

УДК: 373. 501. 6: 53 (07)

М.В. ОСТАПЧУК

МЕТОДИКА ТЕОРЕТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ З ФІЗИКИ «СВІТЛОВИЙ ПОТІК І ФОТОМЕТРИЧНІ ВЕЛИЧИНИ» В КЛАСАХ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ

У статті розглядається методика вивчення теми з фізики «Світловий потік і фотометричні величини» в класах природничо-математичного профілю. Характерною особливістю даної методики є збільшення числа задач-запитань якісно-теоретичного, світоглядно-пізнавального й культурологічного змісту, які використовуються як в процесі пояснення так і закріплення вивченого матеріалу.

Ключові слова: методика, теоретичне мислення, світловий потік і фотометричні величини, природничо-математичний профіль.

Сучасний світ складний. Учні не вистачає дати лише знання, ще важливіше навчити користуватися ними. Знання та вміння взаємопов'язані з ціннісними орієнтаціями учня, формують його життєві компетентності, потрібні для успішної самореалізації у житті, навчання та праці. У проєкті нового базового Закону України «Про освіту» визначено ключові компетентності нової української школи. До основних компетентностей у природничих науках і технологіях належать: наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності. Уміння застосовувати науковий метод: спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результат тощо [2]. Буде розроблено новий стандарт профільної освіти, зокрема й природничої, у якому залишиться змістова складова фізики. Тому необхідні методичні розробки для вивчення фізики в профільній школі на академічному і професійному рівнях.

Науково-теоретичне мислення, характерне для сучасника ХХІ ст., не може обмежуватися лише емпіричним рівнем пізнання фізики (С. Гончаренко, О. Ляшенко, В. Розумовський, А. Павленко) [6, 11]. Фізична наука, не сповільнюючи темпів розвитку прикладних застосувань, усе більше теоретизується. Теоретичний рівень пізнання фізики не обмежується законами, хоча й надає їм важливого значення. Внаслідок послідовного вивчення шкільного курсу фізики учень повинен дістати таку систему фізичного знання, яка б відповідала (хоча б в якісному викладі) рівню цілісної фізичної теорії, природничо-наукової картини світу [3; 4; 5].

Теоретичний результат у фізиці – це той, що здобутий шляхом логічних операцій або математичних розрахунків. Повсякчасна праця фізика осягається світлом теорії, збагачується теоретичним мисленням. Теоретичне мислення – це вирішення проблем на основі наявних знань у вигляді понять, суджень і логічних висновків. Усе це відбувається з допомогою внутрішнього мовлення, подумки [1, 142-143].

Мета статті – розкрити методику теоретичного вивчення теми з фізики «Світловий потік і фотометричні величини» в класах природничо-математичного профілю.

1. Світловий потік. Електромагнітна хвиля несе з собою енергію. Всяка реальна електромагнітна хвиля – це накладання коливань з довжинами хвиль, замкнутими в деякому інтервалі $\Delta\lambda$. Цей інтервал залишається скінченним навіть для монохроматичної (однокольорової) світлової хвилі. В білому світлі $\Delta\lambda$ охоплює весь діапазон електромагнітних хвиль, які сприймаються оком, тобто простягаються від 0,40 до 0,75 мкм.

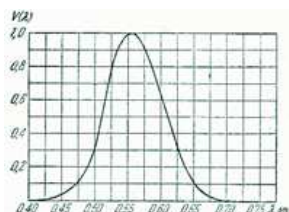
Розподіл енергії потоку за довжинами хвиль можна охарактеризувати з допомогою функції розподілу

$$\varphi(\lambda) = \frac{d\Phi_e}{d\lambda}, \quad (1)$$

де $d\Phi_e$ – потік енергії, що припадає на довжини хвиль від λ до $\lambda + d\lambda$.

Потік енергії, що переноситься хвилями, замкнутими в скінченному інтервалі від λ_1 до λ_2 , може бути поданий наступним чином:

$$\Phi_e = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varphi(\lambda) d\lambda \quad (2)$$



Мал. 1

Дія світла на око (світлове відчуття) у великому ступені залежить від довжини хвилі. Це легко зрозуміти, якщо врахувати, що електромагнітні хвилі з λ , меншою за 0,40 мкм і більшою 0,75 мкм, зовсім не викликають зорового відчуття. Чутливість середнього нормального людського ока до випромінювання різної довжини хвилі подано так званою кривою видимості (мал. 1). Вздовж горизонтальної вісі відкладена довжина хвилі λ , вздовж вертикальної вісі – функція видимості $V(\lambda)$. Найбільш чутливе око до випромінювання з довжиною хвилі 0,555 мкм (зелена частина спектра). Функція видимості для всієї довжини хвилі прийнята за одиницю. При цьому ж самому потоці енергії інтенсивність світла, що оцінюється зором, для інших довжин виявляється меншою. Відповідно й функція видноти для цих довжин хвиль менша одиниці. Значення функції видноти обернено пропорційні до величин енергетичних потоків, які викликають однакове за інтенсивністю зорове відчуття:

$$\frac{v(\lambda_1)}{v(\lambda_2)} = \frac{(d\Phi_e)_1}{(d\Phi_e)_2}$$

Так, наприклад, $V(\lambda) = 0,5$ означає, що для отримання зорового відчуття такої ж самої інтенсивності світло даної довжини хвилі мусить мати енергетичну потужність у два рази більшу, ніж світло, для якого $V(\lambda) = 1$. Поза інтервалом видимих довжин хвиль функція видноти дорівнює нулю.

© М.В. Остапчук, 2017

Для характеристики інтенсивності світла з врахуванням його здатності викликати зорове відчуття вводиться величина Φ , що називається світловим потоком. Для інтервалу $d\lambda$ світловий потік визначається як добуток потоку енергії на відповідне значення функції видноти:

$$d\Phi = v(\lambda)d\Phi_e \quad (3)$$

Виразивши потік енергії через функцію розподілу енергії по довжинах хвиль відповідно формули (1), можна записати:

$$d\Phi = v(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda \quad (4)$$

Повний світловий потік дорівнює

$$\Phi = \int_0^{\infty} v(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda \quad (5)$$

Функція видноти $V(\lambda)$ – безрозмірна величина. Отже, розмірність світлового потоку збігається з розмірністю потоку енергії. Це дає підстави визначати світловий потік променевої енергії, що оцінюється по зоровому відчуттю.

2. Сила світла. Джерело світла, розмірами якого можна знехтувати в порівнянні з відстанню від місця спостереження до джерела, називається точковим. У однорідному та ізотропному середовищі хвиля, випромінена точковим джерелом, буде сферичною. Для характеристики точкових джерел світла застосовується сила світла I , яка визначається як потік випромінювання, що припадає на одиницю тілесного кута:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (6)$$

($d\Phi$ – світловий потік, що випромінюється джерелом у межах тілесного кута Ω).

У загальному випадку сила світла залежить від напрямку: $I = I(v, \varphi)$ (v і φ – полярний і азимутальний кути у сферичній системі координат). Якщо I не залежить від напрямку, джерело світла називається ізотропним. Для ізотропного джерела

$$I = \frac{\Phi}{4\pi} \quad (7)$$

де: Φ – повний світловий потік, випромінюваний джерелом в усі напрями.

У випадку протяжного джерела можна вести мову про силу світла елемента його поверхні dS . Тоді під $d\Phi$ у формулі (6) потрібно розуміти світловий потік, випромінюваний елементом поверхні dS у межах тілесного кута Ω .

Одиниця сили світла – кандела ($кд$), (або свічка ($св$)) – одна із основних одиниць фотометрії. Її значення беруть таким, щоб яскравість (див. нижче) повного випромінювача при температурі тверднення платини дорівнювала $60 св$ на $1 см^2$. Під повним випромінювачем розуміють пристрій, що володіє властивостями абсолютно чорного тіла.

3. Одиниця світлового потоку. Одиницею світлового потоку є люмен ($лм$). Він дорівнює світловому потоку, що випромінюється ізотропним джерелом світла в $1 кд$ у межах тілесного кута в один стерadian:

$$1 лм = 1 кд \cdot 1 стер \quad (8)$$

Дослідним шляхом встановлено, що світловому потоку в $1 лм$, утвореному випромінюванням з довжиною хвилі $\lambda = 0,555 мкм$, відповідає потік енергії в $0,0016 Вт$. Величина

$$A = 0,0016 \frac{Вт}{лм}, \quad (9)$$

має назву механічного еквівалента світла.

Світловому потоку в $1 лм$, утвореному випромінюванням, для якого функція видноти дорівнює $V(\lambda)$, відповідає потік енергії в $\frac{A}{v(\lambda)} Вт$.

4. Освітленість. Ступінь освітленості якоїсь поверхні, падаючим на неї світловим потоком, характеризується величиною

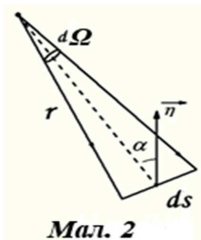
$$E = \frac{d\Phi_{nao}}{dS} \quad (10)$$

що називається освітленістю ($d\Phi_{nao}$ – світловий потік, який падає на елемент поверхні dS).

Одиницею освітленості є люкс ($лк$), що дорівнює освітленості, створеній потоком в $1 лм$, що рівномірно розподілений по поверхні в $1 м^2$:

$$1 лк = 1 лм/1м^2 \quad (11)$$

Освітленість E , створювану точковим джерелом, можна виразити через силу світла I , відстань r до джерела й кут α між нормаллю до поверхні \vec{n} і напрямком на джерело.



Мал. 2

На майданчик dS (мал. 2) падає потік $d\Phi_{nao} = I\Omega$ замкнутий у межах тілесного кута $d\Omega$, що спирається на dS .

Кут $d\Omega$ дорівнює $\frac{dS \cos \alpha}{r^2}$. Тож, $d\Phi_{nao} = \frac{I dS \cos \alpha}{r^2}$. Розділивши цей потік на dS , отримаємо:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (12)$$

Задача 1. На висоті $h = 3$ м над землею і на відстані $r = 4$ м від стіни висить лампа силою світла $I = 100$ кд. Визначити освітленість стіни E_1 і горизонтальної поверхні землі E_2 біля лінії їхнього перетину.

Розв'язання. Із рис. 3 видно, що $\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$, тому $E_1 = \frac{I \cos \alpha_1}{h^2 + r^2} = \frac{100 \cdot 4}{25 + 16} = \frac{400}{41} \approx 9,76$ лк. Водночас $\cos \alpha_2 = \frac{3}{5}$,

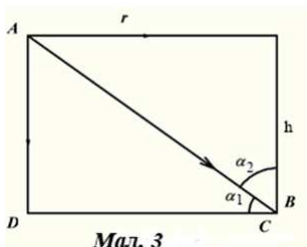
відтак $E_2 = \frac{I \cos \alpha_2}{h^2 + r^2} = \frac{100 \cdot 3}{41} \approx 7,32$ лк.

Задача 2. Над центром круглого стола радіусом $r = 80$ см на висоті $h = 60$ см висить лампа силою світла $I = 100$ кд. Визначити освітленість E_0 в центрі стола, освітленість E на краю стола, світловий потік Φ , що падає на стіл, і середню освітленість E_{cp} стола.

Розв'язання. $E_0 = E_D$ (рис. 3) $= \frac{I}{h^2} = 278$ лк $E = \frac{I \cos \alpha_1}{h^2 + r^2} = \frac{100 \cdot 0,6}{1 + 0,64} = 60$ лк; $\Phi = I\omega$, де

$\omega = 2\pi(-\cos \alpha_2)$ тілесний кут, вершина якого знаходиться в точці джерела A , отож $\Phi = 100 \cdot 2 \cdot 3,14 \left(1 - \frac{0,6}{1}\right) = 251$ лм; $E = \frac{\Phi}{S}$, де площа $S = 3,14 \cdot 0,64 = 2$ м², підставивши числові значення величин Φ і S у вираз для E , матимемо $E = 125$ лм.

Задача 3. На якій висоті h (мал. 3) над центром круглого стола радіусом $r = 1$ м треба повісити лампочку, щоб освітленість на краю стола C була максимальна?



Мал. 3

Розв'язання. Освітленість у точці C (мал. 3) $E = \frac{I \cos \alpha_2}{h^2 + r^2}$,

де $\cos \alpha_2 = \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$, отже $E = \frac{Ih}{(h^2 + r^2)^{3/2}}$.

Похідну від E по h прирівнюємо до нуля, матимемо $h_{max} = \frac{r}{\sqrt{2}} = 0,707$.

5. Світність протяжних джерел світла. Протяжне джерело світла можна охарактеризувати світністю R різних його ділянок, під якою розуміють світловий потік, який випускається одиницею поверхні назовні по всіх напрямках (у межах значень ν від 0 до $\frac{\pi}{2}$; ν – кут, утворений заданим напрямом із зовнішньою до поверхні):

$$R = \frac{d\Phi_{out}}{dS} \quad (13)$$

($d\Phi_{out}$ – потік, що випромінюється назовні в усіх напрямках елементом поверхні dS джерела)

Світність може виникнути за рахунок відбиття поверхнею падаючого на неї світла. Тоді під $d\Phi_{out}$ у формулі (13) потрібно розуміти потік, відбитий елементом поверхні dS в усіх напрямках.

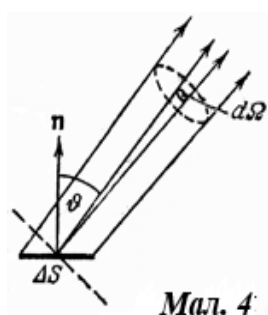
Світність вимірюють у тих же самих одиницях, що й освітленість – у люксах.

Задача 4. Світильник із молочного скла має форму кулі діаметром $d = 20$ см. Сила світла кулі $I = 80$ кд. Визначити повний світловий потік Φ_0 , світність R .

Розв'язання. $\Phi_0 = 4\pi I = 1$ клм; $R = \frac{\Phi_0}{4\pi d^2} = 8$ клм.

6. Яскравість. Світність характеризується випромінюванням (або відбиттям) світла даним місцем поверхні по всіх напрямках. Для характеристики випромінювання (відбиття) світла в заданому напрямі служить яскравість B . Напрямок можна задати полярним кутом ν (відраховується від зовнішньої \vec{n} до площадки ΔS , яка випромінює) і азимутальним кутом φ . Яскравість визначається як відношення сили світла елементарної поверхні ΔS у даному напрямі до проекції площадки ΔS на площину, перпендикулярну до взятого напрямку.

Розглянемо елементарний тілесний кут $d\Omega$, що спирається на площадку ΔS у даному напрямі (ν, φ) (мал. 4).



Мал. 4

Сила світла площадки ΔS у даному напрямі згідно визначення (1) дорівнює $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$, де $\Delta\Phi$ – світловий потік, що поширюється в межах кута $d\Omega$. Проекцією ΔS на площину, перпендикулярну до напрямку (ν, φ) (на мал. 4 слід цієї площини зображений пунктиром), буде $\Delta S \cos \nu$. Отож, яскравість згідно визначення дорівнює

$$B = \frac{\Delta\Phi}{d\Omega \Delta S \cos \nu} \quad (14)$$

У загальному випадку яскравість різна для різних напрямів: $B = B(\nu, \varphi)$. Як і світність, яскравість може бути використана для характеристики поверхні, що відбиває падаюче на неї світло.

Згідно формули (14) потік, що отримує площадка ΔS у межах тілесного кута $d\Omega$ за напрямом, що визначається ϑ і φ , дорівнює

$$d\Phi = B(\vartheta, \varphi) d\Omega \Delta S \cdot \cos \vartheta \quad (15)$$

Джерела, яскравість яких однакова в усіх напрямках ($B = \text{const}$), називаються ламбертівськими (підпорядковуються закону Ламберта), або косинусними (потік, висилаючий елементом поверхні такого джерела, пропорційний до $\cos \vartheta$). Строго підпорядковується закону Ламберта тільки абсолютно чорне тіло.

Світність R і яскравість B ламбертівського джерела пов'язані простим співвідношенням. Щоб знайти його, підставим у $d\Omega = \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$ і проінтегруємо набутий вираз по φ в межах від 0 до 2π і по ϑ від 0 до $\frac{\pi}{2}$, врахувавши, що $B = \text{const}$. У результаті знайдемо повний світловий потік, що випускається елементом поверхні ΔS ламбертівського джерела назовні по всіх напрямках: $\Delta\Phi_{\text{вип}} = B \Delta S \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \vartheta \cos \vartheta d\vartheta = \pi B \Delta S$. Розділивши цей потік на ΔS , отримуємо світність (див (13)). Відтак для ламбертівського джерела $R = \pi B$.

Одиниця вимірювання величини R – $\frac{\text{кд}}{\text{м}^2}$.

Задача 5. Знайти освітленість, яку створює диск, що рівномірно освітлений, радіусом a на його геометричній осі, перпендикулярній площині диска, якщо освітлювана поверхня перпендикулярна осі і перебуває на відстані R від центра диска. Диск випромінює згідно із законом Ламберта (джерело світла, поверхнева яскравість яких B не залежить від напрямку випромінювання, називаються джерелами, що підпорядковуються закону Ламберта) з поверхневою яскравістю B . З якою відносною точністю виконуватиметься закон обернених квадратів, якщо диск розглядати як точкове джерело світла, розміщений у його центрі.

Розв'язання. $E = \frac{\pi B a^2}{R^2 + a^2}$ Якщо $\frac{a}{R} \ll 1$, то $E = \frac{\pi B a^2}{R^2} + \left(1 - \frac{1}{2} \frac{a^2}{R^2}\right)$. Закон обернених квадратів виконується

з відносною точністю $\frac{a}{2R^2}$. При $\frac{a}{R} = \frac{1}{10}$ ця точність буде біля 1%.

Задача 6. Припускаючи, що випромінювання Сонця підпорядковується закону Ламберта, визначити його поверхневу яскравість B при спостереженні з поверхні Землі (тобто з врахуванням і розсіювання світла земною атмосферою), якщо освітленість поверхні Землі, створювана сонячними променями при перпендикулярному падінні в тих же самих умовах, $E = 10^5$ лк. Середній тілесний кут, при якому сонячний диск видно із Землі, $\Omega = 6,8 \cdot 10^{-2}$ ср.

Відповідь. $B = \frac{E}{\Omega} \approx 1,5 \cdot 10^9 \frac{\text{кд}}{\text{м}^2}$.

Задачі і запитання для самостійного розв'язання

1. Визначити силу світла точкового джерела, повний світловий потік якого дорівнює 1 лм.
2. Над центром круглого стола майданчика висить лампа. Освітленість у центрі $E_0 = 40$ лк, на краю площадки $E = 5$ лк. Під яким кутом i падають промені на край?
3. На якій висоті h треба повісити лампочку силою світла $I = 10$ кд над аркушем матового паперу, щоб яскравість B паперу дорівнювала 1 кд/м^2 , якщо коефіцієнт відбиття паперу $\rho = 0,8$?
4. Визначити освітленість E , світність R , яскравість B кіноекрану, що рівномірно розсіює світло в усіх напрямках, якщо світловий, що падає на екран із об'єкта кіноапарата (без кінострічки), $\Phi = 1,75$ клм. Розмір екрану $5 \times 3,6$ м, коефіцієнт відбиття $0,75$.
5. Конус, що світиться, має однакову в усіх напрямках яскравість $B = 2 \text{ кд/м}^2$. Основа конуса не світиться. Діаметр основи $d = 20$ см, висота $h = 15$ см. Визначити силу світла I : 1) в напрямі осі; 2) в напрямі, перпендикулярному осі.
6. Освітленість поверхні, покритої шаром сажі, $E = 150$ лк, яскравість B однакова в усіх напрямках і рівна 1 кд/м^2 . Визначити коефіцієнт поглинання сажі.
7. Джерело світла представляє освітлену сферичну поверхню. Як змінюватиметься його яскравість, якщо наблизитися до нього? Віддалятися?

Відповіді. 1. 0,08 кд. 2. $i = 60^\circ$ 3. 1,6 м. 4. 97 лк, 73 лк, 23 кд/м². 5. 63 кд, 30 кд. 6. 0,98. 7. Не змінюється.

У статті наведений приклад методики теоретичного вивчення теми з фізики «Світловий потік і фотометричні величини» в класах природничо-математичного профілю.

Сучасний зміст фізики загальноосвітніх шкіл є порівняно стабільний. Тому зараз проблема не стільки в нових підручниках, скільки в методах викладання і засвоєння навчального матеріалу. Теоретичні знання на відміну конкретно-практичних не можуть подаватися інформаційним способом, у готовому вигляді. Тут краще потрібно шукати власні розробки у викладанні фізики на ґрунті принципів проблемності та методів засвоєння нових знань. Тому важливе значення має формування в учнів теоретичного мислення шляхом певної організації пізнавальної діяльності, розширенню можливостей оволодіння універсальними науковими поняттями, які відображають загальні властивості і відношення об'єктивної дійсності та пізнання, побудованими теоретичним чином. Виникає потреба розширення методів наукового пізнання сходженням від абстрактного до конкретного. Тут розширюються не самі знання, а методи їх теоретичного пізнання.

Характерною особливістю даної методики є збільшення числа задач-запитань якісно-теоретичного, світоглядно-пізнавального й культурологічного змісту. Перед учнями ставляться узагальнені питання-проблеми, відповідь на які вимагає не переоповідання готових міркувань і висновків підручника або оголошених учителем, а творчих пошуків і зусиль, глибокого розуміння суті явищ і вміння застосовувати знання на практиці. Попрацювавши із задачами й питаннями самостійно, учень має можливість порівняти свої результати й висновки із відповідями наведеними в кінці теми. Задачі-запитання даються також безпосередньо під час пояснення вчителем основних положень, законів відповідної теми фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дубровська Д.М. Основи психології: навч. посіб. / Д.М. Дубровська. – Львів: Світ, 2001. – 280 с.
2. Веб-сайт «Нова українська школа.» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/> – (Міністерство освіти і науки України). – Назва з екрану.
3. Коршак Є.В. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: рів. стандарту / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
4. Новак О.Ф. Ідеї теоретичного пошуку в курсі фізики середньої школи / О.Ф. Новак, М.В. Остапчук // Фізика. – 2000. – № 25(73). – С. 2-3.
5. Остапчук М.В. Методика теоретичного вивчення електростатики в класах природничо-математичного профілю: [Текст]. / М.В. Остапчук, В.М. Остапчук // Вісник Чернігівського національного університету імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. М.О. Носко. Вип. 138. – Чернігів: ЧНПУ, 2016. – С. 122-129.
6. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики / С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко [і ін.]; за заг. ред. Є.В. Коршака. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. – 185 с.

REFERENCES

1. Dubrovs'ka D.M. Osnovy psykholohiyi: navch. posib. / D.M. Dubrovs'ka. – L'viv: Svit, 2001. – 280 s.
2. Veb-sayt «Nova ukrayins'ka shkola.» [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/>. – (Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy). – Nazva z ekranu.
3. Korshak Ye.V. Fizyka: pidruch. dlya 11 kl. Zahal'noosvit. navch. zakl.: riv. standartu / Ye.V. Korshak, O.I. Lyashenko, V.F. Savchenko. – K.: Heneza, 2011. – 256 s.
4. Novak O.F. Ideyi teoretychnoho poshuku v kursy fizyky serehn'oyi shkoly / O.F. Novak, M.V. Ostapchuk // Fizyka. – 2000. – № 25(73). – S. 2-3.
5. Ostapchuk M.V. Metodyka teoretychnoho vyvchennya elektrostatyky v klasakh pryrodnycho-matematychnoho profilyu: [Tekst] / M.V. Ostapchuk, V.M. Ostapchuk // Visnyk Chernihivs'koho natsional'noho universytetu imeni T.H. Shevchenka; hol. red. M.O. Nosko. Vyp. 138. – Chernihiv: CHNPU, 2016. – S. 122-129..
6. Rozv'yazuvannya navchal'nykh zadach z fizyky: pytannya teoryi i metodyky / S.U. Honcharenko, Ye.V. Korshak, A.I. Pavlenko [i in.]; za zah. red. Ye.V. Korshaka. – K.: NPU im. M.P. Drahomanova, 2004. – 185 s.

Н.В. ОСТАПЧУК. МЕТОДИКА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ ПО ФИЗИКЕ «СВЕТОВОЙ ПОТОК И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ» В КЛАССАХ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В статье рассматривается методика изучения темы по физике «Световой поток и фотометрические величины» в классах естественно-математического профиля. Характерной особенностью данной методики является увеличение числа задач-вопросов качественно-теоретического, мировоззренчески-познавательного и культурологического содержания, которые используются как в процессе объяснения так и закрепления изученного материала.

Ключевые слова: методика, теоретическое мышление, световой поток и фотометрические величины, естественно-математический профиль.

M.V. OSTAPCHUK METHODS THEORETICAL STUDY OF TOPICS IN PHYSICS "LUMINOUS FLUX AND PHOTOMETRIC VALUES" IN THE CLASSES OF NATURAL MATHEMATICAL STRUCTURE

In the article deals with the method of study topics in Physics "Luminous flux and photometric values" in the classes of natural mathematical structure. A characteristic feature of this method is to increase the number of quality problems, issues and theoretical, ideological and cultural and educational content used in the process of explanation and consolidate the learned material.

Key words: methodology, theoretical thinking and photometric luminous flux values, natural and mathematical profile.

Рекомендовано до друку.

Канд. пед. наук, проф., член-кор. АПСН В.І. Тишук.

Одержано редакцією 08.05.2017 р.

УДК: 373. 5. 016: 81' 243 (07)

Л.В. МОРОЗ, В.М. ТРОФІМЧУК, С.С. ВАСИЛЬКЕВИЧ

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПОРТФОЛІО В ПРАКТИЦІ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

У статті проаналізовано особливості застосування європейського мовного портфоліо при вивченні іноземної мови. Автором детально розглянуто три обов'язкових компоненти мовного портфоліо: мовний паспорт, мовну біографію, мовне досьє. Особлива увага звернена на основні напрямки діяльності вчителя зі впровадження європейського мовного портфоліо в іноземне навчання учнів.

Ключові слова: європейське мовне портфоліо, іноземна мова, мовний паспорт, мовна біографія, мовне досьє.

© Л.В. Мороз, В.М. Трофімчук, С.С. Василькевич, 2017