

Travaux Pratiques

Chimie des surfaces

1^{er} semestre 2015/2016

Tp N° 2 - Détermination expérimentale de la tension superficielle
Méthode du stalagmomètre
3^{eme} année Licence - Chimie analytique

Samir KENOUCHE
Université M. Khider de Biskra
Département des sciences de la matière

1. Méthode du stalagmomètre : principe théorique

Quand un liquide ayant une masse volumique ρ_l s'écoule par un tube capillaire, il a été mis en évidence que le poids des gouttes, issues du tube, est proportionnel à la tension superficielle du liquide et au rayon intérieur r du tube.

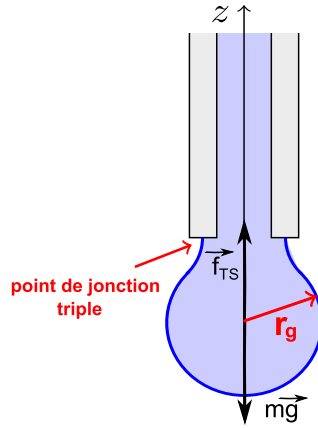


FIGURE 1: Goutte en équilibre

Pour mettre en pratique cette loi, il suffit d'exprimer l'équilibre d'une goutte juste avant qu'elle se détache du reste du liquide remplissant le tube capillaire. La résultante des forces de tension superficielle qui s'exercent sur tout le périmètre du tube vaut : $2 \pi r \gamma$. La goutte est pendante, donc il existe une autre force qui contrebalance celle de la tension superficielle, soit : $m g = 2 \pi r \gamma$. Pour un volume V d'une solution, nous avons :

$$M = V \times \rho_l = N_l \times m \quad (1)$$

Avec, N_l est le nombre de gouttes de la solution. On peut alors écrire :

$$2 \pi r \gamma_l = m g = \frac{V_l \rho_l}{N_l} \times g \implies V_l = \frac{N_l \times 2 \pi r \gamma_l}{g \rho_l} \quad (2)$$

Il en ressort que pour un même tube capillaire, un même volume du liquide et en prenant un liquide de tension superficielle connue, l'eau par exemple ($\gamma_e = 72.8 \text{ dynes/cm}$), on peut écrire de façon analogue :

$$V_e = \frac{N_e \times 2 \pi r \gamma_e}{g \rho_e} \quad (3)$$

Ainsi,

$$V_l = V_e \Leftrightarrow \frac{N_l \times 2 \pi r \gamma_l}{g \rho_l} = \frac{N_e \times 2 \pi r \gamma_e}{g \rho_e} \quad (4)$$

On peut donc remonter à la tension superficielle inconnue γ_l , selon :

$$\gamma_l = \frac{\rho_l}{\rho_e} \times \frac{N_e}{N_l} \times \gamma_e \quad (5)$$

Par ailleurs, la goutte pendante se détachera une fois que son poids excède la force capillaire au point de jonction triple : air, liquide et solide. Quand la goutte chute, elle reprend une forme sphérique dont le rayon est donné par la loi de Tate :

$$r_g = \left(\frac{3 \gamma r}{2 \rho_l g} \right)^{1/3} \quad (6)$$

Dans le tableau ci-dessous, nous portons quelques valeurs de la tension superficielle de certains liquides dans le cas d'une interface liquide-air :

Liquide	Température (C°)	$\gamma(N/m) \times 10^{-2}$
alcool éthylique	20	2.23
huile d'olive	20	3.20
glycérine	20	6.31
eau	0	7.56
eau	20	7.28
eau	100	5.89
eau savonneuse	20	2.50
mercure	20	46.50

Il convient de remarquer que la tension superficielle des différents liquides n'est pas la même. En effet, elle dépend de la nature des phases en présence (dans une interface liquide-gaz, la nature du gaz n'a que peu d'influence à des pressions relativement faibles), de la présence ou non des impuretés dans l'une des phases (elles abaissent généralement la tension de surface) et la température (γ diminue généralement quand la température augmente).

2. Manipulation

Le matériel, les réactifs et le protocole expérimental sont mis en œuvre selon :

2.1 Matériel et réactifs

- matériels : stalagmomètres, poires soufflantes, béciers (100 mL), balance de précision, éprouvette (25 mL) support-élévateur et gants.
- réactifs : eau distillée, solution (eau 80% + éthanol 20%) Sol1, solution (eau 60% + éthanol 40%) Sol2, solution (eau 40% + éthanol 60%) Sol3, solution (eau 20% + éthanol 80%) Sol4, solution d'éthanol.

2.2 Mode opératoire

Il faut procéder de la manière suivante, commencer par remplir le stalagmomètre (ou un compte-gouttes) avec de l'eau distillée. Il faut s'assurer que le stalagmomètre soit solidement fixé sur le support. Faites couler n_e gouttes d'eau distillée dans un bécier puis mesurer leur masse m_e . On donne $\gamma_e = 72.80 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ à 20 C°. De façon analogue, reproduire cette opération pour le liquide dont on souhaite déterminer sa tension superficielle. Ne compter pas une goutte partielle comme une goutte. Il faut absolument vérifier que les deux volumes (eau et le liquide) remplissant le stalagmomètre soient strictement identiques. Nettoyer et sécher soigneusement le stalagmomètre après chaque changement de liquide. Le nettoyage se fait par le biais de plusieurs rinçages avec de l'eau distillée. Répéter la mesure au moins deux fois.

3. Compte-rendu de TP

Titre du TP			
Nom	Prénom	Section	Groupe

1. Quelles sont les forces en équilibres juste avant la chute de la goutte ?

.....
.....
.....

2. Au moyen d'une analyse dimensionnelle, montrer que l'on peut assimiler γ à une énergie de surface et à une force par unité de longueur. Quelle est l'origine de l'existence de γ ?

.....
.....
.....

3. Tracer le graphe γ_l en fonction de la concentration des solutions mesurées. Discuter son allure

.....
.....
.....
.....

4. Compléter le tableau des résultats suivant :

Solutions	eau	Sol1	Sol2	Sol3	Sol4	éthanol
$\gamma (N/m) \times 10^{-3}$						
$\gamma (dynes/cm)$						
$\rho (g/cm^3)$ à 20 C°	0.998					0.791

1 Newton $\rightarrow 10^5$ dynes

5. Donner une conclusion de ce travail.

.....
.....
.....
.....
.....

Barème : préparation : 2 pts assiduité : 4 pts compte-rendu : 14 pts