



الموسم الجامعي: 2020-2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
قسم هندسة الطرائق والصناعات البتر وكيميائية
امتحان السداسي الاول - الدورة العادية



كلية التكنولوجيا

Phénomènes de la surface et catalyse hétérogène

Module : Année : 21/20 Spécialité : L3PR Groupe : Durée : 60 min

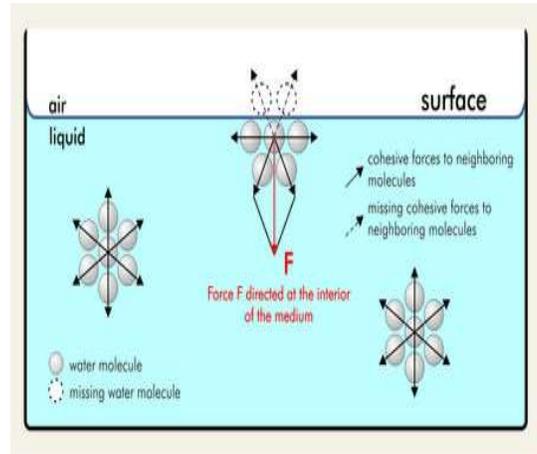
Nom et prénom :: الاسم واللقب: Matricule:

Interrogation

1. Expliquez bien les origines de la tension de superficielle ;
2. Démontrez la loi de Jurin sur l'ascension capillaire ;
3. Expliquez l'effet de la température sur la tension superficielle.

Solution

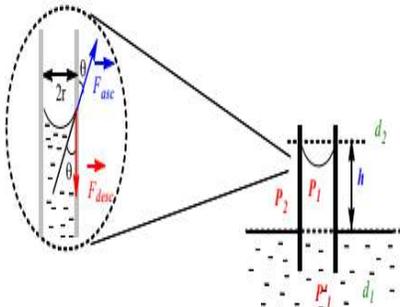
1. L'origine de la tension superficielle réside dans la distribution anisotrope des forces d'attraction subies par les molécules superficielles à la surface de contact avec l'air. Une molécule superficielle subie une force d'attraction nette dirigée vers l'intérieur du liquide (*figure à côté 01p*). La couche superficielle va donc avoir tendance à s'enfoncer en comprimant le liquide. Une couche mince sera formée et aura une propriété différente, une densité légèrement supérieure. Alors, la surface d'un liquide se comporte comme une membrane avec une certaine "élasticité", cette dernière, est causée par une force de la tension



superficielle. L'unité de la tension superficielle est le J/m^2 , c'est donc *l'énergie qu'il faut apporter pour créer un mètre carré de surface. 02p*

2. Démonstration de la loi de Jurin :

$$\gamma = \frac{f_{asc}}{C}$$



Avec, $C = 2.\pi.r$: circonférence du tube

La projection de f_{asc} sur l'axe de la paroi du tube donne :

$$f_{asc} = 2\pi r \gamma \cos\theta \quad \mathbf{01p}$$

La force liée à la pesanteur f_{desc} qui s'exerce sur tout le volume de la colonne du liquide s'exprime par une relation :

$$f_{desc} = mg = (\rho_1 - \rho_2)Vg = (\rho_1 - \rho_2)\pi r^2 h g \quad \mathbf{01p}$$

Ou encore $f_{desc} = \pi r^2 h g d$, avec $\rho_1 \gg \rho_2$ (ou ρ_1 représente la densité du liquide et ρ_2 la densité de l'air).

À l'équilibre ces deux forces sont égales et de sens contraire de telle

sorte que : $f_{desc} = f_{asc} \quad \mathbf{01p}$:

$$2\pi r \gamma \cos\theta = \rho \pi r^2 h g \quad \mathbf{01p} \quad \text{et } \gamma = \frac{\rho h g r}{2c\theta}$$

Alors,

$$h = \frac{2\gamma \cdot \cos\theta}{r \cdot g \cdot \rho} \quad \mathbf{01p}$$

3. Si la température augmente, les forces d'attraction entre les molécules superficielles aura diminué et la tension superficielle aura diminué aussi. **02p**

Examen :

Nous plongeons côte à côte deux tubes capillaires t_1 et t_2 de rayons intérieurs $r_1 = 0,20$ mm et $r_2 = 0,10$ mm, respectivement, dans de le mixture 10 ml CH_3OH / 5 ml $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. La différence de hauteur mesurée à la loupe entre les deux tubes est de 2.5 cm. La mouillabilité est parfaite.

T (°C)	$\rho_{\text{CH}_3\text{OH}}$ (Kg/m ³)	$\rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$ (Kg/m ³)
20	792	789
241	273.90	273.80

- Calculer la tension superficielle du mixture $\text{CH}_3\text{OH} / \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ à 20 °C en dyne/cm² ;
- Quelle sera la différence de la hauteur entre les tubes à 241 °C ? sachant que cette température est la température critique du mixture méthanol/éthanol.

Solution

1. On a que

$$h_1 = \frac{2\gamma \cdot \cos\theta}{r_1 \cdot g \cdot \rho_m}, \quad h_2 = \frac{2\gamma \cdot \cos\theta}{r_2 \cdot g \cdot \rho_m} \quad \mathbf{01p}$$

$$h_2 - h_1 = \frac{2\gamma \cdot \cos\theta}{g \cdot \rho_m} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \quad \mathbf{01p}, \quad \rho_m(20^\circ\text{C}) = \frac{V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2}{V_1 + V_2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 792 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot 789}{(10+5) \cdot 10^{-6}} = 791 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \quad \mathbf{02p}$$

$$\gamma(20^\circ\text{C}) = \frac{\rho_m g (h_2 - h_1)}{2 \cos\theta \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)} = \frac{791 \cdot 9.81 \cdot 2.5 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-1} \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} \right)} = \frac{194}{1} = 194 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} \quad \mathbf{01p} = 194 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 194 \cdot 10^5 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2} \quad \mathbf{01p}$$

2. On a que :

$$\gamma_T = \gamma_0 \left(1 - \frac{T}{T_C} \right) = 194 \cdot \left(1 - \frac{20}{241} \right) = 177.90 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} \quad \mathbf{01p}$$

$$\rho_m(241^\circ\text{C}) = \frac{V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2}{V_1 + V_2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 273.90 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot 273.80}{(10+5) \cdot 10^{-6}} = 273.86 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \quad \mathbf{02p}$$

$$\Delta h = \frac{2\gamma \cdot \cos\theta}{g \cdot \rho_m} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = \frac{2 \cdot 177.90 \cdot 1 \cdot 10^{-1}}{9.81 \cdot 273.86} \cdot \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} \right) = \frac{177.9}{2686.57} = 0.066 \text{m} \quad \mathbf{01p}$$