

## Série 8: Tension superficielle

### Exercice 1

Sur une surface d'eau on dépose  $1\text{cm}^3$  d'huile. Par agitation l'huile se disperse en gouttelettes de rayon  $r = 0.05\ \mu\text{m}$ . Sachant que  $\sigma_{HE} = 50\ \text{mN m}^{-1}$ .

Calculer l'augmentation de l'énergie superficielle créée par cette émulsion.

### Exercice 2

Une solution glycinée de masse volumique  $\rho = 1100\ \text{kg m}^{-3}$ , s'élève d'une hauteur moyenne  $h = 1.5\ \text{cm}$  dans un tube de verre vertical de rayon intérieur  $r = 0.4\ \text{mm}$ .

Supposant que ce fluide mouille parfaitement le verre, calculer son coefficient de tension superficielle  $\sigma$ .

### Exercice 3

Un liquide de densité  $d = 1.1$ , s'élève à une hauteur  $h = 1\ \text{cm}$ , dans un tube de verre vertical de rayon intérieur  $r = 0.05\ \text{cm}$ .

1. Calculer la constante capillaire  $\sigma$  de ce liquide en admettant qu'il mouille parfaitement le verre.

2. On emploie ce liquide pour souffler une bulle de 4 cm de rayon.

i. Quelle est la différence de pression de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de cette bulle lorsque son rayon est de 4 cm.

ii. Quel travail total faut-il dépenser pour l'amener à cette dimension finale  $R = 4\ \text{cm}$  en supposant que la pression extérieure  $P$  reste constante et égale à 1 atm.

On admettra que la section du tube employé pour gonfler la bulle a une surface absolument négligeable devant celle de la bulle.

iii. En déduire le travail nécessaire pour souffler une bulle de savon de rayon  $R = 10\ \text{cm}$ .

On donne la tension superficielle d'une solution de savon à  $20\ ^\circ\text{C}$  est  $\sigma = 25 \times 10^{-3}\ \text{N m}^{-2}$ .

### Exercice 4

On plonge verticalement dans l'huile d'olive de masse volumique  $\rho = 800\ \text{kg m}^{-3}$  deux tubes capillaires de diamètres intérieurs  $r_1 = 0.2\ \text{mm}$  et  $r_2 = 0.3\ \text{mm}$ . La différence de niveau entre les deux tubes est 27.2 mm. En supposant que l'huile d'olive mouille parfaitement le verre, calculer son coefficient de tension superficielle  $\sigma_{Ho}$ .

**Exercice 5**

Pour le chloroforme, l'énergie de l'interface liquide -air vaut  $26.9 \text{ mN m}^{-1}$ . L'énergie de l'interface liquide-eau vaut  $32.3 \text{ mN m}^{-1}$  et la tension superficielle de l'interface eau-air vaut  $72.8 \text{ mN m}^{-1}$ , le tout à température ambiante.

1. Quelle est l'énergie d'adhésion par unité d'aire de l'interface chloroforme -eau.
2. Une goutte de chloroforme s'étale-t-elle à la surface de l'eau.

**Solution des exercices de la série 8****Exercice 1**

Calcul du nombre  $n$  des gouttelettes de l'huile formées :

$$\text{On a le } V_{tot} = n V_{goutte} = n \left( \frac{4}{3} \pi r^3 \right), \text{ alors } n = \frac{V_{tot}}{\frac{4}{3} \pi r^3}$$

$$\text{L'énergie de surface avant la dispersion } E_{init} = \sigma_{HE} S_{init}$$

$$\text{L'énergie de surface après la dispersion } E_{fina} = \sigma_{HE} S_{fina}$$

$$\text{L'augmentation de l'énergie superficielle est } \Delta E = E_{fina} - E_{init} = \sigma_{HE} (S_{fina} - S_{init})$$

$$S_{fina} \gg S_{init} \text{ implique que } \Delta E = \sigma_{HE} S_{fina} = \sigma_{HE} \left( \frac{V_{tot}}{\frac{4}{3} \pi r^3} \right) (4 \pi r^2) = \sigma_{HE} \frac{V_{tot}}{r}$$

$$\text{A.N. : } \Delta E = (50 \times 10^{-3}) \left( \frac{1 \times 10^{-6}}{\frac{0.05 \times 10^{-6}}{3}} \right) = 3 \text{ J}$$

**Exercice 2**

La solution de glycérine mouille parfaitement le verre alors  $\sigma = \frac{\rho g h R}{2}$

$$\text{A.N. : } \sigma = \frac{1100 \times 10 \times (1.5 \times 10^{-2}) \times (0.4 \times 10^{-3})}{2} = 33 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2} = 33 \text{ mJ m}^{-2}$$

**Exercice 3**

1. La différence de pression à la traversée du ménisque est donnée par la loi de Laplace comme suit :

$$\sigma = \frac{\rho g h R}{2} = \frac{(1.1 \times 10^3) \times 10 \times (1 \times 10^{-2}) \times (0.05 \times 10^{-2})}{2} = 27.5 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}.$$

2. i. La différence de pression à l'intérieur d'une bulle est donné par la relation de Laplace :

$$\Delta P = \frac{4 \sigma}{R} = \frac{4 \times 27.5 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-2}} = 2.75 \text{ Pa}$$

2. ii. Le travail de force dépensé pour créer cette bulle est :

$$W = \int \Delta P dV = \int_0^{R=4 \text{ cm}} \frac{4\sigma}{R} (4\pi r^2 dr) = 8\pi\sigma R^2 = 8 \times 3.14 \times 25 \times 10^{-3} \times (10 \times 10^{-2})^2 = 6.28 \times 10^{-3} \text{ J}$$

**Exercice 4**

L'huile d'olive mouille parfaitement le verre donc on a  $\theta = 0^\circ$  et  $\cos\theta = 1$ , ce qui implique que :

$$h_1 = \frac{2\sigma_{Ho}}{\rho g r_1} \text{ et } h_2 = \frac{2\sigma_{Ho}}{\rho g r_2} \text{ alors } \sigma_{Ho} = \frac{\rho g r_1 r_2}{2} \left( \frac{h_1 - h_2}{r_2 - r_1} \right) = 32 \text{ J m}^{-2}.$$

**Exercice 5**

1. L'énergie d'adhésion  $W_a = \sigma_e + \sigma_c - \sigma_{ce} = 72.8 + 26.9 - 32.3 = 67.4 \text{ mJ m}^{-2}$ .

2.  $W_c = 2\sigma_c = 53.8 \text{ mJ m}^{-2} < W_a$  donc la goutte de chloroforme s'étale sur la surface de l'eau.