

La bouteille magique

DESCRIPTIF DE L'ACTIVITÉ

Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir reconnaître une quantité de matière et l'utiliser pour réaliser une expérience. - Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. - Déterminer le nombre d'entités d'une espèce dans une masse d'échantillon. - Mettre en œuvre un protocole expérimental. 	
Niveau concerné	Seconde	
Programme	Notion et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support
	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'entités dans un échantillon. - Définition de la mole. - Quantité de matière dans un échantillon. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. - Déterminer le nombre d'entités et la quantité de matière (en mol) d'une espèce dans une masse d'échantillon.
Place de l'activité dans la progression et pré-requis	<p>Activité expérimentale du chapitre « Compter les entités dans un échantillon de matière ».</p> <p>Cette activité intervient après avoir traité le cours.</p>	
Compétences de la démarche scientifique évaluées	<p>Cette activité permet d'évaluer les compétences de la démarche scientifique</p> <ul style="list-style-type: none"> ● S'approprier (APP) Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée. ● Analyser (ANA) Proposer une stratégie de résolution. Proposer un protocole. ● Réaliser (REA) Mettre en œuvre un protocole en respectant les règles de sécurité. 	
Éléments d'évaluation	Evaluation formative	
Mise en œuvre de l'activité	<p>Une séance de TP d'1h30.</p> <p>Travail en groupe par 4 puis par 2 pour la réalisation de l'expérience.</p>	
Outils numériques utilisés	Aucun	
Remarques	Pour des raisons de sécurité, les élèves manipuleront une solution d'hydroxyde de sodium plutôt que des pastilles de soude.	
Auteur	<p>Cécile Nury</p> <p>Activité inspirée de l'activité expérimentale de la page 87 du livre de seconde – Hatier- Avril 2019.</p>	

L'ACTIVITÉ

<h3>La bouteille magique</h3>	Nom, Prénom :	autoévaluation	évaluation
	Compétences travaillées		
Objectifs : <ul style="list-style-type: none"> Savoir reconnaître une quantité de matière et l'utiliser pour réaliser une expérience. Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. Déterminer le nombre d'entités d'une espèce dans une masse d'échantillon. Mettre en œuvre un protocole expérimental. 	S'approprier : Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.		
	Analyser : Proposer une stratégie de résolution. Proposer un protocole.		
	Réaliser : Mettre en œuvre un protocole en respectant les consignes de sécurité		

CONTEXTE

L'aide de laboratoire du lycée a retrouvé dans un classeur le protocole suivant :

Protocole expérimental de préparation d'une bouteille magique :

- Introduire 5,6 mol d'eau et $5,0 \times 10^{-2}$ mol d'hydroxyde de sodium dans un erlenmeyer.
- Dissoudre $1,1 \times 10^{-2}$ mol de glucose dans le mélange précédent.
- Ajouter 5 gouttes de bleu de méthylène.
- Boucher l'erlenmeyer puis agiter doucement jusqu'à observer une coloration.
- Poser l'erlenmeyer et attendre quelques minutes.
- Lorsque le mélange redevient incolore, agiter de nouveau doucement l'erlenmeyer jusqu'à observer une coloration.

Dans les placards du laboratoire de chimie, elle a trouvé les espèces chimiques suivantes qui devraient lui permettre de réaliser cette expérience :

- Glucose solide
- Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en masse $C_m = 40 \text{ g.L}^{-1}$
- Flacon de bleu de méthylène

Votre travail consiste à aider la technicienne à préciser le protocole expérimental à mettre en œuvre.

QUESTION

Par groupe de 4, lire les documents ci-dessous et répondre aux questions du document 3 puis rédiger un protocole adapté pour aider l'aide de laboratoire.

Montrer ce protocole au professeur pour validation puis le mettre en œuvre par binôme.

Document n°1 : Données

Ecriture conventionnelle d'un noyau d'atome d'hydrogène : 1_1H

Ecriture conventionnelle d'un noyau d'atome d'oxygène : ${}^{16}_8O$

Masse d'un nucléon : $m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

Formule brute de la molécule d'eau : H_2O

Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,0$ g.mL⁻¹

Masse d'un atome de sodium : $m_{sodium} = 3,82 \times 10^{-26}$ kg.

Masse d'un atome de carbone : $m_{carbone} = 2,00 \times 10^{-26}$ kg.

Formule brute de la molécule de glucose : $C_6H_{12}O_6$.

Document n°2 : Liste du matériel

- Erlenmeyer de volume 250 mL
- Eprouvette graduée de volume 100 mL (x2)
- Balance
- Spatule
- Verre de montre
- Entonnoir à solide
- Eau distillée
- Glucose
- Solution aqueuse de concentration en masse $C_m = 40$ g.L⁻¹ en hydroxyde de sodium
- Bleu de méthylène

Document n°3 : Indices et questions

Indices pour l'eau :

E1- Calculer la masse d'une molécule d'eau.

E2- Calculer la masse d'eau à prélever.

Petit indice : calculer d'abord le nombre de molécules d'eau correspondant à la quantité de matière indiquée dans le protocole.

E3- Déterminer le volume d'eau à prélever en utilisant la masse volumique de l'eau.

Indices pour l'hydroxyde de sodium :

H1- Calculer la masse d'une entité NaOH.

H2- Calculer la masse d'hydroxyde de sodium à prélever.

Petit indice : calculer d'abord le nombre d'entités NaOH correspondant à la quantité de matière indiquée dans le protocole.

H3- En déduire le volume de solution d'hydroxyde de sodium à prélever.

H4- Le volume d'eau apporté par la solution d'hydroxyde de sodium correspond-il à celui calculé précédemment ?

Si ce n'est pas le cas, quel volume d'eau faut-il rajouter ?

Indices pour le glucose :

G1- Calculer la masse d'une molécule de glucose.

G2- Calculer la masse de glucose à prélever.

Petit indice : calculer d'abord le nombre de molécules de glucose correspondant à la quantité de matière indiquée dans le protocole.

CORRECTION ET REMARQUES

Remarque : pour simplifier, on considérera que le volume d'eau contenu dans la solution d'hydroxyde de sodium est égal au volume de la solution.

$$E1- m_{\text{atome H}} = A \times m_{\text{nucléon}} = 1 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{atome O}} = A \times m_{\text{nucléon}} = 16 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 2,67 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$m_{\text{molécule eau}} = 2 \times m_{\text{atome H}} + m_{\text{atome O}} = 2 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 2,67 \cdot 10^{-26} = 3,00 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$E2- N_{\text{eau}} = n_{\text{eau}} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 5,6 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 3,4 \cdot 10^{24}$$

$$m_{\text{eau}} = N_{\text{eau}} \times m_{\text{molécule eau}} = 3,4 \cdot 10^{24} \times 3,00 \cdot 10^{-26} = 0,10 \text{ kg}$$

E3- La masse d'eau à prélever est 0,10 kg, soit 100 g, ce qui correspond à un volume d'eau de 100 mL car la masse volumique de l'eau est $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

$$H1- m_{\text{entité NaOH}} = m_{\text{Na}} + m_{\text{O}} + m_{\text{H}} = 3,82 \cdot 10^{-26} + 2,67 \cdot 10^{-26} + 1,67 \cdot 10^{-27} = 6,66 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$H2- N_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 5,0 \cdot 10^{-2} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 3,0 \cdot 10^{22}$$

$$m_{\text{NaOH}} = N_{\text{NaOH}} \times m_{\text{entité NaOH}} = 3,0 \cdot 10^{22} \times 6,66 \cdot 10^{-26} = 0,0020 \text{ kg}$$

$$H3- \text{On sait que } C_m = \frac{m_{\text{NaOH}}}{V_{\text{solution}}} \text{ donc } V_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{C_m} = \frac{2,0}{40} = 0,050 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

H4- Le volume d'eau apporté par la solution d'hydroxyde de sodium est donc de 50 mL alors qu'on a calculé dans l'indice E3 qu'il fallait apporter 100 mL d'eau.

Il faut donc rajouter 50 mL d'eau dans notre protocole.

$$\begin{aligned} G1- m_{\text{molécule glucose}} &= 6 \times m_{\text{C}} + 12 \times m_{\text{H}} + 6 \times m_{\text{O}} \\ &= 6 \times 2,00 \cdot 10^{-26} + 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 6 \times 2,67 \cdot 10^{-26} \\ &= 3,00 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$G2- N_{\text{glucose}} = n_{\text{glucose}} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,1 \cdot 10^{-2} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 6,6 \cdot 10^{21}$$

$$m_{\text{glucose}} = N_{\text{glucose}} \times m_{\text{molécule glucose}} = 6,6 \cdot 10^{21} \times 3,00 \cdot 10^{-25} = 0,0020 \text{ kg} = 2,0 \text{ g}$$

Protocole expérimental

- Mesurer avec une éprouvette graduée de volume 100 mL un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en masse $C_m = 40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ puis l'introduire dans un erlenmeyer.
- Peser une masse $m = 2,0 \text{ g}$ de glucose puis l'introduire dans l'erlenmeyer à l'aide d'un entonnoir.
- Mesurer avec une éprouvette graduée de volume 100 mL un volume $V' = 50 \text{ mL}$ d'eau puis l'introduire dans l'erlenmeyer à l'aide de l'entonnoir.
- Ajouter 5 gouttes de bleu de méthylène.
- Boucher l'erlenmeyer puis agiter doucement jusqu'à observer une coloration.
- Poser l'erlenmeyer et attendre quelques minutes.
- Lorsque le mélange redevient incolore, agiter de nouveau doucement l'erlenmeyer jusqu'à observer une coloration.