

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

À la découverte de la mole

✔ Objectifs	👤 Classe
☐ Compter les entités dans un échantillon de matière. ☐ Nombre d'entités dans un échantillon. Définition de la mole. Quantité de matière dans un échantillon. ☐ 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.	2 ^{nde}
	🕒 Durée
	1,5 h

✂ Sur la paillasse

- Un bécher contenant 30 g de riz,
- Un clou en fer,
- Une coupelle,
- Un bécher de 100 mL,
- Balances de précision sur plusieurs paillasses.

1 Compter les feuilles de papier

Le lycée Jean D'Alembert¹ a besoin par an de 1 172 500 feuilles au format 21 cm x 29,7 cm. Il fait la commande chez un grossiste en début d'année.



1. Le grossiste va-t-il compter une à une 1 172 500 feuilles avant de les envoyer au lycée ? Pourquoi ?

Solution: Non, le grossiste ne va pas compter une à une les feuilles car cela prendrait trop de temps et serait peu pratique. Il est plus efficace de compter par paquets.

Un paquet de feuilles qu'on appelle « ramette » correspond à 500 feuilles.

2. Calculer le nombre de ramettes à commander annuellement pour couvrir les besoins.

Solution:

$$\begin{aligned} \text{Nombre de ramettes} &= \frac{\text{Nombre total de feuilles}}{\text{Nombre de feuilles par ramette}} \\ &= \frac{1\,172\,500}{500} \end{aligned}$$

$$\text{Nombre de ramettes} = 2345 \text{ ramettes}$$

¹Ce TP est basé sur le travail de Mme Fasseu du lycée Watteau.

Bilan : On compte les œufs par douzaine ou les feuilles de papier par ramette de 500 feuilles.

Il est délicat de compter de grandes quantités d'objets, il est plus **facile de les compter par « paquet »**.

2 Compter des grains de riz



Protocole expérimental

- Les peser en utilisant la coupelle comme récipient. Noter leur masse: $m_{50 \text{ grains de riz}} = 0,8 \text{ g}$



- Réaliser le protocole expérimental ci-dessus. Indiquer la masse des 50 grains de riz.
- Écrire un protocole pour préparer 1 000 grains de riz dans le bécher sans les compter.

Solution: Protocole pour préparer 1000 grains de riz :

- Calculer la masse de 1 000 grains : $m_{1000} = \frac{m_{50} \times 1000}{50} = 20 \times m_{50} = 20 \times 0,8 \text{ g} = 16 \text{ g}$
- Peser cette masse calculée de riz et la verser dans le bécher
- On obtient ainsi 1000 grains de riz sans les compter individuellement

Appel 1

Appeler le professeur pour vérification et préparer les 1 000 grains de riz

- Calculer le nombre de grains de riz dans un paquet du commerce de 500 g de riz.

Solution: Si 50 grains ont une masse m_{50} , alors :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de grains dans 500 g} &= \frac{500 \text{ g} \times 50}{m_{50}} \\ &= \frac{500 \text{ g} \times 50}{0,8 \text{ g}} \end{aligned}$$

$$\text{Nombre de grains dans 500 g} = 31\,250 \text{ grains}$$

(La réponse dépend de la masse mesurée des 50 grains)

Bilan : **Peser une quantité de matière, c'est aussi compter le nombre d'entités la composant.**

3 Compter des atomes

Un atome de fer pèse $m_{Fe} = 9,27 \times 10^{-23} \text{ g}$. C'est très léger !

- Sans faire de calcul, pensez-vous « a priori » que 1 milliard d'atomes de fer représentent un échantillon avec une masse suffisamment grande pour être pesée sur la balance ?

Solution: Non, intuitivement 1 milliard d'atomes semble encore trop petit pour avoir une masse mesurable, car un seul atome est extrêmement léger.

7. Vérification : calculer la masse d'un objet en fer constitué d'un milliard d'atomes de fer.

Solution:

$$\begin{aligned} m &= N \times m_{Fe} \\ &= 10^9 \times 9,27 \times 10^{-23} \text{ g} \\ &= 9,27 \times 10^{-14} \text{ g} \end{aligned}$$

Cette masse est effectivement trop petite pour être pesée sur une balance classique.



Protocole expérimental

- Mesurer la masse du clou en fer. Noter sa masse: $m_{clou} = 13,0 \text{ g}$



8. Compléter les pointillés avec la masse du clou en fer dans le tableau de proportionnalité suivant :

Nombre d'atome(s)	Masse correspondante (en gramme)
1 atome de fer	$m_{Fe} = 9,27 \times 10^{-23} \text{ g}$
N atomes de fer composant le clou	$m_{clou} = 2,7 \text{ g}$

9. Utiliser le tableau précédent pour calculer le nombre N d'atomes de fer contenu dans le clou. Arrondir à 2 chiffres après la virgule.

Solution:

$$\begin{aligned} N &= \frac{m_{clou}}{m_{Fe}} \\ &= \frac{2,7 \text{ g}}{9,27 \times 10^{-23} \text{ g}} \end{aligned}$$

$$N = 2,91 \times 10^{22}$$

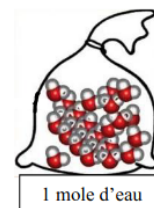
(Le résultat dépend de la masse mesurée du clou)

4 Compter en moles

En chimie, le moindre échantillon de matière contient des milliards de milliards d'entités (atomes, ions ou molécules). Comme vous l'avez constaté, ce n'est ni facile, ni pratique de les compter ! **Les chimistes ont donc cherché à trouver un « paquet » d'entités, un lot simple à utiliser.** Les entités d'un échantillon ne sont pas comptées par paquet de 12 ou de 500 mais par paquet de $6,02 \times 10^{23}$ entités. **Ce paquet est appelé la mole.** Une mole d'entités représente donc un « paquet » contenant $6,02 \times 10^{23}$ entités chimiques.

Exemples:

- 1 mole de molécules d'eau = $6,02 \times 10^{23}$ molécules d'eau.
- 1 mole d'atomes de fer = $6,02 \times 10^{23}$ atomes de fer.
- 1 mole d'ions magnésium = $6,02 \times 10^{23}$ ions magnésium.



La mole est l'unité de la grandeur physique appelée la **quantité de matière**, notée « **n** ».

10. Compléter le tableau suivant:

Grandeur physique	La masse	La quantité de matière
Notation de la grandeur	m	n
Unité	gramme	mole
Symbole de l'unité	mol	mol

Remarque: Oui, c'est vrai : les chimistes ne se sont pas cassé la tête pour trouver le symbole de la mole...

Ce nombre d'entités chimiques contenues dans une mole ($6,02 \times 10^{23}$ entités) est une constante universelle notée N_A et porte le nom de **constante d'Avogadro** (ou nombre d'Avogadro).

11. Compléter les pointillés dans le tableau de proportionnalité suivant en recopiant le nombre d'atomes de fer contenu dans le clou, calculé à la question 9.

Nombre d'atomes de fer	Quantité de matière correspondante
$N_A = 6,02 \times 10^{23}$ atomes de fer	1 mol
$N = 1,40 \times 10^{23}$ atomes de fer	n mol

12. Utiliser le tableau précédent pour calculer la quantité de matière de fer noté n présente dans le clou.

Solution:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N \times 1 \text{ mol}}{N_A} \\
 &= \frac{2,91 \times 10^{22}}{6,02 \times 10^{23}} \\
 &= 4,84 \times 10^{-2} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

13. En déduire une formule permettant de calculer la quantité de matière n (en mol) avec le nombre N d'entités présentes et la constante d'Avogadro N_A .

Solution:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

où n est en mol, N est le nombre d'entités et $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Appel 2

Appeler le professeur pour vérification de la formule.

5 Application au comprimé de vitamines et ses milliards d'entités

La matière est constituée d'**entités chimiques** invisibles à l'œil nu mais bien réelles à l'échelle microscopique. Selon les cas, elle est composée d'**atomes**, de **molécules** ou d'**ions**.

Louise étant un peu fatiguée, elle décide de prendre un comprimé de vitamines chaque matin.



Document 1: Composition d'un comprimé

- 0,18 g de vitamine C, de formule $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.
- Agent de charge : sorbitol.
- Arôme naturel Orange.
- Acidifiant : acide citrique.

Document 2: Masses de quelques atomes

- $m(\text{H}) = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
- $m(\text{C}) = 1,99 \times 10^{-26} \text{ kg}$.
- $m(\text{O}) = 2,66 \times 10^{-26} \text{ kg}$.

14. En arrondissant à 2 chiffres après la virgule, calculer la masse d'une molécule de vitamine C, notée $m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$.

Solution: La formule $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ contient : 6 atomes de C, 8 atomes de H, 6 atomes de O.

$$\begin{aligned} m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) &= 6 \times m(\text{C}) + 8 \times m(\text{H}) + 6 \times m(\text{O}) \\ &= 6 \times 1,99 \times 10^{-26} \text{ kg} + 8 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} + 6 \times 2,66 \times 10^{-26} \text{ kg} \\ &= 2,93 \times 10^{-25} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 2,93 \times 10^{-22} \text{ g}$$

15. Compléter les pointillés avec la masse d'une molécule calculée à la question précédente :

Nombre de molécule(s)	Masse correspondante
1 molécule de vitamine C	$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 2,93 \times 10^{-22} \text{ g}$
N molécules de vitamine C	0,18 g

16. En arrondissant à 2 chiffres après la virgule, en déduire le nombre N de molécules de vitamine C contenue dans un comprimé.

Solution:

$$N = \frac{0,18 \text{ g}}{2,93 \times 10^{-22} \text{ g}} \\ = \frac{0.18}{2.93 \times 10^{-22}}$$

$$N = 6,14 \times 10^{20} \text{ molécules}$$

17. Grâce à la formule trouvée à la question 13, calculer la quantité de matière de vitamine C notée n dans un comprimé.

Solution:

$$n = \frac{N}{N_A} \\ = \frac{6,14 \times 10^{20}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \\ = 1,02 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = 1,02 \text{ mmol}$$

Ranger le matériel.