

МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ПИТАНЬ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Катерина ЧОРНОБАЙ

У статті розглянуто проблему формування практичної компетентності школярів з питань розв'язування задач. Наведено приклади розв'язування задач, в яких акцентується увага на моделюванні фізичної ситуації як однієї з основоположних процесу розв'язування будь-якого типу задач з фізики.

The article considers the problem of forming practical competence of students on the issues of solving the tasks. It contains examples of solutions of the tasks in which the attention is paid on the modeling of physical situation as a fundamental process of solving any kind of tasks in physics.

Одним із сучасних напрямків реформування освіти в Україні, згідно з Державним стандартом базової і повної середньої освіти [1] є впровадження компетентнісного підходу, згідно якого головною метою фізичної освіти є формування та розвиток соціально-особистісної, комунікативної, інформаційної, практичної та загальнокультурної компетентностей.

Науковими дослідженнями з питань впровадження компетентнісної освіти у навчальний процес як у вищій, так і у середній школі займалися І. Бех, Ю. Галатюк, С. Гончаренко, В. Каленик, В. Краєвський, І. Зимова, О. Хуторський, В. Шарко та ін.; проблеми формування та розвитку фізичної компетентності учнів підіймалися П. Атаманчуком, С. Величко, В. Заболотним, М. Мартинюком, В. Мендерецьким, М. Садовим, В. Шарко, М. Шутом та ін.; питанням професійної компетентності педагогів присвячені роботи О. Абдуліна, В. Адольфа, Г. Балла, В. Галузинського, О. Дьоміна, О. Лебедева, В. Сергієнка, В. Шарко та ін.

У статті М. Каленика [2] визначені основні поняття компетентнісного підходу в процесі навчання фізики, наголошується на інтегративній структурі практичної компетентності, складовою якої є компетентність з питань розв'язування задач. Саме цей вид діяльності на уроках фізики сприяє формуванню в учнів пізнавальної самостійності, розвитку розумової активності, здібностей до самостійної діяльності, сформованості пізнавальних інтересів.

При розв'язуванні будь-якої задачі для отримання розрахункової формули треба виконати ряд послідовних дій. Ці дії взаємопов'язані між собою, тому їх сукупність представляє собою систему операцій, які треба виконати при розв'язуванні фізичних завдань.

Основні етапи процесу розв'язування завдань:

1. Ознайомлення з умовою задачі. З'ясування сенсу інформації, що міститься в задачі. Запис завдання мовою математичних та фізичних символів.

2. Аналіз і моделювання фізичної ситуації, яка представлена в задачі.

3. Виявлення формул, необхідних для розв'язування завдань. Отримання розрахункової формули. Перевірка правильності розрахункової формули.

4. Визначення чисельного значення шуканої величини. Оцінка правдоподібності отриманого результату.

У структуру розв'язування якісних задач не входить четвертий етап, а на третьому етапі здійснюється тільки виявлення формул, необхідних для розв'язування задачі.

Одним з найбільш важливих етапів розв'язу будь-якої задачі з фізики є аналіз та моделювання фізичної ситуації, яка представлена в задачі. Даний аналіз дозволяє встановити, які фізичні явища, процеси, закономірності розглядаються в задачі, і виявити формули, необхідні для її розв'язування. Приступаючи до аналізу фізичної ситуації, треба, насамперед, з'ясувати, про яку систему йдеться в задачі. Потім необхідно виявити фізичні величини, що

характеризують стан системи або процес. Крім того, в задачах, в яких річ йде про процеси, слід встановити умови протікання кожного процесу.

Реальні об'єкти і процеси складні, в результаті чого всебічний облік всіх властивостей, взаємозв'язків і взаємодій об'єктів викликає труднощі. Треба проводити різні спрощення, нехтувати неіснуючими або другорядними властивостями об'єктів і зв'язками між ними, тобто здійснювати моделювання фізичної ситуації. Дуже часто при розв'язуванні задач моделювання зводиться до заміщення реальних фізичних об'єктів і процесів ідеальними. До числа ідеальних фізичних об'єктів відносяться: ідеальний газ, точковий заряд, матеріальні точки тощо. Прикладами ідеальних фізичних процесів є: ізобарний, ізотермічний, ізохорний, адіабатний. У деяких задачах, моделюючи фізичну ситуацію, нехтують фізичними величинами, числові значення яких виявляються значно менше числових значень інших однойменних величин, що фігурують в даній задачі.

Після аналізу фізичної ситуації на якісному рівні і її моделювання переходять до пошуку формул, що дозволяють отримати відповідь.

Задачі з теми «Електромагнітні коливання та хвилі» можна розділити на декілька груп. До першої групи відносяться задачі на визначення характеристик коливального руху – періоду T , частоти ν та циклічної частоти ω коливального контуру. При розв'язуванні цієї групи задач необхідно звернути увагу учнів на прийняту термінологію одиниць частоти ν та циклічної частоти ω . Так $[\omega] = c^{-1}$, а $[\nu] = Гц$.

До другої групи входять задачі двох видів:

- задачі, в яких рівняння, що виражає характер зміни заряду q , напруги U або сили струму i в коливальному контурі, тобто в явному вигляді задається залежність $q(t)$, $U(t)$, $i(t)$;

- задачі, в яких потрібно знайти ці залежності з чисельними коефіцієнтами;

До третьої групи входять задачі на застосування закону збереження енергії у коливальному контурі. Аналіз збірників завдань з фізики показує,

що максимальна більшість задач цієї групи належить до таких, в яких річ йде про ідеальний коливальний контур ($R = 0$). Для розв'язування таких задач використовують формули:

$$W = W_e + W_m = \text{const}, \quad W_e = \frac{CU^2}{2}, \quad W_m = \frac{Li^2}{2}, \quad (1)$$

причому постійне значення можна приписати як максимальній енергії

магнітного поля $W_{mm} = \frac{Li_m^2}{2}$, так й максимальній енергії електричного поля

$W_{em} = \frac{q_m^2}{2C}$. Якщо річ в умові йде про неідеальний контур (), то закон збереження енергії записують у наступному вигляді:

$$W - W_{\square} = Q, \quad (2)$$

де Q – це Джоулеве тепло, що буде виділятися внаслідок протікання електричного струму у коливальному контурі.

Аналіз програми з фізики рівня стандарт для загально освітніх закладів [3] свідчить, що на вивчення теми «Коливання та хвилі» в 11-му класі відведено 15 годин. В рамках цієї теми розглядаються механічні та електромагнітні коливання та хвилі. Незважаючи на той факт, що процеси зміни фізичних величин у механічних та електромагнітних коливальних системах схожі, однак така мала кількість часу не дозволяє у повній мірі сформуванати в учнів практичні уміння та навички з розв'язування усіх типів задач. Для вирішення цієї проблеми багато вчителів вдаються до методу аналогій між механічними й електромагнітними коливаннями. Однак, якщо для завдань першої групи, першого виду другої групи та третьої групи для випадку ідеального контуру зазначена проблема більш менш вирішується, то для завдань другого виду другої групи та третьої групи для неідеального коливального контуру ще має достатню ступінь невирішеності.

Пошукову схему розв'язування другого виду другої групи завдань можна представити у вигляді алгоритму:

1) вибрати початок відліку часу;

2) обрати формулу, що виражає функціональну залежність величини, яку потрібно знайти, від часу у загальному вигляді та відповідає початку відліку часу;

3) визначити відповідні амплітудні значення заряду q , напруги U або сили струму i та циклічної частоти ω ;

4) записати рівняння з чисельними коефіцієнтами. Доцільно починати із запису рівняння $q(t)$, $u(t)$, а потім вже перейти до рівняння $i(t)$,

використовуючи залежність $i = \frac{dq}{dt}$.

Звертають увагу учнів на той факт, що значення заряду q , напруги u та сили струму i пов'язані між собою наступними рівняннями:

$$C = \frac{q}{u} \quad \text{та} \quad i = \frac{dq}{dt} . \quad (3)$$

Тому неможна обирати незалежно одне від одного рівняння, які виражають функціональні залежності цих величин від часу. Можна обирати лише тільки одну залежність, а усі інші знайти, опираючись на рівняння (3).

Приклад 1. Коливальний контур складається з конденсатора ємкістю 25 нФ та котушки індуктивністю $1,015 \text{ Гн}$. Обкладинки конденсатору мають заряд $2,5 \text{ мкКл}$. Написати рівняння з чисельними коефіцієнтами зміни напруги на обкладинках конденсатору та сили струму в колі. Знайти напругу

на обкладинках конденсатору та силу струму в колі для $t = 0, \frac{T}{8}, \frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{3T}{4}, T$.

$$C = 25 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$L = 1,015 \text{ Гн}$$

$$q_m = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

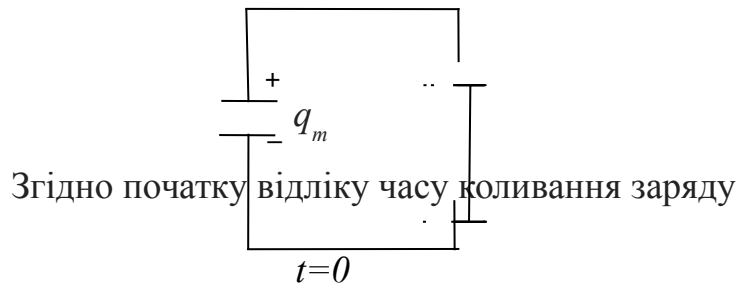
$$t = 0, \frac{T}{8}, \frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{3T}{4}, T$$

Розв'язок:

Система – коливальний контур.

$u(t)$ - ?
 $i(t)$ - ?
 u_1, u_2, \dots, u_6 - ?
 i_1, i_2, \dots, i_6 - ?

Процес – зміна з часом заряду q та напруги U на обкладинках конденсатора та сили струму у колі – електромагнітні коливання. Оберемо начало відліку часу, який співпадає з моментом, коли на обкладинках конденсатора сконцентрований максимальний заряд.



здійснюються за законом косинусу $q = q_m \cos \omega t$, тобто є гармонічними. Оскільки за умови завдання нічого не йдеться про зовнішні джерела енергії, то приходимо до висновку, що опір коливального контуру $R = 0$.

Запишемо у загальному вигляді рівняння зміни заряду $q(t)$ на обкладинках конденсатора: $q = q_m \cos \omega t$ (Кл). (1.1)

З урахуванням зв'язку напруги із зарядом запишемо рівняння зміни

напруги $u(t)$: $u = \frac{q_m}{C} \cos \omega t$ (В), (1.2)

де амплітудне значення напруги $u_m = \frac{q_m}{C}$.

Знайдемо циклічну частоту ω коливань за формулою Томсона та формулою,

яка зв'язує період коливань T та циклічну частоту ω : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. (1.3)

Підставляючи рівняння (1.3) у (1.2), отримаємо остаточну формулу для розрахунку напруги u : (1.4)

Для знаходження залежності сили струму від часу скористаємося

визначенням сили струму $i = \frac{dq}{dt}$. Отримаємо (А) (1.5).

Підставляючи у рівняння (1.4) та (1.5) чисельні значення заданих величин, отримаємо відповіді: $u_1=100\text{ В}$, $i_1=0$, $u_2=70\text{ В}$, $i_2=-11\text{ мА}$, $u_3=0$, $i_3=-15,7\text{ мА}$, $u_4=-100\text{ В}$, $i_4=0$, $u_5=0$, $i_5=15,7\text{ мА}$, $u_6=100\text{ В}$, $i_6=0$.

Отримані результати доцільно представити у вигляді графіку залежностей $u(t)$, $i(t)$.

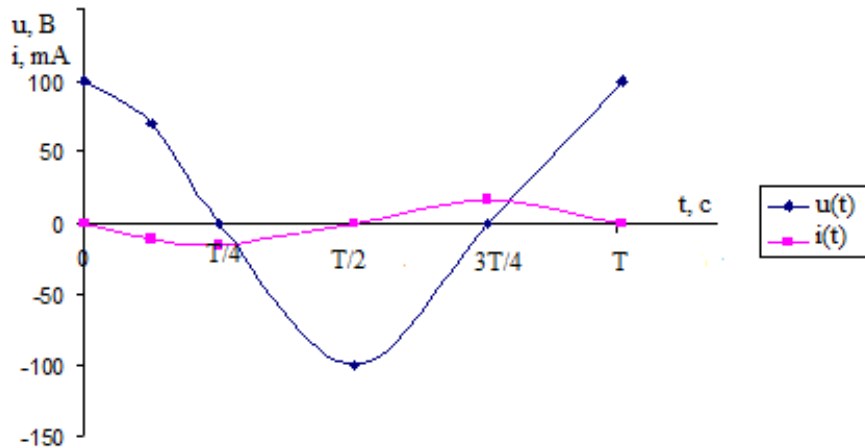


Рис. 1. Графіки залежностей напруги $u(t)$ та сили струму $i(t)$ від часу

Приклад 2. Заряджений конденсатор ємністю 1 мкФ під єднали до котушки індуктивністю 40 мГн з активним опором $0,5\text{ Ом}$. На скільки відсотків зменшується за кожний період енергія вільних електромагнітних коливань у цьому контурі? Вважайте втрати енергії за один період малими.

$$C = 10^{-6}\text{ Ф}$$

$$L = 40 \cdot 10^{-3}\text{ Гн}$$

$$R = 0,5\text{ Ом}$$

$$\varepsilon - ?$$

Розв'язок:

Система – коливальний контур.

Процес – зміна з часом заряду q та напруги U на обкладинках конденсатора та сили струму у колі – електромагнітні коливання.

Оберемо начало відліку часу, який співпадає з моментом, коли у колі максимальна сила струму I_0 , а енергія контуру дорівнює максимальному

$$\text{значенню енергії магнітного поля } W_{mm} = \frac{LI_0^2}{2} \quad (2.1).$$

В умові завдання річ йде про неідеальний контур (), тобто в коливальному контурі будуть затухаючі коливання. Енергія такого контуру буде

зменшуватися за рахунок виділення тепла Q на активному опорі. Так за перший період це тепло буде дорівнювати: $Q = I^2 RT$, (2.2)

де під $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ розуміють діюче значення струму за весь період.

Згідно умови втрати енергії за період не є значними, тобто $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (2.3)

Підставляючи до формули (2.2) діюче значення сили струму та (2.3) отримаємо втрачену енергію контуру за один період:

$$Q = \frac{I_0^2}{2} R 2\pi\sqrt{LC} \quad (2.4)$$

Відсоток ε зменшення енергії вільних електромагнітних коливань у контурі

за період буде становити: $\varepsilon = \frac{Q}{W} \cdot 100\%$ (2.5)

З урахуванням (2.4) та (2.1) рівняння (2.5) прийме остаточний вигляд:

$$\varepsilon = 2\pi R \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2.6)$$

Підстановка чисельних значень заданих величин у розрахункову формулу (2.6) дозволить отримати відповідь: $\varepsilon = 1,6\%$.

У наведених прикладах видно, що при розв'язуванні задач користувались тільки тими формулами, які відповідають змодельованій фізичній ситуації. Зауважимо, що в останньому прикладі річ йшла про неідеальний коливальний контур, у якому фігурують згасаючі коливання. Однак використання формули (2) та знехтування втратами енергії за один період, дозволило розв'язати цю задачу без знань законів, які описують згасаючі коливання.

Таким чином, в умовах удосконалення фізичної освіти школярів на засадах компетентнісного підходу невирішеною остається проблема формування ключових компетентностей, однією з яких є практична компетентність з питань розв'язування задач. Саме уміння моделювати фізичну ситуацію дозволяє учням у повній мірі опанувати зазначену компетентність.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Державний стандарт базової і повної середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>.
2. Каленик М. Поняття компетенція, компетентність, навчальні досягнення учнів з фізики / М. В. Каленик // Зб. наук. праць. Наукові записки. – Вип. 90. – Серія: Педагогічні науки. - Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2010. – 350 с., С. 117 - 120.
3. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. Астрономія: 7-12 класи. – К.: Ірпінь: Нептун, 2005. – 81 с.
4. Электродинамика. Задания к практическим занятиям по методике преподавания физики / сост. : В. И. Кравченко, А. Т. Проказа. – Луганск : ЛГПИ, 1993. – 28 с.