

5. La masse volumique

5.1. Mise en contexte

- **Situation-problème :**

Afin de mettre de l'ordre dans un abri de jardin, Thierry et Jacques doivent déplacer des panneaux. Ceux-ci ont tous les mêmes dimensions. Ils transportent le premier avec facilité, puis éprouvent davantage de difficultés pour porter le second. Le déplacement des deux derniers panneaux se fait ensuite aussi aisément que le premier.

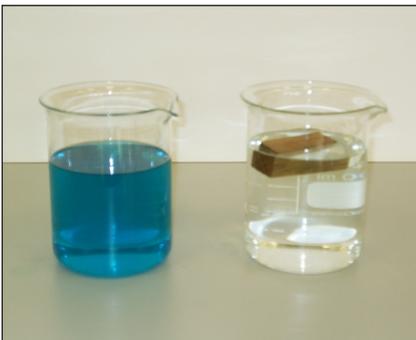
Émets des hypothèses pour expliquer les difficultés rencontrées pour le transport du second panneau.

- **Qui est plus lourd ?**

Tu entends parfois dire des phrases comme «Le fer est plus lourd que le styropor». Par contre sur les images à côté, le bloc en styropor semble plus lourd que celui en fer. D'où vient cette apparente contradiction ?

- **Flotte ou coule ?**

Un morceau de bois flotte sur l'eau et coule dans l'alcool à brûler (en bleu). Comment peux-tu expliquer cette observation surprenante ?



5.2. La masse

Quelle information sur les pommes t'intéresse si tu achètes 2 kg de pommes ?

Définition :

La **masse** d'un corps^R est une mesure de la quantité de matière que ce corps renferme.

La masse est une grandeur physique (regarde l'annexe 4).

Symbole : m

Unité S.I. : le kilogramme (kg)^H

Conversions d'unités :

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mg} = 1000 \text{ }\mu\text{g}$$

Instruments de mesure :

- Balance à deux plateaux (Fig. 2)
- Balance à un plateau^R (électronique ou analogique) (Fig. 3)

Pour mesurer la masse d'un objet il faut comparer la masse de cet objet à celle d'un kilogramme. Avec la balance à deux plateaux cette comparaison est faite avec des masses marquées (voir Fig. 4) qui sont des sous-multiples (ou multiples) du kilogramme.

Suivant l'objet à peser, des balances de différents domaines de mesure et de différentes précisions sont utilisées.

Exemple : Le pèse-personne a un domaine de mesure d'environ 120 kg et une précision de 100 g.

Remarque : corps

En physique le mot corps désigne un objet quelconque, alors qu'en chimie il désigne la substance, le matériau qui forme l'objet.

Historique : kilogramme-étalon

En 1791 l'Assemblée nationale française avait choisi comme unité de masse celle de 1 dm³ d'eau. Aujourd'hui l'unité internationale de masse, le kilogramme, est définie comme étant la masse d'un cylindre en platine iridié, appelé le kilogramme-étalon. Il est conservé au Bureau International des Poids et Mesures au Pavillon de Breteuil à Sèvres, près de Paris. Au Luxembourg, une copie se trouve au Service de Métrologie à Steinsel.



Fig 1 : Kilogramme-étalon



Fig 2 : Balance à deux plateaux



Fig 3 : Balance à un plateau



Fig. 4 : Masses marquées

Ordres de grandeurs de masses :

Corps	Masse
Cheveu	0,1 mg
Mouche	20 mg (= 0,020 g)
Noix	1 g
1 l d'air	1,3 g
1 l d'eau	1 kg
Homme adulte	75 kg
Éléphant	3 t
Baleine	100 t
Pyramide «Cheops» de Gizeh	6 250 000 t
La Terre	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg
Le Soleil	$1,989 \cdot 10^{30}$ kg

5.2.1. Exercices**EXERCICE 1 :***

Explique le procédé de mesure de la masse d'un corps avec la balance à deux plateaux.

EXERCICE 2 :*

Recherche d'autres types de balances et estime leur domaine de mesure et leur précision de mesure.

EXERCICE 3 ET EXPÉRIENCE :*

Estime la masse de quelques objets (p.ex. oeuf, pomme, pièce de monnaie, bonbon, stylo, etc.) et vérifie par une mesure.

EXERCICE 4 :*

Convertis les unités suivantes.

1,7 kg = ... g	35,6 mg = ... kg
0,007 t = ... kg	890,7 μ g = ... kg
45,7 dg = ... kg	23,1 cg = ... g

EXERCICE 5 :*

Un jeu de masses marquées contient les masses marquées suivantes : 500 g, 200 g, 100 g, 50 g, 20 g, 10 g, 5 g, 2 g et 1 g.

Indique pour les mesures suivantes quelles masses marquées il faut mettre sur l'un des plateaux de la balance à deux plateaux : une pomme de terre de masse 95 g ; une orange de masse 135 g ; une pamplemousse de 380 g.

5.3. Le volume

Définition :

Le **volume** d'un corps mesure l'espace occupé par ce corps.

Le volume est une grandeur physique.

Symbole : V

Unité S.I. : le mètre-cube (m^3)

Autre unité :

Pour les liquides on utilise souvent le litre (l) comme unité.

Conversion d'unité :

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 0,1 \text{ dm} \cdot 0,1 \text{ dm} \cdot 0,1 \text{ dm} \\ &= 0,001 \text{ dm}^3 \\ &= 0,001 \text{ l} \end{aligned}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$$

Instruments de mesure :

- Instrument de mesure de longueur pour des corps solides réguliers (voir annexe 5 pour le calcul de volumes de corps de forme régulière) ;
- Cylindre gradué pour les liquides (voir Fig. 2) ;
- Récipient à trop plein et cylindre gradué pour les solides de forme irrégulière (voir Fig. 3) ;

Ordres de grandeurs de volumes :

Corps	Volume
Seringue (contenance)	50 ml
Bouteille	1,5 dm ³
Homme adulte	70 dm ³
Salle de classe	~* 250 m ³
Pétrolier	~ 30000 m ³
Pyramide «Cheops» de Gizeh	~2 500 000 m ³

(* «~» signifie environ ou ordre de grandeur)

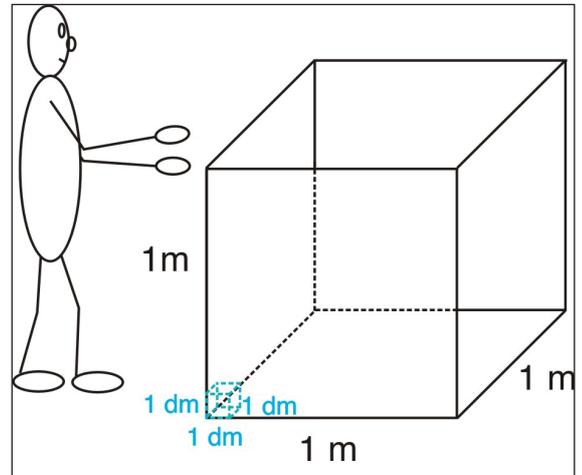


Fig. 1: Ordre de grandeur de 1 dm³ et de 1 m³

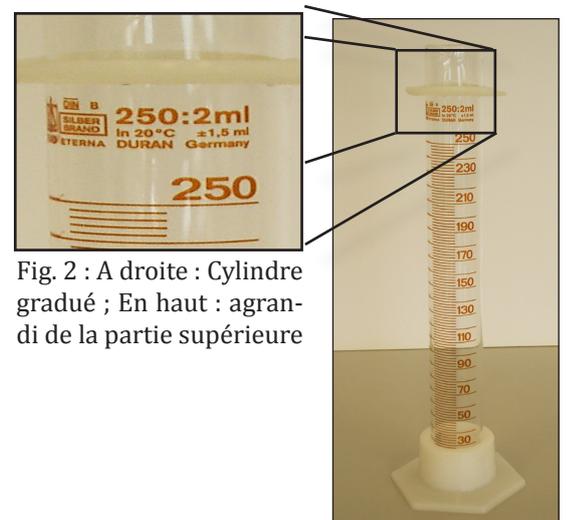


Fig. 2 : A droite : Cylindre gradué ; En haut : agrandi de la partie supérieure

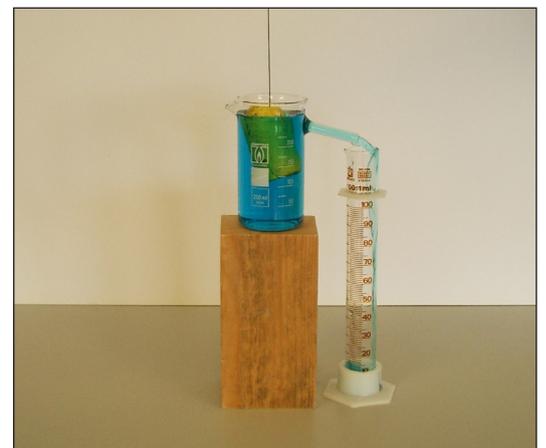
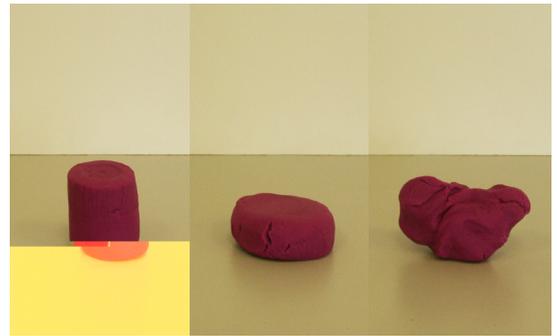


Fig 3 : Utilisation d'un récipient à trop plein

Volume et forme :

Le volume d'un objet n'est pas lié à la forme du corps. Des objets de différentes formes peuvent avoir le même volume.

Exemple : Avec un même morceau de pâte à modeler tu peux réaliser différentes formes (voir figure ci-contre), mais le volume reste inchangé.



5.3.1. Exercices

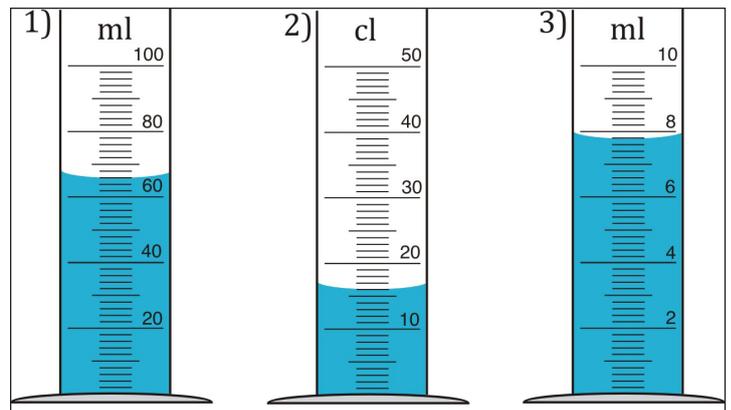
EXERCICE 1 :*

Explique le procédé de mesure du volume d'un corps de forme irrégulière à l'aide d'un récipient à trop plein, en utilisant la Fig. 3 de la page précédente.

EXERCICE 2 :*

Pour les cylindres gradués des figures ci-contre :

- a) Indique le volume de liquide contenu dans les cylindres gradués.
- b) Indique le domaine de mesure et la précision de mesure des cylindres gradués.



EXERCICE 3 :*

Convertis les unités suivantes.

$2,5 \text{ m}^3 = \dots \text{ l}$	$20 \text{ m}^3 = \dots \text{ hl}$
$15,2 \text{ cm}^3 = \dots \text{ l}$	$2 \text{ dl} = \dots \text{ ml}$
$1,25 \text{ cm}^3 = \dots \text{ m}^3$	$75 \text{ cl} = \dots \text{ cm}^3$
$5 \text{ ml} = \dots \text{ m}^3$	$0,0034 \text{ l} = \dots \text{ mm}^3$

EXERCICE 4 :**

Estime le volume des objets sur les figures ci-contre (cabine téléphonique, baignoire, camion). Précise tes réflexions.



EXERCICE 5 :**

En regardant l'agrandi de la partie supérieure du cylindre gradué (Fig. 2 de la page précédente) tu reconnais les indications «250:2 ml», «In 20 °C» et «± 1,5 ml». Essaie d'interpréter l'information fournie par ces indications et leur intérêt.

5.4. La masse volumique

5.4.1. Expériences de mise en évidence

La masse et le volume seuls peuvent-ils caractériser un corps ?



Expérience 1^M

- Deux objets formés de matériaux différents, mais de même volume sont placés l'un après l'autre sur une balance.
- On compare le volume de deux objets formés de matériaux différents qui ont la même masse.

Observation

- Les deux corps de même volume ont des masses différentes.
- Les deux corps de même masse ont des volumes différents.

Conclusion

La masse et le volume seuls ne permettent pas de caractériser un corps.



Expérience 2

Existe-t-il une relation entre la masse et le volume ? Formule une hypothèse !

Mesurons la masse et le volume pour des corps formés du même matériau^M.

Tableau de mesure

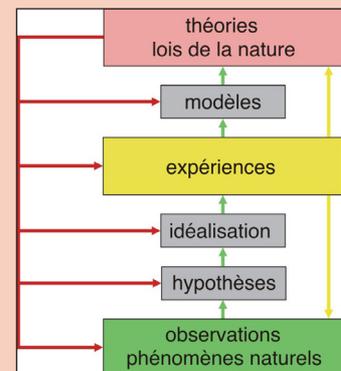
masse m (en g et en kg)	volume V (en cm ³ et en m ³)	

Méthode scientifique : expérience

Les sciences naturelles, comme le nom l'indique, sont des sciences qui étudient les phénomènes de la nature.

Pour cette étude les scientifiques font des expériences, qui sont des questions à la nature. Les résultats de ces expériences permettent ensuite d'obtenir des lois de la nature pour la décrire.

Le schéma ci-dessous décrit la méthode pour découvrir des lois de la nature.



Méthode scientifique : paramètres

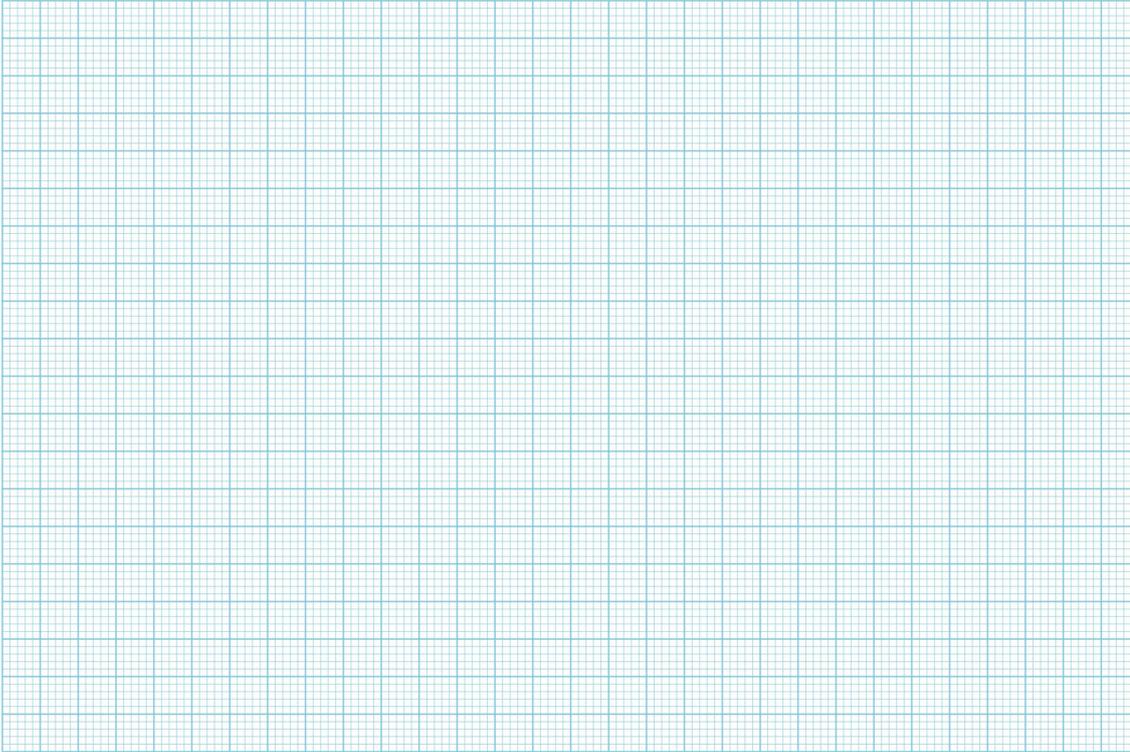
Si on veut déterminer la relation entre deux grandeurs, il faut garder constantes toutes les autres grandeurs.

Ici on veut déterminer la relation entre la masse m et le volume V . Il ne faut donc pas changer d'autres paramètres, comme par exemple la nature du matériau ou la température.

Représentation graphique

En sciences naturelles les mesures sont souvent représentées sous forme d'un graphique. Ceci donne un aperçu immédiat de la relation qui existe entre différentes grandeurs physiques.

Représentation graphique de la masse m en fonction du volume V :

**Nous remarquons**

- Si le volume du corps est doublé (triplé), alors la masse du corps est également à peu près^M doublée (triplée) ;
- Le rapport $\frac{m}{V}$ est constant : $\frac{m}{V} = \text{constant}$;
- La représentation graphique de la masse m en fonction du volume V est une droite passant par l'origine.

Ces trois observations sont équivalentes et mènent à la conclusion suivante :

Conclusion

Pour des corps formés du même matériau, la masse m et le volume V du corps sont (directement) proportionnels^R. Mathématiquement ceci se traduit par le fait que le rapport entre la masse m et le volume V est constant : $\frac{m}{V} = \text{constant}$. Cette constante de proportionnalité est notée ρ (lettre grecque « rhô ») et est appelée masse volumique.

Méthode scientifique : incertitude

Le volume n'est pas exactement doublé ou triplé à cause des erreurs (ou incertitudes) de mesures.

Toute mesure est affectée d'une incertitude de mesure.

Voici quelques sources d'erreurs / incertitudes de mesure possibles :

- Erreur de lecture sur les instruments de mesure ;
- Utilisation incorrecte des instruments de mesure ;
- Usure des instruments de mesure ;
- Influence de l'environnement (p.ex. variation de la température) ;
- Limites des instruments de mesure.

Remarque : proportionnalité

Pour un rappel sur la proportionnalité voir 3 à la page 224.

5.4.2. Définition de la masse volumique

Définition :

On appelle **masse volumique** d'un corps, notée ρ (lettre grecque « rhô »), le quotient de la masse m par le volume V du corps^{R1} :

Formule :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Grandeur physique	Symbole	Unité S.I.
Masse volumique	ρ	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Masse	m	kg
Volume	V	m^3

Unité S.I. :

Si $m = 1 \text{ kg}$ et $V = 1 \text{ m}^3$; alors $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. L'unité S.I. de base de la masse volumique est le *kilogramme par mètre-cube*: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Conversion d'unité :

On utilise aussi souvent le $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ou le $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ comme unité de masse volumique.

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = \frac{0,001 \text{ kg}}{0,000001 \text{ m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = \frac{0,001 \text{ kg}}{0,001 \text{ dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

Signification de la masse volumique :

La masse volumique ρ d'un matériau est égale à la masse m (en kg) de 1 m^3 de ce matériau^{R2}.

Exemple :

La masse volumique de l'eau vaut $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Ceci signifie que 1 m^3 d'eau a une masse de 1000 kg.

Pour un matériau la masse volumique est constante. La masse volumique est une propriété (une caractéristique) du matériau utilisé.

La masse volumique peut varier avec la température et la pression.

Regarde l'annexe 9 pour un tableau avec les valeurs de masses volumiques de différents matériaux.

Remarque 1 :

Si un corps est formé d'un mélange de différentes substances ou si le corps est formé de différents matériaux, on obtient la masse volumique moyenne des matériaux qui forme le corps en considérant la masse totale et le volume total du corps.



Fig. 1: Le cube sur la balance a une arête de 1 cm. Son volume est alors de 1 cm^3 .

La balance indique une masse de 8,04 g. Ainsi la masse volumique du corps est de $8,04 \text{ g/cm}^3$.

Remarque 2 :

Alternativement : si la masse volumique est exprimée en g/cm^3 , elle indique la masse (en g) d'un matériau de volume 1 cm^3 .

5.4.3. Exploitation des mesures de l'expérience

Déterminons la masse volumique des corps utilisés pour l'expérience 2 :

a) *A partir du tableau de mesure :*

Le quotient $\frac{m}{V}$ calculé dans le tableau de mesure est égal à la masse volumique. Comme résultat final tu peux considérer la moyenne des valeurs obtenus. Dans notre cas, ceci donne :

b) *A partir de la représentation graphique :*

En suivant la procédure expliquée en annexe 7 (trace droite de régression ; choisis un point de la droite ; détermine les coordonnées de ce point), tu trouves comme valeur de la masse volumique :

De quels matériaux pourraient-êre formés les corps utilisés pour l'expérience 2 ?

Si la droite sur la représentation graphique de la masse m en fonction du volume V est plus inclinée, la masse volumique des objets qui ont servi pour obtenir la droite est plus grande.

Si la droite est moins inclinée, la masse volumique des objets qui ont servi pour obtenir la droite est moins grande.

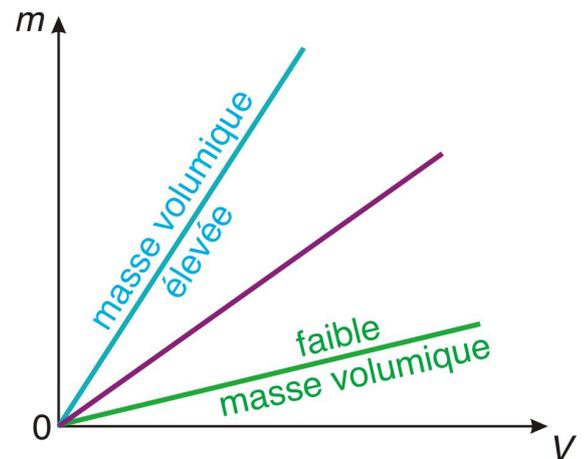


Fig. 1 : Relation entre inclinaison de la droite et masse volumique

5.4.4. Propriétés de la masse volumique

EXERCICE ET EXPÉRIENCE :

1) Les cubes sur la Fig. 1 ont tous le même volume de 1 cm^3 .

a) En posant le cube en cuivre sur une balance, la balance indique : _____.

Ainsi la masse volumique du cuivre est de : _____.

b) En posant le cube en plomb sur une balance, la balance indique : _____.

Ainsi la masse volumique du plomb est de : _____.

c) Complète la phrase suivante :

Si pour un même volume, le corps en cuivre a une masse plus _____ que le bloc en plomb, sa masse volumique est alors plus _____.

Pour des corps de même volume, celui avec la plus grande masse a une masse volumique plus grande.

2) Les corps de la Fig. 2 ont tous la même masse.

a) Complète la phrase suivante :

Un corps en aluminium a un volume _____ qu'un corps en plomb de même masse.

Pour des corps de même masse, celui avec le plus grand volume a une masse volumique plus petite.

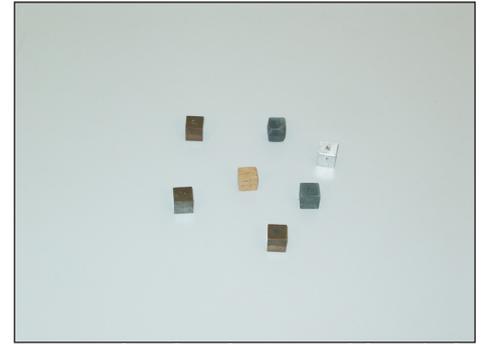


Fig. 1 : Cubes de volume 1 cm^3 formés de différents matériaux



Fig. 2 : Cylindres formés de différents matériaux de même masse

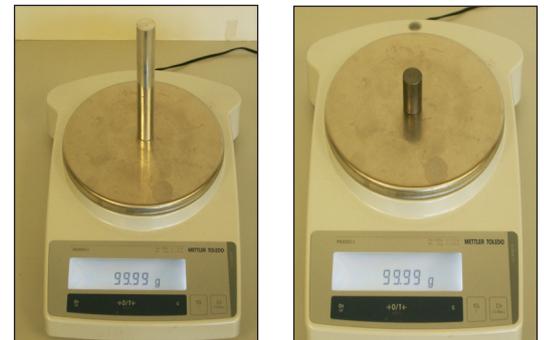


Fig. 3 : Cylindres de même masse (100 g) mais de volumes différents

5.2.2. Exercices résolus

Comment résoudre un exercice ?^M

EXERCICE RÉSOLU 1 : Calcule la masse volumique (en g/cm³ et en kg/m³) d'un corps de masse 1,19 kg et de volume 134 cm³. De quel matériau pourrait-il s'agir ?

Solution :

Données : masse : $m = 1,19 \text{ kg} = 1190 \text{ g}$;
volume : $V = 134 \text{ cm}^3$.

Cherché : masse volumique : ρ

Tu trouves pour la masse volumique :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1190 \text{ g}}{134 \text{ cm}^3} = 8,88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 8880 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

La masse volumique du corps vaut : $\rho = 8880 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ou encore

$\rho = 8,88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. En regardant dans le tableau en annexe tu

peux déduire que le corps pourrait^{R1} être fait de *nickel* ou de *cuivre*, car le résultat trouvé est proche de la valeur donnée

pour la masse volumique de ces matériaux : $\rho_{\text{nickel}} = 8,90 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

et $\rho_{\text{cuivre}} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

EXERCICE RÉSOLU 2 : Un corps en fer a une masse de 9 kg. Calcule son volume.

Solution :

Données :

masse : $m = 9 \text{ kg}$;

masse volumique : $\rho_{\text{fer}} = 7,87 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 7870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Cherché : volume : V

Pour calculer le volume il faut d'abord transformer la formule de la masse volumique : $\rho = \frac{m}{V}$.

Tu obtiens : $V = \frac{m}{\rho}$.

Tu trouves pour le volume :

Tu trouves pour le volume :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{9 \text{ kg}}{7870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \simeq 0,00114 \text{ m}^3 = 1140 \text{ cm}^3$$

Le volume du corps en fer vaut 1140 cm³.^{R2}

De même, si tu cherches la masse connaissant le volume et la masse volumique, la formule devient : $m = \rho \cdot V$.^{R3}

Méthode scientifique : résoudre un problème / exercice

Pour résoudre un exercice / problème tu dois d'abord «analyser» l'énoncé et te poser les questions suivantes :

- Quelles sont les données ?
- Qu'est-ce que je cherche ?

Il est conseillé de suivre la démarche suivante :

- Identifie les données : écris les données avec les noms et les symboles des grandeurs cherchées ;
- Identifie ce qu'on cherche : écris le nom et le symbole de la grandeur cherchée ;
- Identifie la / les formules à utiliser ;
- Transforme les unités ;
- Transforme la / les formules ;
- Calcule ;
- Le résultat est-il plausible ?

Remarque 1 : incertitude du résultat

- On utilise le conditionnel, car on ne peut pas dire avec certitude à partir d'une seule propriété de quel matériau il s'agit. Pour obtenir cette certitude il faudrait considérer d'autres propriétés de ces substances.
- On ne retrouve pas les valeurs exactes, à cause des incertitudes de mesure.

Méthodes de transformation d'équations :

- Mathématiquement :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad | \cdot V$$

$$\Leftrightarrow \rho \cdot V = m \quad | \div \rho$$

$$\Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

- Par la «méthode du triangle» : voir annexe 8

Remarque 2 : précision du résultat

Due à l'incertitude de mesure, il n'est pas nécessaire de donner le résultat final avec plus de précision. Le résultat est arrondi.

Remarque 3 :

EXERCICE : Vérifie cette formule mathématiquement ou par la méthode du triangle.

5.2.3. Flotte ou coule ?

Quelle relation existe-t-il entre la masse volumique d'un corps et le fait que le corps flotte ou coule ? Formule une hypothèse !



Expérience :

Un corps en bois est placé sur de l'eau et puis sur de l'alcool à brûler (voir aussi page 89).

Observation

Le corps coule dans l'eau et flotte sur l'alcool à brûler.

A partir de cette expérience tu peux formuler une hypothèse : si la masse volumique du corps est plus petite que celle du liquide, le corps flotte ; si la masse volumique du corps est plus grande que celle du liquide, le corps coule.

Tu peux répéter des expériences avec d'autres corps et d'autres liquides et tu vois que cette hypothèse^M est toujours vérifiée par l'expérience.

Si la masse volumique du corps est plus faible que celle du liquide, le corps flotte.

Si la masse volumique du corps est plus grande que celle du liquide, le corps coule.

Méthode scientifique :

La démarche suivie est souvent utilisée en sciences naturelles. On réalise une observation ou une expérience. Ensuite on formule une hypothèse. Cette hypothèse doit être vérifiée par d'autres expériences. Finalement on trouve une loi de la nature, comme celle formulée à côté.

En sciences naturelles on n'accepte comme résultat ou comme loi uniquement ce qui est vérifié par des expériences !



Expérience à domicile :

Étudie si des corps massifs constitués de différents matériaux flottent sur l'eau : fer, cuivre, bougie, bois, charbon, glace, verre, plastique, ...

Compare dans tous les cas la masse volumique du corps à celle de l'eau. La règle précédente est-elle toujours vérifiée ?

La propriété étudiée permet de trouver une réponse aux questions suivantes :

Comment les sous-marins peuvent-ils monter ou descendre dans l'eau ?

Un **sous-marin** («U-Boot») est rigide, son volume est toujours le même. Il contient des réservoirs latéraux qui sont remplis soit d'air soit d'eau (Fig. 1).

Pour descendre, ils sont remplis d'eau. La masse du sous-marin et donc sa masse volumique augmentent. Le sous-marin plonge si sa masse volumique devient plus élevée que celle de l'eau.

Pour monter, l'eau est chassée des réservoirs par de l'air comprimé. L'air a une masse volumique plus petite que l'eau. Un même volume d'air a donc une masse plus petite que l'eau. La masse du sous-marin et donc sa masse volumique diminuent. Le sous-marin monte si sa masse volumique devient plus petite que celle de l'eau.

Si la masse volumique du sous-marin est égale à celle de l'eau, le sous-marin reste à une même profondeur.

Comment les poissons peuvent-ils monter ou descendre dans l'eau ?

Les **poissons** ne changent pas la masse mais leur volume lorsqu'ils montent ou descendent. Ils ont une *vessie natatoire* («Schwimmlase») qui contient un gaz.

Si la vessie natatoire est remplie avec le gaz, le volume du poisson est plus grand. La masse volumique du poisson diminue. Le poisson monte dans l'eau si sa masse volumique est plus faible que celle de l'eau.

Si le volume de la vessie natatoire est plus petit, la masse volumique du poisson augmente. Le poisson descend dans l'eau si sa masse volumique est plus grande que celle de l'eau.

Si la masse volumique du poisson est égale à celle de l'eau, le poisson reste à une même profondeur.

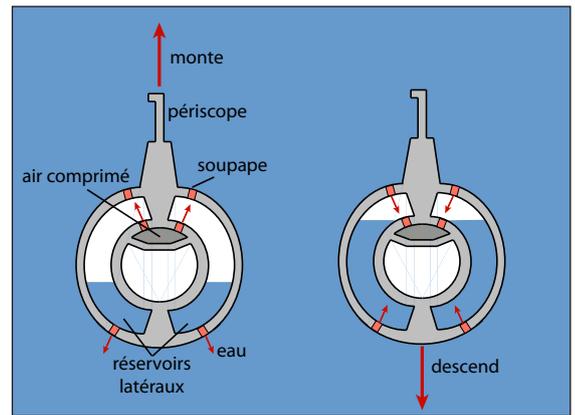


Fig. 1 : Coupe à travers un sous-marin qui monte ou descend

Remarque 1 : nageur flottant

Le nageur flottant (photo) utilise le même principe que le sous-marin. Si tu pousses sur le bouchon, de l'eau entre dans le nageur et il descend. Si tu relâches le bouchon le nageur remonte, parce que l'eau ressort.



Remarque 2 : bateau

Pourquoi un bateau ne coule-t-il pas ?

Les bateaux sont construits en acier de masse volumique plus élevée que celle de l'eau. Pourtant ils ne coulent pas !

Si un corps n'est pas uniformément formé d'un même matériau, il faut considérer la **masse volumique moyenne** du corps. Les bateaux contiennent de grands espaces remplis d'air. L'air ayant une masse volumique beaucoup plus faible que celle de l'eau, la masse volumique moyenne devient plus faible que celle de l'eau et le bateau flotte !

Expérience à domicile :

Prends un morceau en pâte à modeler qui descend dans l'eau sous forme de boule.

Construis-en un «bateau» qui flotte sur l'eau.

Remarque 3 : aréomètre

Tu peux aussi directement mesurer la masse volumique d'un liquide sans devoir mesurer la masse et le volume du liquide, en utilisant un **aréomètre** (photo). Il utilise le même principe que les bateaux. Il descend dans un liquide jusqu'à ce que la masse volumique moyenne de l'aréomètre soit égale à celle du liquide. Muni d'une graduation, tu peux directement lire la valeur de la masse volumique.



5.2.4. Exercices

EXERCICE 1 :*

Pour les phrases suivantes, indique à quelle grandeur physique on s'intéresse et réécris-les en utilisant un vocabulaire scientifique correct.

- a) «Le fer est plus lourd que le bois».
 b) «Pierre est plus lourd que Jean».

EXERCICE 2 :*

Classe les corps suivant la masse volumique du matériau duquel ils sont fait : lampe en laiton, pièce d'or, casserole en aluminium, verre à boire, table en bois, pince, fil de cuivre, plaque de béton.

EXERCICE 3 :*

Un corps a un volume de 10 cm^3 et une masse de 85 g.

- a) Calcule la masse volumique du corps (en g/cm^3 et en kg/m^3).
 b) De quel matériau le corps est-il formé ? Explique le raisonnement !

EXERCICE 4 :*

Calcule le volume d'un lingot d'or de masse 1 kg.

[Solution : $V = 51,8 \text{ cm}^3$]

EXERCICE 5 :*

- a) Explique en utilisant la notion de masse volumique pourquoi la glace flotte sur l'eau.
 b) La boule en acier sur la figure ci-contre flotte sur du mercure. Explique cette observation !

EXERCICE 6 :*

Convertis les unités suivantes ! Indique toutes les étapes !

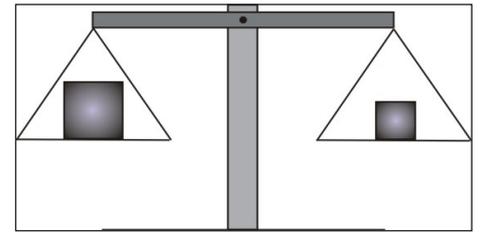
$0,0045 \text{ cm}^3 = \dots \text{ m}^3$	$12,5 \text{ t} = \dots \text{ kg}$
$0,67 \text{ m}^3 = \dots \text{ mm}^3$	$3,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$47,31 \text{ l} = \dots \text{ m}^3$	$13000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \dots \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
$97,8 \text{ kg} = \dots \text{ g}$	$0,68 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = \dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$673,2 \text{ mg} = \dots \text{ kg}$	$8,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = \dots \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$



EXERCICE 7 : **

Un des corps sur la balance à côté est formé de plomb et l'autre est formé de fer.

Compare les masses, les volumes et les masses volumiques des corps ! Déduis-en quel corps est en plomb et lequel est en fer !



EXERCICE 8 : **

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifie la réponse !

- a) «La masse volumique de l'eau dépend du volume d'eau.»
- b) «Un corps plus grand est plus lourd.»
- c) «Le bois flotte sur l'eau parce qu'il est plus léger que l'eau.»
- d) «Un corps a une masse de 5 kg et une masse volumique de $2,7 \text{ g/cm}^3$. Si la masse est doublée, la masse volumique est aussi doublée.»
- e) «Un corps de masse 5 kg a une masse volumique de $2,8 \text{ g/cm}^3$. Si on le coupe en deux, la masse volumique devient $1,4 \text{ g/cm}^3$.»

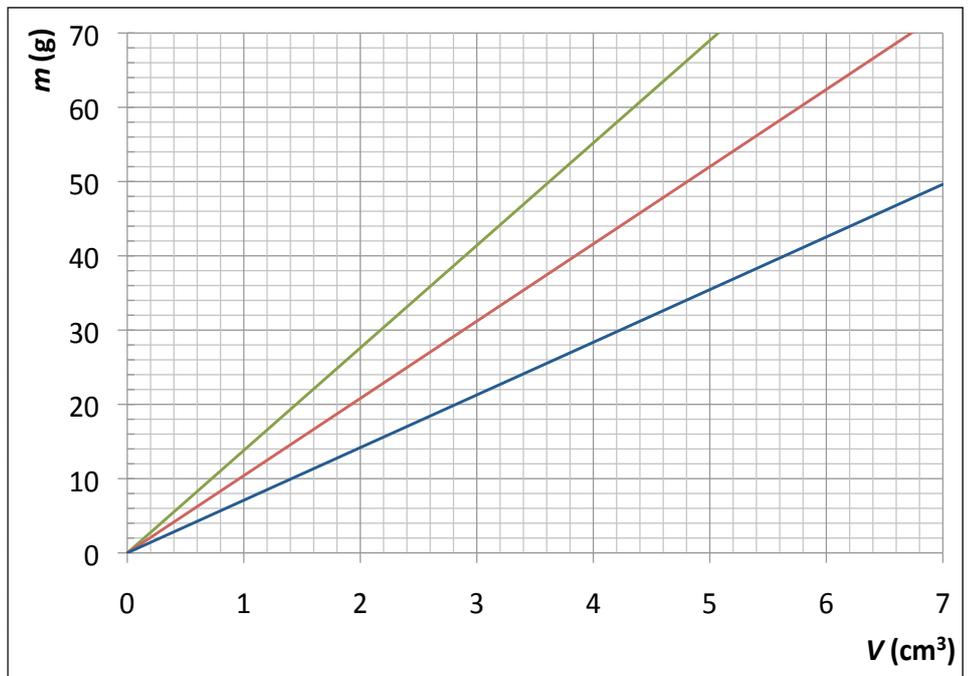
EXERCICE 9 : **

Explique comment tu peux déterminer la masse volumique d'un objet solide si tu disposes d'une balance et d'un cylindre gradué.

EXERCICE 10 : **

Voici les droites de régression obtenues à partir des mesures pour les masses et volumes de différents corps.

- a) Explique sans faire de calcul laquelle des droites correspond au corps de masse volumique plus grande !
- b) Quelle est la relation entre les masses et les volumes des différents corps ? Justifie la réponse !
- c) Détermine à l'aide des droites les masses volumiques (en g/cm^3 et en kg/m^3) des matériaux utilisés. Indique les valeurs utilisées sur le graphique.



De quels matériaux pourrait-il s'agir? Justifie la réponse !

EXPÉRIENCE (À DOMICILE) ET EXERCICE 11 : **

Une cannette de coca et une cannette de coca light sont introduits dans un récipient contenant de l'eau de robinet.

- Décris tes observations !
- Explique les observations !

EXERCICE 12 : **

Pour la construction d'un avion, on a utilisé 16,4 t d'aluminium.

- Calcule la masse de cet avion s'il était construit en fer.
- Explique pourquoi on utilise de l'aluminium et non pas du fer pour construire cet avion.

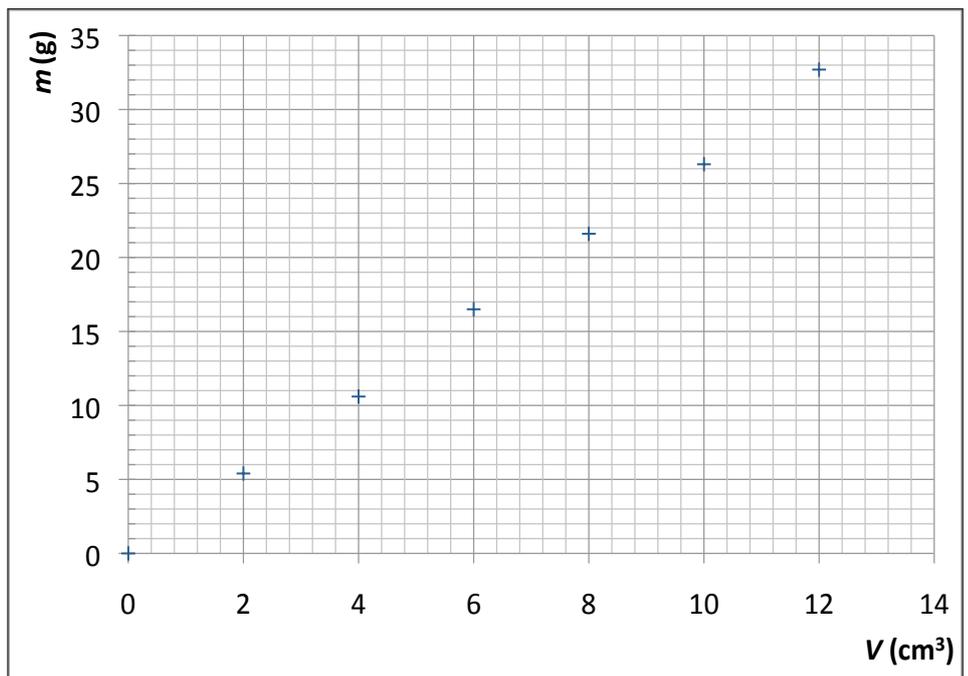
EXERCICE 13 : **

Tu mesures la masse et le volume pour des corps en cuivre.

- Trace la représentation graphique obtenue.
- Détermine à partir de la représentation graphique :
La masse d'un corps en cuivre de volume 75 cm^3 et
le volume d'un corps en cuivre de masse 300 g.

EXERCICE 14 : **

Pour des corps formés du même matériau des mesures de masses et de volumes ont conduit à la représentation graphique suivante. Détermine à partir du graphique la nature du matériau ! Explique la méthode!

**EXERCICE 15 : ****

En cours de physique-chimie, Jacques se retrouve face à un bloc formé d'un métal gris. Son professeur lui demande d'identifier ce métal. Jacques constate que :

- Le bloc est attiré par un aimant.
- Le bloc mesure 5 cm en longueur, 3 cm en largeur et 2,5 cm en hauteur.
- Sa masse est de 331,125 g.

Aide Jacques à identifier le métal ! Explique ta démarche et motive ta réponse !

EXERCICE 16 : **

Pour des corps formés du même matériau des mesures de masses et de volumes ont conduit au tableau de mesure suivant.

m (g)	22,4	46,2	66,8	90,4	114,6	133,0
V (cm ³)	2,0	4,1	5,9	8,0	10,1	11,8

- a) Fais la représentation graphique des mesures.
- b) Détermine à partir du graphique la masse volumique des corps utilisés. Explique la méthode !

EXERCICE 17 : **

Complète le tableau ci-dessous !

V	30 dm ³	? dm ³	170 dm ³	20 m ³
m	? kg	1500 g	2,3 t	? t
ρ	7,8 kg/dm ³	2,4 g/cm ³	? kg/dm ³	13,4 kg/dm ³

EXERCICE 18 : **

Une tige cylindrique a une hauteur de 1,2 dm et un diamètre de 3,2 cm. Sa masse vaut 1,845 kg.

De quel matériau pourrait être formé la tige ? Explique le raisonnement !

EXERCICE 19 : **

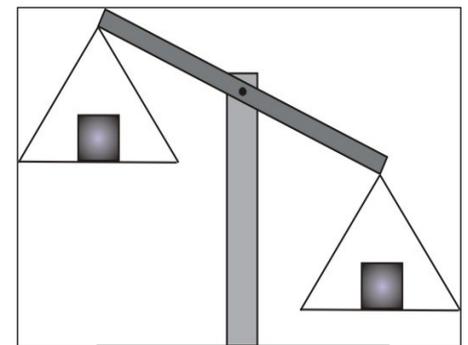
Une salle a les dimensions suivantes : 250 cm de haut, 4,5 m de long et 30 dm de large.

- a) Calcule le volume d'air contenu dans la salle en litres et en mètre-cubes.
- b) Calcule la masse d'air contenue dans la salle en kilogrammes.

EXERCICE 20 : **

Considère la balance ci-contre. Un des blocs cubiques est en laiton («Messing»), l'autre en or.

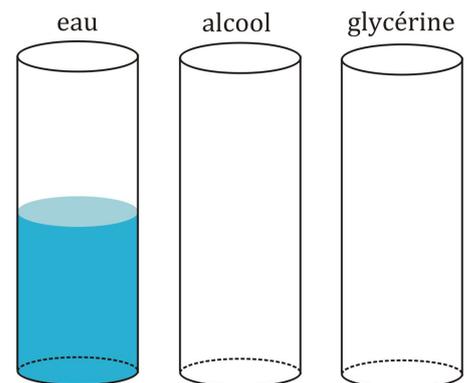
- a) Compare les masses et les volumes des blocs. Déduis-en quel bloc est en laiton et lequel est en or ! Justifie la réponse !
- b) La masse du bloc de gauche vaut 1,5 kg. Calcule la masse et le volume du bloc de droite.



EXERCICE 21 : **

Tu veux remplir les trois récipients ci-contre avec respectivement de l'eau, de l'alcool et de la glycérine. La masse du liquide doit être la même dans chaque récipient.

Dessine approximativement un niveau pour l'alcool et la glycérine pour obtenir la même masse que celle de l'eau. Explique le raisonnement! Il n'est pas nécessaire de faire un calcul !



EXERCICE 22 : **

Un ballon est rempli avec de l'hélium. Explique pourquoi le ballon monte dans l'air !

EXERCICE 23 : **

Après un accident d'un pétrolier des barrières qui flottent sur l'eau sont installées (en jaune sur la photo ci-contre).

- Explique l'intérêt de ces barrières.
- Explique pourquoi il n'est pas nécessaire que ces barrières soient profondes.

EXERCICE 24 : ***

Le glycol et l'éther sont deux liquides non-miscibles. Tu crées un mélange constitué de 50 ml de glycol et de 80 ml d'éther. Tu sais que :

- La masse de 50 ml de glycol vaut 55,5 g.
- La masse de 80 ml d'éther vaut 56,8 g.

Tu veux séparer le mélange par décantation. Quel liquide se posera en bas de l'ampoule à décanter ? Motive ta réponse !

EXERCICE 25 : ***

Catherine veut savoir si son collier est fait en or pur. Elle plonge le collier dans un cylindre gradué rempli d'eau et le place sur une balance (voir figure ci-contre).

- Catherine est déçue de découvrir que son collier n'est pas fait en or pur. Comment a-t-elle pu déterminer ceci à partir des mesures réalisées ? Explique le raisonnement !
- Quel aurait dû être le volume du collier s'il était en or pur (si la masse ne change pas) ?

EXERCICE 26 : ***

Un poids lourd a une cale à marchandises («Laderaum») en forme de pavé de longueur 3,5 m, de largeur 2,0 m et de hauteur 1,7 m. Il a une capacité de charge maximale de 25 t. La cale est remplie jusqu'à une hauteur de 150 cm avec du sable de masse 23,8 t.

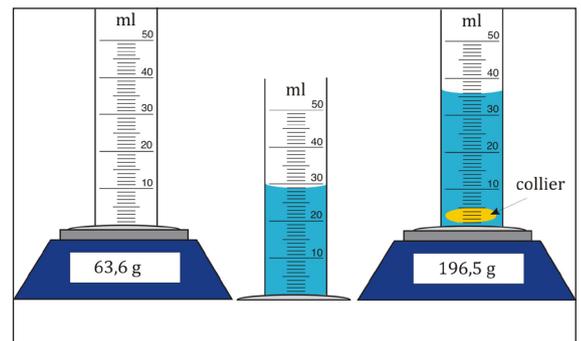
- Calcule la masse volumique du sable (en kg/m^3).

[Solution : $\rho = 2267 \text{ kg}/\text{m}^3$]

- Calcule le volume de fer que l'on peut charger au maximum sur le poids lourd. [Solution : $V = 3,18 \text{ m}^3$]

EXERCICE 27 : ***

Un cylindre en zinc a une masse de 4,5 kg et une hauteur de 7,3 cm. Calcule son rayon. [Solution : $r = 5,25 \text{ cm}$]



EXERCICE 28 :***

Une casserole en cuivre est remplie avec 3 l d'eau salée ($\rho = 1,14 \text{ g/cm}^3$). La casserole remplie a une masse de 6 kg.

- a) Calcule la masse d'eau dans la casserole.
- b) Détermine le volume en cuivre utilisé pour fabriquer la casserole.

EXERCICE 29 :***

La plus grande des pyramides de Gizeh en Égypte, appelée «Cheops» (voir figure ci-contre), a une longueur de 230,33 m et avait initialement une hauteur de 146,59 m. On suppose qu'elle est construite en pierres dont une brique de volume 1 m^3 a une masse de 2,5 t.

- a) Estime la masse de la pyramide totale par un calcul.
- b) La masse réelle de la pyramide est-elle supérieure ou inférieure? Explique !



EXERCICE 30 :***

Explique avec un vocabulaire scientifique correct et précis une méthode pour déterminer la masse volumique moyenne de ton corps.

EXERCICE 31 :***

Un cylindre gradué de diamètre 0,85 dm contient 750 g d'essence. Calcule en centimètres la hauteur à laquelle est rempli le cylindre gradué.

[Solution : $h = 18,9 \text{ cm}$]

QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

(plusieurs réponses peuvent être correctes)

- 1) Quelle est l'ordre de grandeur de la masse volumique d'un bloc en bois qui flotte dans l'eau douce ?
 - a) $0,25 \text{ g/cm}^3$ b) $0,80 \text{ g/cm}^3$ c) $2,6 \text{ g/cm}^3$ d) 800 kg/m^3
 - e) $0,8 \text{ kg/m}^3$ f) dépend du volume et de la masse du bois
- 2) Quelle est, à partir de l'expérience illustrée par les figures à côté, la masse volumique de l'huile ? (Fig. 1)
 - a) $1,24 \text{ g/cm}^3$ b) $0,49 \text{ g/cm}^3$ c) 800 kg/m^3 d) $2,05 \text{ t/m}^3$
 - e) 2050 kg/m^3 f) $0,8 \text{ kg/dm}^3$
- 3) Quelle est la masse volumique de la pierre ? (Fig. 2)
 - a) $0,38 \text{ g/cm}^3$ b) $2,61 \text{ g/cm}^3$ c) $0,00515 \text{ kg/m}^3$
 - d) 5150 kg/m^3 e) $1,10 \text{ g/cm}^3$ f) $0,0122 \text{ t/dm}^3$

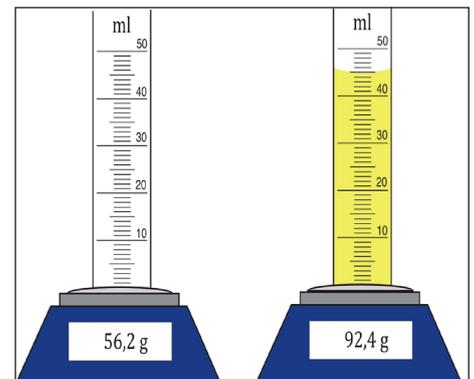


Fig. 1

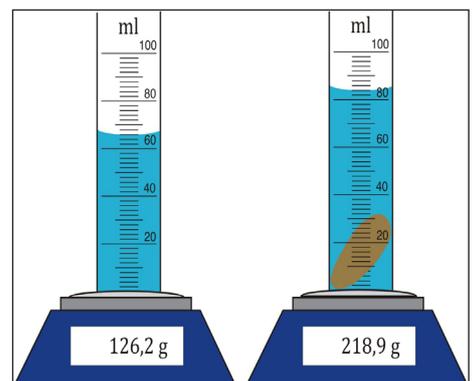
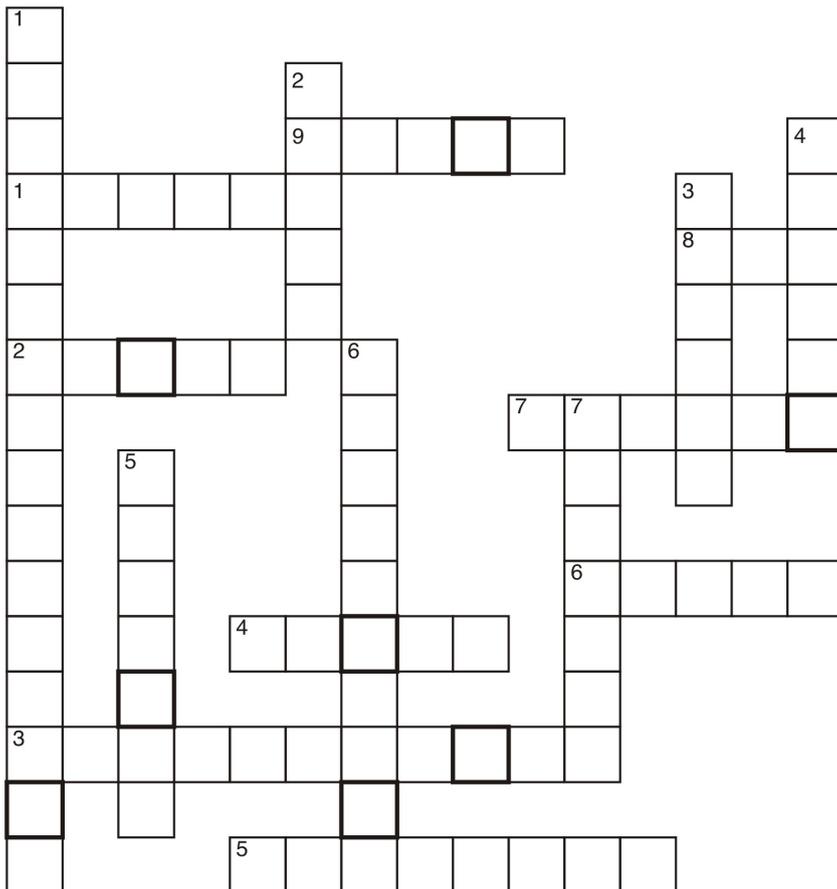


Fig. 2

MOTS CROISÉS : MASSE VOLUMIQUE



Les lettres en gras donnent un objet dont on suppose que la masse volumique est la plus élevée dans l'univers. Il s'agit d'une étoile à _____.

Recherche la masse volumique d'un tel objet astronomique !

Horizontal

1 Plus la masse est ..., plus la masse volumique est petite.

2 1000 kg.

3 Chaque mesure en a une.

4 Grandeur qui indique la quantité de matière.

5 Le rapport entre masse et volume d'objets formés du même matériau est ...

6 Plus le volume est ..., plus la masse volumique est petite.

7 Grandeur qui indique l'espace occupé.

8 Nom de « ρ ».

9 Unité de volume.

Vertical

1 Relation entre masse et volume pour des corps formés du même matériau.

2 Mesure des volumes : récipient à trop ...

3 Mesure des volumes : cylindre ...

4 Si la masse volumique d'un objet est plus petite que celle d'un liquide, l'objet ... dans le liquide.

5 Instrument pour mesurer des masses.

6 Droite qui représente le mieux les mesures : droite de ...

7 Si deux grandeurs sont proportionnelles, leur représentation est une droite qui passe par l'...

5.4. Résumé / Questions de cours

La grandeur physique «masse», notée avec le symbole m , est une mesure de la quantité de matière qu'un corps renferme. Elle a comme unité S.I. le kilogramme (kg) et est mesurée avec une balance.

La grandeur physique «volume», notée avec le symbole V , mesure l'espace occupé par un corps. Il a comme unité S.I. le mètre-cube (m^3). Il peut être calculé (pour les solides de forme régulière) ou mesuré (pour les liquides avec un cylindre gradué; pour les solides de forme irrégulière avec un récipient à trop plein)

La grandeur physique «masse volumique» caractérise le matériau qui forme un corps.

La masse volumique d'un matériau peut être calculée avec la

formule : $\rho = \frac{m}{V}$ où :

Grandeur physique	Symbole	Unité S.I.
Masse volumique	ρ	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Masse	m	kg
Volume	V	m^3

L'unité S.I. de la masse volumique est le kilogramme par mètre-cube : $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Pour des corps formés du même matériau la masse est (directement) proportionnelle au volume du corps.

La représentation graphique de la masse en fonction du volume donne une droite passant par l'origine.

En comparant la masse volumique d'un objet à la masse volumique du liquide dans lequel on le place, on peut prévoir s'il flotte ou coule :

- Si la masse volumique du corps est plus petite que celle du liquide, le corps flotte.
- Si la masse volumique du corps est plus grande que celle du liquide, le corps coule.

5.5. Check-list

Cette liste sert à contrôler tes connaissances et capacités.

Elle peut être utile pour la préparation du devoir en classe.

Pour les affirmations suivantes, coche la case qui te semble la plus adaptée !

	Je sais, je connais, ...	oui	non
1	Je sais définir la masse d'un corps.		
2	Je sais définir le volume d'un corps.		
3	Je sais estimer des masses.		
4	Je sais estimer des volumes.		
5	Je sais expliquer comment on mesure le volume d'un liquide.		
6	Je sais expliquer comment on mesure le volume d'un corps solide de forme irrégulière avec un cylindre à trop plein.		
7	Je sais expliquer comment on mesure la masse d'un corps avec une balance à deux plateaux.		
8	Je connais le symbole du volume.		
9	Je connais le symbole de la masse.		
10	Je sais définir la masse volumique (texte).		
11	Je connais la formule de la masse volumique.		
12	Je sais donner le nom de toute grandeur dans la formule pour la masse volumique.		
13	Je connais l'unité S.I. de la masse volumique.		
14	Je sais expliquer comment on détermine la masse volumique d'un liquide.		
15	Je sais expliquer comment on détermine la masse volumique d'un corps de forme régulière (p.ex d'un cube).		
16	Je sais expliquer comment on détermine la masse volumique d'un corps de forme irrégulière.		
17	Je sais faire la représentation graphique de la masse en fonction du volume.		
18	Je sais déterminer la masse volumique à partir d'une représentation graphique de la masse en fonction du volume.		
19	Je sais expliquer en utilisant la masse volumique pourquoi un corps flotte dans un liquide.		
20	Je sais transformer la formule de la masse volumique.		
21	Je sais transformer des unités de masse volumique.		
22	Je sais calculer des masses volumiques.		
23	Je sais résoudre des exercices sur la masse volumique.		
24	Je sais transformer des unités de masse.		
25	Je sais transformer des unités de volume.		
26	Je sais utiliser un vocabulaire scientifique correct en relation avec la masse volumique.		