

Quantité de matière, concentrations et dilution

THEMATIQUE

- Composition chimique d'un système

CONCEPTS OU NOTIONS ABORDES

- Relation entre quantité de matière et masse
- Relation entre masse et volume
- Concentrations molaire et massique
- Dilution

OBJECTIFS DE FORMATION

- Déterminer la quantité de matière d'un liquide à partir du volume prélevé et de la concentration massique d'une solution ou de la densité.
- Déterminer la concentration molaire en fonction de la masse prélevée, de la masse molaire et du volume.
- Déterminer un volume à prélever d'une solution mère pour préparer un volume donné de solution fille.

Introduction

Consulter la page éducol associée au thème « [Programmer en physique-chimie](#) ».

Présentation de l'activité

Avec l'appui de données concernant une espèce de scarabée, l'élève est amené à travailler sur les notions de quantité de matière ou de masses, en relation avec les grandeurs intensives comme les concentrations molaire ou massiques et les grandeurs caractéristiques comme la masse molaire et la masse volumique.

LOGICIELS UTILISÉS

- Regressi[®]
- Calc
- Python[®]

CAPACITÉS NUMÉRIQUES TRAVAILLÉES

- Définir des paramètres numériques.
- Réaliser un calcul simple (quotient, produit).

Exemples de contextualisation

L'acide formique, ou acide méthanoïque noté A, est le plus simple des acides carboxyliques et a pour formule HCO_2H . Dans le règne vivant, on le rencontre dans les glandes de nombreuses espèces d'insectes comme les abeilles ou les fourmis, et également chez des plantes urticantes comme les orties. D'un point de vue pratique, l'acide formique est utilisé dans de nombreux domaines comme l'industrie textile, la synthèse de composés polymères comme le latex, certains insecticides ou encore comme conservateur alimentaire sous la dénomination E236.

L'acide formique tire son nom de sa production et de son utilisation par certaines espèces de fourmis des bois comme *Formica Rufa* en tant que jet de défense. Propulsé sous forme d'un jet puissant et chaud, il provoque brûlures et irritations locales et conduit en règle générale à la fuite du prédateur. L'étude de ce jet a fait l'objet de nombreux articles pour plusieurs espèces, dont celle du scarabée *Galerita Lecontei*, pour lequel la concentration d'acide formique dans le jet s'est avérée particulièrement élevée.

Les chercheurs ayant étudié ce scarabée ont ainsi pu montrer que chaque jet de défense est constitué d'une solution aqueuse contenant essentiellement de l'acide formique. Des expériences ont établi que la concentration massique en acide formique est d'environ 800 g.L^{-1} et que chaque jet propulse un volume moyen de liquide d'environ 10^{-3} mL . En règle générale, la masse d'acide formique pur éjectée est de l'ordre du μg .

On fournit les données relatives à l'acide formique :

- Masse molaire $M_A = 46 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Densité $d_A = 1,25$;
- Concentration maximale en acide formique dans l'eau $c_{\text{mol,max}} = 22 \text{ mol.L}^{-1}$.

De la situation physique au traitement numérique

Dans l'activité proposée, il s'agit d'écrire plusieurs petits programmes afin d'illustrer la composition chimique d'un système (via l'utilisation d'un tableur ou à l'aide de Python) sur différentes situations.

Pistes de validation

L'élève peut valider sa démarche après chaque application en vérifiant la pertinence du résultat obtenu ou en vérifiant la validité du programme sur un cas limite.

Ce que les élèves doivent retenir

La connaissance de la masse et de la masse molaire d'une part, ou celle du volume, de la masse volumique et de la masse molaire d'autre part, permettent de déterminer la quantité de matière de l'espèce chimique. En raisonnant sur la conservation de la matière lors d'une dilution, il est possible de prévoir le volume de solution mère à prélever connaissant les caractéristiques de la solution fille à préparer.

Activité

Les propositions suivantes ne sont pas prescriptives. Il s'agit de bases pour illustrer la situation d'apprentissage qu'il convient d'ajuster en fonction de sa place dans la progression et dans la séquence pédagogique, du niveau de maîtrise par les élèves de l'outil informatique choisi, etc.

Exemples de consignes pour les élèves

Programmation (compétence Réaliser)

1. Écrire un algorithme avec le langage approprié et le mettre en œuvre en ayant pour variables d'entrée la concentration massique en acide formique $c_{m,A}$, le volume d'un jet V et donnant en réponse la masse d'acide formique qu'il contient m_A .
Évaluer la masse d'acide formique pur éjectée par un jet de défense de ce scarabée.
2. Écrire un algorithme et le mettre en œuvre avec le langage approprié en ayant pour variables d'entrée la concentration massique en acide formique $c_{m,A}$, la masse molaire de l'acide formique M_A , le volume de la solution V et donnant en réponse la quantité de matière d'acide formique présente n_A .
Évaluer la quantité de matière d'acide formique éjectée par un jet de défense de ce scarabée.
3. Écrire un algorithme et le mettre en œuvre avec le langage approprié en ayant pour variables d'entrée la masse d'acide formique présente dans un jet m_A , la masse molaire de l'acide formique M_A , le volume du jet V et donnant en réponse la concentration molaire d'acide formique dans le jet c_A .
Évaluer la concentration molaire en acide formique dans le jet de défense de ce scarabée.
Simuler ce jet de défense en laboratoire peut nécessiter de préparer une solution comparable d'acide formique dans l'eau, à partir d'acide formique pur.
4. Écrire un algorithme et le mettre en œuvre avec le langage approprié en ayant pour variables d'entrée la concentration massique en acide formique voulue $c_{m,A}$, le volume de solution préparée V , la densité de l'acide formique pur d_A et donnant en réponse le volume d'acide formique pur à prélever V_A .
Évaluer le volume d'acide formique à prélever pour préparer un volume d'un litre de solution modélisant le jet de défense de Galerita Lecontei.

Dans les conditions d'une étude dans un laboratoire de lycée, cette solution est trop concentrée pour être directement étudiée, il convient donc de la diluer d'un facteur 20, c'est-à-dire en préparant une solution fille vingt fois moins concentrée.

5. Écrire un algorithme et le mettre en œuvre avec le langage approprié en ayant pour variables d'entrée la concentration molaire de la solution mère à diluer $c_{m\grave{e}re}$, la concentration molaire de la solution fille souhaitée c_{fille} , le volume de solution fille souhaité V_{fille} et donnant en réponse le volume de solution mère à prélever $V_{m\grave{e}re}$.
Évaluer le volume de solution mère à prélever pour préparer un volume d'un litre de solution fille, diluée 20 fois par rapport à la solution mère.
Évaluer le volume d'acide formique pur qu'il aurait fallu prélever pour préparer directement un volume d'un litre de solution fille diluée 20 fois par rapport à la solution mère.
Conclure quant à l'intérêt de préparer une solution concentrée puis de la diluer.

Expérimentation numérique et validation de la programmation (compétence Valider)

Pour chacun des programmes écrits dans la partie 1. vérifier la pertinence des résultats trouvés par rapport aux données ou vérifier la validité du programme pour un cas limite.