

УДК 37.091.212:53

**Григорій КОБЕЛЬ**,  
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри експериментальної фізики,  
інформаційних та освітніх технологій ВНУ імені Лесі Українки;  
**Валентин САВОШ**,  
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії  
та методики викладання шкільних предметів ВППО;  
**Іван ЛЕУШ**,  
директор, учитель фізики КЗЗСО «Луцький ліцей № 26 Луцької міської ради»;  
**Віктор НИКИТЮК**,  
заступник директора, вчитель фізики ОЗЗСО «Локачинський ліцей» Локачинської  
селищної ради Володимирського району Волинської області, заслужений вчитель України

## Всеукраїнський конкурс «Учитель року – 2024» в номінації «Фізика»



Розглянуто завдання та авторські розв'язання конкурсних випробувань «Тестування» і «Фізичний експеримент» першого туру всеукраїнського конкурсу «Учитель року – 2024» у номінації «Фізика».

**Ключові слова:** конкурсне випробування, тестування, фізичний експеримент, модель, лінза, швидкість, тиск, сила тяжіння, електрометр, електрон, зовнішній фотоефект.

**Hryhorii Kobel, Valentyn Savosh, Ivan Leush, Viktor Nykytiuk.**  
**All-Ukrainian Competition «Teacher of the Year – 2024»  
in the Nomination «Physics».**

*The tasks and author's solutions of the competitive tests „Testing” and „Physical experiment” of the first round of the All-Ukrainian competition „Teacher of the Year – 2024” in the nomination „Physics” are considered.*

**Keywords:** competition, test, physical experiment, model, lens, speed, pressure, gravity, electrometer, electron, external photo effect.

З 27 листопада по 02 грудня 2023 року проходив I (обласний) тур всеукраїнського конкурсу «Учитель року – 2024» у номінації «Фізика». Організаційний та науково-методичний супровід конкурсу здійснював Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти, на базі якого відбувався захід.

Участь у конкурсі взяли вісім педагогів. Серед конкурсних випробувань: «Тестування», «Я так роблю», «Практична робота», «Методичний практикум», «Урок», «Фізичний експеримент». Конкурсне випробування «Фізичний експеримент» складалося з демонстраційного та експериментального турів. Для тестування учасникам було запропоновано задачі з методики і методології фізики, педагогіки й психології у тестовому форматі та дві задачі з відкритою відповіддю.

Проведемо аналіз окремих завдань та їх авторських розв'язувань.

### Конкурсне випробування «Тестування»

**1. У якому варіанті відповідей перераховано тільки моделі фізичних об'єктів?**

- А. Біпризма Френеля, точкове джерело світла, світловий промінь.
- Б. Швидкість, різниця фаз, точкове джерело світла.
- В. Інтерференція, дифракція, монохроматична хвиля.
- Г. Точкове джерело світла, гармонічна електромагнітна хвиля, світловий промінь.

**2. Яка з логічних схем найточніше відображає пізнання фізичних явищ?**

- А. Факти – експерименти.
- Б. Факти – модель – експеримент.
- В. Факти – модель – наслідки – експеримент.
- Г. Об'єкти – експеримент.

3. Наукова гіпотеза – це:

- А) дослідний факт;
- Б) фізична величина;
- В) *припущення про природу явищ;*
- Г) фізичне явище.

4. У підручнику з фізики написано: «...при інтерференції мінімум інтенсивності отримується, коли оптична різниця ходу між когерентними хвилями від точки їх утворення до точки з'єднання дорівнює непарному числу довжин півхвиль». Це твердження є:

- А) *дослідним фактом;*
- Б) фізичним принципом;
- В) назвою явища;
- Г) гіпотезою.

5. Визначте масу  $\alpha$ -частинки, знаючи, що маса протона і нейтрона приблизно дорівнюють  $1,7 \cdot 10^{-27}$  кг.

- А.  $3,4 \cdot 10^{-27}$  кг.
- Б.  $3,4 \cdot 10^{-26}$  кг.
- В.  *$6,8 \cdot 10^{-27}$  кг.*
- Г. 2 а. о. м.

До складу  $\alpha$ -частинки входить два протони і два нейтрони, тому її маса становить:  
 $m_\alpha = 4 \cdot 1,7 \cdot 10^{-27}$  кг =  $6,8 \cdot 10^{-27}$  кг.

6. На горизонтальному столі лежить куля. Для яких сил записують третій закон Ньютона?

- А. Сила тяжіння, сила реакції опори.
- Б. *Вага, сила реакції опори.*
- В. Вага, сила тяжіння.
- Г. Сила тертя спокою, сила тяжіння.

7. Гумову кульку на березі озера під час відпочинку наповнили повітрям і опустили на глибину 5 м. Через деякий час виявилось, що об'єм кульки зменшився у два рази. Які з гіпотез раціонально вибрати для пояснення зменшення об'єму кульки?

- А. *Повітря в кульці стиснулось через зміну температури.*
- Б. *Зовнішній тиск на стінки кульки збільшився.*
- В. Гума оболонки кульки змінила свої пружні властивості через зниження температури.
- Г. Оболонка втратила герметичність.

8. Про якого вченого говорили, що він «зважив Землю»?

- А. Архімед.
- Б. *Кавендіш.*
- В. Арістотель.
- Г. Ньютон.

9. Як називають форму проведення лабораторних робіт, коли всі групи учнів отримують різні завдання ускладненого змісту?

- А. Демонстраційні досліди.
- Б. Фронтальні лабораторні роботи.
- В. Домашні експерименти.
- Г. *Фізичний практикум.*

10. Як називається сукупність ідей, які виникли як наукове узагальнення знань про фізичні явища?

- А. Моделювання.
- Б. *Фізична теорія.*
- В. Метод пізнання.
- Г. Навчальний фізичний експеримент.

11. Яка характеристика звукової хвилі залишається незмінною, коли хвиля переходить з повітря у воду?

- А. Довжина хвилі.
- Б. *Частота хвилі.*
- В. Амплітуда хвилі.
- Г. Швидкість хвилі.

## Методичні публікації

12. Жорсткість гумового джгута  $k$ . Яка жорсткість такого ж джгута, складеного навпіл?

- А.  $2k$ .                      Б.  $4k$ .                      В.  $8k$ .                      Г.  $k/2$ .

$$k_1 = \frac{ES_1}{l_{01}}$$

**Розв'язування.** Жорсткість гумового джгута

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{S_2 l_1}{S_1 l_2} = \frac{2S_1 \cdot 2l_2}{S_1 l_2} = 4.$$

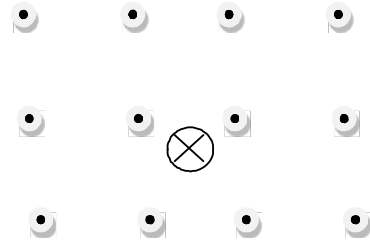


Рисунок 1

13. Прямолінійний провідник, по якому проходить постійний струм, розташовано в однорідному магнітному полі (рис. 1). Визначте напрям сили Ампера, що діє на провідник.

- А. Вгору.  
Б. Вниз.  
В. Ліворуч.  
Г. Праворуч.  
Г. Правильної відповіді немає.

**Розв'язування.** Сила Ампера  $F_A = BIl \sin \alpha$ , де  $\alpha$  – кут між напрямками індукції магнітного поля та струмом у провіднику. В цьому випадку  $\alpha = 180^\circ$ , тому  $F_A = 0$ . Правильної відповіді немає.

14. Порівняйте потенціали точок в однорідному електричному полі, зображеному на рис. 2.

- А.  $\varphi_A = \varphi_C, \varphi_B = \varphi_D$ .  
Б.  $\varphi_A > \varphi_C, \varphi_B = \varphi_D$ .  
В.  $\varphi_A = \varphi_C, \varphi_B < \varphi_D$ .  
Г.  $\varphi_A < \varphi_C, \varphi_B = \varphi_D$ .

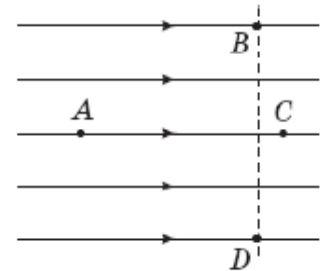


Рисунок 2

**Розв'язування.** Напруженість електричного поля напрямлена від точок з більшим потенціалом до точок з меншим потенціалом, тому  $\varphi_A > \varphi_C$ . Точки B та D лежать на еквіпотенціальній поверхні, тому  $\varphi_B = \varphi_D$ .

15. На рис. 3 у системі координат  $pV$  ( $p$  – тиск,  $V$  – об'єм) зображено замкнутий цикл 1–2–3–4–1, здійснений газом сталої маси (лінії 2–3 та 4–1 – частини гіпербол). Установіть, який вигляд має графік цього циклу в системі координат  $pT$  ( $T$  – температура).

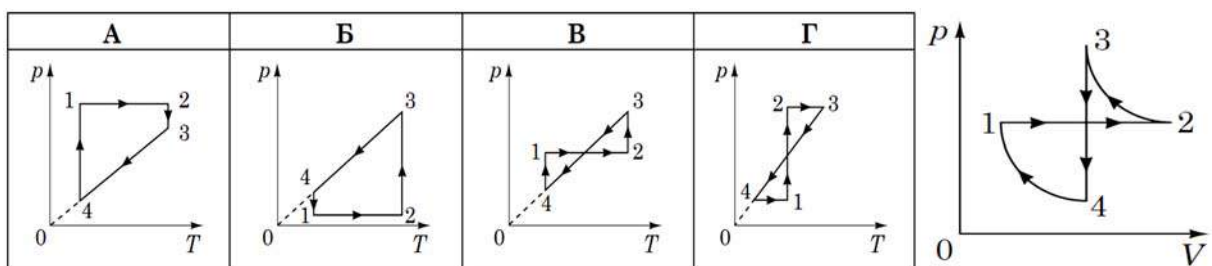


Рисунок 3

**Правильна відповідь:** В.

16. Теплова машина за цикл здійснює роботу 25 Дж і віддає холодильнику кількість теплоти, що дорівнює 75 Дж. Визначте коефіцієнт корисної дії теплової машини (у відсотках).

Дано:  
 $A = 25$  Дж  
 $Q_2 = 75$  Дж  
 $\eta = ?$

**Розв'язування.** Коефіцієнт корисної дії теплової машини  $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{A + Q_2}$ .

$$\eta = \frac{25}{25 + 75} = 0,25 = 25 \%$$

**Правильна відповідь:** 25 %.

17. Для занурення на глибину 10 м резервуар підводного човна наповнюють 10 т води. Яку масу води потрібно залити у резервуар, щоб човен занурився на глибину 50 м? Відповідь подайте у тоннах (т).

**Розв'язування.** Підводний човен починає занурюватися як тільки сила тяжіння зрівняється з архімедовою силою. Архімедова сила не залежить від глибини занурення човна, тому правильна відповідь: 10 т.

18. Лінза дає дійсне зображення предмета, збільшене в 3 рази. Відстань між предметом і його зображенням становить 80 см. Визначте (у сантиметрах) фокусну відстань лінзи.

Дано: $d + f = 80 \text{ см}$ $\frac{f}{d} = 3$ $F = ?$	<b>Розв'язування.</b> Запишемо формулу тонкої лінзи для цього випадку: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ . Звідси знаходимо $F = \frac{d \cdot f}{d + f}$ . З умови задачі $f = 3d$ . Тоді $d + f = 80$ , $d + 3d = 80$ , $d = 20 \text{ см}$ . $F = \frac{20 \cdot 3 \cdot 20}{80} = 15 \text{ (см)}$ .
--	--

Правильна відповідь: 15 см.

19. На залізничній вантажній платформі масою 20 т, що перебуває в стані спокою, стоїть слон масою 5 т. Він починає рухатися платформою вздовж колії зі швидкістю 2 м/с відносно платформи. Силу тертя між колесами платформи та колією не враховуйте. Визначте швидкість руху платформи відносно землі. Відповідь запишіть у метрах за секунду (м/с).

Дано: $M = 20 \text{ т}$ $m = 5 \text{ т}$ $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $u = ?$	<b>Розв'язування.</b> Для руху слона і платформи виконується закон збереження імпульсу. Врахуємо, що платформа буде переміщатися разом зі слоном. $mv = (M + m)u$ . Звідси: $u = \frac{M + m}{mv} \cdot u = \frac{20 + 5}{5 \cdot 2} = \frac{5}{2} = 0,4 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ . <b>Правильна відповідь:</b> $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .
--	---

20. На рис. 4 зображено графік залежності проекції швидкості  $v_x$  автомобіля, що рухається прямолінійно, від часу  $t$ . У якому інтервалі часу модуль прискорення є мінімальним?

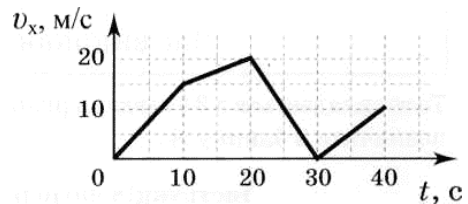


Рисунок 4

- А. Від 0 до 10 с.
- Б. Від 10 до 20 с.
- В. Від 20 до 30 с.
- Г. Від 30 до 40 с.

**Розв'язування.** Прискорення  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ . Прискорення чисельно дорівнює тангенсу кута, який утворює графік швидкості з горизонтальною віссю часу. Шукаємо ділянку, для якої кут нахилу графіка є найменшим.

Правильна відповідь: Б.

21. Яка одиниця виразу в СІ:  $\text{Вт} \sqrt{\frac{\Phi}{\text{Н} \cdot \text{м}}}$ ?

$$\text{Вт} \sqrt{\frac{\Phi}{\text{Н} \cdot \text{м}}} = \sqrt{\frac{\text{Вт}^2 \cdot \text{Кл}}{\text{Дж} \cdot \text{В}}} = \sqrt{\frac{\text{В}^2 \cdot \text{А}^2 \cdot \text{Кл}}{\text{Кл} \cdot \text{В} \cdot \text{В}}} = \text{А}.$$

**Задачі з відкритою відповіддю**

**Задача 1.** Переміщуючи лінзу між предметом і екраном, отримують два чітких зображення на екрані. У першому випадку лінійне збільшення дорівнює 0,25. Визначити збільшення лінзи у другому випадку.

**Розв'язування.** Уведемо позначення:

$f_1, f_2$  – відстань від лінзи до зображення в першому і другому випадках відповідно;

$d_1, d_2$  – відстань від предмета до лінзи у першому і другому випадках відповідно.

Згідно з умовою задачі, маємо:

$$f_1 + d_1 = f_2 + d_2. \tag{1}$$

Виразимо лінійне збільшення лінзи в обох випадках:

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = 0,25 \quad f_1 = 0,25d_1; \quad (2)$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = x \quad f_2 = xd_2. \quad (3)$$

Підставивши у рівняння (1), отримаємо:

$$1,25d_1 = d_2(1+x). \quad (4)$$

З формули тонкої лінзи маємо:

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2}.$$

Зведемо до спільного знаменника:

$$\frac{d_1 + f_1}{f_1 d_1} = \frac{d_2 + f_2}{f_2 d_2}.$$

Врахувавши (1), отримаємо:

$$f_1 d_1 = f_2 d_2. \quad (5)$$

Підставивши (2) і (3) в (5), отримаємо:

$$0,25d_1^2 = xd_2^2; \quad (6)$$

$$0,5d_1 = \sqrt{x}d_2. \quad (7)$$

Порівнюючи (4) і (7), отримаємо:

$$\frac{1+x}{1,25} = \frac{\sqrt{x}}{0,5}.$$

Провівши перетворення, отримаємо:

$$1+x = 2,5\sqrt{x}.$$

$$x - 2,5\sqrt{x} + 1 = 0.$$

Розв'яжемо квадратне рівняння відносно  $\sqrt{x}$ :

$$D = 6,25 - 4 = 2,25. \quad \sqrt{D} = 1,5.$$

$$\sqrt{x_1} = \frac{2,5 - 1,5}{2} = \frac{1}{2}. \quad x_1 = 0,25.$$

$$\sqrt{x_2} = \frac{2,5 + 1,5}{2} = 2. \quad x_2 = 4.$$

Оскільки  $x_1 = 0,25$  відповідає випадку, описаному в умові задачі, то розв'язком нашої задачі буде  $x_2 = \Gamma_2 = 4$ .

**Відповідь:** 4.

**Задача 2.** Кулька масою  $m$  вільно падає з висоти  $h$  на закріплену вертикальну пружину. Висота пружини  $l$ , жорсткість  $k$ . На якій висоті  $H$  швидкість кульки буде максимальною? Знайдіть цю швидкість. Вважати, що взаємодія є пружною, жорсткість  $k$  не змінюється. Масою пружини знехтувати.

**Розв'язування.** Під час вільного падіння швидкість кульки збільшується під дією сили тяжіння. При потраплянні на пружину вона починає стискатися і виникає сила пружності. Але до певного значення деформації  $x$  сила пружності за модулем буде менша за силу тяжіння, а отже кулька продовжуватиме збільшувати свою швидкість зі змінним прискоренням, яке зменшується. Максимальної швидкості кулька досягне в той момент, коли рівнодійна сили тяжіння та сили пружності буде дорівнювати нулю.  $mg = kx$ .

$x = \frac{mg}{k}$ . Це відбудеться на висоті  $H = l - \frac{mg}{k}$ .

Для знаходження значення максимальної швидкості використаємо закон збереження енергії:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + mg\left(l - \frac{mg}{k}\right).$$

$$\text{Звідси: } v = \sqrt{2g\left(h - l + \frac{mg}{k}\right)}.$$

$$\text{Відповідь: } H = l - \frac{mg}{k}, \quad v = \sqrt{2g\left(h - l + \frac{mg}{k}\right)}.$$

## Конкурсне випробування «Фізичний експеримент»

### Демонстраційний етап

**Демонстрація 1.** У дві пластикові пляшки наливо воду. В кожній пляшці плаває скляна пляшечка отвором донизу. Натискаємо на бічні стінки пластикової пляшки, при цьому скляна пляшечка опускається донизу. Перестаємо тиснути на пляшку і пляшечка піднімається вгору на поверхню. Аналогічний дослід робимо із другою пляшкою. Але після того як ми перестаємо тиснути на бічні стінки, скляна пляшечка не піднімається.

1. Як називається такий пристрій і хто вперше його виготовив?
2. Пояснити фізичну суть явища у першому і другому випадках.
3. Зробити аналіз дидактичної функції цієї демонстрації або її частини в освітньому процесі.

**Відповіді.** 1. Прилад називається *картезіанський водолаз*. Уперше його запропонував Рене Декарт (лат. *Renatus Cartesius* – Ренат Картезій).

2. При натискуванні на бічні стінки пластикової пляшки збільшується тиск повітря над водою, частина води заходить у пляшечку, а відповідно стискається повітря у скляній пляшечці. Пляшечка витискає менше води, сила тяжіння переважає архімедову силу і пляшечка опускається на дно пластикової пляшки. На пляшечку крім повітря, яке знаходиться над водою, діє гідростатичний тиск (тиск стовпа води). Коли ми перестаємо тиснути на пляшку, тиск повітря над водою зменшується і зменшується тиск повітря у скляній пляшечці, відповідно збільшується його об'єм. Стиснене повітря у пляшечці виштовхує частину води й архімедова сила зростає. Пляшечка піднімається вгору на поверхню.

У другому випадку в початковому стані у скляній пляшечці перебуває більше води, ніж у першому. У цьому випадку гідростатичний тиск не дозволяє збільшити архімедову силу настільки, щоб вона перевершила силу тяжіння. Якщо повільно повернути пластикову пляшку на  $180^{\circ}$ , то скляна пляшечка знову буде плавати біля поверхні води.

3. Ця демонстрація може бути використана у 7 класі при вивченні теми «Тиск рідин і газів. Закон Паскаля. Гідростатичний тиск», «Архімедова сила. Умови плавання тіл».

**Демонстрація 2.** На електрометрі замість кулі розміщено пластину. Перед пластиною, не торкаючись до неї, проводять наелектризованою скляною паличкою і стрілка електрометра відхиляється. Після того як паличку забирають, стрілка повертається у початкове положення. На пластину скеровують пучок світла від лампи. Перед пластиною, не торкаючись до неї, знову проводять наелектризованою скляною «чарівною» паличкою – і стрілка електрометра відхиляється. Після того як паличку забирають, стрілка залишається відхиленою, а електрометр – зарядженим.

1. Пояснити фізичну суть явища у першому і другому випадках.
2. Чому в другому випадку паличка виявилася «чарівною»?
3. Зробити аналіз дидактичної функції цієї демонстрації або її частини в освітньому процесі.

**Відповіді.** 1. Скляна паличка при контакті з папером втрачає електрони і набуває позитивного заряду. При піднесенні позитивного заряду до металевої пластини електрони переміщуються ближче до палички. Стрілка і стержень електрометра набувають позитивного заряду, вони відштовхуються і стрілка повертається. Після того як паличку забирають, вільні електрони розподіляються по всьому металу і стрілка повертається у початкове положення.

2. Якщо пластину освітлювати ультрафіолетовим випромінюванням від ртутної лампи, то електрони вибиваються із поверхні оцинкованої пластини. Спостерігається явище зовнішнього фото ефекту. Позитивно заряджена скляна паличка забирає електрони з електронної хмарини, яка утворилася біля пластини. Після того як паличку забирають, пластини й електрометр залишаються зарядженими позитивно.

3. Ця демонстрація може бути використана в 11 класі при вивченні теми «Зовнішній фото ефект». Першу частину демонстрації можна використати у 8 класі при вивченні теми «Механізм електризації».

### Експериментальний етап

Розробіть лабораторну роботу або роботу фізичного практикуму для учнів із використанням лише запропонованого обладнання.

**Обладнання:** дерев'яна паличка сталого перерізу, посудина, нитка, прісна вода, смужка міліметрового паперу.

Вимоги до роботи:

1. Вказати клас і тему запропонованої роботи.
2. Визначити мету і завдання роботи.
3. Навести перелік обладнання.
4. Розробити теорію експерименту, вивести розрахункову формулу.

## Методичні публікації

5. Скласти план вимірювань; провести вимірювання.
6. Виконати обчислення шуканої величини.
7. Обчислити похибки.
8. Вказати шляхи підвищення точності експерименту.

Наводимо один із варіантів роботи фізичного практикуму.

**Завдання.** Визначити густину дерева.

**Обладнання:** дерев'яна паличка сталого перерізу, посудина, вода, смужка міліметрового паперу, нитка, штатив [2].

**Розв'язування.** Прив'яжемо нитку до одного кінця палички і підвісимо її до лапки штатива. Частково зануримо паличку в посудину з водою так, щоб вона не торкалася стінок посудини. Вимірємо довжину всієї палички  $L$  та довжину зануреної її частини  $l$ .

Розглянемо умову рівноваги палички. Запишемо правило моментів сил відносно точки  $A$  (рис. 5).

$mgd_1 = F_A d_2$ . Плече сили тяжіння  $d_1 = \frac{L}{2} \sin \alpha$ ,

а плече архімедової сили  $d_2 = \left(L - \frac{l}{2}\right) \sin \alpha$ .

Тоді  $\rho_d g L S \frac{L}{2} \sin \alpha = \rho_v g l \left(L - \frac{l}{2}\right) \sin \alpha$ . Звідси

знаходимо:  $\rho_d = \rho_v \frac{l(2L-l)}{L^2}$ .

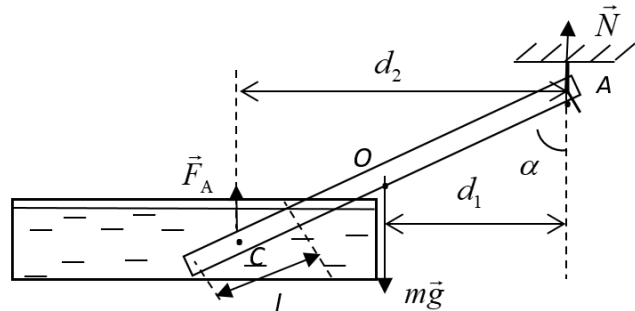


Рисунок 5

Після того як визначили густину дерева, можемо визначити масу дерев'яної палички. Знаючи масу палички, можна визначити поверхневий натяг води.

**Завдання.** Визначити поверхневий натяг води.

**Обладнання:** дерев'яна паличка сталого перерізу, посудина, вода, смужка міліметрового паперу [1].

**Розв'язування.** Наллемо повну посудину води. Покладемо на край посудини паличку так, щоб один кінець її торкався води, а інший був за межами посудини. Паличка виконує дві функції: одна частина піднімає другу з

води, тобто є аналогом дрютяної рамки, яку витягають з води для вимірювання поверхневого натягу. Залежно від рівня води можуть спостерігатися різні положення палички. Найбільш зручне для розрахунків і вимірів горизонтальне розташування палички. Паличку варто висувати з посудини доти, доки плівка води торкатиметься палички по периметру, а весь об'єм палички перебуває у повітрі, лише частина нижньої грані завдовжки  $L_1$  торкається води. У цьому положенні можна сказати, що сили поверхневого натягу, прикладені до палички, спрямовані практично вертикально вниз (рис. 6).

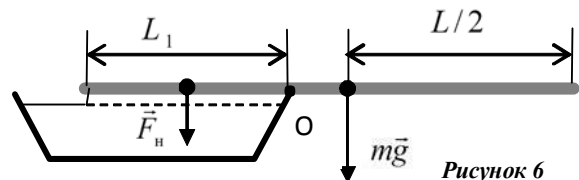


Рисунок 6

Нехай  $m$  – маса палички,  $L = L_1 + L_2$  – довжина палички. Запишемо умову рівноваги палички відносно краю посудини (точка  $O$ ), тобто рівність моментів сил:  $F_n \frac{L_1}{2} = m g \left(\frac{L}{2} - L_1\right)$ .

Підставимо сюди силу поверхневого натягу  $F_n = \sigma L_n$  і виразимо поверхневий натяг  $\sigma$ . У формулі для сили поверхневого натягу беремо довжину контакту води, дерева і повітря.  $L_n = 2L_1 + d$ . Остаточно

отримуємо:  $\sigma = \frac{m g (L - 2L_1)}{L_1 (2L_1 + d)}$ . Величини  $L$  і  $L_1$  та товщину палички  $d$  вимірємо смужкою міліметрового паперу.

### Використані джерела

1. Кобель Г. П., Савош В. О. Експериментальний тур третього етапу XLVI Всеукраїнської олімпіади. Педагогічний пошук. 2009. № 4. С. 33–37.

2. Їх же. Експериментальний тур третього етапу XLVII Всеукраїнської олімпіади з фізики. Педагогічний пошук. 2010. № 4. С. 56–59.