer le papier imbibé dans la boîte en carton et replacer le couvercle;
- Laisser sécher au moins 1 journée.