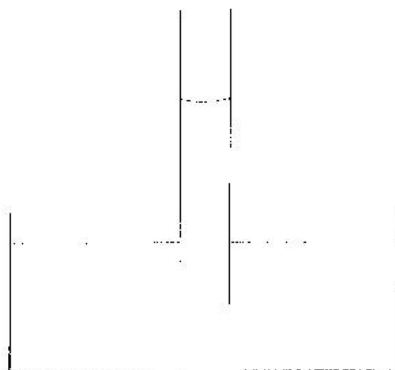


Les documents manuscrits relatifs au cours et les calculatrices sont autorisés. Les photocopies ou tout autre document non manuscrit sont en revanche interdits.

On demande de justifier toutes les réponses. Toute réponse non justifiée, même correcte, ne sera pas comptabilisée.

Exercice 1

On considère la montée capillaire d'un liquide dans un tube :



1. Le dessin ci-dessus présente une légère erreur. Pouvez-vous dire laquelle ?
2. Démontrer la loi de Young-Dupré

$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma \cos(\theta)$$

On précisera la signification des termes de cette relation.

3. Dans le dessin ci-dessus, quelle est la valeur approximative de θ ?
4. Établir la loi de Jurin, c'est-à-dire la relation entre γ , θ , h la hauteur de montée dans le tube, r le rayon du tube, ρ la masse volumique du liquide et g l'accélération de la pesanteur. Quelles valeurs de θ sont admissibles pour observer une montée capillaire ?
5. Le tableau ci-dessous rapporte les résultats d'une expérience faite avec un même liquide et des tubes de différents diamètres.

rayon du tube (mm)	$3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	0,6
hauteur de montée (cm)	34	29,1	36,4	5,1	12,2	0,16

Déduire de ces données la valeur en millimètres de la longueur capillaire $\sqrt{\gamma/\rho g}$ du liquide considéré, sachant que l'angle θ vaut 25 degrés ($\pi/4$ radians). Que vaut γ si la densité est $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$?

6. Dans les données du tableau, une mesure est clairement fausse. De laquelle s'agit-il ? Une autre mesure semble fausse car elle ne devrait pas être analysée par la loi de Jurin. Laquelle ?

Exercice 2

Un brouillard est un système diphasique liquide+vapeur, où le liquide est divisé en fines gouttelettes de rayon r .

1. On appelle P_ℓ et P_v les pressions des phases liquide et vapeur respectivement. A-t-on $P_\ell = P_v$? Sinon, laquelle est la plus grande ?
2. Même question avec les potentiels chimiques μ_ℓ et μ_v .
3. On rappelle la loi de Gibbs-Duhem pour une phase simple : $d\mu = -sdT + v dP$ où s est l'entropie molaire et v le volume molaire.
 - (a) On compare deux systèmes de même composition, l'un à la température T et à la pression P , l'autre à la température T et à la pression $P + \Delta P$, où ΔP est un petit écart de pression. Que vaut la différence $\Delta\mu$ entre leurs potentiels chimiques ?
 - (b) Le potentiel chimique de l'eau liquide dans le brouillard est-il plus grand ou plus petit que le potentiel chimique de l'eau liquide (à la même température et à la même pression de l'air) quand il n'y a pas de brouillard ?
4. Calculer P_ℓ si le brouillard est fait de gouttes de 0.04 mm de diamètre, l'eau ayant une tension de surface de 70 mJ.m^{-2} , la pression de l'air étant la pression atmosphérique.

Exercice 3

On tire vers le haut une réglette de section carrée 1 mm et de longueur 30 centimètres hors d'un bac d'eau savonneuse ($\gamma = 25 \text{ mN/m}$). Calculer l'énergie à fournir pour sortir la réglette d'une hauteur de 10 cm, sachant qu'elle entraîne avec elle un film d'eau savonneuse accroché aux bords de la réglette. On négligera complètement la masse de la réglette. Peut-on négliger la masse du film d'eau soulevé ? (la masse volumique de l'eau est $1 \text{ kg.}\ell^{-1}$)

Peut-on dire que le film réagit comme un ressort qui s'oppose au mouvement de la réglette ?

Exercice 4

1. Citer les différentes forces pouvant exister entre molécules à des distances grandes devant leur taille. Quelle est le point commun de toutes ces forces ?
2. Pourquoi l'interaction entre molécules est-elle répulsive à courte portée ? Quelle est l'ordre de grandeur de la distance inter-moléculaire à partir de laquelle cette répulsion est sensible.
3. Tracer l'allure de l'énergie potentielle d'interaction entre deux molécules en fonction de la distance. Tracer aussi l'énergie potentielle d'interaction d'un corps où il n'y aurait pas de transition liquide-gaz (mais un seul état fluide).