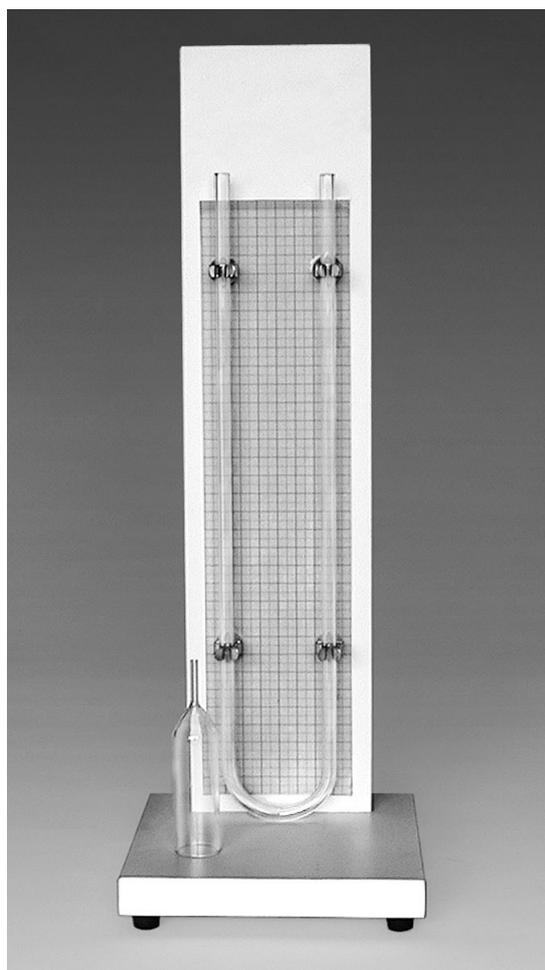


# Appareil pour déterminer la masse volumique des liquides

## Modèle à tube en U

MF 2600 23322



## Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique  
de l'Enseignement de la Communauté française

# APPAREIL POUR DETERMINER LA MASSE VOLUMIQUE ET LA DENSITE DES LIQUIDES

## 1. DESCRIPTION

L'appareil se compose d'un tube en verre en forme de U, fixé verticalement sur un support recouvert d'une échelle millimétrique plastifiée. Il est accompagné d'un entonnoir en verre VE 2000 11812 permettant une introduction aisée de liquides dans les branches du tube en U.

## 2. DESTINATION

L'appareil permet la détermination de la masse volumique ou de la densité de liquides.

## 3. PRINCIPE

On verse, dans le tube en U, l'un après l'autre, deux liquides non miscibles de masses volumiques différentes. On peut obtenir les deux dispositions suivantes des liquides, le liquide 2 étant plus dense que le liquide 1 :

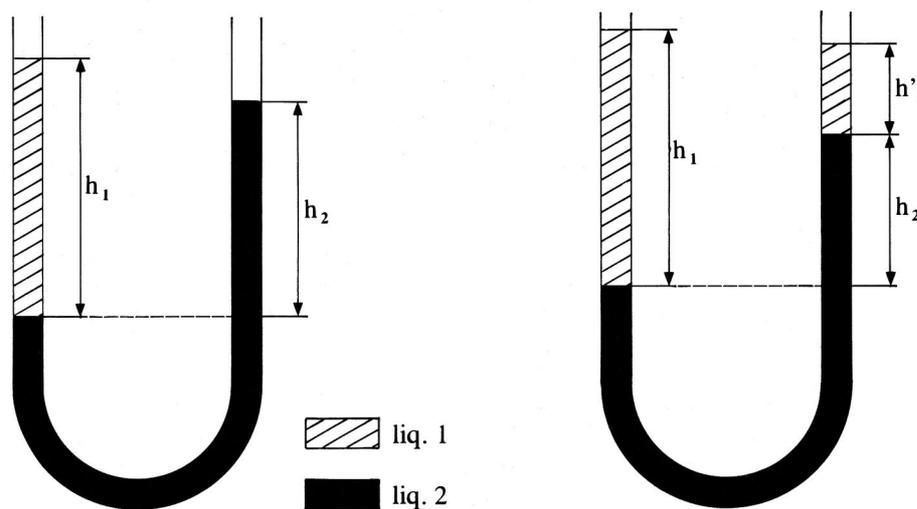


Fig. I

Fig. II

- Dans le cas de la fig. I, on a :

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

Si l'on connaît la masse volumique  $\rho_1$  du liquide 1 et si l'on mesure  $h_1$  et  $h_2$ , on peut calculer la masse volumique  $\rho_2$  du liquide 2 :

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 \cdot h_1}{h_2}$$

Si l'on désire déterminer la densité  $d_{2,1}$  du liquide 2 par rapport au liquide 1, on calcule :

$$d_{2,1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

- Dans le cas de la fig. II, on a :

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + \rho_1 \cdot g \cdot h'_1$$

Si l'on connaît la masse volumique  $\rho_1$  du liquide 1 et si l'on mesure  $h_1$ ,  $h'_1$  et  $h_2$ , on peut calculer la masse volumique  $\rho_2$  du liquide 2 :

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 (h_1 - h'_1)}{h_2}$$

Si l'on désire déterminer la densité  $d_{2,1}$  du liquide 2 par rapport au liquide 1, on calcule :

$$d_{2,1} = \frac{h_1 - h'_1}{h_2}$$

### 3. MODE OPERATOIRE

#### 3.1. Préliminaires

- Choisir deux liquides non miscibles dont les masses volumiques sont nettement différentes (différence minimale conseillée :  $300 \text{ kg/m}^3$ ).
- Ne pas choisir des liquides dont la toxicité est élevée, tel le tétrachlorure de carbone  $\text{CCl}_4$  dont l'usage est à bannir.
- Pour mieux distinguer les deux liquides, il est conseillé de colorer l'un d'eux.
- Il est déconseillé d'utiliser de l'huile ou du pétrole (difficulté de nettoyage du matériel après usage).
- Avant d'entamer le remplissage du tube, s'assurer qu'il est parfaitement propre et sec.

#### 3.2. Remplissage du tube

- Il est plus facile (mais ce n'est pas indispensable) de verser, à l'aide de l'entonnoir adéquat, le liquide le plus dense en premier lieu.
- Verser ensuite *lentement* l'autre liquide ; afin d'obtenir une bonne précision sur la détermination de la masse volumique ou de la densité, il faut procéder de manière à avoir des dénivellations aussi grandes que possible.

#### 3.3. Mesures

- Les erreurs de parallaxe peuvent être importantes dans le cas d'une observation grossière. A ce propos, l'appareil peut être considéré comme un montage convenant parfaitement pour sensibiliser les élèves à la notion d'erreur de parallaxe et aux procédés destinés à éviter ces erreurs le mieux possible.
- Repérer le niveau (le plus bas, dans le cas de la situation de la fig. II) de la surface de séparation des deux liquides (voir fig. I et fig. II). La grille millimétrique étant plastifiée, il est possible d'y effectuer de *légères* marques de repère et de les effacer ensuite à l'aide d'un objet humide.
- Mesurer la hauteur des colonnes des deux liquides. Compte tenu du (des) ménisque(s) et de l'impossibilité d'éliminer totalement les erreurs de parallaxe, il semble raisonnable d'admettre une incertitude de 2 mm sur la détermination de la hauteur des colonnes des deux liquides.

#### 4. EXEMPLES DE RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus avec du trichloréthylène coloré en rouge à l'aide de rouge soudan (liquide 2) et de l'eau (liquide 1).

##### 4.1. Cas de la fig. I

$$h_1 = 27,1 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$$

$$h_2 = 18,8 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$$

On en déduit :

$$\rho_2 = 1\,440 \text{ kg/m}^3 \pm 30 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{2,1} = 1,44 \pm 0,03$$

##### 4.2. Cas de la fig. II

$$h_1 = 21,2 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$$

$$h'_1 = 14,1 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$$

$$h_2 = 5,2 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$$

On en déduit :

$$\rho_2 = 1\,360 \text{ kg/m}^3 \pm 140 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{2,1} = 1,36 \pm 0,14$$

##### 4.3. Commentaires

- Les résultats trouvés sont en accord avec ceux mentionnés sur l'emballage du trichloréthylène utilisé et dans les tables scientifiques :

$$\rho = 1\,460 \text{ kg/m}^3$$

$$d = 1,46$$

- Les résultats obtenus dans le cas de la fig. I sont beaucoup plus précis que ceux obtenus dans le cas de la fig. II.
- Dans les résultats expérimentaux présentés ci-dessus, la masse volumique de l'eau a été considérée égale à  $1\,000 \text{ kg/m}^3$ . En réalité, à  $20^\circ\text{C}$ , elle vaut  $998 \text{ kg/m}^3$  ; l'erreur relative de 0,2 % ainsi introduite est toutefois négligeable devant les incertitudes de mesure.
- La densité  $d_{2,1}$  est celle du trichloréthylène à la température du laboratoire par rapport à l'eau à une température selon toute vraisemblance *différente* de  $4^\circ\text{C}$ . Par rapport à la densité par rapport à l'eau à  $4^\circ\text{C}$ , la différence est négligeable devant les incertitudes de mesure.

#### 5. PROLONGEMENTS POSSIBLES ...

- Si les deux branches du tube en U ont des sections différentes, peut-on trouver les mêmes hauteurs  $h_1$  et  $h_2$  (fig. I) ou  $h_1$ ,  $h'_1$  et  $h_2$  (fig. II) que celles citées ci-dessus ?
- On peut imaginer des situations plus complexes que celles décrites aux fig. I et II : trois couches liquides dans une branche, une ou deux dans l'autre branche, par exemple. On peut ainsi calculer la masse volumique inconnue de deux liquides, grâce à deux situations expérimentales différentes permettant l'établissement d'un système d'équations.