

Приклади розв'язування задач:

Впр. 39 (Засекіна), задача 9.

9. Відкриту з обох кінців капілярну трубку радіусом 1 мм наповнено водою і встановлено вертикально. Якої висоти стовпчик води утримується в капілярі? Товщину стінок капіляра вважайте дуже малою.

$$R = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$h - ?$$

Розв'язування. Вода із капіляру буде вилитися до тих пір, поки вага стовпа рідини не зрівняється з силами поверхневого натягу.

Ці сили виникають як у верхній частині меніска стовпчика води і напрямлені догори, так і у нижній частині цього стовпчика і також напрямлені догори. Отже,

$$F_{нов} = 2\sigma l = 2\sigma \cdot 2\pi R = 4\pi\sigma R.$$

Тоді умова рівноваги набуває вигляду

$$mg = F_{нов} \Rightarrow mg = 4\pi\sigma R \Rightarrow \pi R^2 h \cdot \rho g = 4\pi\sigma R \Rightarrow h = \frac{4\sigma}{\rho g R}.$$

Обчислюємо:

$$h = \frac{4 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,0292 \text{ м} = 2,92 \text{ см}.$$

Відповідь: Висота стовпчика води становить 2,92 см.

Впр. 39 (Засекіна), задача 10.

10. Змочуваний водою кубик масою 20 г плаває на поверхні води. Ребро кубика має довжину 3 см. На якій відстані від поверхні води міститься нижня грань кубика?

$$\text{Коефіцієнт поверхневого натягу води} - 0,073 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

$$d = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$$

$$m = 20 \text{ г} = 0,020 \text{ кг}$$

$$\sigma_1 = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

$$h - ?$$

Розв'язування. На кубик діють три сили: сила тяжіння mg , напрямлена вниз, сила Архімеда, що діє на занурену у воду частину кубика $\rho_в \cdot g \cdot V = \rho_в \cdot g \cdot d^2 \cdot h$, спрямована уверх та сила поверхневого натягу $\sigma \cdot 4 \cdot d$, спрямована вниз. всі ці сили зрівноважують одна одну, тому

$$mg + 4\sigma d = \rho_в g d^2 h \Rightarrow h = \frac{mg + 4\sigma d}{\rho_в g d^2}.$$

Обчислюємо

$$h = \frac{0,020 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} + 4 \cdot 0,073 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 0,03 \text{ м}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (0,03 \text{ м})^2} \approx 0,0232 \text{ м} = 2,32 \text{ см}.$$

Відповідь: Кубик зануриться у воду на глибину 2,32 см.

Впр. 39 (Засекіна), задача 11.

- 11.** Який радіус поперечного перерізу повинен мати алюмінієвий дріт, щоб його шматок завдовжки 2 см, натертий парафіном, міг перебувати у воді у вертикальному положенні, занурившись рівно наполовину?

$$d = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

$$r = ?$$

Розв'язування. Натираючи дріт парафіном, ми робимо його поверхню гідрофобною, незмочуваною, тому сили поверхневого натягу

$$F_{\text{нов}} = \sigma \cdot 2\pi r$$

будуть спрямовані уверх. Туди ж буде спрямована і сила Архімеда, що діє на занурену у воду частину дроту

$$F_A = \rho_v g V = \rho_v g \cdot \pi r^2 \frac{d}{2}.$$

Вниз буде спрямована тільки сила тяжіння

$$F_{\text{тяж}} = \pi r^2 d \cdot \rho_a g,$$

яка зрівноважує сили поверхневого натягу та Архімедову силу:

$$\begin{aligned} F_A + F_{\text{нов}} = F_{\text{тяж}} &\Rightarrow \rho_v g \cdot \pi r^2 \frac{d}{2} + \sigma \cdot 2\pi r = \pi r^2 d \cdot \rho_a g \Rightarrow \\ &\Rightarrow r = \frac{2\sigma}{gd \left(\rho_a - \frac{\rho_v}{2} \right)}. \end{aligned}$$

Обчислюємо:

$$r = \frac{2 \cdot 0,073 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ м} \cdot \left(2710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{2} \right)} \approx 0,00033 \text{ м} = 0,33 \text{ мм}.$$

Відповідь: Товщина дроту повинна становити 0,33 мм.