

03.10.2022

Група 22

Фізика і астрономія

Урок 3-4

Тема: «Змочування. Капілярні явища»

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:

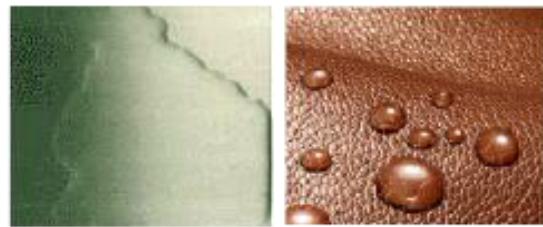
ЗМОЧУВАННЯ. Якщо рідина межує з її ж парою, то взаємодії між молекулами слабкіші і їх можна не враховувати. Якщо поверхневий шар рідини межує з твердим тілом, то взаємодією молекул рідини і твердого тіла слід враховувати. У повсякденному житті можна спостерігати, що крапля води розплівається чистою поверхнею скла (мал. 30.1, а), але не розплівається забрудненою жиром — і має форму майже правильної кулі (мал. 30.1, б).

Тоді говорять, що вода або змочує поверхню, або — не змочує.

Якщо взаємодія між молекулами рідини менша, ніж їх взаємодія з молекулами контактного твердого тіла, то вона його змочує і, навпаки, якщо ця взаємодія більша, — не змочує.

Явища змочування і незмочування відіграють важливу роль у побуті та техніці. Якби, наприклад, вода не змочувала тіло людини, то марним було б купання. Добре змочування потрібне під час фарбування і прання, паяння, збагачення руд цінних порід та інших технічних процесів.

КАПІЛЯРНІ ЯВИЩА. Змочування або незмочування рідиною стінок посудини впливає на форму вільної поверхні рідини, а також призводить до її підняття або опускання у посудині, в яку занурено капіляр. Ці явища називаються капілярними. Як їх пояснити?



Мал. 30.1. Рідина змочує (а) і не змочує поверхню (б)

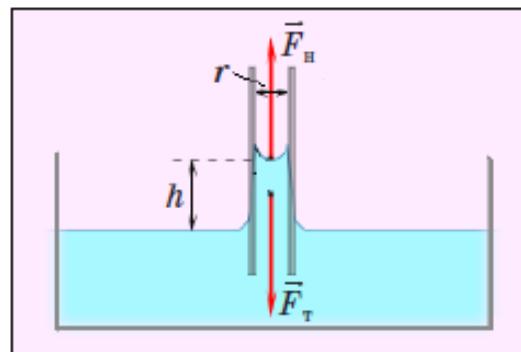
Зануримо в рідину густиною ρ циліндричний капіляр радіусом $r \approx 1$ мм (мал. 30.2). Її підняття в капілярі припиниться тоді, коли сила тяжіння піднятого стовпа рідини зрівноважить рівнодійну силу поверхневого натягу: $F_n = F_t$.

Сила поверхневого натягу $F_n = 2\pi r\sigma$. Сила тяжіння $F_t = mg$. Оскільки $m = \rho V = \rho\pi r^2 h$, справедливою є рівність:

$$2\pi r\sigma = \rho\pi r^2 h g.$$

Звідси висота підняття рідини в циліндричному капілярі:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gr},$$



Мал. 30.2. Підняття рідини у капілярі

де h — висота підняття рідини в циліндричному капілярі; σ — коефіцієнт поверхневого натягу рідини; ρ — її густина; r — радіус капіляра; g — прискорення вільного падіння.

Якщо рідина не змочує капіляр, то її рівень у ньому буде нижчим від рівня рідини в посудині. Різниця цих рівнів, яку також позначають h , має таку ж залежність від σ , ρ і r , як і під час змочування.

Капілярні явища мають велике значення в природі й техніці. Завдяки їм здійснюється проникнення вологи з ґрунту в стебла і листя рослин. Саме в капілярах відбуваються основні процеси, пов'язані з диханням і живленням організмів.

У будівництві враховують можливість підняття вологи капілярними порами будівельних матеріалів. З метою захисту фундаменту і стін від дії ґрунтових вод та вологи застосовують гідроізоляційні матеріали: толь, смоли тощо. Завдяки капілярному підняттю вдається фарбувати тканини. Часто капілярні явища використовують і в побуті. Застосування рушників, серветок, гігроскопічної вати, марлі, промокального паперу можливе завдяки наявності в них капілярів.

7 (д). У стеблі пшениці вода капілярами піднімається на висоту 1 м. Визначте середній діаметр капілярів.

7(г) Дано:

$$\begin{aligned} h &= 1 \text{ м} \\ \delta &= 73 \frac{\text{мН}}{\text{м}} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ g &= 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \\ \rho &= 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\ d &=? \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \gamma = \frac{d}{2} \rightarrow 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ h = \frac{2\delta}{\rho g \gamma} \rightarrow \frac{d}{2} \\ 1 \text{ м} = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{d}{2}} \end{array} \right.$$

$$1 \text{ м} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{d}{2} = 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1 \text{ м} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}$$

$$d = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1 \text{ м} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} \cdot 2 \approx$$

$$\approx 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Знайдіть середній діаметр капілярів.

- 8 (д). Чому дорівнює різниця рівнів рутті у двох капілярних трубках, розміщених в одній посудині із руттю. Діаметри капілярів відповідно рівні 0,5 мм і 1 мм. Густина рутті становить 13600 кг/м^3 .

Дано:

$$\begin{aligned} \rho &= 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\ g &= 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \\ d_1 &= 0,5 \text{ мм} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ d_2 &= 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м} \\ \delta &= 510 \frac{\text{мН}}{\text{м}} = 510 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \Delta h &=? \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta h = h_1 - h_2 \\ h_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2} \text{ м} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ h_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{10^{-3}}{2} \text{ м} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ h_2 = \frac{2\delta}{\rho g \gamma_2}, \quad h_1 = \frac{2\delta}{\rho g \gamma_1} \\ \Delta h = \frac{2\delta}{\rho g \gamma_1} - \frac{2\delta}{\rho g \gamma_2} = \\ = \frac{2 \cdot 510 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}} - \frac{2 \cdot 510 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = \\ = 0,03 \text{ м} - 0,015 \text{ м} = 0,015 \text{ м} = 15 \text{ мм} \end{array} \right.$$

- 11 (в). Кубик плаває на поверхні води. Обчисліть глибину занурення кубика у воду без урахування сили поверхневого натягу; з урахуванням сили поверхневого натягу за умови, що поверхня кубика не змочується водою. Маса кубика становить 3 г, довжина його ребра складає 20 мм.

a) Дано:

$$m = 32 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$l = 20 \text{ мм} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$h - ?$$

$$V = Sh$$

$$F_{ap} = \rho g V$$

$$F_{ap} = F_T$$

$$\rho g V = mg$$

$$V = \frac{mg}{\rho g} = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$h = \frac{V}{S} = \frac{V}{l^2}$$

$$h = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{(20 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{400 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 7,5 \text{ мм}$$

Дано:

$$m = 32 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$l = 20 \text{ мм} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\delta = 73 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

h - ?

$$h = \frac{73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ м} + 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 400 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \approx$$

$$\approx 0,0049 \text{ м} \approx 4,9 \text{ мм}$$

$$F_{ap} = \rho g V, F_T = mg, F_{nob} = \delta l.$$

$$F_{nob} + F_T = F_{ap}$$

$$\delta l + mg = \rho g V$$

$$V = Sh = l^2 h$$

$$\delta l + mg = \rho g l^2 \cdot h$$

$$h = \frac{\delta l + mg}{\rho g l^2}$$

Домашнє завдання: пройти тест за посиланням
<https://forms.gle/Z7nKaab88DnvfmR49>.

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com