

УДК 378.147:621.3

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2025-1-4>

**Андрій КЕВШИН**

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-3581-8852>

**SCOPUS AUTHOR ID:** 35422272900

**Володимир ГАЛЯН**

доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0003-0066-7174>

**SCOPUS AUTHOR ID:** 35422525700

**Назар КЕВШИН**

студент навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0009-0009-9932-8447>

**Бібліографічний опис статті:** Кевшин, А., Гальян, В., Кевшин, Н. (2025). Розв'язання задач з фізики як засіб розвитку професійних компетентностей студентів. *Фізика та освітні технології*, 1, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2025-1-4>

## МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ЗАСОБАМИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

Одним із важливих засобів розвитку мисленнєвих і творчих здібностей здобувачів освіти є розв'язання задач, які сприяють глибшому засвоєнню курсу фізики – базового для вивчення спеціальних освітніх компонент. Фізична задача, як елемент освітнього процесу, є найефективнішою формою самостійного поглиблення знань та закріплення теоретичного матеріалу. У ході розв'язання задач задіюються всі основні мисленнєві операції, такі як абстрагування, аналіз, дедукція, узагальнення, порівняння та синтез. Варто зазначити, що більшість здобувачів освіти першого курсу стикаються з труднощами під час розв'язування задач. Це пов'язано з тим, що вони часто формально запам'ятовують закони, визначення, поняття й формули, не розуміючи особливостей умов та меж їх застосування. У результаті ці знання неправильно або некоректно використовуються в конкретних фізичних ситуаціях.

У сучасних умовах процес навчання фізики у вищому навчальному закладі являє собою складну задачу, оскільки багато здобувачів освіти не підготовлені до засвоєння нової інформації. Вони не уміють відповідати на запитання, пояснювати спостережувані явища, працювати з приладами, не знають фундаментальних фізичних законів і т.д. У зв'язку з цим виникає роль викладача, який повинен створити умови для розвитку творчості, пізнавальних інтересів, інтелектуальних здібностей студентів, спираючись на гуманізацію, диференціацію та індивідуалізацію навчання.

Для підготовки компетентного спеціаліста, конкурентоспроможного, такого, що має експериментальні вміння і навички, здатний оперувати сучасною термінологією та новітніми досягненнями, науковими поняттями, законами, концепціями, вченнями і теоріями природничих наук, необхідно забезпечити високий рівень фундаментальної підготовки як основи професійних компетентностей. Розв'язання фізичних задач є елементом у формуванні таких навичок. Цей процес допомагає засвоєнню не лише теоретичних знань, але й розвитку практичних навичок, критичного мислення та вміння відновити знання в реальних умовах (Бургун, 2016).

**Ключові слова:** професійна компетентність, критичне мислення, розв'язування задач.

**Andriy KEVSHYN**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025*

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-3581-8852>

**SCOPUS AUTHOR ID:** 35422272900

**Volodymyr HALYAN**

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025*

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0003-0066-7174>

**SCOPUS AUTHOR ID:** 35422525700

**Nazar KEVSHYN**

*Student at the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025*

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0009-0009-9932-8447>

**To cite this article:** Kevshyn, A., Halyan, V., Kevshyn, N. (2025). Rozviazannia zadach z fizyky yak zasib rozvytku profesiinykh kompetentnostei studentiv [Connecting problems with physics as a way to develop professional competencies of students]. *Physics and Educational Technology*, 1, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2025-1-4>

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPING STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCIES BY SOLVING PHYSICS PROBLEMS

*One of the important ways to develop the mental and creative abilities of educational students is the development of tasks that are related to the general mastered physics course – the basis for the development of special educational components. A physical task, as an element of the illumination process, is the most effective form of independent acquisition of knowledge and consolidation of theoretical material. In the course of solving problems, all the basic mental operations are involved, such as abstraction, analysis, deduction, inference, equation and synthesis.*

*Varto notes that most first-year students experience difficulties when solving problems. This is due to the fact that they often formally remember laws, meanings, concepts and formulas, without understanding the peculiarities of minds and the stagnation between them. As a result, this knowledge is incorrectly or incorrectly interpreted in specific physical situations.*

*In modern minds, the process of learning physics at most initial stages is a complex task, since many students are not prepared before acquiring new information. They don't know how to identify food, explain the safety of boxes, handle equipment, don't know fundamental physical laws, etc. Connected with this is the role of the student, who is responsible for creating the minds for the development of creativity, learning interests, and intellectual abilities of students, focusing on humanization, differentiation, and Individualization begins.*

*To prepare a competent specialist, competitive, who has experimental knowledge and skills, who is able to operate with current terminology and new developments, scientific concepts, laws, concepts, traditions and theories of natural sciences, it is necessary to ensure a high level of fundamental training as the basis of professional competencies. The connection of physical tasks is an element in the formation of professional competencies of students. This process contributes to the acquisition of not only theoretical knowledge, but also the development of practical skills, critical thinking and the development of knowledge in real minds (Burhun, 2016).*

**Key words:** Professional competence, critical thinking, task development.

**Актуальність проблеми.** Фізика, як фундаментальна наука, має величезний вплив на формування професійної компетентності майбутніх спеціалістів у різних галузях (Войтків, 2016). Вона забезпечує базу для розвитку критичного мислення, аналітичних здібностей та

практичних навичок, які необхідні для вирішення прикладних завдань і створення нових технологій. Велике значення при цьому відіграють фізичні задачі: їх постановка, аналіз і, безперечно, розв'язок. Для успішного розв'язання задачі необхідно вміти виділяти головне,

вибирати відповідні формули та проводити необхідні розрахунки, що допомагає розвинути фізичну інтуїцію, тобто здатність передбачати результати експериментів або процесів, не вдаючись до складних розрахунків (Яцура, 2021). Таким чином, процес розв'язування задач з фізики являє собою комплексний розвиток особистості, який формує в студента важливі професійні компетентності, необхідні для успішної роботи в будь-якій сфері діяльності.

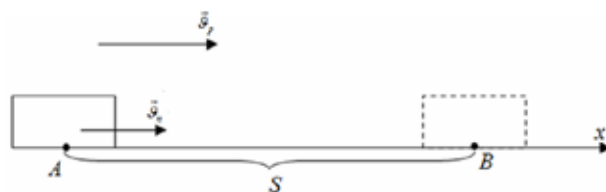
**Мета дослідження** – розглянути розв'язок типових задач з фізики, що сприяють розвитку професійних компетентностей студентів.

**Виклад основного матеріалу.** Фізика створює універсальну базу для вивчення загальнопрофесійних і спеціальних дисциплін, дає цілісне уявлення про фізичні закони навколишнього світу в їх єдинстві і взаємозв'язку, що сприяє вирішенню науково-технічних завдань в теоретичних і прикладних аспектах. У зв'язку із скороченням годин, виділених на вивчення фізики у ВНЗ, важливо раціонально і ефективно використовувати аудиторний час на вивчення курсу. Важливе місце в освітньому процесі займає розв'язання фізичних завдань, як одна з найбільш ефективних форм поглибленого вивчення, закріплення теоретичного матеріалу та розвитку мислення здобувачів освіти. Проте при невеликій кількості занять в семестрі неможливо сформулювати необхідні уміння і навички, тому необхідно викладачу використовувати нові підходи для пояснення навчального матеріалу. Знання повинно стати для студентів не просто засобом для отримання оцінок, а самостійною цінністю, необхідною для пізнання навколишнього світу. Здобувач освіти повинен бути готовим до вирішення таких завдань, як засвоєння методів наукових досліджень, моделей, теорій, участь у проведенні фізичних досліджень, участь в обробці отриманих результатів наукових досліджень на сучасному рівні (Герасимова, 2021). У зв'язку із цим основу професійних і загальнокультурних компетентностей складають вміння, пов'язані з використанням різних методик фізичних вимірювань, методів фізичного і математичного моделювання, а також розв'язувати фізичні задачі.

Лабораторні роботи є невід'ємною частиною процесу навчання фізики, адже вони поєднують

теоретичні знання з практичними навичками (Кевшин, 2023; Кевшин, 2023). Проте, при вивченні того чи іншого розділу з фізики не завжди є можливість продемонструвати студентам експеримент для кращого засвоєння ними нового матеріалу. У цьому випадку варто використовувати цікаві задачі, розв'язок яких розкривав би сутність розглядуваної проблеми. Наприклад, при вивченні розділу «Механіка» доречно запропонувати здобувачам освіти задачу на знаходження середньої швидкості. Розв'язок задачі варто супроводжувати рисунками.

**Задача.** Пароплав плив річкою від  $A$  до  $B$  зі швидкістю  $15$  км/год відносно берега, а назад – зі швидкістю  $10$  км/год. Знайти середню швидкість пароплава та швидкість течії річки.



Нехай відстань між точками  $A$  і  $B$  рівна  $S$ . Запишемо вираз для середньої  $\langle \vartheta_n \rangle$  швидкості пароплава:

$$\langle \vartheta_n \rangle = \frac{S+S}{t_1+t_2} = \frac{2S}{t_1+t_2}$$

де  $t_1$  – час руху пароплава від  $A$  до  $B$ ;  $t_2$  – час руху пароплава від  $B$  до  $A$ .

Запишемо вирази для  $t_1$  і  $t_2$ :

$$t_1 = \frac{S}{\vartheta_1}, \quad t_2 = \frac{S}{\vartheta_2}.$$

Тоді:

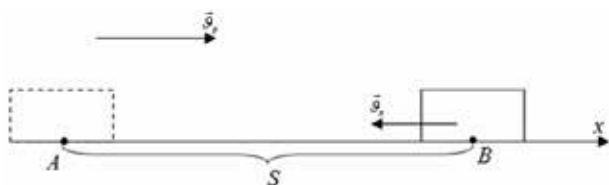
$$\langle \vartheta_n \rangle = \frac{2S}{\frac{S}{\vartheta_1} + \frac{S}{\vartheta_2}} = \frac{2S}{S\left(\frac{1}{\vartheta_1} + \frac{1}{\vartheta_2}\right)} = \frac{2S}{S\left(\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{\vartheta_1\vartheta_2}\right)} = \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}.$$

Розглянемо випадок, коли пароплав рухається від  $A$  до  $B$  за течією річки:

$$\vartheta_n + \vartheta_p = \vartheta_1,$$

де  $\vartheta_n$  – швидкість пароплава відносно води;  $\vartheta_1$  – швидкість пароплава відносно берега;  $\vartheta_p$  – швидкість течії річки.

Розглянемо випадок, коли пароплав рухається від  $B$  до  $A$  проти течії річки:



Для цього випадку можемо записати:

$$\vartheta_p - \vartheta_n = -\vartheta_2,$$

де  $\vartheta_2$  – швидкість пароплава відносно берега для цього.

З останніх виразів можемо записати:

$$\vartheta_n + \vartheta_p + (\vartheta_p - \vartheta_n) = \vartheta_1 + (-\vartheta_2).$$

Звідси:

$$\vartheta_p = \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{2}.$$

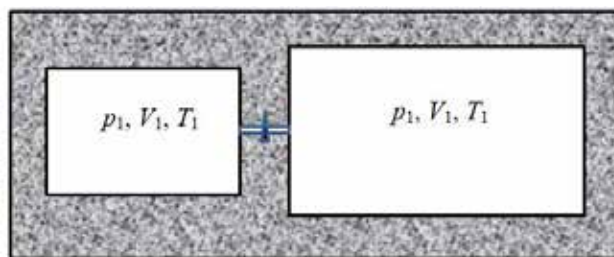
Підставивши значення, отримуємо:

$$\langle \vartheta_n \rangle = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10}{15 + 10} = 12 \frac{\text{км}}{\text{год}}, \quad \vartheta_p = \frac{15 - 10}{2} = 2,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Молекулярна фізика дає можливості для розвитку пізнавальних та творчих здібностей студентів, основою яких є знання про теплоту, фізичні явища та закони, агрегатні стани речовин та фазові перетворення – кристалізація, плавлення, конденсація, випаровування та явища, які відбуваються на межі між речовинами, що знаходяться у різних агрегатних станах. Вона тісно пов'язана з термодинамікою, одним із фундаментальних понять якої є ентропія. Ентропія – одна з ключових і водночас найбільш складних для розуміння фізичних концепцій, без яких важко уявити сучасну наукову картину світу. Вона є невід'ємною характеристикою макроскопічних систем, але, на відміну від таких параметрів, як температура, тиск або об'єм, її неможливо легко виміряти за допомогою приладів. Водночас ентропія є фундаментальним поняттям, яке дає змогу зрозуміти, як енергія розширюється і трансформується, чому природні процеси відбуваються саме так, а не інакше, і як неупорядкованість змінюється з часом. Розуміння ентропії відкриває шлях до глибшого аналізу фізичних явищ та їх моделювання в науці й техніці. На нашу думку, краще допоможе зрозуміти здобувачам освіти суть цього поняття розв'язок наступної задачі.

**Задача.** Два балони об'ємами  $1 \text{ м}^3$  та  $11 \text{ м}^3$  з'єднуються трубкою з краном. У першому балоні знаходиться  $1 \text{ кг}$  повітря при температурі

$1 \text{ }^\circ\text{C}$ , у другому  $36 \text{ кг}$  повітря при температурі  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Знайдіть зміну ентропії системи після відкриття крану та досягнення рівноваги, якщо система знаходиться у термостаті.



Змішування газів із двох балонів – необоротний процес. Щоб обчислити зміну ентропії  $\Delta S$ , треба знайти відповідний оборотний процес, що пов'язує початковий і кінцевий стан системи. Результат, як відомо, не залежить від процесу, оскільки  $dS$  є повним диференціалом. Зручно розглянути такі дві частини процесу: 1) розширення кожного з газів до об'єму  $V = V_1 + V_2$  при постійній температурі; 2) вирівнювання температур при постійному об'ємі. Тоді повний диференціал  $dS$  ентропії ідеального газу дорівнюватиме:

$$dS = \frac{m}{M} R \frac{dV}{V} + \frac{m}{M} C_v \frac{dT}{T} \quad (1)$$

де  $M$  – молярна маса газу;  $m$  – маса газу;  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$  – універсальна газова стала,  $C_v = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{8,31}{1,4 - 1} = 20,79 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  – молярна теплоємність повітря при постійному об'ємі. Перший член в останньому рівнянні обумовлений тільки розширенням газу, другий – тільки вирівнюванням температур.

Співвідношення (1) справедливе для кожної маси газів, тому елементарна зміна ентропії при змішуванні газів рівна:

$$dS = dS_1 + dS_2 = \frac{m_1}{M} R \frac{dV}{V} + \frac{m_1}{M} C_v \frac{dT}{T} + \frac{m_2}{M} R \frac{dV}{V} + \frac{m_2}{M} C_v \frac{dT}{T}.$$

Звідси:

$$\Delta S = \frac{m_1}{M} R \int_{V_1}^V \frac{dV}{V} + \frac{m_1}{M} C_v \int_{T_1}^T \frac{dT}{T} + \frac{m_2}{M} R \int_{V_2}^V \frac{dV}{V} + \frac{m_2}{M} C_v \int_{T_2}^T \frac{dT}{T} = \frac{m_1}{M} R \ln \frac{V}{V_1} + \frac{m_1}{M} C_v \ln \frac{T}{T_1} + \frac{m_2}{M} R \ln \frac{V}{V_2} + \frac{m_2}{M} C_v \ln \frac{T}{T_2}$$

Враховуючи, що  $V = V_1 + V_2$ , останній вираз прийме вигляд:

$$\Delta S = \frac{m_1}{M} R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_1} + \frac{m_1}{M} C_V \ln \frac{T}{T_1} + \frac{m_2}{M} R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_2} + \frac{m_2}{M} C_V \ln \frac{T}{T_2} \quad (2)$$

Кінцеву температуру  $T$  в результаті вирівнювання температур знайдемо з рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_2 = 0,$$

де  $Q_1$  і  $Q_2$  – кількість теплоти, отриманої (відданої) газом у першому та другому балоні, відповідно. При цьому:

$$Q_1 = m_1 c_V (T - T_1), \quad Q_2 = m_2 c_V (T - T_2),$$

де  $c_V$  – питома теплоємність повітря при постійному об'ємі.

З останніх виразів знаходимо:

$$T = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}.$$

Розрахунки за останнім виразом дають значення  $T = 331,4 \text{ K}$ . Тоді, підставляючи дані у вираз (2), одержуємо,  $\Delta S = 1620 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$ .

Головна проблема сучасного навчання фізики у вищих навчальних закладах полягає у різнобічному особистісному становленні студента, який прагне розвитку та може застосовувати отримані знання на практиці, ефективно користуючись ними у повсякденному житті (Макаренко, 2020). У зв'язку із цим вивчення розділу «Електрика» є надзвичайно важливим для здобувачів освіти, оскільки цей розділ фізики має широкий вплив на науково-технічний прогрес, побут, і розуміння навколишнього світу. Вивчення електричних та магнітних явищ закладає фундамент для розуміння природних процесів, становлять базу для технічних спеціальностей, сприяють практичному застосуванню сучасних пристроїв, розвитку критичного мислення та підготовки до професій, що формують майбутнє. В курсі електрики велика увага приділяється поняттю електростатичного поля, однією з характеристик якого є напруженість  $\vec{E}$ , розуміння якої часто викликає труднощі у студентів. При поглибленому викладанні фізики має бути використана теорема Остроградського-Гауса, яка допомагає більш раціонально проводити розрахунки

напруженості електричних полів при розподілі зарядів у просторі певним симетричним чином. Для кращого розуміння особливості застосування даної теореми доцільно запропонувати розв'язок наступної задачі.

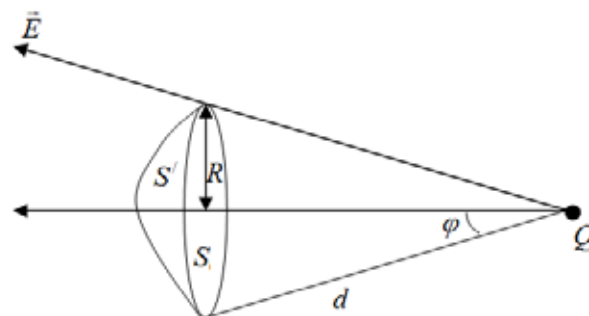
**Задача.** Заряд  $1 \text{ мкКл}$  рівновіддалений від країв круглої площадки на відстань  $20 \text{ см}$ , радіус якої  $12 \text{ см}$ . Визначити середнє за модулем значення напруженості поля в межах площадки.

Відповідно до теореми Остроградського – Гауса можемо записати:

$$\Phi = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i Q_i,$$

де  $\oint_S \vec{E} d\vec{S}$  – потік вектора напруженості електричного поля через замкнуту поверхню;  $\sum_i Q_i$  – сума зарядів, що знаходяться всередині поверхні;  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$  – електрична стала.

Щоб отримати замкнуту поверхню, доповнимо круглу площадку площею  $S$  частиною сферичної поверхні  $S'$  радіусом  $d$ .



Оскільки поверхня  $S$  не охоплює заряд  $Q$ , то всередині цієї поверхні зарядів немає, тому  $\sum_i Q_i = 0$ .

Потік  $\Phi$  складається з потоку  $\Phi_S$  через поверхню  $S$  круглої площадки та потоку  $\Phi_{S'}$  через сферичну поверхню  $S'$ . У кожній точці поверхні вектор напруженості спрямований нормалі до поверхні сфери, тому  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\cos 0^\circ = 1$ , відповідно  $\Phi = 0$ . Тоді можемо записати:

$$\Phi = \Phi_S + \Phi_{S'} = 0, \quad \Phi_S = -\Phi_{S'} = ES'.$$

Запишемо вираз для площі сферичної поверхні радіусом  $d$ :

$$S' = 2\pi d(1 - \cos\alpha).$$

Враховуючи, що  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d^2}$ ,  $\cos\alpha = \frac{\sqrt{d^2 - R^2}}{d}$ , то остаточно одержуємо:

$$\Phi_s = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d^2} 2\pi d^2 \left(1 - \frac{\sqrt{d^2 - R^2}}{d}\right) = -\frac{Q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{\sqrt{d^2 - R^2}}{d}\right).$$

Відповідно середнє за модулем значення напруженості поля в межах площадки  $S$  рівне:

$$E = \frac{\Phi_s}{S} = \frac{Q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{\sqrt{d^2 - R^2}}{d}\right) \frac{1}{\pi R^2} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2} \left(1 - \frac{\sqrt{d^2 - R^2}}{d}\right)$$

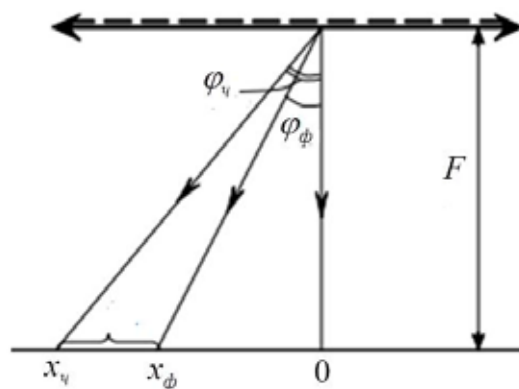
Підставивши дані, одержимо  $E = 25 \cdot 10^4 \frac{B}{м}$ .

Оптика відіграє надзвичайно важливу роль у житті сучасної людини. Важко уявити повсякденне існування без цієї галузі фізики. На Землі й у космосі працюють численні прилади та пристрої, створення яких стало можливим завдяки знанню законів оптики. Ці технології роблять наше життя комфортнішим і легшим, відкривають можливості для дослідження довкілля та отримання нових знань, а також сприяють подальшому прогресу науки і техніки. Тому вивчення даного розділу є важливим не лише для розуміння базових понять, які використовуються в інших спеціальних науках, але й для формування цілісного уявлення про ключові наукові принципи сучасної оптики.

Одним із найбільш поширених явищ, яке має значний вплив на наше життя та широко застосовується в багатьох сферах, таких як оптика, астрономія, техніка тощо є дифракція. На застосуванні цього явища працюють багато технічних пристроїв. Зокрема, у спектральних приладах високого класу, замість призм застосовують дифракційні ґратки, що являють собою періодичні структури, вигравірувані спеціальною ділільною машиною на поверхні скляної або металеві пластинки. Такий пристрій дозволяє розкласти світло на складові кольори (спектр). Для кращого розуміння цього явища, доцільно розглянути розв'язок наступної задачі.

**Задача.** На дифракційну ґратку, стала якої 4 мкм, нормально падає пучок білого світла. Визначити протяжність видимої ділянки спектра першого порядку, спроектованого на екран лінзою з фокусною відстанню 50 см. Довжини хвиль меж видимого світла прийняти рівними 380 нм і 760 нм.

На рисунку нижче показано  $\phi_\square$  – кут відхилення фіолетових променів;  $\phi_\circ$  – червоних променів;  $x_\phi$  – відстань від центрального максимуму до фіолетової лінії першого порядку;



$x_\circ$  – до червоної лінії;  $\Delta x$  – ширина діапазону першого порядку.

З формули дифракційної ґратки можемо записати:

$$\sin \phi = \frac{k\lambda}{d},$$

де  $d$  – період дифракційної ґратки;  $\phi$  – кут, між напрямком на дифракційний максимум і нормаллю до ґратки;  $k = 0, 1, 2, \dots$  – порядок максимуму;  $\lambda$  – довжина хвилі.

Вважаючи кути дифракції першого порядку малими, можна прийняти  $\sin \phi \approx \text{tg} \phi$ . Тоді:

$$\text{tg} \phi = \frac{k\lambda}{d}.$$

З рисунку знаходимо:

$$x_\circ = F \text{tg} \phi_\circ, \quad x_\square = F \text{tg} \phi_\square,$$

де  $F$  – фокусна відстань лінзи.

Тоді протяжність видимої ділянки спектра  $\Delta x$  буде рівна:

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_\circ - x_\square = F \text{tg} \phi_\circ - F \text{tg} \phi_\square = \\ &= F (\text{tg} \phi_\circ - \text{tg} \phi_\square) = F \left( \frac{k\lambda_\circ}{d} - \frac{k\lambda_\square}{d} \right) = \frac{kF}{d} (\lambda_\circ - \lambda_\square). \end{aligned}$$

Підставивши дані в останній вираз знаходимо  $\Delta x = 4,75 \cdot 10^{-2} м$ .

Сьогодні будь-яка освічена людина має повне розуміння як про сприятливі сторони використання явища радіоактивності – наприклад, в ядерній індустрії, медицині, так і негативних, пов'язаних із забрудненням довкілля та нанесенням загрози життю та здоров'ю людини і всьому живому на планеті. Ми проживаємо в умовах безкінечних випромінювань різних видів. Природний радіаційний фон пронизує все, що живе на Землі та її надрах. Тому слід правильно розуміти, що таке радіація. Малі

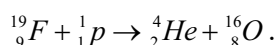


доза радіоактивного випромінювання безпечні, переносяться людиною без критичних наслідків, великі дози радіації, на жаль, можуть призвести до негативних наслідків.

Вивчення атомної та ядерної фізики має велике значення для студентів, адже сприяє формуванню у них фундаменту сучасних технологій, енергетики та медицини, дозволяє засвоїти базові закони природи: структуру матерії, енергетичні процеси, взаємодію частинок, що є основою для розуміння від будови атомів до глобальних явищ, таких як термоядерні реакції. Також це є важливою ланкою у формуванні у здобувачів освіти цілісного погляду на мікросвіт, уявлення про фізичну картину світу, як основу цілісності та різноманіття природи. Проте, якщо вивчення інших областей фізики простіше забезпечити проведенням експериментів з відповідних тем, то у випадку атомної та ядерної фізики це завжди проблематично. Тому розв'язування задач з розділу «Атомна і ядерна фізика» допоможе студентам усвідомити сутність та закономірності явища радіоактивності, освоїти вміння визначати склад та характеристики атомних ядер, знаходити масу та енергію зв'язку ядра, ядерних реакцій. Розглянемо особливості розв'язання наступної задачі.

**Задача.** Запишіть у розгорнутому виді ядерну реакцію  ${}^{19}_9F(p, \alpha){}^{16}_8O$  та знайдіть її енергетичний вихід.

Запишемо рівняння ядерної реакції в загальному вигляді:



Енергетичний вихід реакції рівний:

$$Q = \Delta mc^2.$$

Енергетичний вихід реакції визначимо формулою:

$$Q = \Delta mc^2,$$

де  $\Delta m$  – різниця між масами частинок до та після реакції;  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$  – швидкість світла у вакуумі.

Різниця дефектів мас лівої та правої частин реакції рівна:

$$\Delta m = m_{{}^{19}_9F} + m_{{}^1_1p} - m_{{}^4_2He} - m_{{}^{16}_8O}.$$

Тоді:

$$Q = (m_{{}^{19}_9F} + m_{{}^1_1p} - m_{{}^4_2He} - m_{{}^{16}_8O})c^2.$$

Щоб визначити енергію в МеВ, останню формулу запишемо так:

$$Q = 931,5 \cdot (m_{{}^{19}_9F} + m_{{}^1_1p} - m_{{}^4_2He} - m_{{}^{16}_8O}).$$

Враховуючи, що  $m_{{}^{19}_9F} = 18,998403 \text{ а.о.м.}$ ,  $m_{{}^1_1p} = 1,00783 \text{ а.о.м.}$ ,  $m_{{}^4_2He} = 4,00260 \text{ а.о.м.}$ ,  $m_{{}^{16}_8O} = 15,99491 \text{ а.о.м.}$ , одержимо  $Q = 8,1 \text{ МеВ}$  або  $Q = 1,3 \cdot 10^{-12} \text{ Дж.}$

**Висновки.** Розв'язання задач з фізики має велике практичне значення. Воно дозволяє закріпити теоретичний матеріал, сприяючи формуванню нових понять та свідомому засвоєнню фізичних законів, знайомити здобувачів освіти із практичним застосуванням фізичних знань, навчитися слідувати логічним операціям для вирішення професійно орієнтованої проблеми, вибудовувати математичні моделі для подальшого вирішення ситуаційного завдання. Аналіз та розв'язок фізичних задач дозволяють зрозуміти та запам'ятати основні закони та формули з фізики, створюють уявлення про їх характерні особливості та межі застосування, розвиває логічне мислення, кмітливість, творчу фантазію, вміння застосувати теоретичні знання для пояснення явищ природи, є найкращим критерієм оцінки глибини вивчення програмного матеріалу та його засвоєння.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Яцура М. М., Гамарник А. М., Рачій Б. І. Методика проведення практичних занять з фізики зі студентами фізичних спеціальностей при кредитно-модульній системі організації навчання. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 1(27). С. 112–118.
2. Герасимова К. В., Каченко Г. І. Практичні заняття з фізики із залученням демонстрацій у закладах вищої освіти. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 4(30). С. 29–33.
3. Бургун І. В. Класифікація фізичних задач в контексті компетентнісної освіти. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Вип. 10, Ч. III. С. 35–38.
4. Войтків Г. В. Компетентнісні задачі з фізики. *Фізика. Технології навчання. Зб. наук. пр. студентів і молодих науковців*. М. Кіровоград, 2016. В. 14. С. 45–50.

5. Макаренко О. В., Макаренко К. С., Макаренко В. І., Матяш Л.О., Сілкова О. В. Методика складання задач з медичної і біологічної фізики в контексті сучасних педагогічних технологій. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4(26). С. 67–71.

6. Кевшин А., Галян В., Третяк А., Артюх Ю., Шафарчук В., Никифоров О., Куршель Д. Використання практичних та лабораторних занять під час вивчення складних лінійних електричних кіл постійного струму в курсі електротехніки. *Фізика та освітні технології*. 2022. № 1. С. 27–33.

7. Кевшин А., Галян В., Остапчук В., Димарчук В., Середя, Д. Особливості використання панелі «Лінійні електричні кола» стенду «Електротехніка. Основи електроніки УТЛЕ-01» для експериментальної перевірки принципу накладання струмів. *Фізика та освітні технології*. 2023. № 2. С. 13–19.

#### REFERENCES:

1. Yatsura, M. M., Hamarnyk, A. M., & Rachii, B. I. (2021). Metodyka provedennia praktychnykh zaniat z fizyky zi studentamy fizychnykh spetsialnostei pry kredytno-modulnii systemi orhanizatsii navchannia [Methodology of Conducting Practical Physics Classes for Students of Physical Specialties within the Credit-Module System of Educational Organization]. *Fizyko-matematychna osvita*, Vyp. 1(27). S. 112–118.

2. Herasymova, K. V., & Tkachenko, H. I. (2021) Praktychni zaniattia z fizyky iz zaluchenniam demonstratsii u zakladakh vyshchoi osvity [Practical Physics Classes Involving Demonstrations in Higher Education Institutions]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 4(30). S. 29–33.

3. Burhun, I. V. (2016). Klasyfikatsiia fizychnykh zadach v konteksti kompetentnisnoi osvity [Classification of Physics Problems in the Context of Competence-Based Education. Scientific Notes]. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. Vyp. 10, Ch. III. S. 35–38.

4. Voitkiv, H. V. (2016). Kompetentnisni zadachy z fizyky. Fizyka. Tekhnolohii navchannia [Competency-Based Physics Problems. Physics. Learning Technologies]. *Zb. nauk. pr. studentiv i molodykh naukovtsiv. M. Kirovohrad. V. 14*. S. 45–50.

5. Makarenko, O. V., Makarenko, K. S., Makarenko, V. I., Matiash, L. O., & Silkova, O. V. (2020). Metodyka skladannia zadach z medychnoi i biolohichnoi fizyky v konteksti suchasnykh pedahohichnykh tekhnolohii [Methodology of Designing Problems in Medical and Biological Physics in the Context of Modern Pedagogical Technologies]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 4(26). S. 67–71.

6. Kevshyn, A., Halian, V., Tretiak, A., Artiukh, Yu., Shafarchuk, V., Nykyforov, O., & Kurshel, D. (2022). Vykorystannia praktychnykh ta laboratornykh zaniat pid chas vyvchennia skladnykh liniinykh elektrychnykh kil postiinoho strumu v kursy elektrotekhniki [The Use of Practical and Laboratory Classes in Studying Complex Direct Current Linear Electrical Circuits in the Course of Electrical Engineering]. *Fizyka ta osviti tekhnolohii*. № 1. S. 27–33.

7. Kevshyn, A., Halian, V., Ostapiuk, V., Dymarchuk, V., & Sereda, D. (2023). Osoblyvosti vykorystannia paneli «Liniini elektrychni kola» stendy «Elektrotekhnika. Osnovy elektroniky UTLE-01» dlia eksperymentalnoi perevirky pryntsyphu nakladannia strumiv [Peculiarities of Using the “Linear Electrical Circuits” Panel of the “Electrical Engineering. Fundamentals of Electronics UTLE-01” Stand for Experimental Verification of the Superposition Principle of Currents.]. *Fizyka ta osviti tekhnolohii*. № 2. S. 13–19.