

УДК 53(07)

В.П. Вовкотруб

*Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка*

ОЛІМПІАДНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ НА БАЗІ КОМПЛЕКТІВ НАБІРНИХ ПОЛІВ

Експериментальною вважають таку задачу, дані для якої знаходять експериментально. Ці дані учасники відшукують самі або фронтально, або з однієї установки, виготовленої в демонстраційному варіанті. Під терміном "дані для розв'язування задачі" слід розуміти не лише певні значення фізичних величин, а й перевірку (експериментальну) тих чи інших висновків і т. п.

Для організації фронтального розв'язування експериментальних задач в процесі проведення фізичних олімпіад необхідний підбір достатньої кількості обладнання. Правила вимагають відповідної ідентичності кожної установки до експериментального завдання відповідного класу задля забезпечення рівних умов для кожного учасника. При цьому, звичайно, слід максимально використовувати комплекти типового шкільного обладнання, зокрема, нове, типу набірних полів.

Вагоме значення має розв'язування складних експериментальних задач, зокрема це розв'язування задач з цікавим змістом, задач-парадоксів. Варті уваги задачі з електродинаміки, для постановки яких використовують новітнє обладнання – набірні поля «Школяр». У наведених варіантах експериментальних задач використані нестандартні підходи до виконання експериментальних частин: використання гальванометра для визначення електрорушійної сили джерела постійного струму, використання вольтметра, включеного в коло послідовно, графічне дослідження залежностей між певними параметрами фізичних величин, характерних для певних установок, чи пристосувань, дослідження парадоксальних результатів перебігу певних процесів тощо.

Наведені варіанти використання набірних полів до організації і постановки експериментальних турів фізичних олімпіад сприяють розвитку пошукової діяльності фахівців щодо удосконалення матеріальних засобів, зокрема оновлення і поповнення комплектів набірних полів, розвитку між предметної інтеграції навчального обладнання.

***Ключові слова:** фізичні олімпіади, експериментальний тур, матеріальне забезпечення, набірні поля.*

Постановка проблеми. Експериментальною вважають таку задачу, дані для якої знаходять експериментально. Ці дані учасники відшукують самі або фронтально, або з однієї установки, виготовленої в демонстраційному варіанті. Під терміном "дані для розв'язування задачі" слід розуміти не лише певні значення фізичних величин, а й перевірку (експериментальну) тих чи інших висновків і т. п.

Розв'язування експериментальних задач на заняттях фізики дає можливість виявити свідомість засвоєння учасниками матеріалу, сприяє формуванню практичних умінь і навичок у використанні різноманітних приладів, ознайомленню з досягненнями науки і техніки. Особливо вагома роль експериментальних задач у формуванні дослідницьких здібностей.

Вагоме значення має розв'язування складних експериментальних задач на позакласних і факультативних заняттях, при проведенні фізичних олімпіад, у наукових учнівських товариствах, у класах з поглибленим вивченням фізики, Малій академії наук

(МАН). Зокрема це розв'язування задач з цікавим змістом, задач-парадоксів. Такі задачі можна використовувати під час проведення фізичних вечорів та інших масових заходів.

Розв'язування олімпіадних задач посилене лише окремим здібним і досить гарно підготовленим учням. Майже кожна олімпіадна задача вимагає особливого підходу і розуміння, а процес розв'язування не лише граничної уваги, а й волі до подолання труднощів та міцних навичок розв'язування шкільних задач. Виконаний розв'язок повинен підлягати обґрунтуванню законами і правилами фізичної науки з дотриманням прийнятої термінології.

Для організації фронтального розв'язування експериментальних задач в процесі проведення фізичних олімпіад необхідний підбір достатньої кількості обладнання. Так організація і підготовка проведення обласних фізичних олімпіад, до яких залучаються учні 8-11 класів (в середньому по 30 осіб в кожному класі), потребує забезпечення 120 експериментальних установок, по 30 - цілком однакових. Правила вимагають відповідної ідентичності кожної установки до експериментального завдання відповідного класу задля забезпечення рівних умов для кожного учасника. При цьому, звичайно, слід максимально використовувати комплекти типового шкільного обладнання, зокрема, нове, типу набірних полів. Разом вагоме місце належить оригінальному спеціально виготовленому устаткуванню, побутовим предметам тощо.

Аналіз основних досліджень. В цілому “олімпіадні задачі можна охарактеризувати як задачі підвищеної складності, не стандартні за умовою і методами їх розв'язку” [1; 2; 4; 5].

Підготовка до олімпіади – процес досить трудомісткий. Досвід переконує, “що, як правило, найбільшого успіху в них досягають учні тих шкіл, де ведеться добре продумана індивідуальна робота з найбільш здібними та обдарованими дітьми, систематична і цілеспрямована підготовка до олімпіад” [3, с.3]. Варіанти експериментальних задач з розв'язками наведені в посібнику [2]

Метою статті є ознайомлення читачів з варіантами експериментальних олімпіадних задач з фізики, постановка яких базується на використанні нових зразків навчального фізичного обладнання – набірних полів типу «Школяр», що поставляються в школи в кількості 15 екземплярів, тим самим забезпечуючи організацію 15 робочих місць.

Виклад основного матеріалу. Як правило, на олімпіадах використовують такі типи експериментальних задач: за допомогою приладів і пристосувань показати конкретне фізичне явище без вказівки на те, як це зробити, чи сконструювати установку, зібрати її з готових деталей.

Варте уваги те, що зміст ряду задач базується на темах, які не вивчаються у школі у повному обсязі, тому в умовах до таких задач наведені стислі відповідні матеріали – формули та співвідношення, необхідні значення основних фізичних сталих.

Задача: Визначити внутрішній опір джерела постійного струму.

Обладнання: джерело струму з невідомою ЕРС, амперметр на 2 А, градуйований реостат, з набірного поля «Школяр» (комутаційна панель, модулі: вимимикач двопозиційний, з'єднувальні елементи, елементи підключення, з'єднувальні провідники).

Розв'язок: Для розв'язання задачі враховують те, що в електричному колі максимальна потужність на зовнішній ділянці кола виділяється у випадку, коли опір

зовнішньої ділянки кола дорівнює внутрішньому опору джерела струму: $R=r$. Отже зібравши електричне коло за схемою (рис. 1а), досліджують

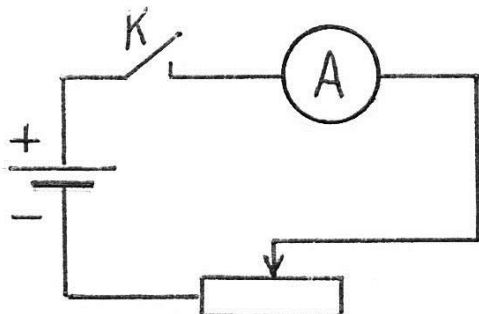


Рис. 1а.

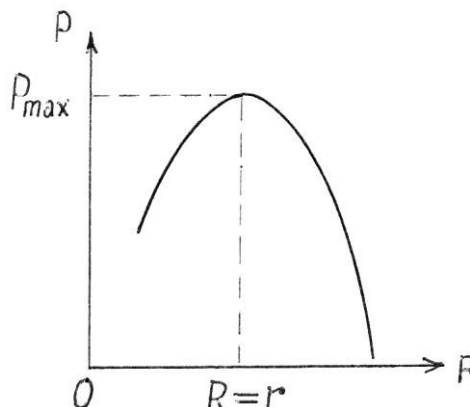


Рис. 1б.

залежність сили струму в колі I від значення опору зовнішньої ділянки кола R . Виміряні величини I та R заносять до таблиці у відповідні колонки. За відповідними значеннями кожного вимірювання визначають відповідне значення потужностей у зовнішній ділянці кола як $P_i = I_i^2 R_i$, заповнивши останню колонку.

Таблиця вимірювань і визначень

№ п/п	R , Ом	I , А	I^2 , А ²	$P=I^2R$, Вт

Будують графік залежності $P(R)$ (загальний вигляд графіка зображений на рис. 1б). З точки графіка, яка відповідає максимальному значенню потужності, опускають перпендикуляр на вісь опорів R , який перетне вісь в точці, відповідній значенню опору зовнішньої ділянки R , відповідної значенню внутрішнього опору джерела струму r .

Задача: Визначити ЕРС джерела постійного струму.

У звіті наведіть:

- план проведення експерименту;
- теоретичні розрахунки та обґрунтування вибору методики вимірювань;
- отримане значення ЕРС джерела постійного струму;
- розрахунки похибки;
- аналіз і оцінку отриманих результатів, висновки.

Обладнання: джерело струму з невідомою ЕРС, амперметр постійного струму (або вольтметр постійного струму), з набірною поля «Школяр» (комутаційна панель, модулі: резистор на 10 Ом, резистор на 39 Ом, вимикач двопозиційний, з'єднувальні елементи, елементи підключення, з'єднувальні провідники).

Розв'язок:

До джерела струму через амперметр підключають по черзі резистори R_1 і R_2 (рис. 2а і 2б) і вимірюють відповідні значення сили струму I_1 і I_2 .

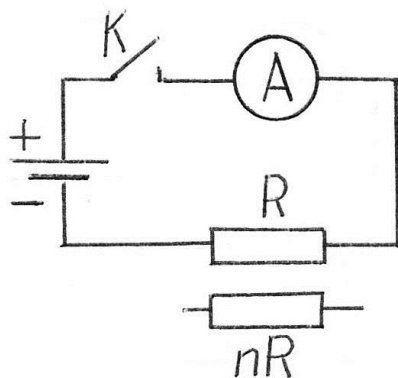


Рис.2а.

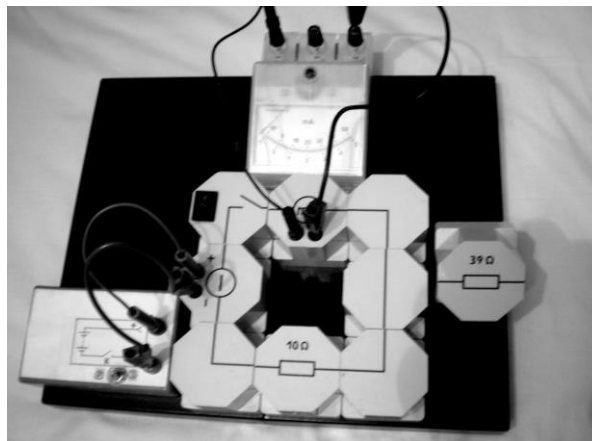


Рис. 2б.

Для обох випадків записують рівняння закону Ома для повного кола

$$I_1 r = \varepsilon - I_1 R_1; \quad (1)$$

$$I_2 r = \varepsilon - I_2 R_2 \quad (2).$$

Розділивши (1) на (2), виконують перетворення одержаного рівняння і визначають вираз для електрорушійної сили джерела струму:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\varepsilon - I_1 R_1}{\varepsilon - I_2 R_2}; \quad \varepsilon = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_1 - I_2}.$$

Остаточно:

$$\varepsilon = \frac{I_1 I_2 R_1 (n - 1)}{I_1 - I_2}.$$

Отже експериментальна частина зводиться до вимірювання значень сили струму I_1 і I_2 . Опори резисторів R_1 і R_2 вказані на відповідних модулях.

Якщо амперметр замінити вольтметром, тоді варіант розв'язку задачі наступний. Коли опір навантаження, підключеного до батареї, збільшити у n разів, напруга на навантаженні збільшилась від U_1 до U_2 . Складають схему за рис 2а, включаючи по чергово резистори з опорами R_1 і R_2 , вилучивши амперметр і приєднавши паралельно до навантаження вольтметр. Для значень сили струму в першому і другому випадках записують:

$$I_1 = \frac{U_1}{R}, \quad I_2 = \frac{U_2}{nR}.$$

Відповідно закон Ома для кожного випадку має вигляд:

$$\frac{U_1 r}{R} = \varepsilon - U_1 \quad (1)$$

$$\frac{U_2 r}{nR} = \varepsilon - U_2 \quad (2).$$

Розділивши (1) на (2), знаходять: $\varepsilon(nU_1 - U_2) = U_1 U_2 (n - 1)$,

звідки

$$\varepsilon = \frac{U_1 U_2 (n - 1)}{nU_1 - U_2}$$

Задача: Визначити ЕРС невідомого джерела струму.

Обладнання: джерело струму з невідомою ЕРС, джерело струму з відомою ЕРС, мікроамперметр М4217 А, з набірною панелью «Школяр» (комутаційна панель, модулі: конденсатор на 23 мкФ, перемикач на два напрямки, з'єднувальні елементи, елементи підключення, з'єднувальні провідники).

У звіті наведіть:

- план проведення експерименту;
- теоретичні розрахунки та обґрунтування вибору методики вимірювань;
- отримані результати вимірювань і розрахунків;
- аналіз і оцінку отриманих результатів, висновки.

Розв'язок: Метод виконання завдання ґрунтується на пропорційності відкидання n стрілки мікроамперметра значенню заряду, який проходить через нього (в балістичному режимі): $n \sim q$. Складають електричне коло за схемою рис. 3а. Вигляд установки показаний на рис. 3б. Заряджаючи конденсатор від джерела з відомою ЕРС ε і перекидаючи ключ в положення перемикачання конденсатора з джерела струму на мікроамперметр, помічають відхилення n_1 стрілки приладу. Для заряду, який пройшов через мікроамперметр, записують: $q = C\varepsilon$.

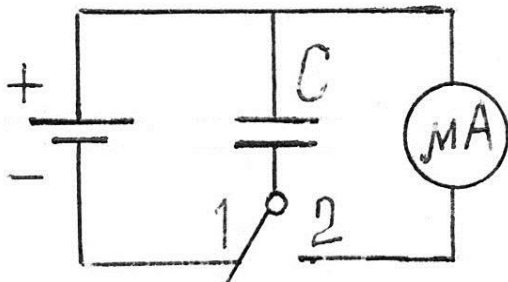


Рис. 3а.

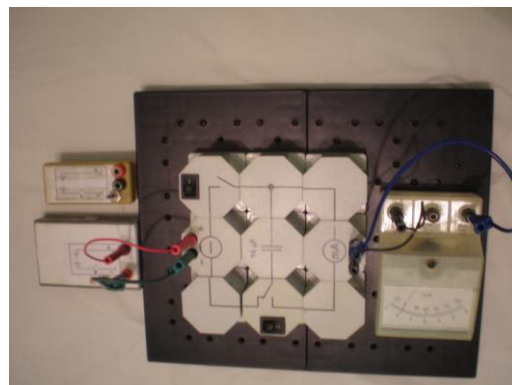


Рис. 3б.

Замінюють джерело з відомою ЕРС джерелом з невідомою ЕРС ε_x , помічають відкидання стрілки приладу n_2 . Порівнюючи вирази $n_1 = \alpha q_1 = \alpha C\varepsilon$ і $n_2 = \alpha q_2 = \alpha C\varepsilon_x$, дістають вираз для шуканої ЕРС:

$$\varepsilon_x = \varepsilon \frac{n_2}{n_1}.$$

Задача: Дослідити залежність потужності на двох однакових споживачах, ввімкнених послідовно і паралельно від опору лінії підвідного кола. Визначити за яких умов на таких споживачах виділяється однакова потужність.

Обладнання: джерело струму на 9-12 В, омметр (мультиметр), вольтметри постійного струму лабораторні, або мультиметри - 2 шт, з набірною панелью «Школяр» (комутаційна панель, модулі: резистор на 20 Ом – 2 шт, реостат на 47 Ом, потенціометр на 220 Ом, вимикач двопозиційний, перемикач на два напрямки, з'єднувальні елементи, елементи підключення, з'єднувальні провідники).

Розв'язок: Опір навантаження для послідовного та паралельного з'єднання провідників розраховують за формулами:

$$R_{\text{посл}} = 2R; R_{\text{пар}} = \frac{R}{2}.$$

Складають електричне коло за схемою рис. 4, включивши навантаження (два резистори на 20 Ом кожний) послідовно з реостатом на 47 Ом спочатку послідовно, а потім паралельно. Один вольтметр U_1 підключають паралельно до зовнішньої ділянки кола (виходу потенціометра), другий U_2 – до навантаження (двох резисторів по 20 Ом). До реостата (опору лінії) на 47 Ом приєднують омметр через двопозиційний вимикач. Останнім підключають реостат або паралельно на омметр (перше положення), або послідовно в зовнішню ділянку електричного кола (друге положення).

Згідно таких схем:

$$I_{\text{посл}} = \frac{U}{2R + R_k}; I_{\text{пар}} = \frac{U}{\frac{R}{2} + R_k} \tag{1}$$

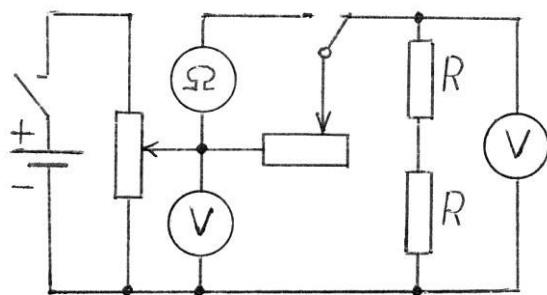


Рис. 4.

За законом Джоуля-Ленца для нагрівання споживачів:

$$Q = I^2 R t$$

Відповідно до типів з'єднань однакових двох споживачів:

$$Q_{\text{посл}} = I_{\text{посл}}^2 2R t_{\text{посл}}$$

$$Q_{\text{пар}} = I_{\text{пар}}^2 \frac{R}{2} t_{\text{пар}}$$

За умовою на споживачах виділяється однакова потужність за однаковий час, отже і кількість теплоти, що на них виділяється, буде однаковою:

$$Q_{\text{посл}} = Q_{\text{пар}}$$

$$I_{\text{посл}}^2 2R t_{\text{посл}} = I_{\text{пар}}^2 \frac{R}{2} t_{\text{пар}}$$

Враховавши (1), знаходять:

$$\left(\frac{U}{2R + R_k} \right)^2 2R t_{\text{посл}} = \left(\frac{U}{\frac{R}{2} + R_k} \right)^2 \frac{R}{2} t_{\text{пар}}$$

За умови $t_{\text{посл}} = t_{\text{пар}}$:

$$\frac{2}{2R + R_k} = \frac{1}{\frac{R}{2} + R_k} \quad \frac{2}{2R + R_k} = \frac{2}{R + 2R_k}$$

Отже: $R = R_k$ $R_k = \frac{U^2}{P}$

В процесі виконання експерименту вимірюють потужності, що виділяються на навантаженні за зміни опору підвідної лінії (зміни опору реостата на 47 Ом) за однакової прикладеної напруги до зовнішньої ділянки кола. Опір підвідної лінії вимірюють омметром, дотримання сталості прикладеної до зовнішнього кола напруги регулюють потенціометром і контролюють за показами вольтметра U1, кожного разу перед вимірюванням напруги на навантаженні після зміни опору підвідної лінії.

Результати вимірювань опору лінії і відповідної прикладеної напруги на навантаженні записують до таблиць складених окремо як при послідовному включенні опорів навантаження, так і при паралельному. За даними таблиць спочатку розраховують відповідні потужності, що виділяються на навантаженні, а вже за останніми і відповідними опорами навантаження будують графіки залежності виділеної на навантаженні потужності від опору підвідної лінії $P(R_L)$.

За графіками характеризують таку залежність, за точкою їх перетину визначають значення опору лінії, за якого в зовнішніх ділянках як паралельно, так і послідовно з'єднаних опорів навантаження виділяється однакова потужність, роблять висновки.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Наведені варіанти експериментальних задач не вичерпують можливості використання комплектів набірних полів типу «Школяр» і разом з тим вказують на шляхи здійснення матеріального забезпечення до складання і постановки олімпіадних експериментальних задач через використання комплектів і набірних полів до інших розділів фізики як окремо, так і комплексно, що особливо суттєве саме для олімпіадних завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексейчук В., Гальчинський О., Шопа Г. Обласні олімпіади з фізики. Задачі та розв'язки. – Львів: Євросвіт, 2000. – 168 с.
2. Вовкотруб В.П., Ковальов І.З., Подопригора Н.В. Розв'язування олімпіадних задач з фізики: Для студентів вищих навчальних закладів. – Кіровоград, РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2009. – 198 с.
3. Гончаренко С.У. Олімпіади з фізики. Завдання. Відповіді. – Х.: Вид. група «Основа»: «Тріада+», 2008. – 400 с.
4. Гончаренко С.У., Коршак Є.В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 1. 7-8 класи. – Тернопіль: “Навчальна книга – Богдан”, 1998. – 72 с.
5. Гончаренко С.У., Коршак Є.В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 2. 9-11 класи. – Тернопіль: “Навчальна книга – Богдан”, 1999. – 200 с.
6. Лукашик В.И. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы: Пособие для учащихся. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1987. – 192 с.
7. Прокопенко М.М. Опис лабораторних занять з набірним полем «Школяр». – 2005. – 76 с.

Vovkotrub Viktor Pavlovych*Kirovograd State Pedagogical University. V. Vynnychenko***EXPERIMENTAL OLYMPIAD PROBLEMS IN PHYSICS BOX BASED COMPOSITE FIELDS**

Experimental consider such a problem, the data for which are experimentally. These data members are finding themselves either frontally or from one installation made in the demo version. The term "data to solve the problem" should be understood not only certain values of physical quantities, but check (experimental) certain conclusions, and so on. P.

To organize frontal solving experimental problems in the process of natural selection competition required a sufficient amount of equipment. Regulations require proper identity of each facility to experimental tasks of the class to ensure equal conditions for each participant. Of course, we should maximize the use of model kits of school equipment, including a new, composite-type fields.

Weighty importance solve complex experimental tasks, including solving it with interesting content, problems, paradoxes. Noteworthy problem of electrostatics, which is used for setting the latest equipment - patterned field "pupil." In these embodiments experimental tasks used innovative approaches to the implementation of experimental pieces, using galvanometer to determine the electromotive force of the DC source, use a voltmeter included in the range consistently, graphic study of relationships between certain parameters of physical quantities specific to certain installations or devices, research paradoxical the results of certain processes flow more.

These uses of composite fields for the organization and staging of experimental rounds physical competitions contribute to the development of search specialists on improvement of material resources, including updates and refill kits composite fields between the subject of integration training equipment.

Keywords: *physical competitions, experimental tour, procurement, typesetting field.*

В.П. Вовкотруб*Кировоградский государственный педагогический университет имени Владимира Винниченко***ОЛИМПИАДНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ НА БАЗЕ
КОМПЛЕКТОВ НАБОРНЫХ ПОЛЕЙ**

Актуализируется проблема организации и постановки экспериментальных туров олимпиад по физике, использование нового оборудования путём более широкого приобщения комплектов наборных полей. Приведены варианты экспериментальных олимпиадных задач и их решения.

Ключевые слова: физические олимпиады, экспериментальный тур, материальное обеспечение, наборные поля,

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Вовкотруб Віктор Павлович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В.Винниченка.

Коло наукових інтересів: проблеми навчального середовища з фізики.