

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ДО ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ

«Я ценю умение строить аналогии, которые, если они смелы и разумны, выводят нас за пределы того, что пожелала нам открыть природа, позволяя предвидеть факты ещё до того, как мы их увидим.»

Ж. Л. Д'Аламбер

У пізнанні аналогія – такий вид розумової діяльності, який на основі встановлення подібності й відмінності одного предмета з іншим і вивчення одного з них приводить до набуття нового знання про предмет, що вивчається, і дає можливість наочно обґрунтувати яке-небудь висловлене положення [7].

Фізичні системи або явища можуть бути схожими, подібними, аналогічними як за своєю поведінкою, так і за математичними закономірностями.

Тому, саме метод аналогій дає можливість сформулювати зрозумілий образ нового явища, а також спрощує його математичний опис.

Аналогії сприяють глибшому розумінню, об'єднують матеріал з різних розділів фізики, допомагають сформувати вірний світогляд, уявлення про довершеність і гармонію всіх природних явищ і відповідно законів, які їх описують. Бо, насправді, закони – це не що інше, як формули буття. Значить під законами потрібно розуміти просто властивості природи, описані математично.

В наукових дослідженнях аналогія слугує основою для логічної обробки емпіричного матеріалу, а також основою для формулювання гіпотез, для побудови математичних описів. В історії фізики відомо багато прикладів використання аналогій, які привели вчених до вірних наукових гіпотез. Так завдяки аналогії теплових явищ та механічного руху М. Ломоносов створив теорію теплових

явищ як проявлення внутрішнього руху мікроскопічних частинок у макроскопічних тілах. Ампер досліджував взаємодію паралельних струмів в порівнянні з взаємодією двох зарядів і відкрив закон, аналогічний закону Кулона. Гюйгенс прийшов до думки про хвильову природу світла, знаючи, що звук і світло при поширенні можуть супроводжуватися одними і тими ж явищами – відбивання, заломлення, дисперсія, інтерференція.

Пізніше Луї де Бройль на основі встановленого раніше факту корпускулярно-хвильового дуалізму для фотонів, висунув гіпотезу про те, що і всі елементарні частинки мають теж хвильові властивості. Ця гіпотеза складає тепер основу квантової механіки.

При вивченні фізики аналогія, як один із методів наукового пізнання теж широко використовується. Застосування методу аналогії допомагає формуванню наукового стилю мислення, бо при цьому використовуються основні принципи наукового стилю мислення: пояснення, простота, збереження, відповідність та системність[6]. В основі аналогії лежить порівняння. І якщо вивчається якийсь новий процес і його потрібно проілюструвати, наочно описати, то тут і приходиться на допомогу аналогія з уже вивченими явищами, які мають схожі ознаки та закономірності.

Традиційно застосування методу аналогії використовується в таких питаннях як аналогія поступального та обертового рухів, аналогія гравітаційного та електростатичного полів, аналогія в коливальних процесах, аналогія при вивченні послідовного та паралельного з'єднання елементів, аналогія в задачах на обчислення роботи змінних сил.

В процесі підготовки слухачів підготовчих курсів з фізики до вступу до ВНЗ важливо не тільки комплексно повторити шкільний курс, але і **систематизувати одержані знання, підкреслити загальні ознаки і закономірності різних фізичних явищ і процесів.** Для успішного складання ЗНО абітурієнту потрібно тримати в пам'яті досить багато формул, законів, співвідношень між різними одиницями вимірювання фізичних величин. І якщо всю цю інформацію сприймати як певний набір формул, то дуже рідко хто може втримати її в пам'яті і скористатися нею в потрібний момент.

Тому в процесі підготовки слухачів до незалежного оцінювання дуже важливо проводити паралелі між різними темами. **Саме за**

допомогою методу аналогії пізнавальна діяльність слухачів на основі встановлення подібності між об'єктами спрямовується на досягнення необхідних дидактичних цілей: набуття нової інформації, конкретизація матеріалу, що вивчається, узагальнення та систематизація набутих знань, закріплення їх та запам'ятовування.

Одним із найважливіших евристичних принципів, що допомагають знаходити істину в фізиці, - принцип краси теорії, закону, концепції. Природа красива. Ефективні теорії завжди красиві. Але красиві вони не тому, що ефективні, а тому, що наділені внутрішньою симетрією і економічні з погляду математики.[4] Цей принцип краси теорії з особливою силою проявляється в найважливіших фізичних законах і формулах. «Хто знає формулу кінетичної енергії $E_k = \frac{mv^2}{2}$, той знає всю фізику». Справді, потенціальна енергія пружно деформованого тіла $E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$, енергія електростатичного поля конденсатора $E = \frac{CU_m^2}{2}$, енергія магнітного поля котушки зі струмом $E = \frac{LI^2}{2}$ мають абсолютно аналогічні математичні записи, і, мабуть, тому особливо милозвучно вимовляються і легко запам'ятовуються.

Достатньо ще порівняти закон всесвітнього тяжіння $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ та закон Кулона $F_{el} = k \frac{q_1 q_2}{R^2}$ для гравітаційної та електричної взаємодій. Якщо уважно придивитись до виразу, що описує магнітну взаємодію двох провідників зі струмом $F = \mu \mu_0 \frac{J_1 J_2 l}{2\pi r}$, то і тут можна помітити аналогію. А силові характеристики цих полів: прискорення вільного падіння g , напруженість електричного поля E та індукція магнітного поля B ще більше підкреслюють аналогічність в математичному описі фундаментальних фізичних взаємодій.

Силкові характеристики полів

Гравітаційне	$F = mg$ $F = G \frac{mM}{R^2}$	$g = \frac{F}{m}$ $g = G \frac{M}{R^2}$	Не залежить від маси тіла, що знаходиться в полі тяжіння
Електричне	$F = E \cdot q$ $F = k \frac{qq_0}{r^2}$	$E = \frac{F}{q}$ $E = k \frac{q}{r^2}$	Не залежить від заряду, що помістили в електричне поле
Магнітне	$F = B \cdot l$ $F = \mu\mu_0 \frac{J_1 J_2 l}{2\pi r}$	$B = \frac{F}{l}$ $B = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{J}{r}$	Не залежить від сили струму, в провіднику, вміщеному в магнітне поле

Ці порівняння можна зробити при вивченні останньої з цих взаємодій – магнітної. Заповнення таблиці допомагає слухачам з'ясувати суть аналогічних елементів різних фізичних теорій і переконатися в одному з найважливіших фізичних принципів – принципі симетрії фізичних об'єктів.

Під час підготовки до вступу до ВНЗ можна застосовувати метод **паралельного викладу**, при якому подібні теми з фізики розглядаються одночасно, завдяки методу аналогії. Слухачі вже мають певні знання і уявлення, отримані в школі, тому паралельне вивчення подібних тем допомагає легко пригадати матеріал, систематизувати його, встановити раніше непомічені зв'язки, що сприяє закріпленню нового і вже вивченого матеріалу.

В кінематиці при вивченні обертального руху обов'язково проводяться паралелі з прямолінійним рухом. В цьому випадку доцільно застосувати метод паралельного викладу. Крім всіх його переваг в плані систематизації, він ще й допомагає звільнити більше часу для розв'язування задач. Порівнюючи аналогічні поняття, отримані висновки корисно оформити у вигляді таблиці.

Прямолінійний рух		Рух по колу	
Переміщення при рівномірному русі	$S = v \cdot t$	Кут повороту	$\varphi = \omega \cdot t$
Швидкість рівномірного руху	$v = \frac{S}{t}$	Кутова швидкість	$\omega = \frac{\varphi}{t}$
Кінематичне рівняння рівномірного руху	$x = x_0 + v_x \cdot t$	Кінематичне рівняння рівномірного обертання	$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$
Прискорення	$a = \frac{\Delta v}{t}$	Кутове прискорення	$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{t}$
Миттєва швидкість	$v = v_0 + a \cdot t$	Миттєва кутова швидкість	$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$
Кінематичне рівняння при рівноприскореному русі	$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	Кінематичне рівняння рівнозмінного обертання	$\varphi = \varphi_0 + \omega t + \frac{a \cdot t^2}{2}$

Паралельне вивчення механічних та електромагнітних коливань унаочнює аналогію механічних і електромагнітних величин та формул, рівнянь, що описують ці процеси. Це дає можливість привести в систему знання про подібні явища, правильно використати закони фізики на практиці, зокрема для розв'язування задач за допомогою однакових алгоритмів. Якщо заповнити зі слухачами порівняльну таблицю механічних та електромагнітних коливань, то не запам'ятати цих красивих математичних співвідношень просто неможливо.

Механічні та електромагнітні коливання

	Математичний маятник	Пружинний маятник	Коливальний контур
Період коливань	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{LC}$

Циклічна частота	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$
Рівняння коливань	$x = x_m \cos \omega t$	$x = x_m \cos \omega t$	$q = q_m \cos \omega t$
Швидкість зміни	$x' = v = -x_m \omega \sin \omega t$	$x' = v = -x_m \omega \sin \omega t$	$q' = I = -q_m \omega \sin \omega t$
Енергія коливань	$E = \frac{kx_m^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$		$E = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$

Всі фізичні явища відбуваються згідно певним загальним, спільним законам, серед яких особливе місце займають закони збереження, наприклад, закон збереження енергії. Ці закономірності в перебігу різних фізичних явищ приводять до того, що процеси різної фізичної природи описуються однаковими рівняннями. Зв'язок виконаної роботи зі зміною енергії тіла чи частинки підкреслюється при вивченні всіх розділів фізики. Тому після вивчення всіх тем корисним для систематизації та запам'ятовування може бути оформлення такої таблиці:

Робота – як міра зміни енергії. Закон збереження енергії


Механіка	$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right)$
Термодинаміка	$Q = \Delta U + A$
Електростатика	$A = -\left(k \frac{q_1 q_2}{r_2} - k \frac{q_1 q_2}{r_1}\right) \quad qU = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$
Закони постійного струму	$\varepsilon = I \cdot (R + r)$ $\varepsilon = U + I_r$

Струм у газах	$A_{ion} = qU = \frac{m\nu^2}{2} \quad e\lambda E = \frac{m\nu^2}{2}$
Квантова фізика	$h\nu = A_{вих} + \frac{m\nu^2}{2} \quad h\nu = E_n - E_m$
Ядерна фізика	$E_{зв} = \Delta m \cdot c^2 \quad \Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_y$

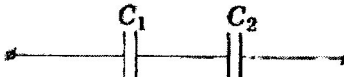
Розрахунок коефіцієнта корисної дії


Механіка	$\eta = \frac{A_{кор}}{A_{викор}} \quad \eta = \frac{mgh}{Fl} \quad \eta = \frac{mg}{2F}$
Теплові процеси	$\eta = \frac{Q_{кор}}{Q_{викор}}$
Теплові двигуни	$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{A}{Q_H} \quad \eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$
Постійний струм	$\eta = \frac{A_{кор}}{A_{викор}}$
Джерело струму	$\eta = \frac{P_K}{P_n} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}$
Трансформатор	$\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$
Лінії електропередач	$\eta = \frac{P_c}{P} \quad P = P_{вт} + P_{слож}$ $P = I^2 R_{пр} + I^2 R_{слож}$

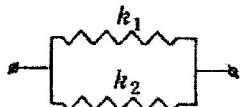
Під час проведення занять по підготовці до вступу до ВНЗ доцільно крім вищезгаданих аналогій застосовувати аналогії при розв'язуванні задач, наприклад при вивченні послідовного і паралельного з'єднання елементів:

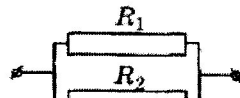
а)  $k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

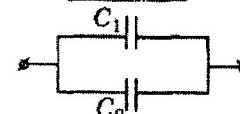
б)  $R = R_1 + R_2$

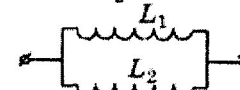
в)  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

г)  $L = L_1 + L_2$

а)  $k = k_1 + k_2$

б)  $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

в)  $C = C_1 + C_2$

г)  $L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

Таким чином, використання методу аналогій під час підготовки до вступу у ВНЗ допомагає створенню цілісної системи фізичних знань, чітко впорядкованої, логічної, зрозумілої. Це допомагає слухачам легко пригадувати матеріал і правильно використовувати закони фізики на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовк Л.І. Михайлик П.Я. Застосування аналогій при розв'язуванні задач на закони збереження // Фізика і астрономія в школі. – 1998. – №4. – с.51-52
2. Вовк Л.І., Михайлик П.Я. Використання аналогії – одна з ефективних форм узагальнення і систематизації знань // Дидактич-

ні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧДПУ, – 1998. – С. 27–30.

3. Павлюк Л. Принципи фізики та їх викладання // Фізика і астрономія в школі. – 2002.-№ 5- с.20-23

4. Девис П. Суперсила.- М.: Мир. 1989. – 272 с.

5. Галатюк Ю. Методи моделювання та аналогії як засіб і результат розв'язування пізнавальних задач // Фізика і астрономія в школі. – 2010. – №6 с. 3–5

6. Кремінський Б.Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів у процесі навчання фізики: Дис...канд.пед.наук: – К.: 1997. – 184 с

7. Бондар С.П. Роль аналогії в проблемному навчанні // Питання проблемного навчання: Зб. Наук. Праць. – Київ: Рад. шк., 1978. – с. 70–86