

**EXERCICE 1****Pression dans une bulle de savon**

Un liquide a une constante de tension superficielle  $A = 25 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ . Avec ce liquide, on souffle une bulle de savon de rayon  $R = 3 \text{ cm}$ .

1. Calculer la surpression à l'intérieur de cette bulle.
2. La pression extérieure étant égale à  $10^5 \text{ Pa}$ , calculer le travail total dépensé pour souffler la bulle.

**EXERCICE 2****Ascension d'un liquide mouillant dans un tube capillaire**

Un liquide mouillant parfaitement le verre et de masse volumique  $\rho = 1.05 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , s'élève à une hauteur moyenne  $h = 1.5 \text{ cm}$  dans un tube capillaire en verre, vertical et de diamètre intérieur  $d = 1 \text{ mm}$ . Calculer la constante de tension superficielle du liquide.

**EXERCICE 3****Tension superficielle du benzène**

Soit un tube de diamètre intérieur inconnu plongeant verticalement dans un liquide de tension superficielle  $A$  et de masse volumique  $\rho$ . On suppose la mouillabilité parfaite et on désigne par  $h$  la dénivellation du liquide dans le tube. Avec l'eau, on trouve  $h_0 = 92.3 \text{ mm}$  ( $\rho_0 = 0.9973 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,  $A_0 = 71.93 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ). Pour le benzène, on trouve  $h = 42.4 \text{ mm}$ .

1. Déterminer la constante de tension superficielle du benzène sachant que sa masse volumique  $\rho$  a pour valeur  $0.8840 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .
2. Chaque ménisque étant repéré à  $0.1 \text{ mm}$  près, calculer l'incertitude absolue sur cette tension superficielle.

**EXERCICE 4****Coalescence**

Sur une table, 50 gouttelettes d'eau supposées hémisphériques de rayon  $h$ , se rencontrent puis forment une unique flaque d'eau supposée plate et de hauteur  $h$ . On note  $\gamma$ , la tension de surface de l'eau. Montrer que ce processus s'accompagne d'une diminution d'énergie de surface. ?

**EXERCICE 5****Dilatation d'une bulle de savon**

La pression  $P_e$  à l'extérieur d'une bulle de savon de rayon  $r$  est initialement égale à la moitié de la pression intérieure  $P_i$ . A partir de cet état d'équilibre, on réduit progressivement la pression extérieure jusqu'à obtenir une pression quasi-nulle.

1. Trouver la nouvelle pression  $P'_i$  ainsi que le nouveau rayon  $r'$  de la bulle, en supposant que la tension superficielle et la température restent constantes.
2. Que se passera-t-il en réalité ?

**EXERCICE 6****Pont capillaire**

Écrasons une grosse goutte entre deux plaques planes identiques et supposons l'angle de contact  $\theta$  proche de zéro degré. Notons  $H$  la distance entre les plaques et  $R$  le rayon de la goutte écrasée (qu'on appelle pont capillaire).



FIGURE 1 – Pont capillaire entre deux plaques

1. Montrer qu'il existe une force d'origine capillaire qui colle les plaques entre-elle.
2. Sachant que  $H = 5 \mu\text{m}$ ,  $R = 1 \text{ cm}$  et  $\gamma = 75 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ , estimer cette force. Commenter.

### EXERCICE 7

#### Effet de la pression sur la loi de Jurin

On considère le protocole représenté figure 2.

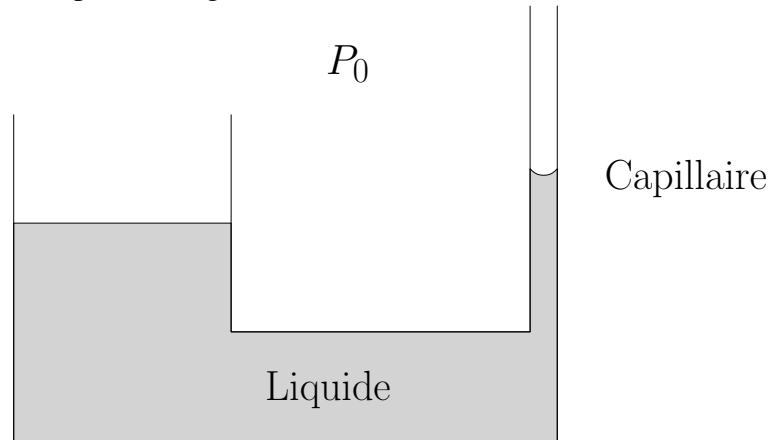


FIGURE 2

- ✗ Le capillaire a un rayon  $r = 0.1 \text{ cm}$ .
  - ✗ Le liquide utilisé a une masse volumique  $\rho = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  et une tension superficielle  $\gamma = 0.072 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ .
  - ✗ Le mouillage entre le liquide et le verre n'est pas parfait et est caractérisé par l'angle de mouillage  $\theta = 30^\circ$ .
  - ✗ La pression atmosphérique est  $P_0 = 1013 \text{ mbar}$ .
1. Faire un schéma détaillé représentant  $\theta$ ,  $h$  la hauteur d'ascension du liquide dans le capillaire (dénivellation entre les deux niveaux de liquide,  $r$  le rayon de courbure du ménisque à l'interface air/liquide).
  2. Établir une expression littérale de  $h$  en fonction des données de l'énoncé.
  3. Sur l'extrémité supérieure du capillaire, on place une bulle sphérique, du même liquide et de rayon  $R' = 2 \text{ cm}$ .
    - (a) Déterminer la pression  $P'_0$  de l'air dans le tube capillaire.
    - (b) Quelle est la nouvelle dénivellation  $h'$  entre les deux surfaces libres du liquide ?

### EXERCICE 8

#### Exemples Oraux X-ESPCI-ENS

1. On considère une goutte d'eau de rayon  $R$  dans une cuve ne contenant que de la vapeur d'eau sous une pression  $P$  supérieure à la pression de vapeur saturante à  $25^\circ\text{C}$ . Que devient la goutte ? S'évapore-t-elle ? Grossit-elle ?
2. On considère une bouteille remplie aux deux tiers avec de l'eau et fermée par un bouchon. On connaît la tension superficielle des bulles d'air. Deux bulles d'air fusionnent, déterminer la variation de pression au bouchon.
3. Soient deux ballons de baudruche, souples et reliés entre eux par un tube rigide indéformable de volume négligeable devant ceux des ballons. Étudier le rayon des ballons (qui n'est pas le même à  $t = 0$ , ajoute l'examineur).

4. Une onde se propage entre deux fluides parfaits et incompressibles de masse volumique  $\rho_1$  et  $\rho_2$ . Les fluides sont semi - infinis. Quelle est la relation de dispersion ?  
Indications de l'examineur : "Il me dit qu'il faut prendre en compte la tension de surface et que la vitesse ne dépend que de  $x$ ,  $z$  et  $t$ . Il m'a expliqué au milieu sur l'exemple d'une sphère de rayon  $R$  comment prendre en compte la tension de surface en fait ça intervient dans les conditions aux limites pour la pression :  $\Delta P = \frac{2\gamma}{R}$  et dans le cas général il faut remplacer  $\frac{2}{R}$  par la courbure moyenne".
5. On considère l'expérience de Jurin, mais cette fois la hauteur initiale de l'eau dans le tube n'est pas celle à l'équilibre. Que ce passe-t-il ?

---

**EXERCICE 9****Exercice ouvert**

Vous disposez d'un jeu d'aiguilles d'acier de masse volumique  $\rho = 7.85 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  et de différents rayons ( $R_i$ ). Proposer un protocole permettant de déterminer la tension superficielle d'un liquide (liquide mis à disposition dans un bécher).