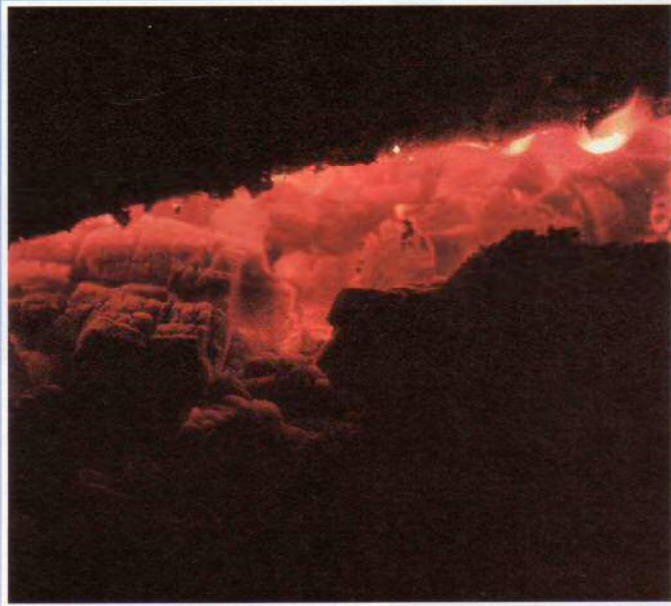


La matière dans tous ses états



Chapitre 2. Les états de la matière et la détermination des volumes

Solides, liquides et gaz sont les trois états de la matière, telle qu'on la rencontre dans notre environnement. Transvaser un liquide d'un récipient dans un autre, le chauffer... des gestes quotidiens qui exigent certaines précautions, en particulier au laboratoire.

Des compléments d'information figurent sous «Notion de température» dans le chapitre «Energie».

1 Distinction entre solides et liquides

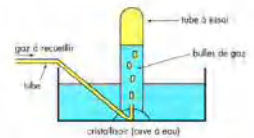
Un solide a une forme propre.
Un liquide prend la forme du récipient qui le contient.
La surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale.



On distingue l'eau (liquide), les rochers (solides). Bien qu'invisible, l'air (gaz) est également présent!

2 Gaz

La plupart des gaz sont incolores, d'où invisibles. Un récipient «vide» renferme en général de l'air.
Pour recueillir ou transvaser un gaz, on place le récipient à remplir dans une cuve à eau sur le trajet des bulles de gaz, le récipient étant plein d'eau au départ.



Remplissage d'une éprouvette à gaz par déplacement d'eau. Cette méthode ne s'applique qu'aux gaz non solubles dans l'eau.

3 Corps

On appelle corps tout objet matériel, qu'il soit à l'état solide, liquide ou gazeux.

4 Les fluides

Les solides en poudre, appelés solides divisés, peuvent être transvasés d'un récipient dans un autre. Ils s'écoulent apparemment comme les liquides, mais leur surface libre n'est ni plane ni horizontale. Chaque grain garde sa forme propre.

Une substance est dite **fluide** si elle peut s'écouler facilement: c'est le cas des liquides, des gaz, des solides divisés.



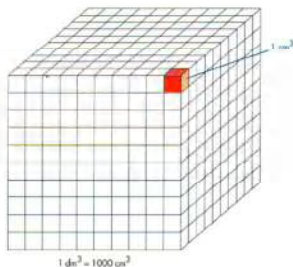
Distinction entre un solide divisé et un liquide.

5 Le volume

Le volume mesure la place que prend un corps dans l'espace; cette grandeur n'est pas seulement réservée au laboratoire; elle est aussi utilisée dans la vie quotidienne lorsqu'il s'agit de doser correctement un médicament, de réussir une recette de cuisine, de mesurer la contenance d'une citerne.

6 Unités de volume

L'unité légale de volume est le **mètre cube [m³]**. Les sous-multiples usuels du mètre cube sont le décimètre cube [dm³] et le centimètre cube [cm³].



7 Mesure du volume d'un liquide

Le volume d'un liquide se mesure en utilisant un récipient de **contenance** connue ou un **récipient gradué**.

L'unité de contenance est le litre [l]:

1 l correspond à un volume de 1 dm³.

Unité de volume contenu	Unité de capacité (ou contenance)	
m³ : mètres cube	kl : kilolitre	1 m³ = 1 000 dm³
	hl : hectolitre	
	dal : décalitre	
dm³ : décimètre cube	l : litre	1 dm³ = 1 000 cm³
	dl : décilitre	
	cl : centilitre	
cm³ : centimètre cube	ml : millilitre	

Tableau de correspondances entre les unités de volume et celles de contenance.

8 Détermination du volume d'un solide

Le volume d'un solide de forme géométrique simple se calcule à partir de la mesure de ses dimensions.

Le volume d'un solide quelconque se mesure par déplacement d'un liquide dans un récipient gradué.

9 Propriétés du volume d'un solide ou d'un liquide

Les liquides et la plupart des solides sont incompressibles. Lorsqu'un liquide ou un solide change de forme, son volume ne varie pas.



10 Volume et encombrement

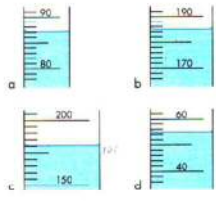
Dans le cas d'un solide divisé (du sable par exemple), il reste de l'air entre les grains. Il convient alors de distinguer le volume réel occupé par le sable et le volume apparent, encore appelé encombrement.



La pâte à modeler occupe le même volume après déformation.

E
XERCICES

- Certaines substances peuvent se trouver à l'état de morceaux, de grains, de poudre; c'est le cas du sucre.
Chercher d'autres exemples.
- Classer les substances suivantes en solides, liquides ou gaz et indiquer quels sont les fluides: sable, huile, sciure de bois, grains de plomb de chasse, neige, oxygène, butane, vin, craie.
- Que signifie l'expression «faire le vide» dans le langage courant? Dans le langage scientifique?
- Les affirmations suivantes sont-elles vraies?
— Tous les gaz sont invisibles.
— Tous les liquides s'écoulent.
— Tous les produits inutilisés au laboratoire peuvent être jetés.
— Certains solides sont des fluides.
— Les produits utilisés à la maison ou au jardin ne sont jamais dangereux.
- Rappeler la relation qui exprime le volume d'un cylindre. Faire un schéma en indiquant par des lettres les grandeurs qui interviennent.
- Vrai ou faux?
— Une bouteille d'un litre peut contenir 150 cm³ d'eau.
— Une bouteille de contenance 33 cl peut contenir 150 cm³ d'eau.
- Observer à la loupe du sucre cristallisé, du sucre glace, du sel, de la farine.
Rappeler la différence entre solide divisé et liquide.
- Lors d'une creaison, savez-vous comment on décèle le trou dans la paroi d'une chambre à air ou d'un ballon?

- La classification «solide, liquide, gaz», comme toute classification est imparfaite. En effet, il existe des solides pâteux et des liquides visqueux.
Chercher la signification de ces termes et donner quelques exemples.
- Pour chaque éprouvette, indiquer la valeur du volume de liquide.

- On dispose de vingt billes identiques. Quelles sont les méthodes possibles pour déterminer le volume d'une bille?
Faire le schéma des expériences.
- Trouver une méthode permettant de mesurer le volume d'un solide quelconque n'entrant pas dans l'éprouvette graduée. Par exemple une pierre. Faire un croquis.
- Quels sont les problèmes qui se posent pour mesurer le volume d'un échantillon de sucre ou de sel, de liège ou de polystyrène en utilisant la méthode «par déplacement de liquide»?
Comment les résoudre?
- Obturer une seringue remplie d'eau et essayer de comprimer. Recommencer avec la seringue remplie d'air. Quelle différence importante y a-t-il entre l'eau et l'air?
Cette différence existe entre tous les liquides et tous les gaz. Pouvez-vous expliquer cette réponse faite à un automobiliste qui se plaint du mauvais fonctionnement des freins de son véhicule: «il faut purger le circuit de freinage»?

ÉTUDE DE DOCUMENTS

15 La matière de l'Antiquité à nos jours...

Dans l'Antiquité

Les Grecs furent les premiers à élaborer des théories sur la matière. C'est à eux qu'on doit le mot **atome** qui signifie «qu'on ne peut couper».

Vers le milieu du V^e siècle avant J.-C., le philosophe **Leucippe** puis son disciple **Démocrite** affirmèrent que la matière était faite de très petites particules insécables: les atomes. Cette hypothèse ne pouvait alors être vérifiée. Aucun résultat scientifique ne la confirmant, c'est la théorie selon laquelle la matière était faite à partir de quatre éléments: le feu, l'air, l'eau et la terre, soutenue par un autre philosophe grec, **Aristote** (384-322 avant J.-C.), qui prévalut jusqu'au XVIII^e siècle. Elle constitua d'ailleurs la base de l'alchimie.



Le laboratoire d'un alchimiste.

À l'époque moderne

Il fallut attendre la fin du XVIII^e et le XVIII^e siècle et les travaux de l'Irlandais **Boyle** et du Français **Lavoisier** pour revenir à des idées plus justes. Ils affirmèrent que la matière était faite à partir d'un certain nombre de «pierres» de base qu'ils commencèrent à décrire et à reconnaître.

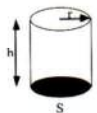
En 1808, l'Anglais **John Dalton** émet la théorie que ces «pierres» de base sont des **atomes** insécables. Il admet qu'un corps simple est formé d'atomes identiques et qu'à chaque corps simple correspond un type d'atome particulier. De plus, il suggère que les atomes peuvent se réunir et donne à ces réunions le nom de **molécules**.

Le début du XX^e siècle voit triompher la théorie particulière de la matière. De nombreuses preuves expérimentales ne permettent plus d'en douter. Les noms de **Jean Perrin**, **Niels Bohr**, **Ernest Rutherford**, et de bien d'autres sont attachés au perfectionnement du modèle de l'atome.



John Dalton, l'un des pionniers de la chimie.

Corrigé des exercices

- La matière dans tous ses états** **Exercice 1**
Le sable, le sel, ...
- La matière dans tous ses états** **Exercice 2**
Solides : sable, sciure de bois, grains de plomb de chasse, neige, craie.
Liquides : huile, vin.
Gaz : oxygène, butane.
Fluides : tous les liquides et les gaz ainsi que le sable, la sciure et les grains de plomb de chasse.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 3**
Dans le langage scientifique, faire le vide signifie «enlever la matière».
- La matière dans tous ses états** **Exercice 4**
• Certains gaz sont visibles (iode, brome).
• Tous les liquides s'écoulent.
• Les produits dangereux ne doivent pas être jetés.
• Les solides divisés sont des fluides.
• Certains produits utilisés à la maison ou au jardin sont dangereux (médicaments, décapant, essence, désherbants,...).
- La matière dans tous ses états** **Exercice 5**

$$V = S \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h$$
- La matière dans tous ses états** **Exercice 6**
• Une bouteille d'un litre peut contenir 150 cm³ (0,15 litre) d'eau.
• Une bouteille de 33 cl (0,33 litre) peut contenir 150 cm³ (0,15 litre) d'eau.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 7**
Il n'y a pas de corrigé pour cet exercice.

- La matière dans tous ses états** **Exercice 8**
En immergeant la chambre à air ou le ballon dans l'eau on peut voir d'où s'échappent les bulles d'air.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 9**
Exemple de solide pâteux : la pâte à modeler, le verre, la cire, ...
Exemple de liquide visqueux : la glycérine, la mélasse, le sirop, ...
- La matière dans tous ses états** **Exercice 10**
Sans indication sur l'appareil, on considère que l'incertitude est donnée par la valeur d'une graduation :
a) (87 ± 1) ml b) (185 ± 2) ml c) (180 ± 5) ml d) (55 ± 2) ml
- La matière dans tous ses états** **Exercice 11**
Une méthode qui donne de bons résultats consiste à immerger totalement les billes dans l'eau d'une éprouvette et de relever la variation de volume.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 12**
On immerge la pierre dans un récipient suffisamment grand préalablement rempli d'eau à ras bord. On recueille l'eau qui déborde dans une éprouvette graduée; le volume de l'eau recueillie est égal au volume de la pierre.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 13**
Le sucre et le sel se dissolvent; le liège et le polystyrène flottent.
Solutions possibles : calculer le volume à partir de la masse et de la masse volumique. Pour le sucre et le sel on peut utiliser un liquide comme la benzine qui ne les dissout pas. Pour le liège et le polystyrène on peut utiliser un solide divisé comme le sable.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 14**
• L'air est compressible mais pas l'eau.
• L'action de l'automobiliste sur la pédale de frein est transmise aux freins par l'huile du circuit de freinage. S'il y a de l'air dans le circuit il se comprime. C'est comme si on remplaçait les câbles de frein d'un vélo par des élastiques. Purger le circuit de freinage consiste à chasser l'air du circuit.
- La matière dans tous ses états** **Exercice 15**
Il n'y a pas de corrigé pour cet exercice.

Chapitre 3. Masse, masse volumique et densité

La masse d'un objet est la grandeur qui caractérise sa quantité de matière. On précisera plus tard la différence qu'il y a entre force de pesanteur et masse. Disons simplement ici que la force de pesanteur d'un corps varie avec le lieu où il se trouve (Terre, Lune, ...) alors que sa masse reste constante.

1 La masse

La masse est une grandeur qui caractérise la quantité de matière. Au laboratoire, elle se mesure avec une balance, par comparaison avec des corps de masse connue.

2 Unité

L'unité légale est le kilogramme [kg]; cette unité est définie par la masse du «kilogramme-étalon» qui est déposé au Bureau international des Poids et Mesures. On utilise aussi couramment deux unités, le gramme (1 g = 0,001 kg) et la tonne (1 t = 1000 kg).

3 Mesure d'une masse

On réalise une simple pesée en équilibrant la balance chargée, à l'aide de masses marquées.

S'il s'agit d'un fluide (liquide ou solide en poudre), il faut tenir compte de la masse du récipient :

$$\text{masse du fluide contenu (ou masse nette)} = \text{masse totale} - \text{masse du récipient (tare)}$$

On n'utilise certes pas la même balance pour peser un bijou en or, des légumes ou du sable, mais le même principe peut permettre de peser un objet d'un milligramme ou d'une tonne.



A l'équilibre, les masses X et M sont égales.



Un étalon de mesure.

5 Masse volumique

Exemple

Dire que la masse volumique d'un acier vaut $8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ signifie qu'un échantillon de cet acier de volume 1 cm^3 a une masse de 8 g.

Un volume $V = 100 \text{ cm}^3$ de cet acier aura donc une masse 100 fois plus grande, soit $m = 800 \text{ g}$, valeur contrôlable avec une balance. La masse volumique est une caractéristique de la matière.

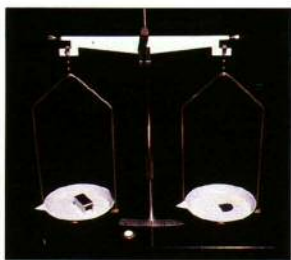
Détermination de la masse volumique

Déterminons la masse de 250 cm^3 ($250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$) d'une substance homogène telle que l'alcool à brûler, par exemple. On obtient 200 g (0,2 kg).

$$1 \text{ m}^3 \text{ d'alcool à brûler a une masse de } \frac{0,2}{250 \cdot 10^{-6}} = 800 \text{ kg.}$$

La masse volumique de l'alcool à brûler vaut $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

La masse volumique d'un corps, notée ρ (rhô) se calcule à partir de sa masse m et de son volume V par la relation $\rho = \frac{m}{V}$.



Balance à plateaux équilibrée par un petit volume de plomb dans un plateau et un gros volume d'aluminium dans l'autre.

6 Unités

Si m est en [kg] et V en [m^3], alors ρ est en [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$] ou [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$] (unité légale).

(Si m est en [g] et V en [cm^3], alors ρ est en [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$] ou [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$] (unité pratique)).

Exemple

Un bloc d'aluminium a une masse $m = 16,2 \text{ kg}$ et un volume $V = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$; calculons sa masse volumique:

$$\rho = \frac{16,2}{6 \cdot 10^{-3}} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Remarque

On peut dire aussi que pour une substance donnée, homogène, la masse volumique est le coefficient de proportionnalité entre la masse et le volume.

Balances à fléau

Un principe très ancien a permis pendant des siècles de réaliser des balances très précises: l'équilibre d'un fléau à bras égaux ou inégaux.

Balances à ressort

Dans la vie quotidienne, la rapidité d'utilisation l'emporte sur la précision et les balances à ressort (balance automatique de ménage, pèse-personne) sont souvent utilisées.

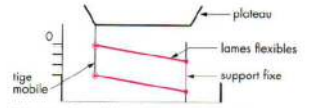
Balances électroniques

Un circuit électronique permet d'afficher la masse, le prix d'une marchandise, de tenir compte automatiquement de la tare, d'écrire une étiquette... et même de connaître la masse de chaque wagon d'un train qui passe sans s'arrêter sur un pont bascule électronique.

La miniaturisation et la grande diffusion des circuits électroniques ont permis l'introduction de balances électroniques même dans les ménages.



Le rébrachet est encore utilisé par les pharmaciens et les joailliers.



Mécanisme d'une balance de ménage automatique.



Balance de ménage électronique.

4 Masse et mouvement

Il est plus difficile de pousser un adulte qu'un enfant sur une balançoire. De même, un train est plus difficile à stopper qu'une voiture. La masse rend ainsi compte de l'inertie des corps, c'est-à-dire de la difficulté à modifier leur mouvement.

Des corps de même volume mais faits de substances différentes n'ont pas la même masse. On dit souvent, par abus de langage qu'une substance est plus «lourde» qu'une autre. Pour mettre en évidence cette différence, on définit la masse volumique.

E XERCICES

1 Vrai ou faux ?

- La balance est l'appareil qui sert à mesurer des masses.
- Une balance a toujours deux plateaux.
- Une tonne est égale à 100 kilogrammes.
- La masse volumique d'une substance est caractéristique de cette substance.
- La tare est la masse du récipient vide.
- Quand une balance à plateaux est équilibrée, les deux plateaux portent des objets de masses égales.

2 Rechercher l'ordre de grandeur de la masse d'une mouche, d'une balle de ping-pong, d'une balle de tennis, d'une boule de pétanque, d'un poulet, d'un cochon, d'un bœuf, d'un éléphant, d'une automobile.

3 Pourquoi ne doit-on pas dire «kilo» tout court à propos de la mesure d'une masse ?

4 500 g de grains de café sont moulus très fin. La masse du café moulu est-elle plus petite, plus grande ou égale à celle des grains ?

5 On laisse fondre un kilogramme de neige dans un seau. Obtient-on un kilogramme d'eau ?

6 Un flacon bouché contenant un peu d'eau est déposé sur l'un des plateaux d'une balance. L'eau s'évapore totalement dans le flacon. La balance reste-t-elle équilibrée ?

7 On mélange de l'eau et de l'alcool éthylique à la même température.

a) Réaliser l'expérience et remplir le tableau:

	masse	volume	température
eau			
alcool			
mélange			

b) Donner une propriété de la masse que n'ont ni la température, ni le volume.

8 Un cosmonaute de 80 kg flotte en état d'apesanteur relative dans une station orbitale. Sa masse est-elle nulle dans ces conditions ?

9 L'air que nous respirons a-t-il une masse ?

10 Deux automobiles du même modèle sont arrêtées en parallèle à un feu rouge. Dans la première, quatre personnes accompagnent le conducteur alors que dans la seconde, il est seul. Ce dernier est persuadé que son démarrage sera le plus rapide.

A-t-il raison ?

11 Vrai ou faux ?

- Tous les solides ont une densité supérieure à 1.
- Il est impossible de faire flotter un cube d'acier plein sur un liquide.
- Un densimètre mesure la masse volumique d'un liquide.
- Un solide ne peut flotter sur un liquide que s'il est creux.

12 Masse volumique du mercure

Du mercure est vendu dans un flacon aux parois très épaisses, de contenance 75 ml.

- a) Quelle masse de mercure peut-il contenir ?
- b) Serait-il raisonnable de remplir une bouteille en verre de contenance un litre avec du mercure ? Pourquoi ?

13 Corps flottant

Il est beaucoup plus facile de faire la planche dans l'eau de mer (et surtout dans la mer Morte !) que dans l'eau douce. Pourquoi ?



Piscine d'eau de mer.



14 Pour lester un voilier de plaisance, on utilise de la fonte, du plomb, voire même de l'uranium pour des voiliers de compétition, mais jamais de l'aluminium.
Comment expliquer cela ?

15 La masse volumique de l'air dépend-elle de l'altitude ?

16 On mesure 100 ml d'alcool dans un cylindre gradué. On verse cet alcool dans un ballon de verre.
a) Le volume de l'alcool a-t-il changé ?
b) La masse volumique de l'alcool a-t-elle changé ?

17 Le volume d'un objet métallique augmente légèrement quand sa température augmente. Que peut-on dire de sa masse volumique ?
Augmente-t-elle, diminue-t-elle ou reste-t-elle inchangée ?

18 Un cube d'acier dont l'arête mesure 10 cm a une masse de 7,7 kg. On partage ce cube en deux parties égales.
Quelle est la masse volumique de chaque partie ?

19 2,4 m³ d'air de masse volumique égale à 1,3 kg·m⁻³ sont comprimés dans une bouteille de 8 litres de capacité.
Quelle est la masse volumique de l'air comprimé contenu dans cette bouteille ?

20 Quelle est la masse volumique moyenne de la Terre assimilée à une sphère ?
Masse de la Terre : 5,98·10²⁴ kg
Rayon de la Terre : 6,38·10⁶ m

21 Quel serait le diamètre d'une boule d'or ayant la même masse que vous ?

22 Un cube d'aluminium de 30 mm d'arête a une masse de 40 g.
Ce cube est-il creux ?

23 Choisir la bonne réponse
Lorsqu'on chauffe de 20°C à 200°C un objet de fer, sa masse volumique :
a) diminue car son volume augmente
b) augmente car son volume augmente
c) diminue car sa masse diminue
d) augmente car sa masse augmente
e) demeure constante car sa masse ne change pas.

Corrigé des exercices

Masse, masse volumique et densité Exercice 1

- La balance est effectivement l'appareil qui sert à mesurer les masses.
- Une balance électronique de ménage n'a qu'un plateau.
- Par définition 1 tonne = 1 000 kg.
- La masse volumique d'une substance est caractéristique de cette substance.
- La tare est la masse du récipient vide.
- Quand une balance à plateaux est équilibrée, les deux plateaux portent effectivement des objets de même masse.

Masse, masse volumique et densité Exercice 2

Il n'y a pas de corrigé pour cet exercice

Masse, masse volumique et densité Exercice 3

«Kilo» est un préfixe qui signifie «mille»; il peut être employé avec n'importe quelle unité (kilomètre, kilolitre, ...).

Il est nécessaire de préciser «kilogramme».

Masse, masse volumique et densité Exercice 4

La masse de café ne change pas.

Masse, masse volumique et densité Exercice 5

La masse de neige est égale à la masse d'eau.

Masse, masse volumique et densité Exercice 6

La balance reste équilibrée car le flacon est bouché. La vapeur d'eau est encore dans la bouteille.

Masse, masse volumique et densité Exercice 7

- a) La masse du mélange est égale à la somme des masses de départ.
Le volume du mélange est plus petit que la somme des volumes de départ.
La température du mélange est plus élevée que la température de départ de l'eau et de l'alcool.
- b) La masse est conservée, mais pas le volume ni la température.

Masse, masse volumique et densité Exercice 8

Sa masse vaut 80 kg même en état d'apesanteur.

Masse, masse volumique et densité Exercice 9

Comme toute matière, l'air que nous respirons a une masse (environ 1,3 g par litre).

Masse, masse volumique et densité Exercice 10

Il a raison, la voiture dont la masse est la plus petite aura dans tous les cas un démarrage plus rapide.

Masse, masse volumique et densité Exercice 11

- Plusieurs solides ont une densité plus petite que 1 : bois, liège, polystyrène expansé (sagex), ...
- Un cube d'acier peut flotter sur du mercure car la masse volumique du mercure est plus grande que celle de l'acier.
- Un densimètre mesure la densité d'un liquide. La densité est un rapport sans unité; elle compare la masse volumique d'un liquide ou d'un solide à celle de l'eau et la masse volumique d'un gaz à celle de l'air.

Exemples:

Une pierre de densité 2,7 a une masse volumique 2,7 fois plus grande que celle de l'eau, soit 2700 kg·m⁻³.

Un gaz de densité 1,5 a une masse volumique 1,5 fois plus grande que celle de l'air, soit 1,95 kg·m⁻³.

- Presque tous les solides pleins flottent sur le mercure; le bois plein flotte sur l'eau.

Masse, masse volumique et densité Exercice 12

$$a) \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,02 \text{ kg}$$

Ce flacon peut contenir environ 1 kilogramme de mercure.

- b) Ce serait possible à condition que ses parois soient très épaisses car il pourrait contenir 13,6 kg de mercure; cela augmente considérablement les risques de casser le récipient.

Masse, masse volumique et densité Exercice 13

La densité de l'eau de mer est environ 3% plus élevée que celle de l'eau douce. Les corps flottent mieux dans l'eau de mer pour cette raison. Le corps humain a une densité très proche de 1, cela se traduit chez la plupart des individus par le phénomène suivant: dans l'eau douce, ils flottent poumons pleins et coulent lorsqu'ils les vident. Dans l'eau de mer, le corps humain flotte même avec les poumons vides.

Masse, masse volumique et densité Exercice 14

Un bon lest de voilier doit être lourd mais peu encombrant. La matière qui le constitue doit avoir une grande masse volumique pour un prix abordable. La masse volumique de l'aluminium est trop faible pour faire un bon lest. L'uranium est assez cher mais sa masse volumique est proche de celle de l'or (environ 19 000 kg·m⁻³) et quand on veut gagner des courses ...

Masse, masse volumique et densité Exercice 15

La masse volumique des gaz ne dépend pas seulement de la masse des molécules dont ils sont constitués mais également de la pression et de la température (*serrage* et *agitation* des molécules). En altitude, la pression diminue, les molécules sont moins serrées; il y en a moins par unité de volume. La masse volumique de l'air diminue avec l'altitude.

Masse, masse volumique et densité Exercice 16

- a) Le volume d'alcool n'a pas changé si on néglige les quelques gouttes qui mouillent encore le cylindre gradué.
- b) La masse volumique de l'alcool n'a pas changé si sa température n'a pas changé.

Il faut noter que l'alcool (éthanol) est très hygroscopique (il a tendance à absorber l'humidité de l'air); sa masse volumique augmente avec le temps. Avant d'utiliser de l'alcool pour faire des mesures où intervient la masse volumique, il est prudent de vérifier sa densité avec un densimètre.

Masse, masse volumique et densité Exercice 17

La masse est une grandeur qui se conserve (qui ne varie pas).

Si le volume augmente et que la masse ne varie pas, la masse volumique diminue.

Masse, masse volumique et densité Exercice 18

La masse volumique de chaque partie n'a pas changé; elle dépend de la nature de la matière considérée, pas de son volume. Par exemple, la masse volumique de l'eau est la même dans un verre ou dans un lac.

Masse, masse volumique et densité Exercice 19

Masse de l'air pompé dans la bouteille: $m = \rho \cdot V = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 2,4 \text{ m}^3 = 3,12 \text{ kg}$

$$\text{Masse volumique de l'air pompé dans la bouteille: } \rho = \frac{m_{\text{air}}}{V_{\text{bouteille}}} = \frac{3,12 \text{ kg}}{8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 390 \text{ kg/m}^3$$

La masse volumique de l'air comprimé dans la bouteille est 300 fois plus grande que celle de l'air non comprimé.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 20**

$$\rho_{\text{Terre}} = \frac{m_{\text{Terre}}}{V_{\text{Terre}}} = \frac{m_{\text{Terre}}}{\frac{4}{3}\pi \cdot (R_{\text{Terre}})^3} = \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{\frac{4}{3}\pi \cdot (6,38 \cdot 10^6 \text{ m})^3} = 5\,500 \text{ kg/m}^3$$

Les roches ont une masse volumique généralement inférieure à $3000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. On pense que le centre de la Terre est constitué de fer et de nickel, ce qui expliquerait sa masse volumique moyenne élevée.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 21**

Calculons le diamètre d'une boule d'or de 60 kg:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi \cdot R^3} \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{m}{\frac{4}{3}\pi \cdot \rho}} = \sqrt[3]{\frac{60 \text{ kg}}{\frac{4}{3}\pi \cdot 19\,300 \text{ kg/m}^3}} = 91,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Le rayon de cette boule vaut environ 91 mm, son diamètre vaudra environ 18,2 cm.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 22**

$$\rho_{\text{cube}} = \frac{m_{\text{cube}}}{V_{\text{cube}}} = \frac{m_{\text{cube}}}{(\text{arête}_{\text{cube}})^3} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{(30 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3} = 1\,480 \text{ kg/m}^3$$

La masse volumique de l'aluminium vaut $2\,700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; le cube doit être creux ou contenir une autre substance de masse volumique inférieure.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 23**

La masse d'un objet ne change pas quand on élève sa température mais son volume augmente par dilatation. Sa masse volumique va diminuer à cause de cette augmentation de volume.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 24**

Pour toutes les substances solides ou liquides, la valeur numérique de la densité est égale au millièmes de la valeur numérique de la masse volumique.

Pour le vin par exemple: $d_{\text{vin}} = \frac{\rho_{\text{vin}}}{\rho_{\text{eau}}} = \frac{920 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,92$

Pour les gaz, il faut faire le calcul en divisant par la masse volumique de l'air.

Hydrogène gazeux: $d_{\text{hydrogène}} = \frac{\rho_{\text{hydrogène}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{0,089 \text{ kg/m}^3}{1,3 \text{ kg/m}^3} = 0,068$

Hélium (He): $d_{\text{hélium}} = 0,136$

Méthane (CH₄): $d_{\text{méthane}} = 0,552$

Di oxyde de carbone ou gaz carbonique (CO₂): $d_{\text{gaz carbonique}} = 1,523$

Butane (C₄H₁₀): $d_{\text{butane}} = 2,077$

Masse, masse volumique et densité**Exercice 25**

a) Les montgolfières ou ballon à air chaud sont remplis d'air qu'on chauffe avec des brûleurs à gaz pour abaisser la masse volumique de l'air.

Les ballons de foire sont gonflés à l'hélium (gaz inerte) pour des raisons de sécurité.

b) Les dirigeables Zeppelin étaient gonflés à l'hydrogène (gaz très inflammable). Après l'accident du Hindenburg qui a brûlé en quelques minutes à New-York après une traversée de l'Atlantique, ce moyen de transport a été abandonné pour des raisons de sécurité.

Masse, masse volumique et densité**Exercice 26**

Première partie: il n'y a pas de corrigé pour cet exercice.

Deuxième partie:

a) La bille verte doit avoir une densité inférieure à $1\,200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; elle pourrait valoir $1\,100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

La bille rouge doit avoir une densité proche de $1\,250 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

La bille violette doit avoir une densité supérieure à $1\,275 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; elle pourrait valoir $1\,300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

b) Une batterie chargée a une forte concentration d'acide sulfurique dissous. Cette concentration baisse lorsque la batterie se décharge.