

# Troisième partie: Mécanique

## Chapitre 3

### Masse, masse volumique et densité

#### La masse

La masse est une grandeur qui caractérise la quantité de matière.

Dans un laboratoire, elle se mesure avec une balance et par comparaison avec des corps de masse connue.

#### 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).

#### Mesure d'une masse

Pour mesurer la masse d'un objet, on réalise une simple pesée avec une balance.

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

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

Il existe différentes sortes de balances.

#### 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.

#### Masse volumique

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.

La masse volumique caractérise chaque substance. Pour déterminer sa valeur, on mesure la masse  $m$  d'un corps fait de cette substance et son volume  $V$ . Par définition, la masse volumique  $\rho$  (rhô) de la substance vaut:

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

#### Exemple

Si, pour un échantillon donné, on a mesuré sa masse:  $m = 200 \text{ g} = 0,200 \text{ kg}$ , et son volume:  $V = 250 \text{ cm}^3 = 0,0250 \text{ m}^3$ , la masse volumique de la substance vaut  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,200 \text{ kg}}{0,0250 \text{ m}^3} = 800 \text{ kg/m}^3$ , ou, de façon équivalente,  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{200 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3} = 0,8 \text{ g/cm}^3$ .

La valeur de la masse volumique en  $\text{kg/m}^3$  représente la masse en kg d'un corps de  $1 \text{ m}^3$  fait de cette substance.

#### Densité

La masse volumique de l'eau est facile à retenir:  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

On a pris l'habitude de comparer la masse volumique d'une substance solide ou liquide à celle de l'eau. C'est ainsi que les trois expressions suivantes sont équivalentes:

- l'aluminium a une masse volumique 2,7 fois plus grande que celle de l'eau (si elles sont exprimées dans la même unité);
- l'aluminium est 2,7 fois plus dense que l'eau;
- la densité (relative, par rapport à l'eau) de l'aluminium est de 2,7.

La densité d'un solide ou d'un liquide est le nombre qui indique combien de fois sa masse volumique est plus grande que celle de l'eau.

La densité d'une substance se définit par:  $d_{\text{solide}} = \frac{\rho_{\text{solide}}}{\rho_{\text{eau}}}$ ,  $d_{\text{liquide}} = \frac{\rho_{\text{liquide}}}{\rho_{\text{eau}}}$ .

La densité d'un gaz est le nombre qui indique combien de fois sa masse volumique est plus grande que celle de l'air:  $d_{\text{gaz}} = \frac{\rho_{\text{gaz}}}{\rho_{\text{air}}}$ .

### Masse volumique de certaines substances

Voici un tableau donnant les masses volumiques de différentes substances:

Substances (par ordre croissant de la masse volumique)	Masse volumique en [kg · m <sup>-3</sup> ]
Polystyrène expansé .....	20
Liège .....	120 à 260
Charbon de bois .....	200 à 240
Pin, sapin .....	300 à 500
Paraffine .....	850 à 950
Chêne .....	600 à 750
Glace .....	910 à 920
Soufre (en canon) .....	2070
Verre à vitre .....	2600
Aluminium .....	2700
Fontes .....	7100 à 7300
Aciers .....	7800 à 7900
Cuivre .....	8900
Plomb .....	11 300
Or .....	18 900
Platine .....	21 400
Ether .....	714
Essence .....	740
Kérosène .....	780
Alcool à brûler .....	800
Huile .....	820
Vin .....	920
Eau .....	1000
Eau de mer .....	1030
Lait .....	1020
Glycérine .....	1260
Mercuré .....	13 600
Hydrogène gazeux .....	0,089
Hélium .....	0,178
Méthane .....	0,717
Air .....	1,3
Dioxyde de carbone .....	1,98
Butane .....	2,7

Les masses volumiques des gaz sont données aux conditions normales de température et de pression (0° C et 1013 hPa).

## ***Exercices sur le chapitre 3***

### **Masse, masse volumique et densité**

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. 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 ?
  
3. On laisse fondre un kilogramme de neige dans un seau. Obtient-on un kilogramme d'eau ?
  
4. Un cosmonaute de 80 kg flotte en état d'apesanteur relative dans une station orbitale.  
Sa masse est-elle nulle dans ces conditions ?
  
5. L'air que nous respirons a-t-il une masse ?
  
6. Du mercure est vendu dans un flacon aux parois très épaisses, de contenant 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 ?