

## Обдаровані діти

УДК 37.091.27:53

Г. П. Кобель,  
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри експериментальної фізики  
та інформаційно-вимірювальних технологій СНУ імені Лесі Українки;  
В. О. Савош,  
кандидат педагогічних наук, завідувач відділу фізико-математичних дисциплін ВІППО

# Експериментальний тур третього етапу LV Всеукраїнської олімпіади з фізики



Наведено умови задач та їх авторські розв'язки для 8–11 класів експериментального туру третього етапу LV Всеукраїнської олімпіади з фізики.

**Ключові слова:** насінина квасолі, монета, шпильки, нитка, посудина з водою, картон, аркуш паперу, важіль, камінці, лампи.

**Kobel H. P., Savosh V. O. Experimental Round of the Third Stage of the LVth All-Ukrainian Olympiad in Physics.**

The tasks and their authorial decisions for 8–11 classes of experimental round of the third stage of the LVth All-Ukrainian Olympiad in Physics are given.

**Key words:** a bean seed, a coin, studs, thread, a receptacle with water, cardboard, a sheet of paper, a lever, pebbles, lamps.

13 січня 2018 року проводився експериментальний тур третього (обласного) етапу LV Всеукраїнської олімпіади юних фізиків. На нього було запрошено 13 учнів 8 класу, 15 – 9-го, 12 – 10-го і 14 – 11 класу.

Учасникам було запропоновано дві експериментальні задачі. При виконанні першого завдання перед учнями ставилися такі завдання:

- розробити теорію експерименту, вивести розрахункову формулу;
- скласти план вимірювань; провести вимірювання;
- виконати обчислення шуканої величини; при потребі побудувати графічні залежності; обчислити похибки;
- вказати шляхи підвищення точності експерименту.

Як друге завдання учням 8–10 класів запропонували демонстраційний тур олімпіади, що містив п'ять демонстрацій. Учні ж 11 класу виконували дві експериментальні задачі.

### 8 клас

**Завдання 1.** Визначити масу однієї квасолини.

**Обладнання:** одна насінина квасолі, аркуш паперу в клітинку, монета відомої маси 1 коп – 1,5 г, діаметр монети – 16 мм.

**Загальне обладнання:** ножиці.

**Розв'язування.** Можна зробити із паперу важіль у вигляді перекинутого П-подібного жолоба і сумістити його центр мас із краєм столу (рис. 1). Потім покласти у жолоб із самого краю квасолину. Із протилежного краю, розміщеного над столом, кладемо монетку і переміщуємо її до встановлення рівноваги. Вимірюємо відстані від центрів квасолини і монети до краю столу (центр мас паперового жолоба). Проте виконання цього експерименту є проблемним, оскільки дуже важко забезпечити нерухоме положення квасолини на краю жолоба і самого жолоба відносно краю столу.

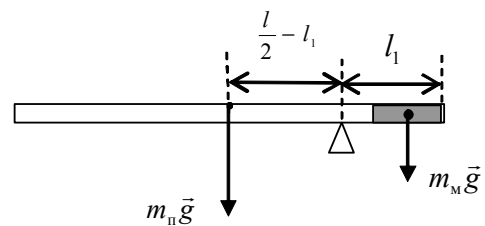


Рисунок 1

Ми пропонуємо метод, який реалізувати легше. Спочатку знаходимо масу листка паперу. Складаємо його вздовж довшої сторони у ширину діаметра монети. Запишаємо монету в середину паперу, як показано на рис. 2. Можна монету розмістити так, щоб її центр збігся із краєм листка. Зрівноважимо складений папір із монетою на краю стола чи на круглому олівці. Вимірюємо довжину паперу  $l = 40$  (клітинок) і відстань  $l_1 = 11$  (клітинок) від краю паперу до положення опори. Діаметр монети у клітинках:

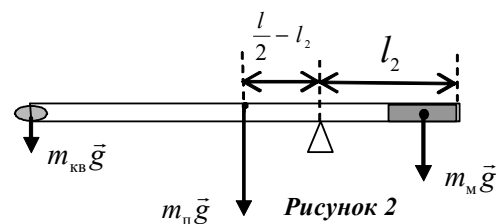


Рисунок 2

$d = \frac{16}{5} = 3,2$  (клітинок). Записуємо умову рівноваги:

$$m_n g \left( \frac{l}{2} - l_1 \right) = m_m g \left( l_1 - \frac{d}{2} \right).$$

Звідси знаходимо: 
$$m_{\text{п}} = \frac{m_{\text{м}} \left( l_1 - \frac{d}{2} \right)}{\frac{l}{2} - l_1}.$$

Виконаємо обчислення: 
$$m_{\text{п}} = \frac{1,5 \left( 11 - \frac{3,2}{2} \right)}{\frac{40}{2} - 11} = \frac{1,8 \cdot 9,27}{9} = 1,854 \text{ (г)} \approx 1,9 \text{ г.}$$

Тепер у вільний кінець паперу вставляємо квасолину. Монета залишається на протилежному кінці паперового важеля. Зрівноважуємо всю конструкцію на краю стола. Запишемо умову рівноваги системи:

$$m_{\text{кв}} g (l - l_2) + m_{\text{п}} g \left( \frac{l}{2} - l_2 \right) = m_{\text{м}} g \left( l_2 - \frac{d}{2} \right).$$

Звідси: 
$$m_{\text{кв}} = \frac{m_{\text{м}} \left( l_2 - \frac{d}{2} \right) - m_{\text{п}} \left( \frac{l}{2} - l_2 \right)}{l - l_2}.$$

$$m_{\text{кв}} = \frac{1,5 \cdot (13,5 - 1,6) - 1,9(20 - 13,5)}{40 - 13,5} = \frac{1,5 \cdot 11,9 - 1,854 \cdot 6,5}{26,5} = 0,219 \text{ (г)} = 219 \text{ мг.}$$

**Критерії оцінювання**

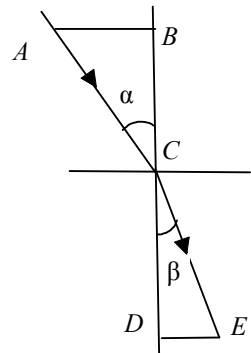
1. Використано папір як важіль – 1 бал.
2. Визначено масу аркуша паперу – 1 бал.
3. Раціонально розміщено квасолину і монету у трубці з паперу – 1 бал.
4. Визначено масу квасолини – 1 бал.
5. Запропоновано шляхи підвищення точності експерименту – 1 бал.

**9 клас**

**Завдання 1.** Визначити швидкість поширення світла у воді.

**Обладнання:** хімічна склянка, вода, три шпильки, картон, лінійка чи смужка міліметрового паперу, серветка.

**Розв’язування.** Картонна пластина має ширину трохи меншу від внутрішнього діаметра склянки. На пластині проводимо дві взаємно перпендикулярні прямі. У точку перетину прямих *C* встромлюємо шпильку, а другу – нижче на деякій відстані від вертикальної прямої у точці *E*. Тепер ставимо пластину у склянку і наливаємо воду. Рівень води повинен сходиться із горизонтальною прямою. Третю шпильку встромлюємо у пластинку в точку *A* так, щоб усі три шпильки візуально перебували на одній прямій. Виймаємо картонну пластинку із води і просушуємо її з допомогою серветки.



**Рисунок 3**

Показник заломлення води знаходимо із II закону заломлення світла:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \frac{v_2}{v_1}. \text{ Із рис. 3 видно, що } \sin \alpha = \frac{AB}{AC}, \text{ а } \sin \beta = \frac{DE}{CE}. \text{ Тоді}$$

$$n_{21} = \frac{AB \cdot CE}{AC \cdot DE}. \text{ Наводимо один із варіантів вимірювання відповідних відстаней:}$$

$$AB = 27 \text{ мм, } AC = 60 \text{ мм, } CE = 74 \text{ мм, } DE = 25 \text{ мм.}$$

Обчислимо показник заломлення води відносно повітря:  $n_{21} = \frac{27 \cdot 74}{60 \cdot 25} = 1,332$ . Оцінимо невизначеність

показника заломлення: 
$$\frac{\Delta n_{21}}{n_{21}} = \frac{\Delta AB}{AB} + \frac{\Delta CE}{CE} + \frac{\Delta AC}{AC} + \frac{\Delta DE}{DE}.$$

$$\frac{\Delta n_{21}}{n_{21}} = \frac{0,5}{27} + \frac{0,5}{74} + \frac{0,5}{60} + \frac{0,5}{25} = 0,05. \text{ Абсолютна похибка визначення показника заломлення становить:}$$

$$\Delta n_{21} = 0,05 \cdot 1,332 = 0,07. \text{ Отже, } n_{21} \approx 1,33. \text{ Вважаючи швидкість поширення світла у вакуумі та повітрі}$$

однаковою, знаходимо швидкість світла у воді:  $v = \frac{c}{n}. v = \frac{299\,792\,458}{1,33} = 225\,407\,863 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$

Підвищити точність експерименту можна, вибравши відстані *DE* та *AB* однаковими.

## Критерії оцінювання

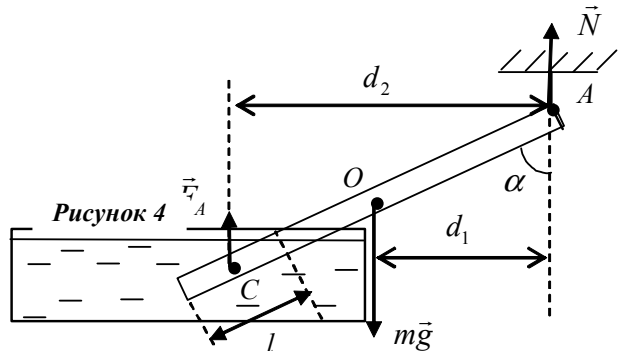
1. Висунуто ідею занурення картону у воду – 0,5 бала.
2. Правильно розміщено шпильки на картонній пластині – 1 бал.
3. Виведено формулу для визначення показника заломлення води – 1 бал.
4. Якісно виконано вимірювання довжин відрізків – 0,5 бала.
5. Правильно проведено обчислення показника заломлення води – 1 бал.
6. Правильно проведено обчислення швидкості поширення світла у воді – 0,5 бала.
7. Вказано похибки прямих вимірювань довжин – 0,5 бала.

## 10 клас

**Завдання 1.** Визначити густину дерева.

**Обладнання:** дерев'яна паличка сталого перерізу, посудина з водою, міліметрова лінійка, нитка, штатив.

**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. Вимірюємо довжину всієї палички  $L$  та довжину зануреної її частини  $l$ . Розглянемо умову рівноваги палички. Запишемо правило моментів сил відносно точки  $A$   
 $mgd_1 = F_A d_2$ . 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  $\rho_o g L S \frac{L}{2} \sin \alpha = \rho_w g l \left(L - \frac{l}{2}\right) \sin \alpha$ . Звідки знаходимо:  $\rho_o = \rho_w \frac{l(2L-l)}{L^2} = \rho_w \frac{l}{L} \left(2 - \frac{l}{L}\right)$ .

Наведемо один із варіантів вимірювання:  $L = 210$  мм. Вимірюємо максимальну і мінімальну довжину мокрої деревини і беремо середнє арифметичне значення:  $l = \frac{58 + 36}{2} = 47$  мм.

$$\rho_o = 10^3 \frac{47}{210} \left(2 - \frac{47}{210}\right) = 398 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right).$$

Для інших паличок густина може змінюватися до  $\rho_o = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Ці значення відповідають табличним значенням для сухої сосни.

## Критерії оцінювання

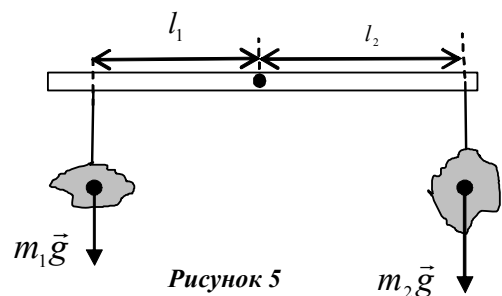
1. Запропоновано метод визначення густини з використанням правила моментів – 1 бал.
2. Виконано достатню кількість дослідів та враховано випадкову похибку – 0,5 бала.
3. Визначено середню довжину зануреної частини палички – 1 бал.
4. Правильно виконано вимірювання довжин – 1 бал.
5. Визначено реальне число густини деревини – 0,5 бала.
6. Оцінено відносну та абсолютну невизначеності результатів – 1 бал.

## 11 клас

**Завдання 1.** Визначити густину граніту (камінь).

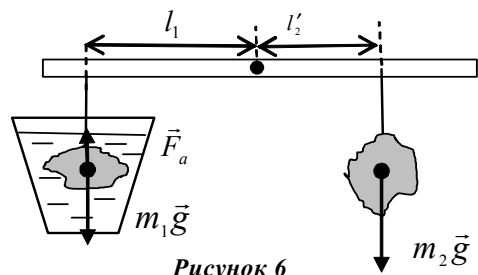
**Обладнання:** важіль, штатив, два камінці, два шматки нитки, лінійка, конічна посудина з водою.

**Розв'язування.** Закріплюємо важіль на горизонтальній осі з допомогою штатива. За допомогою нитки фіксуємо кожен камінець до гачка важеля. Зрівноважуємо камінці на важелі, при цьому камінець меншої маси розміщуємо на максимально можливій відстані від осі важеля (рис. 5). Вимірюємо відповідні відстані від точки кріплення гачка до осі обертання важеля:  $l_1 = 207$  мм,  $l_2 = 217$  мм. Записуємо умову рівноваги камінців масами  $m_1$  і  $m_2$ :  $m_1 g l_1 = m_2 g l_2$ .



Або:  $m_1 l_1 = m_2 l_2$  (1).

Повністю зануримо камінець меншої маси в посудину з водою (рис. 6). Внаслідок дії архімедової сили рівновага важеля порушиться. Для відновлення рівноваги камінець меншої маси  $m_2$  зміщуємо до осі обертання важеля. Після встановлення рівноваги вимірюємо відстань  $l'_2 = 137$  мм. Записуємо умову рівноваги камінців у цьому випадку:  $(m_1 g - F_A) l_1 = m_2 g l'_2$ . Або:  $(m_1 g - \rho_e g V_1) l_1 = m_2 g l'_2$ . Об'єм камінця  $V_1 = \frac{m_1}{\rho_2}$ . Тоді



отримуємо:  $\left(m_1 - \rho_e \frac{m_1}{\rho_2}\right) l_1 = m_2 l'_2$  (2).

Поділимо рівняння (2) на (1):  $1 - \frac{\rho_e}{\rho_2} = \frac{l'_2}{l_2}$ . Звідси знаходимо густину граніту (камінця):  $\rho_2 = \rho_e \frac{l_2}{l_2 - l'_2}$ .

Для обчислення відносної похибки скористаємося співвідношенням:

$$\varepsilon_\rho = \frac{\Delta \rho_\rho}{\rho_\rho} = \sqrt{\left(\frac{\Delta l_2}{l_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_2 + \Delta l'_2}{l_2 - l'_2}\right)^2}$$

Виконаємо обчислення для проведених вимірювань:  $\rho_2 = 10^3 \frac{217}{217 - 137} = \frac{217 \cdot 10^3}{80} = 2712,5 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}\right)$ .

Відносна похибка:  $\varepsilon_\rho = \frac{\Delta \rho_\rho}{\rho_\rho} = \sqrt{\left(\frac{1}{217}\right)^2 + \left(\frac{1+1}{217-137}\right)^2} = \sqrt{0,000646} = 0,025$ .

$\Delta \rho_\rho = \varepsilon_\rho \cdot \rho_\rho = 0,025 \cdot 2712,5 = 70 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}\right)$ . Тоді  $\rho_2 = (2710 \pm 70) \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$ .

**Критерій оцінювання**

1. Запропоновано метод визначення густини з використанням правила моментів – 0,5 бала.
2. Виконано зрівноваження камінців у повітрі й записано умову рівноваги – 1 бал.
3. Занурено один із камінців у воду і правильно записано умову рівноваги – 1 бал.
4. Правильно виконано вимірювання довжин – 0,5 бала.
5. Виведено формулу для густини граніту – 0,5 бала.
6. Визначено реальне число густини граніту – 0,5 бала.
7. Оцінено відносну та абсолютну невизначеності результатів – 1 бал.

**Завдання 2.** Оцінити, у скільки разів ККД світлодіодної лампи переважає ККД лампи розжарювання.

Оцінку ККД проводити за світловою віддачею ламп:  $k = \frac{\Phi}{P}$ , де  $\Phi$  – світловий потік,  $P$  – електрична потужність. Яку із цих ламп економічно вигідніше використовувати й у скільки разів? Вартість світлодіодної лампи 50 грн, а відповідної лампи розжарювання – 13 грн («Philips»), 6 грн («Искра»). Тариф на спожиту електроенергію: 0,9855 грн за 1 кВт·год. Інші необхідні вам характеристики вказано на упаковці ламп.

Які ще фізико-технічні особливості експлуатації цих ламп ви знаєте?

**Обладнання.** Світлодіодна лампа з упаковкою, лампа розжарювання з упаковкою.

**Розв'язування.** На упаковці світлодіодної лампи написано, що її потужність  $P_1 = 8$  Вт, а світла вона дає, як лампа розжарювання потужністю 60 Вт. Світловий потік, який випромінює світлодіодна лампа цієї потужності,  $\Phi_1 = 700$  лм, а лампа розжарювання –  $\Phi_2 = 710$  лм. На упаковці вказано термін служби лампи – 30 000 год, тоді як термін служби лампи розжарювання – 1000 год.

Якщо б вказана на упаковці інформація була правдива, то ККД світлодіодної лампи був би у 7,5 раза більший від ККД лампи розжарювання. Шукане відношення з урахуванням світловіддачі:  $k = \frac{\Phi_1 P_2}{P_1 \Phi_2}$ ,

$k = \frac{700 \cdot 60}{8 \cdot 710} = 7,4$ . Світловий потік, який випромінюють лампи, з часом зменшується. Невеликою відмінністю у значенні світлового потоку наведених ламп можна знехтувати.

## Методичні публікації

Порівняємо економічну ефективність освітлення запропонованими в умові лампами.

Порахуємо витрати на використання світлодіодної лампи протягом терміну служби:

$$C_1 = 50 \text{ грн} + 30\,000 \cdot 0,008 \cdot 0,9855 \text{ грн} = 286,52 \text{ грн.}$$

За термін служби світлодіодної лампи потрібно використати 30 ламп розжарювання. Тоді для лампи «Іскра»:  $C_2 = 30(6 + 1000 \cdot 0,06 \cdot 0,9855) = 1953,9$  (грн).

Отже, використовувати світлодіодну лампу в 6,8 рази вигідніше.

Для лампи «Philips»:

$$C_2 = 30(13 + 1000 \cdot 0,060 \cdot 0,9855) = 2163,9 \text{ (грн).}$$

Отже, використовувати світлодіодну лампу в 7,6 рази вигідніше, ніж лампу розжарювання.

Лампи розжарювання, на відміну від світлодіодних, нагріваються до високої температури ( $>150^\circ\text{C}$ ).

### Критерії оцінювання

1. Визначено значення світлових потоків ламп за упаковками – 0,5 бала.
2. Порівняно світловіддачі ламп – 1 бал.
3. Визначено значення терміну служби ламп за упаковками – 0,5 бала.
4. Правильно визначено економічну ефективність експлуатації світлодіодної лампи – 1 бал.
5. Правильно визначено економічну ефективність експлуатації лампи розжарювання – 1 бал.
6. Обчислено відносну й абсолютну похибки – 0,5 бала.
7. Наведено фізико-технічні особливості експлуатації цих ламп – 0,5 бала.

### Література

1. Гончаренко С. У., Коршак Є. В. Фізика. Олімпіадні задачі. Вип. 2. 9–11 класи. Тернопіль: Навч. кн. – Богдан, 1999. 200 с.
2. Задачі по физике: учебн. пособие / [под ред. О. Я. Савченко]. Санкт-Петербург: Лань, 2001. 368 с.
3. Кобель Г. П., Савош В. О. Олімпіадні задачі з фізики (Районна та обласна учнівська олімпіада з фізики: Волинська область, 2013/2014 навч. рік). Луцьк: LUCKY, 2016. 60 с.

## Творчі сходинки педагогів Волині Українська мова і література

УДК 373.5.091.32:81

**О. М. Занюк,**  
учитель української мови та літератури Загальноосвітньої  
школи І–ІІІ ст. с. Пульмо Шацького району Волинської області

# Правила вживання апострофа. Тренувальні вправи

## План-конспект уроку, 5 клас



Цікавинками цього уроку є «текст із помилками», який учні мають відредагувати, а також використання фольклорного матеріалу.

**Ключові слова:** диктант, редагування, загадка, прислів'я, скоромовка.

**Zaniuk O. M. Rules of Apostrophes Use. Training Exercises.**

The interesting things of this lesson is the „text with errors,” which students should edit, as well as the use of folklore material.

**Key words:** dictation, editing, riddle, proverb, scam.

**Мета уроку:** повторити правила вживання апострофа; удосконалювати вміння правильно визначати у словах орфограму, пояснювати написання слів; збагачувати словниковий запас учнів; розвивати

логічне мислення, культуру усного й писемного мовлення, зорову пам'ять; виховувати пошану до українських звичаїв та традицій, фольклору, прищеплювати любов до прекрасного.