

## Densité d'un liquide par rapport à l'eau Utilisation d'une balance densimétrique

### A - Introduction :

#### 1°) Description de la balance :

La balance densimétrique comporte un fléau dont les bras ont des longueurs inégales.

L'un des bras est équipé d'un étrier auquel on peut suspendre un cylindre plongeur C en verre.

Une série de masses (une masse mobile de masse  $M$ , une masse coulissante de masse  $m_1$  et une masse coulissante de masse  $m_2$ ) servent à équilibrer la balance dans différentes situations.

Le bras de fléau supportant ces masses est gradué directement en  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

La masse mobile  $M$  porte l'indication  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Une vis de mise à niveau est incluse dans le pied du support.

Le fléau et le support comportent chacun un repère qu'il faudra aligner pour obtenir l'équilibre de la balance.

#### 2°) Observation de la graduation :

Les graduations sont-elles équidistantes ?

Avec quelle précision pourra-t-on, a priori, exprimer le résultat ?

Constater qu'il y a une coïncidence entre les graduations hautes ( $0,01 \text{ g} / \text{cm}^3$ , ..) et les graduations basses ( $1,00 \text{ g} / \text{cm}^3$ , ...). Que peut-on en déduire quant au rapport  $\frac{m_1}{m_2}$  ?

#### 3°) Rôle de la masse amovible :

Quel est, apparemment, la valeur maximale de la masse volumique que l'on peut mesurer avec cet appareil ? Quel peut être, à votre avis le rôle de la masse  $M$  ?

Le constructeur indique que la masse volumique maximale que peut mesurer cet appareil est de  $2,01 \text{ g} / \text{cm}^3$ . Expliquer.

### B – Principe de la pesée :

#### 1°) Équilibre dans l'air (schéma 2) :

Laver et sécher le cylindre plongeur avant de le suspendre à l'étrier.

Les masses coulissantes se trouvent au zéro de leur échelle respective et la masse mobile est suspendue au fléau.

Agir sur la vis située sur le pied de l'appareil jusqu'à ce que le fléau soit horizontal ; se servir des index de repérage (a) et (b).



Schéma 1

Si la rotation de cette vis ne suffit pas, agir doucement sur la vis d'équilibrage située sur le fléau.

Écrire la condition d'équilibre du fléau en utilisant les masses et longueurs indiquées sur le schéma ci-dessous (relation a). La masse du cylindre plongeur est notée  $M_c$ .

*Remarque :*

On néglige la poussée de l'air sur le cylindre (C) et on ne s'intéresse pas au poids de l'étrier, au poids du fléau, ... car ces grandeurs là interviennent de la même façon dans tous les équilibres. Leur action sera signalée par l'introduction d'une constante K.

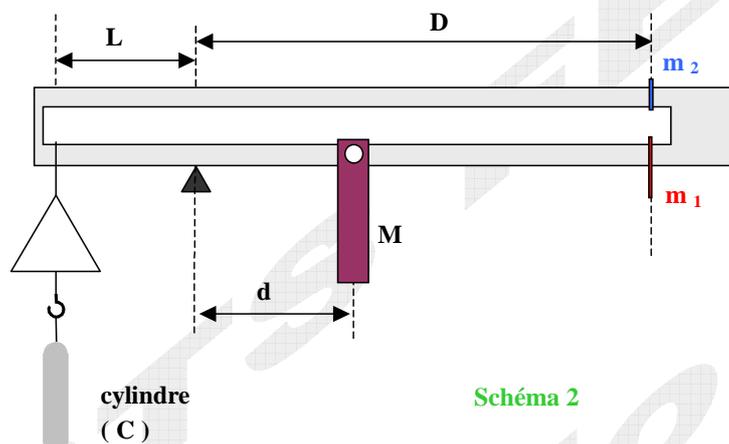


Schéma 2

## 2°) Équilibre dans un liquide :

Le cylindre plongeur, bien lavé et séché, est introduit dans un liquide de masse volumique  $\rho$  inconnue. Il faut veiller à ce que le cylindre plonge entièrement dans le liquide et à ce qu'il ne touche pas les parois du récipient. S'il a été correctement lavé, il n'y a aucune bulle d'air autour de lui.

On rétablit l'équilibre du fléau en agissant uniquement sur les masses  $m_1$ ,  $m_2$  et  $M$  ( $M$  enlevée ou non).

Par construction, la masse  $M$  est telle qu'elle vérifie la relation :

$$1 \text{ g/cm}^3 \times V_c \times L = M \times d$$

$V_c$  : volume du cylindre plongeur.

relation (b)

*La mesure de la densité repose sur l'exploitation du Théorème d'Archimède. Rappeler l'énoncé de ce Théorème.*

### □ Équilibre dans un liquide plus dense que l'eau (solution de thiosulfate de sodium) :

La masse volumique du liquide est supérieure à  $1 \text{ g.cm}^{-3}$  (schéma 3).

On constate que l'équilibre du fléau n'est possible que si la masse  $M$  est enlevée.

- Écrire la condition d'équilibre du fléau, dans cette situation (on obtient une relation c).

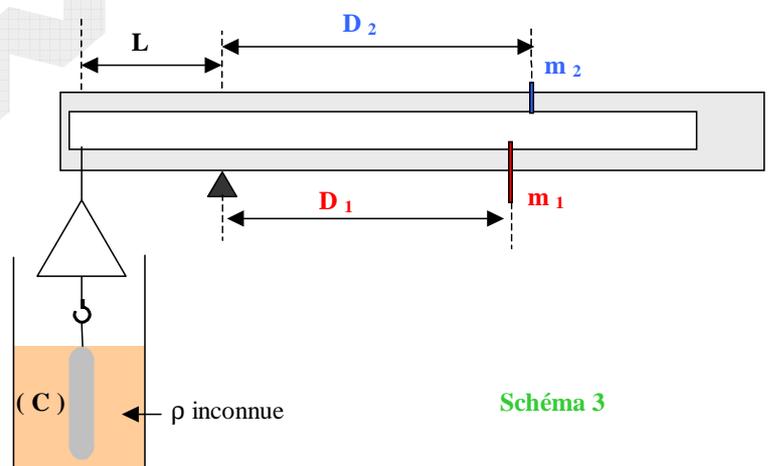


Schéma 3

- En utilisant les relations (a), (b) et (c), montrer que l'on a bien  $\rho > 1 \text{ g / cm}^3$
- ▣ **Équilibre dans un liquide moins dense que l'eau (éthanol):**

On constate, cette fois, que l'équilibre n'est possible que si la masse M est solidaire du fléau.

### C – Mesures à effectuer :

Mesurer soigneusement les masses volumiques de l'eau distillée, de la solution de thiosulfate de sodium et de l'éthanol. On relèvera soigneusement la température de chaque solution. Calculer les densités correspondantes après avoir rappelé la définition de la densité par rapport à l'eau d'un liquide. Les indications de la balance doivent être corrigées pour tenir compte de la poussée de l'air et de la déformation de la surface libre du liquide en présence du fil de soutien du cylindre. Le constructeur fournit la table de correction suivante :

Masse volumique ( en $\text{g / cm}^3$ )	Correction	Masse volumique ( en $\text{g / cm}^3$ )	Correction
0.6	+ 0.0003	1.4	- 0.0006
0.7	+ 0.0002	1.5	- 0.0008
0.8	+ 0.0001	1.6	- 0.0010
0.9	0.0000	1.7	- 0.0011
1.0	0.0000	1.8	- 0.0013
1.1	- 0.0002	1.9	- 0.0015
1.2	- 0.0003	2.0	- 0.0017
1.3	- 0.0005		

Relever, ensuite, la masse volumique de l'eau distillée à  $20^\circ\text{C}$ , à  $40^\circ\text{C}$  puis à  $60^\circ\text{C}$ . Commenter les résultats obtenus. A quoi doit-on cette variation de masse volumique ?

Évaluer le coefficient de dilatation absolue de l'eau, entre  $20^\circ\text{C}$  et  $40^\circ\text{C}$ .

La valeur habituellement admise est :  $\alpha_{\text{abs}} \cong 3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Conclure en calculant l'écart relatif entre votre valeur et celle qui est fournie.