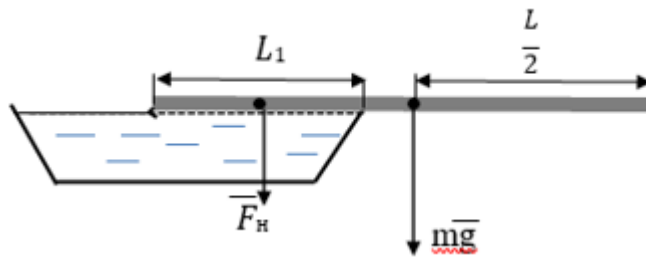


**Відповіді III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики
(2022-2023 навчальний рік)
Експериментальний тур
11 клас**

Наллємо повну тарілку води. Покладемо на край тарілки дротину так, щоб один кінець її торкався води, а інший був за межами тарілки. Дріт виконує дві функції: одна частина піднімає другу з води, тобто є аналогом дротяної рамки, яку витягають із води для вимірювання поверхневого натягу. Залежно від рівня води можуть спостерігатися різні положення дроту.



Найзручніше для розрахунків і вимірів горизонтальне розташування дроту при рівні води на 1 – 1,5 мм нижче краю тарілки. За допомогою шприца можна регулювати рівень, доливаючи воду. Дріт варто висувати з тарілки доти, доки плівка води під дротиною не почне розриватися. У цьому крайньому положенні плівка має висоту 1,5 – 2 мм, і можна сказати, що сили поверхневого натягу, прикладені до дроту, спрямовані практично вертикально вниз.

Нехай m_d – маса дроту, L – його довжина, L_1 – довжина дроту над водою. Вимірювання та обчислення спростяться, якщо рідина буде змочувати всю довжину L_1 . Напишемо умову рівноваги дроту щодо краю тарілки:

$$m_d g \left(\frac{L}{2} - L_1 \right) - F_n \frac{L_1}{2} = 0.$$

Підставимо сюди силу поверхневого натягу $F_n = 2\delta L_1$ та виразимо поверхневий натяг δ . Плівка води утворює дві поверхні, тому у формулі для сили поверхневого натягу є число два.

$$\text{Остаточно отримуємо: } \delta = \frac{m_d g \left(\frac{L}{2} - L_1 \right)}{L_1^2} \quad (1).$$

Величини L і L_1 виміряємо лінійкою.

Масу дротини знайдемо за допомогою лінійки, використавши масу монети $m_d x_1 = m_m x_2$. Звідси $m_d = \frac{m_m x_2}{x_1}$. (2).

$$\text{Підставляючи (2) в (1), отримуємо: } \delta = \frac{m_m g x_2 (L - 2L_1)}{2x_1 L_1^2}.$$

Результати експерименту:

Довжина дроту L , м	Довжина змочуваної частини дроту L_1 , м	Плече дротини x_1 , м	Плече монети x_2 , м
0,207	0,097	0,125	0,175

$$\delta = \frac{4,32 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 0,175 \cdot (0,207 - 2 \cdot 0,097)}{2 \cdot 0,125 \cdot 0,097^2} = 40,945 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \approx 41 \frac{\text{мН}}{\text{м}}.$$

Відносна похибка:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta L_1}{L_1} + \frac{\Delta x_1}{x_1} + \frac{\Delta x_2}{x_2} = \frac{0,001}{0,202} + 2 \frac{0,001}{0,097} + \frac{0,001}{0,13} + \frac{0,001}{0,175} = 0,039.$$

Абсолютна похибка:

$$\Delta \delta = \varepsilon \delta = 0,039 \cdot 40,945 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \approx 2 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$$

Відповідь: $\delta = (41 \pm 2) \frac{\text{мН}}{\text{м}}.$