

Esprit scientifique

Quels sont les métaux utilisés dans nos petites pièces de monnaie ?

Découvre la suite de l'expérience p. 113



↑ Pièces de monnaies utilisées actuellement dans la zone euro.

Matériel

- ▶ Un aimant.
- ▶ 22 pièces de 2 centimes d'euros.
- ▶ Une balance de cuisine précise au gramme.



Modèle réduit d'hydravion. Les aéromodélistes choisissent souvent avec soin les matériaux qu'ils utilisent pour fabriquer leurs maquettes.

Je sais déjà

1. Quelle expression impliquant la masse volumique est correcte ?

- a. $m = \rho \times V$. c. $\rho = m \times V$.
 b. $V = \rho \times m$.

2. La masse volumique d'un liquide :

- a. est identique pour tous les liquides.
 b. se mesure avec un thermomètre.

- c. est une propriété caractéristique du liquide.
 d. est identique à sa masse.

3. Pour flotter sur un liquide, un objet doit avoir :

- a. la même masse volumique que celle du liquide.
 b. une masse volumique inférieure à celle du liquide.
 c. une masse volumique supérieure à celle du liquide.

Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✓ La masse et le volume des objets
- ✓ La proportionnalité entre deux grandeurs

6^e

Au CYCLE 4, j'ai vu...

- ✓ La relation entre la masse, la masse volumique et le volume
- ✓ L'identification d'un liquide à l'aide de sa masse volumique
- ✓ Le positionnement des composants d'un mélange liquide hétérogène

Je vais apprendre à...

- ✓ Déterminer la masse volumique d'un solide
- ✓ Identifier un matériau à l'aide de sa masse volumique
- ✓ Identifier une structure cristalline et un matériau composite

■ **COMPÉTENCE** Lire et comprendre des documents scientifiques pour en extraire des informations

1 Comment bien choisir son matériau ?



Maxime et Yacine souhaitent construire une maquette d'avion pour la faire voler avec un petit moteur. Pour réaliser le corps de l'appareil, il leur faut un matériau léger et facilement façonnable. Au magasin de bricolage, ils se demandent quel matériau choisir.

Quelles sont les propriétés qui caractérisent un matériau ?



Doc. 1 Le Wright Flyer.

Le Wright Flyer fut le premier avion à moteur. Son armature était faite de bois alors que de nombreuses machines de l'époque étaient constituées de métaux (cuivre, fer, etc.). Le bois, de masse volumique plus faible, présentait l'avantage d'être plus léger que les métaux, mais était moins résistant.

Avec 91 des 118 occupants du tableau périodique, les métaux constituent la plus grande des familles d'atome qu'il abrite. Si le fer est le métal le plus utilisé dans l'industrie, l'aluminium est le plus abondant. Il constitue 8 % de la croûte terrestre. En comparaison, le titane et l'or ne sont présents qu'à 0,4 % et 0,000 000 11 %. Dans la nature, la plupart des métaux ne sont pas à l'état pur, mais mélangés dans des roches appelées **minerais**.

Doc. 2 Les métaux dans la nature.

Exploitation et analyse de documents

- Doc. 1, 2 et 3** Trouve dans les textes des exemples d'éléments métalliques et d'alliages.
- Doc. 3** Quelle est la différence entre un métal et un alliage ?
- Doc. 2** Dans la nature, les métaux se trouvent-ils souvent à l'état pur ?

Synthèse

- Doc. 1, 2 et 3** Quelles sont les grandeurs caractéristiques des matériaux ?
- Doc. 1, 2 et 3** Plusieurs matériaux pourraient intéresser Maxime et Yacine. Lesquels et pourquoi ?

Membres de la même famille, les métaux ont des propriétés communes : conducteurs de courant électrique, de chaleur, ils ont des masses volumiques importantes (l'aluminium et le titane sont des exceptions). Ils sont souvent utilisés sous forme **d'alliages** : des espèces chimiques sont ajoutées à un métal qui reste majoritaire mais voit ses propriétés modifiées. Par exemple, le duralumin et l'acier sont plus résistants mécaniquement que l'aluminium et le fer dont ils sont issus.

Doc. 3 Du métal simple à l'alliage, quel changement ?

Vocabulaire

Un alliage : association de substances au niveau atomique ou moléculaire.

Un minerai : roche constituée d'une proportion non négligeable d'atomes ou d'ions métalliques.

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai compris la différence entre métal, alliage et minerai.
- ✓ J'ai identifié une propriété de matériau utile pour la fabrication d'une maquette.



■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

2 Est-ce bien de l'aluminium ?

En rentrant du magasin, Maria décide de vérifier que le métal léger qu'elle a acheté est bien de l'aluminium. Elle choisit de procéder en utilisant les masses volumiques.

Formulation d'une hypothèse

1. Doc. 1 D'après toi, lequel des échantillons qui te sont proposés est de l'aluminium ?

Matériau	Masse volumique (en kg/m ³)
aluminium	2 700
fer	7 860
zinc	1 750
PVC souple	1 160 - 1 350
PP (polypropylène)	900
eau	1 000

Doc. 1 Quelques masses volumiques.

La masse volumique est une **propriété caractéristique** d'une substance. Elle se calcule en faisant le quotient de la masse m de la substance par son volume V . Cela s'écrit : $\rho = \frac{m}{V}$.

Doc. 2 Extrait du manuel de Maria.

Expérimentation

- Protocole : Doc. 2 et 3** Rédige les consignes qui permettent de déterminer la masse volumique d'un solide.
- Mesures :**
 - Après accord du professeur, mets en œuvre ton protocole et mesure la masse et le volume des différents solides proposés.
 - Rassemble tes résultats dans un tableau avec quatre colonnes (n° d'échantillon, masse, volume et masse volumique).

Analyse des résultats

- Indique les unités des différentes grandeurs mesurées.
- Calcule les masses volumiques des différents échantillons étudiés et complète le tableau.
- Doc. 1** Que peux-tu conclure par rapport à ton hypothèse ?

Conclusion

- Doc. 1** En t'aidant du tableau de référence, indique de quel matériau est fait chaque échantillon.

- Dans une éprouvette graduée d'assez grande capacité pour y faire entrer le solide, verser un volume d'eau V_1 suffisant pour immerger totalement le solide.
- Ajouter le solide dans l'éprouvette sans faire d'éclaboussures.
- Si le solide est totalement immergé, relever le volume V_2 de l'eau après ajout du solide. Le volume du solide est égal à la différence $V_2 - V_1$.
- Si le solide flotte, il faut calculer son volume autrement, avec des formules mathématiques de géométrie par exemple.

Doc. 3 Comment mesurer le volume d'un solide ?

Vocabulaire

Une propriété caractéristique : propriété qu'un corps est le seul à posséder.

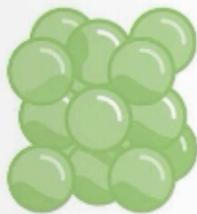
Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai calculé la masse volumique d'un solide en utilisant la relation qui relie masse et volume.

3 Métaux et alliages

Kyllian est très étonné par le fait que le mélange de différents métaux pour en faire des alliages permette d'obtenir des propriétés différentes. Il se demande ce qu'il se passe au niveau microscopique entre les atomes des différents métaux.

Comment les atomes sont-ils mélangés dans les alliages métalliques ?



Doc. 1 Structure cristalline du cuivre.

Les métaux sont des corps purs formés d'un seul type d'atome. À l'état solide, ces atomes sont liés entre eux et arrangés en une structure symétrique et répétitive, appelée « cristal ».

Les alliages métalliques sont des mélanges solides obtenus par divers ajouts d'atomes à un corps pur métallique (en fusion lors du mélange). Si les atomes d'un élément d'alliage sont suffisamment petits, ils se placent dans les interstices de la structure cristalline du métal principal. S'ils sont de taille similaire à celle des atomes du métal principal, alors ils peuvent remplacer ces derniers dans la structure cristalline.

Doc. 2 La formation des alliages.



Doc. 4 Statuettes en alliage d'or, de cuivre et d'argent.



Doc. 3 Exemples de structures d'alliage.

- A** Alliage formé par insertion. Exemple de l'acier : les petits atomes de carbone (1 % de l'alliage) sont insérés entre ceux du fer, plus gros (99 %).
- B** Alliage formé par substitution. Exemple d'un mélange d'or et d'argent, dont les atomes ont des rayons atomiques proches.

Exploitation et analyse de documents

1. Doc. 3 Le fer est-il un corps pur ?
2. Doc. 1 et 3 L'acier est-il un corps pur ?
3. Doc. 1 Décris la structure microscopique d'un métal.
4. Doc. 2 et 3 Décris les structures microscopiques possibles d'un alliage.

Synthèse

5. Décris la (ou les) différence(s) entre un alliage et un métal.

Vocabulaire

Une structure cristalline : arrangement symétrique et répétitif des atomes d'un cristal dans l'espace.

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai décrit la structure microscopique d'un métal et d'un alliage.
- ✓ J'ai exploité des informations de plusieurs documents.
- ✓ J'ai compris la notion de corps pur et de mélange.

4 Vers des avions super légers ?

Antoine et Astrid observent un A380 en phase d'atterrissage. Antoine est impressionné et trouve l'appareil vraiment énorme. Astrid lui répond que grâce aux travaux des ingénieurs en matériaux, cet avion n'est pas très lourd pour sa taille.

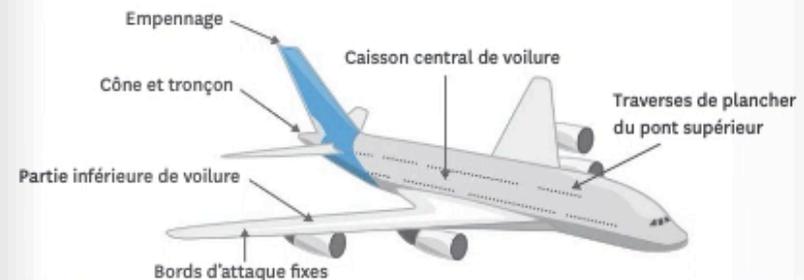
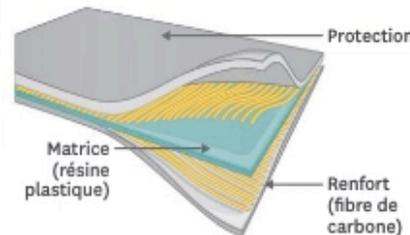


MISSION

Une partie du caisson de voilure de l'A380 a été modifiée : le matériau composite appelé PRFC a remplacé l'aluminium précédemment utilisé. À l'aide des documents, calcule la différence de masse qui en découle pour l'avion.

Doc. 1 Un exemple de matériau composite utilisé dans l'aéronautique : le PRFC.

Le polymère à renfort fibre de carbone ou PRFC est un matériau appelé plus simplement « fibre de carbone ». C'est un matériau composite constitué principalement de l'assemblage de deux éléments : la matrice et les renforts. Le PRFC combine les qualités de ses composants : il est très résistant et léger. Sa masse volumique est d'environ 1,8 g/cm³.



Doc. 2 Les matériaux innovants de l'A380.

Dans le caisson central, près de 2 m² d'aluminium ont été remplacés par du PRFC. La masse volumique de l'aluminium est de 2 700 kg/m³.

Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai fait des conversions d'unité.
- ✓ J'ai calculé des masses.
- ✓ J'ai fait une soustraction de masses.

BILAN

■ **COMPÉTENCE** Travailler en autonomie

1 Les métaux, une famille de matériaux particulière

- La grande majorité des atomes connus appartiennent à un même groupe : celui des métaux.
- On trouve peu de métaux purs dans la nature, alors que les minerais sont très répandus.
- L'industrie s'approvisionne en métaux grâce aux minerais. Elle les utilise le plus souvent sous forme d'**alliages** dont les propriétés sont différentes de celles du métal principal dont ils sont issus.

2 La masse volumique, une grandeur qui se calcule

- La **masse volumique** est une **propriété caractéristique** d'un corps.
- La masse volumique ρ d'un objet correspond à sa masse (m exprimée en kg) divisée par son volume (V exprimé en m^3). Sa formule scientifique est : $\rho = \frac{m}{V}$.
- La masse volumique a pour unité le kilogramme par mètre cube (kg/m^3). Elle est parfois exprimée en kg/L , en g/mL ou en g/cm^3 .

3 Métaux et alliages à l'échelle atomique

- L'organisation des atomes dans un alliage dépend des diamètres des différents atomes présents.
- Si les atomes ajoutés ont une taille plus petite que ceux du métal principal, l'alliage est formé par insertion des plus petits atomes entre ceux du métal.
- Si les atomes ajoutés ont une taille équivalente à ceux du métal principal, l'alliage est formé par substitution de ces atomes à certains atomes du métal.

4 Les matériaux composites

- Un **matériau composite** est un assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles.
- Les propriétés d'un matériau composite dépendent de l'assemblage des matériaux qui le constituent.

Mots-clés

Un **alliage** : activité 1 et 3.

La **masse volumique** : activité 2.

Un **matériau composite** : activité 4.

Une **propriété caractéristique** : activité 2.

L'essentiel !

Dans la nature, les minerais sont beaucoup plus répandus que les métaux purs.

On peut calculer la masse volumique d'une substance dont on connaît la masse et le volume, grâce à la relation $\rho = \frac{m}{V}$. L'unité du résultat dépend de celles des données.

Selon le diamètre des atomes que l'on ajoute à ceux d'un métal, on peut obtenir un alliage d'insertion ou de substitution.

Certains matériaux composites fabriqués par l'homme ont une masse volumique très faible.

Je retiens par l'image

Obtention d'un nouveau matériau

Propriétés caractéristiques initiales du matériau :

- Masse volumique
- Propriétés mécaniques

$$\rho = \frac{m_{\text{échantillon}}}{V_{\text{échantillon}}}$$

Matériau de base



Structure cristalline

Métal pur

- Conductivité électrique

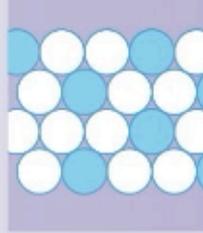
Matériau quelconque

+
Autre espèce chimique
=
Nouveaux matériaux et nouvelles propriétés

Espace chimique miscible avec le métal

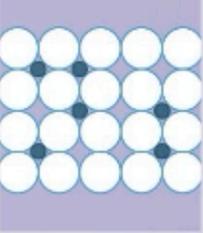
diamètre atomique proche de celui du métal : diamètre atomique très inférieur à celui du métal

Alliage de substitution



Ex. : électrum
Au Ag

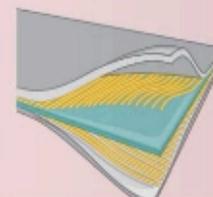
Alliage de l'insertion



Ex. : acier
Fe C

Espace chimique non miscible

Matériau composite



Ex. : le PRFC

Ce que je dois savoir faire

- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour mesurer la masse volumique d'un solide et d'un liquide.
- Utiliser la relation $\rho = \frac{m}{V}$ pour calculer une masse volumique.
- Expliquer la différence entre un métal et un alliage.
- Expliquer la différence entre un alliage et un matériau composite.

Activités

2

2

3

4

Exercices



Je me TESTE



Je sais

1 L'expression de la masse volumique est :

1. $\rho = m \times V$. 3. $\rho = \frac{V}{m}$.
2. $\rho = \frac{m}{V}$. 4. $V = \rho \times m$.

2 Un alliage est :

1. un métal.
2. un mélange d'éléments chimiques avec un métal principal.
3. un assemblage de matériaux avec une matrice et des renforts.

3 À chacun sa nature.

1. Relie chaque matériau à sa nature.

- | | | |
|--------------------|-----|-----------------------------------------|
| Minéral | • • | Corps pur |
| Matériau composite | • • | Mélange d'éléments chimiques |
| Alliage | • • | Roche comprenant des éléments chimiques |
| Métal | • • | Assemblage de matériaux |

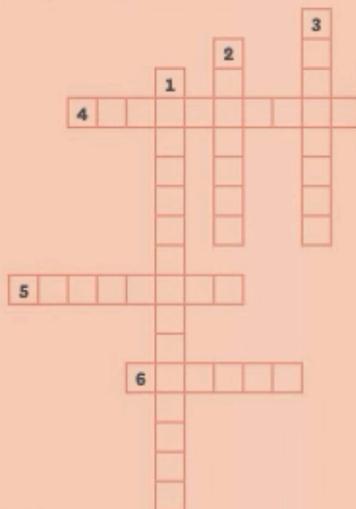
4 Les propriétés d'un matériau composite et d'un alliage :

1. sont identiques à celles des matériaux qui les constituent.
2. sont dépendantes des matériaux qui les constituent.
3. sont similaires quels que soient les matériaux utilisés.

5 Un métal est un :

1. alliage. 3. corps pur.
2. matériau composite. 4. minéral.

6 Complète la grille de mots-croisés.



Vertical :

1. Caractéristique d'un matériau.
2. Grandeur physique ayant pour unité le litre.
3. Élément interne d'un matériau composite.

Horizontal :

4. Se dit d'un matériau formé par assemblage d'autres matériaux.
5. Élément de structure d'un matériau composite.
6. Grandeur physique ayant pour unité le gramme.

Je sais faire

7 On mesure le volume d'un solide avec :

1. une balance. 3. une pipette.
2. un bécher. 4. une éprouvette graduée.

8 Il est possible d'authentifier un matériau à partir de :

1. sa masse. 3. sa masse volumique.
2. son volume. 4. sa couleur.

Exercice CORRIGÉ

■ COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

9 L'anneau unique.

Frodon possède un anneau en électrum, un alliage fait avec de l'or de masse volumique $19\,300\text{ kg/m}^3$ et de l'argent de masse volumique $10\,500\text{ kg/m}^3$. Il fut forgé par Sauron, qui utilisa 2,8 g d'or et 1,5 g d'argent. Intrigué par la sensation de lourdeur de l'anneau, Frodon mesure sa masse et son volume.



1. Quelle masse trouve-t-il pour l'anneau unique ?
2. Quelle est la masse volumique de l'anneau, le volume mesuré étant de 0,15 mL ?
3. Pourquoi Frodon, lorsqu'il le porte, le trouve plus lourd qu'un anneau en or ou en argent ?

Étapes de la méthode

- 1 Pour trouver la masse d'un objet obtenu par mélange de plusieurs corps, il faut additionner la masse de chacun des corps utilisés pour le mélange.
2 Pour obtenir la masse volumique en kg/m^3 , il faut convertir la masse en kg et le volume en m^3 et utiliser la relation $\rho = \frac{m}{V}$.
3 Formulée avec l'égalité $m = \rho \times V$, la relation qui définit la masse volumique permet de calculer les masses d'objet ayant un même volume V mais des masses volumiques différentes.
4 Sous la forme $V = \frac{m}{\rho}$, la relation permet de calculer le volume d'objets de masses identiques mais faits dans des matériaux de masses volumiques différentes.

Corrigé :

1. La masse totale de l'anneau unique est la somme des masses des éléments utilisés pour le fabriquer. On a donc $m_{\text{anneau}} = m_{\text{or}} + m_{\text{argent}}$, et finalement $m_{\text{anneau}} = 2,8 + 1,5 = 4,3\text{ g}$.
2. La formule pour calculer la masse volumique est $\rho = \frac{m}{V}$ avec ρ en kg/m^3 , m en kg et V en m^3 . Il faut donc convertir les unités.
 $m_{\text{anneau}} = 4,3\text{ g} = 0,0043\text{ kg}$.
 $V_{\text{anneau}} = 0,15\text{ mL} = 0,00000015\text{ m}^3$.
La masse volumique de l'anneau est donc
 $\rho = \frac{0,0043}{0,00000015} = 28\,667\text{ kg/m}^3$.
3. La masse volumique de l'électrum dont est fait l'anneau unique est plus élevée que celle de l'or ou de l'argent. Cela signifie que la masse de l'anneau est plus grande que celle d'un anneau identique mais fait uniquement d'or ou d'argent. Cela se traduit pour Frodon par la sensation de lourdeur de l'anneau.

Exercice similaire

10 Du bronze en lingot.

Un lingot de bronze est conçu en mélangeant 1,05 kg d'étain avec 12,15 kg de cuivre en fusion. Son volume est de 1,5 L.

1. Quelle est la masse totale de ce lingot de bronze ?
2. Quelle est la masse volumique de ce lingot de bronze ?
3. La masse volumique de l'or est de $19\,300\text{ kg/m}^3$. La masse de notre lingot de bronze est-elle plus grande ou plus petite que celle d'un lingot d'or de mêmes dimensions ?



Je m'ENTRAÎNE

11 Structures des alliages.

■ **COMPÉTENCE** Écrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté

1. Définis les deux types d'alliages.

Notions à utiliser : métal - atome - régulièrement arrangé - alliage - insertion - élément chimique - plus petit - substitution - de même taille.

12 Remue-ménages.

1. Donne les notions caractéristiques que t'évoquent les mots suivants :

- a. Métal. c. Matériau composite.
b. Alliage. d. Masse volumique.

13 Choisis la bonne formule mathématique.

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

1. Parmi les formules mathématiques suivantes, choisis les formules correctes :

- a. $\rho = \frac{V}{m}$. d. $V = \rho \times m$.
b. $m = \rho \times V$. e. $V = \frac{m}{\rho}$.
c. $\rho = \frac{m}{V}$. f. $m = \frac{\rho}{V}$.

14 Le torchis.

Le torchis est considéré comme le premier matériau composite utilisé par l'être humain. Il fut utilisé dès la Préhistoire, il y a plus de 5 000 ans. C'est un matériau composé d'une matrice en terre renforcée par des fibres naturelles comme de la paille ou des crins de chevaux.

- Rappelle la définition d'un matériau composite.
- Identifie les deux composants distincts du torchis.
- Représente la structure composite du torchis par un schéma.

15 Alliage formé par substitution.

- Fais un schéma des structures cristallines d'un alliage formé par substitution.
- Quelle est la définition d'un alliage formé par substitution ?

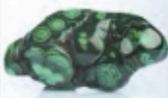
16 Proportions des constituants d'un alliage.

Pour les deux alliages suivants, calcule le pourcentage massique de chacun de ses constituants.

- Un alliage de bronze de 250 g a été fabriqué en utilisant 175 g de cuivre et 75 g d'étain.
- Un alliage d'acier de 50 mg a été fabriqué en utilisant 0,75 mg de carbone et 49,25 mg de fer.

17 Identifie les éléments.

Un minéral est qualifié de métallifère lorsqu'il comprend des métaux dans sa composition. La bauxite, par exemple, est un minéral caractérisé par sa forte teneur en alumine et en oxyde de fer. C'est le principal minéral servant à produire de l'aluminium. La malachite est une roche minérale contenant du cuivre carbonaté, qui lui donne une couleur verte très particulière. Elle est très utilisée dans l'ornementation, les bijoux, etc. La demande croissante en métaux conduit à une exploitation des minerais de plus en plus intense et destructrice pour notre environnement.



▲ Malachite.

- Identifie les deux minerais dont parle le document.
- Rappelle quels métaux peuvent être récupérés grâce à ces minerais.

18 Masse volumique et température.

La masse volumique est une grandeur qui dépend de la température. Les valeurs que l'on peut trouver classiquement sont données pour une température de 20 °C. En général, l'augmentation de la température entraîne un phénomène de dilatation. Cela fait que pour une masse donnée, le volume occupé par un corps est plus grand.

- À 60 °C, la masse volumique d'un fluide est-elle plus grande ou plus petite qu'à 20 °C ?
- Le verre constitue une autre grande famille de matériaux. Une consigne expérimentale en chimie est qu'il ne faut jamais verser un liquide très chaud dans un verre froid car cela risque de le fissurer. Propose une explication.

19 Matériau composite.

- Quelle est la définition d'un matériau composite ?
- Fais des recherches pour identifier au moins trois matériaux composites appartenant à des domaines différents (industrie alimentaire, bâtiment, etc.).

20 Protocole de mesure de masse volumique.

■ **COMPÉTENCE** Concevoir une expérience pour tester une hypothèse

- Décris précisément le protocole à suivre pour déterminer la masse volumique d'un solide.

Une NOTION, trois EXERCICES

[DIFFÉRENCIATION]

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

21 Flottaison dans l'eau.

Une balle en chêne

Léo possède une balle en bois de chêne. Il veut savoir si sa balle va couler ou flotter s'il la place dans l'eau. Sa balle possède un volume $V = 20$ cL et une masse $m = 2300$ dg.

1. Convertis le volume V en litres à l'aide du tableau suivant :

L	dL	cL	mL

2. Convertis la masse m en kg à l'aide du tableau suivant :

kg	hg	dag	g

- Calcule la masse volumique du bois de chêne (notée ρ) en kg/L, en divisant la masse par le volume.
- Rappelle la valeur de la masse volumique de l'eau en kg/L.
- Du bois de chêne ou de l'eau, lequel a la plus grande masse volumique ? Conclue pour répondre à l'interrogation de Léo.

Une pierre qui flotte ?

Bilel est en randonnée dans le département du Puy-de-Dôme. En passant près d'une mare, il est intrigué par une pierre qui flotte à la surface de l'eau. Il décide de prendre cette pierre avec lui et de réaliser quelques mesures. Il détermine son volume $V = 175$ mL et sa masse $m = 160$ g.

- Calcule la masse volumique de la pierre (notée ρ) en kg/L.
- Rappelle la valeur de la masse volumique de l'eau en kg/L.
- Conclue en expliquant pourquoi cette pierre flottait à la surface de la mare.

Le mercure

Le mercure est le seul métal liquide à température ambiante. Blandine se demande si une goutte de mercure peut flotter sur l'eau. Le mercure qui remplit une bouteille de volume $V = 150$ mL a une masse m de 2 490 g.



- Quelle grandeur Blandine doit-elle calculer pour savoir si le mercure peut flotter sur l'eau ?
- Fais le calcul et conclus en répondant à l'interrogation de Blandine, sans oublier de justifier ta réponse.

J' APPROFONDIS



22 À chacun sa catégorie.

1. Dans quelle catégorie de matériau retrouve-t-on chacun des composants suivants ?

Attention, on retrouve certains composants dans plusieurs catégories.

Composants : fer - aluminium - bronze - bois - acier - verre - or - cuivre.

Catégories : métal - alliage - matériau composite.

23 Classement.

Soit huit échantillons de 10 g de différents matériaux. 1. Classe-les par ordre de volume croissant.

Matériau	Masse volumique (kg/m ³)
diamant	3 517
coton	40
acier	7 800
bronze	8 400
fer	7 860
or	19 300
uranium	18 700
aluminium	2 700

24 Calcul de masses dans un alliage.

Un alliage de fonte est conçu par mélange de carbone (à 5 %) et de fer (à 95 %). Sa masse finale est de 500 g.

1. Lequel des matériaux est le métal ?
2. Quelle est la masse de carbone et quelle est la masse de fer dans l'alliage ?

25 Calcul de pourcentages.

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Pour réaliser un alliage de bronze, Nesma a utilisé 10 cm³ d'étain de masse volumique 7 290 kg/m³ et 15 cm³ de cuivre de masse volumique 8 920 kg/m³.

1. Quelle est la masse d'étain utilisée pour réaliser cet alliage ?
2. Quelle est la masse de cuivre utilisée pour réaliser cet alliage ?
3. Quelle est la masse totale de l'alliage ?
4. Donne le pourcentage de la masse du cuivre et de celle de l'étain dans cet alliage.

26 Masse volumique d'un matériau composite.

Le béton armé est un matériau composite régulièrement employé dans le bâtiment. La matrice est composée de béton et les renforts sont en acier.

Soit un cube de béton armé de 0,3 m de côté. Il contient 250 kg d'acier et 2 tonnes de béton.

1. Quel est le volume de ce bloc de béton ?
2. Quelle est sa masse volumique ?

27 Structure cristalline d'un plombage dentaire.

Les plombages dentaires que le dentiste posait autrefois en cas de carie étaient des alliages appelés « amalgames ». Un amalgame est en général un mélange de mercure avec un autre métal comme de l'or en différentes quantités. Les diamètres des atomes sont 0,30 nm pour le mercure et 0,27 nm pour l'or.

1. Quel est le type d'alliage (insertion ou substitution) obtenu en mélangeant ces deux éléments ?
2. Représente une structure cristalline possible.

28 Introduction à la poussée d'Archimède.

Le principe de la poussée d'Archimède énonce que tout corps plongé dans un fluide au repos subit une action mécanique verticale, dirigée de bas en haut, dont l'intensité (en Newtons) est égale à $\rho_{\text{fluide}} \times V \times 10$. Avec : ρ_{fluide} la masse volumique du fluide où le corps est plongé en kg/m³ ;

V le volume immergé du corps en m³.

1. La masse volumique de l'eau salée est plus élevée que celle de l'eau douce. Propose une explication sur le fait qu'il est plus facile de flotter sur l'océan que sur un lac.



29 Le thermomètre de Galilée.

Le thermomètre de Galilée est basé sur la variation de la masse volumique d'un fluide sous l'effet de la température. Il est constitué d'un fluide très sensible à la température, contenu dans un tube. Dans le fluide se trouvent des boules de masses volumiques différentes et peu sensibles à la température. Chaque boule est associée à une température.



Le principe est simple : à une température donnée, le fluide a une certaine masse volumique. La boule ayant la même masse volumique flotte au milieu du tube.

1. Pour une température donnée, où se trouvent les boules ayant une masse volumique supérieure à celle du fluide ?
2. Pour une température donnée, où se trouvent les boules ayant une masse volumique inférieure à celle du fluide ?
3. Pour les deux schémas de thermomètres de Galilée, donne la température indiquée par les boules.

30 Le Zamak.

Sous ce nom bizarre se cache un alliage contenant du zinc, de l'aluminium, du magnésium et du cuivre. Le nom Zamak est construit avec les premières lettres des différents éléments le constituant : zinc, aluminium, magnésium et kupfer (« cuivre » en allemand).



C'est un alliage utilisé fréquemment, pour les fermetures éclair par exemple.

Un alliage typique de Zamak contient, en masse, 95 % de zinc, 4 % d'aluminium, 0,06 % de magnésium et 0,94 % de cuivre.

1. Quel est le métal de base constituant le Zamak ?
2. Quels sont les autres métaux le constituant ?
3. Dans un lingot de 250 g de Zamak, quelle est la masse de zinc utilisée ?
4. Si le zinc utilisé contient trop d'impuretés, le Zamak peut se désagréger en poudre. Cette désagrégation est causée par la destruction des impuretés apportées dans l'alliage à cause du zinc. Ce phénomène s'appelle « la peste du zinc ». En te basant sur la structure cristalline des alliages, propose une explication.

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

Détermine le matériau constituant la couronne du roi Hiéron.

Le roi Hiéron fournit 500 g d'or à un orfèvre pour qu'il lui fabrique une couronne en or pur. Afin de s'assurer que l'orfèvre a bien utilisé de l'or et non pas un alliage, Hiéron II demanda à Archimède de trouver une méthode pour vérifier la pureté de la couronne sans l'abîmer. C'est en prenant son bain qu'Archimède eut l'idée de comparer les volumes d'eau déplacés par un lingot d'or pur de 500 g et par la couronne du roi. Si les volumes déplacés ne sont pas identiques, l'orfèvre est un escroc.

Doc. 1 La légende.

Matériau	or	alliage or-argent	alliage or-platine
Masse volumique (en kg/L)	20	15	25

Doc. 2 Masses volumiques de différents matériaux.

Volume d'eau ayant débordé après immersion du lingot d'or : 25 mL.

Volume d'eau ayant débordé après immersion de la couronne : 33 mL.

Doc. 3 Notre hypothèse de travail.

31 Structure cristalline de la fonte.

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

La fonte est un alliage relativement proche de l'acier. Elle est utilisée pour faire des pièces de dispositifs mécaniques. La fonte est constituée d'atomes de carbone en faible quantité et de plus de 93 % d'atomes de fer. Le rayon atomique d'un atome de carbone est de 0,07 nm et celui du fer est deux fois plus grand, soit 0,14 nm.

1. Quel est le type d'alliage (insertion ou substitution) obtenu en mélangeant ces deux éléments ?
2. Représente la (ou les) structure(s) cristalline(s) possible(s).

32 Le ludion.

Le ludion est un petit objet creux rempli d'air et immergé dans une bouteille fermée, remplie d'eau et dont les parois sont souples. L'air dans l'objet creux sert à le faire flotter. On augmente alors la pression à l'intérieur de la bouteille en appuyant sur les flancs.

L'eau, incompressible, garde la même masse volumique quelle que soit la pression.

L'air dans l'objet creux, en revanche, se retrouve alors soumis à la pression plus importante à l'intérieur de la bouteille : l'air étant compressible, son volume diminue. La masse de l'ensemble objet creux + air ne change pas, tandis que son volume change.

Si on appuie suffisamment fort sur les parois du récipient, le ludion finit par couler.

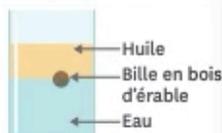
1. Aide-toi des informations données sur le fonctionnement du ludion pour expliquer la raison qui le fait couler lorsqu'on appuie sur les flancs de la bouteille.
2. Supposons que l'objet creux utilisé pour fabriquer le ludion ait une masse $m = 18$ g, un volume propre $V_1 = 10$ mL, et emprisonne pour flotter un volume $V_{a2} = 20$ mL d'air. Montre qu'en l'absence de pression autre que celle de l'atmosphère exercée sur la bouteille, ce ludion flotte.
3. On exerce enfin une pression telle que le volume de l'air dans le ludion ne vaut plus que le tiers de V_{a2} . Montre que le ludion ne peut alors plus flotter.

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Émettre une hypothèse

Ibrahim laisse ses amis stupéfaits en leur montrant une expérience qu'il a faite avec sa bille en bois d'érable. Tous se demandent comment un tel résultat est possible.

➤ Quel est ton avis ? Fais une hypothèse.



Niveau 1

Je sais ce qu'est une hypothèse.

Coup de pouce : Ta phrase exprime-t-elle clairement que tu fais une supposition ?

Niveau 2

Je comprends l'hypothèse qui m'est proposée.

Coup de pouce : Peut-il exister un lien entre la masse volumique et le résultat d'Ibrahim ? Explique sans rentrer dans les détails.

Niveau 3

Je propose une hypothèse en lien avec le problème.

Coup de pouce : Repère les trois espèces mises en cause dans le problème et rappelle le critère de flottaison d'un objet.

Niveau 4

Je formule clairement l'hypothèse que j'ai émise pour me permettre de la valider.

Coup de pouce : Assure-toi que la formulation de ton hypothèse suggère une expérience qui permettra de la tester.



Réaliser des mesures, des préparations ou des observations

Je sais faire si :

- ✓ Je lis attentivement le protocole expérimental, ou j'en écris un moi-même à partir des consignes.
- ✓ Je connais le matériel à utiliser, ou je sais lequel sélectionner.
- ✓ Je prépare et positionne le matériel de façon à ce que chaque objet soit facilement accessible et que l'ensemble soit organisé.
- ✓ Je mets scrupuleusement en œuvre le protocole expérimental et je manipule avec soin.
- ✓ Je note précisément chaque mesure et/ou observation effectuée.



Doc. 1 Mesure de la masse après la solidification de l'eau.

Un exercice pour S'ENTRAÎNER

Les liquides surnageant.

L'expérience suivante peut être réalisée en laboratoire ou à la maison. Prépare un récipient en verre (tube à essai au laboratoire, verre droit pas trop large à la maison). Dans un premier temps, mélange du sirop de canne avec un peu de sirop alimentaire coloré (mure, cassis, etc.). On obtient un liquide évidemment très sucré. Place ce liquide dans le récipient (ou prépare-le directement dedans). Il faut une hauteur d'eau au moins 2 cm. Puis, verse doucement par dessus à peu près la même hauteur d'eau minérale. Enfin, ajoute doucement une hauteur équivalente d'huile alimentaire (tournesol, huile d'olive, etc.).

Questions

1. Décris ce que tu observes et propose une explication au phénomène. Tu peux en déduire ce qui se passerait en versant de l'alcool sur l'ensemble précédent (alcool à 90°, alcool à brûler, à utiliser avec précaution), mais aussi ce que ferait par exemple une bille en acier posée sur du plomb liquide.

Aide à la résolution

1. Il faut verser les liquides assez doucement. Même s'ils se mélangent un peu, observe ce qui se produit.
2. Comment appelle-t-on des liquides qui ne se mélangent pas ?
3. Effectue une recherche documentaire pour trouver les masses volumiques de l'eau, de l'alcool, du sirop de sucre liquide et de l'huile.
4. Compare ces masses volumiques aux positions dans le récipient et conclus.
5. Recherche également les masses volumiques du plomb et de l'acier pour en conclure ce que ferait la bille en acier dans le plomb liquide.



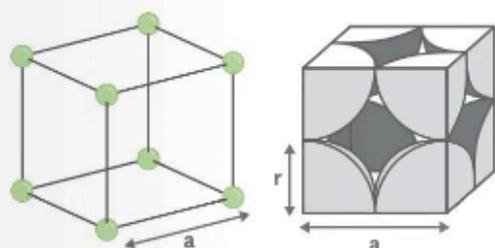
Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

Pourquoi la masse volumique varie-t-elle ?

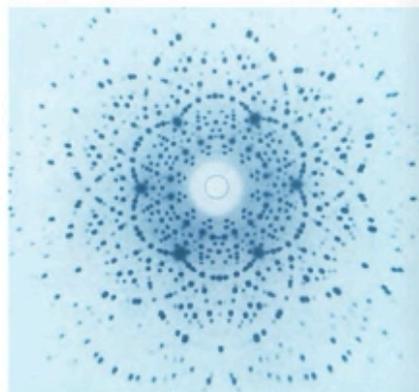
En 1848, l'observation méthodique des cristaux amène Auguste Bravais à faire l'hypothèse que la matière est organisée symétriquement à très petite échelle. En 1912, les rayons X (découverts en 1895 par Wilhelm Röntgen), permettent à Max Von Laue de valider cette hypothèse, grâce à l'étrange image ci-dessous.



Doc. 1 La structure cristalline cubique simple.

À gauche : disposition schématisée des atomes dans le motif cubique.

À droite : occupation réelle des atomes dans le motif cubique.



Doc. 2 Taches obtenues après projection d'un faisceau de rayons X sur un cristal de béryl.

Avec l'amélioration des techniques de microscopie, on parvient à observer précisément l'organisation des atomes, et notamment le fait qu'ils sont disposés selon des motifs très réguliers. Chaque métal a une organisation différente : motif plus ou moins grand, atome plus ou moins lourd, etc. Tout cela influe sur la masse volumique !

Le motif le plus simple est appelé « cubique simple ». C'est celui que l'on étudie ici.

La masse volumique du métal est égale au rapport de la masse m d'un cube motif par son volume $V = a^3$. Il faut donc connaître le nombre d'atomes entiers d'un motif.

Doc. 3 Lien entre la structure cristalline et la masse volumique.

Questions

1. Doc. 1 Combien de huitièmes d'atome contient le motif cubique ? À quel nombre entier d'atome(s) cela correspond-il ?
2. Quel est le volume du cube ?
3. Quelle est l'expression de la masse volumique en fonction de m et a ? La masse volumique dépend-elle de l'organisation microscopique du solide ?
4. Peux-tu imaginer d'autres manières de répartir les atomes dans le cube ?

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Un téléphone portable à 15€ ?

Tous les constructeurs de téléphones portables ont le même objectif : construire un téléphone performant, léger et le moins cher possible. Pour y parvenir, le choix des matériaux est crucial !

Matériau	Prix (en € par kg)	Masse volumique	Conducteur	Dureté
Fer	0,1	7,9 g/cm ³	Moyen	4
Aluminium	2	2,7 g/cm ³	Bon	1,5
Or	30 000	19 g/cm ³	Très Bon	2,5
Verre	300	4 g/cm ³	Non	X

Doc. 1 Caractéristiques techniques de certains matériaux.

	Circuit	Coque	Écran
Conducteur	Très bon	Éventuellement	Non
Résistant	Non	Très	Oui
Volume nécessaire	10 mm ³	30 cm ³	8 cm ³

Doc. 2 Contraintes imposées par le constructeur pour les différentes parties du téléphone.

Questions

1. On veut fabriquer un téléphone performant pesant moins de 390 g. Quels matériaux choisir pour chacun des composants ?
2. Quel est alors le prix du téléphone ? Pourquoi ce prix est-il beaucoup plus faible que le prix de vente final ?



Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Quels sont les métaux utilisés dans nos petites pièces de monnaie ?

Pièces (centimes)	1 centime	2 centimes	5 centimes
Métaux présents	Fer, Cuivre	Fer, Cuivre	Fer, Cuivre

Métal	Fer	Cuivre
Masse volumique du métal pur, à 20°C	7,87 g/mL	8,96 g/mL

Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 96.
- Observe si ces pièces sont attirées par l'aimant.
- Les 22 pièces de 2 centimes ont un volume total d'environ 10 mL. Pèse-les.

Des questions à se poser :

1. Quel est le métal à la surface des pièces de 5 centimes d'euros ?
2. Ces pièces contiennent-elles du fer ?
3. Que vaut la masse volumique des pièces de 2 centimes d'euros en g/mL ?
4. Ces pièces ne contiennent-elles que du fer et du cuivre ?

Explication scientifique

Le métal rouge à la surface des pièces est le cuivre. Ces pièces sont attirées par l'aimant, preuve qu'elles contiennent du fer. Cependant, leur masse volumique est de 65 g pour 10 mL soit 6,5 g/mL : c'est plus faible que les masses volumiques du cuivre et du fer. Un troisième composant les rend moins denses : le carbone. Ces pièces de 2 centimes sont en acier (alliage fer-carbone) recouvertes de cuivre.