

# УДОСКОНАЛЕННЯ ФАХОВОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ СКЛАДОВИХ

*Едуард СІРИК*

*У статті пропонується робота лабораторного практикуму з електрики по дослідженню характеристики гальванічного елемента (залежність е.р.с. від температури) з метою активізації дослідницької діяльності студентів-фізиків.*

*In the article the work of laboratory work on electricity by studying the characteristics of a galvanic cell (emf dependence on temperature) to enhance research physics students.*

**Постановка проблеми.** Навчальна дисципліна «Фізика» входить до циклу фундаментальних дисциплін професійно-практичної підготовки студентів. Це зумовлено тим, що сучасний розвиток фізичної науки досягнув такого рівня, завдяки якому фізичні теорії, фізичні методи наукового дослідження стали загальноновизнаними не лише в галузі

природничих наук, а й поза їхньою сферою і дають вагомі результати в пізнанні внаслідок моделювання фізичних явищ і процесів.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення. Оскільки основне завдання фізики – пояснити фізичні явища, виходячи з невеликої кількості простих, фундаментальних законів, то можна вважати за доцільне як основний засіб розв’язання задач використовувати найбільш зональні закони того чи іншого розділу фізики. Це сприяє неформальному засвоєнню основних понять і законів та формуванню наукового мислення. В умовах реформи фізичної освіти, кожен вищий навчальний заклад, особливо педагогічний, має готувати майбутнього фахівця з урахуванням високої фахової професійної підготовки та органічним поєднанням її з формуванням особистості фахівця у відповідній галузі, інтеграції освіти і науки, а також запровадження останніх наукових досягнень в процесі навчання.

Процедура формування компетентісно-світоглядних якостей фахівця лежить у площині такої діяльності, яка є логічним наслідком дії механізму освітньої доктрини. Остання виступає модулятором змістовно-методологічного трактування глобальної мети освіти, моделлю створення та впровадження високоефективних технологій навчання, а також орієнтиром для здійснення якісного навчання. Результативне навчання сприяє актуальному оновленню змісту і якості освіти в аспектах формування індивідуальних особливостей майбутнього вчителя фізики.

Професія вчителя фізики набуває ціннісного значення серед молоді як менеджера освіти, керівника навчально-пізнавальної діяльності учня, того, хто веде за собою, вчить наслідувати за фахівцем, залучає до активності. Майбутній фахівець-педагог активізує творче, нестандартне мислення знайомить з функціональністю, закономірністю природних явищ, їх практичними реалізаціями в навколишньому світі, життєдіяльності індивіда.

Щоб досягнути поставленої мети, при вивченні курсу фізики, необхідно застосовувати здобуті знання на практичних і лабораторних заняттях, оскільки саме експериментальні завдання передбачають створення проблемної ситуації, що сприяє активізації наукової діяльності студента.

Загальновідомим є те, що в процесі навчання фізики у студентів формується і розвивається не лише теоретичне мислення, а й дослідницьке відношення до професійної діяльності. В даному контексті орієнтуємось на розуміння того, що дослідницька діяльність – це не тільки робота над заданою проблемою, а й процес формування дослідницьких умінь студентів та ряд питань, що стосуються проектування змісту та організації дослідницької діяльності. В організаційному аспекті принципово важливе значення має забезпечення високого рівня активності і самостійності студентів на всіх етапах їх дослідницької діяльності, для чого необхідно:

- використовувати методи й прийоми, що додають діяльності особистісну значимість для тих, хто навчається;
- розглядати студента як самостійного і діючого суб’єкта, що пізнає, а саму діяльність як сферу формування у нього індивідуального стилю мислення і власних підходів до вирішення проблем;
- створювати умови для самостійного прийняття студентом вирішення проблеми і його практичної реалізації;
- використовувати в якості критеріїв оцінки результатів діяльності ступінь активності і самостійності студентів в процесі пошуку і реалізації рішення проблеми.

При всій різноманітності проблематики дослідницької діяльності, спрямованої на вирішення фізичних проблем, і її конкретного ходу, вона включає в себе ряд інваріантних, обов’язкових компонентів. Це дозволяє певним чином структурувати дослідну діяльність, що може бути покладено в основу її організації.

Пріоритетами викладання курсу загальної фізики є: вивчення основних фізичних явищ, оволодіння фундаментальними поняттями, законами й теоріями класичної й сучасної фізики, методами фізичного дослідження; оволодіння прийомами й методами розв’язання конкретних задач з різних областей фізики; вміння виділити конкретний фізичний зміст в прикладних задачах майбутньої діяльності.

Розв'язанню цих задач служать усі види занять з курсу загальної фізики: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, семінари й колоквиуми з теоретичного матеріалу. Ми розглянемо можливості інтенсифікації лабораторного курсу загальної фізики, зокрема такого її важливого розділу як «Електрика та магнетизм», оскільки він сприяє глибшому і всебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає студентам ознайомитись з принципами вимірювання, оволодінню способами і технікою вимірювань, який є відтворенням за допомогою спеціальних приладів фізичного явища на заняттях з фізики в умовах найбільш зручних для його вивчення.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Становлення фізичного експерименту в Україні тісно пов'язане з іменами А.К.Бабенка, М.М.Бартновського, О.І.Бугайова, Є.В.Коршака, Б.Ю.Миргородського, Н.М.Розерберга, С.П.Слесаревського, Р.К.Шабала, М.С.Шульги, В.А.Франковського, а згодом С.П.Величка, С.У.Гончаренка та ін.

**Мета статті** є організація та опис роботи лабораторного практикуму з фізики розділу «Електрика та магнетизм» для результативного поєднання теоретичної і експериментальної складових навчання майбутніх вчителів фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Розглядаючи встановлення фізичних законів ми звертаємо увагу, що дія того чи іншого закону тісно пов'язана з умовами, в яких він проявляється. В залежності від ступеня повноти умов дія закону виступає або як можлива тенденція, або як організуючий принцип, що перетворює дійсність. Саме у взаємозв'язку умов й закону полягає можливість використання людиною дій об'єктивних законів природи в своїх цілях.

Методи встановлення фізичних законів, виявлення дій цих законів і меж застосування в різних умовах залучають студентів до самостійного встановлення причинно-наслідкових зв'язків між відкритими наукою явищами і явищами повсякденного життя.

Теоретичний матеріал, який розглядається у пропонованій лабораторній роботі, відповідає навчальній програмі з фізики. Але разом з тим базується на конкретному технічному матеріалі і відображає зв'язок фізики з технікою. В цьому відображається практичний аспект виконання даної роботи, адже множину навчальних досліджень з фізики можна розглядати, як множину технічних систем, які здатні забезпечити виконання заданої функції – конкретного навчального дослідження. Перед цим підготовка до виконання даної лабораторної роботи включає в себе більш широкий, ґрунтовний та об'ємний теоретичний матеріал, який формує більш детальне пояснення суті фізичного процесу та цим самим підвищує рівень теоретичних знань студентів до рівня наукового пізнання через впровадження у навчальний процес принципу здобуття знань на основі формування вмінь та навичок застосовувати ці знання на практиці.

Виходячи із зазначеного, ми пропонуємо роботу лабораторного практикуму, в якій досліджується залежність е.р.с. гальванічного елемента від температури, що є яскравим прикладом поєднання теоретичної і експериментальної складових фундаментальної фізичної підготовки майбутніх учителів фізики.

У теоретичних відомостях до пропонованої роботи доцільно надати таку інформацію навантажений гальванічний елемент, переносючи електричні заряди, здійснює роботу, яка може бути розрахована за формулою:

$$A = \xi q \tag{1}$$

де  $\xi$  - е.р.с. гальванічного елемента,  $A$  - здійснювана нею робота,  $q$  - заряд, перенесений при проходженні електричного струму. Робота  $A$  взагалі не рівна зменшенню внутрішньої енергії елемента, так як елемент обмінюється теплом із зовнішнім середовищем. Гальванічний елемент представляє собою термодинамічну систему, що знаходяться в умовах, близьких до ізотермічних. У даній роботі досліджується залежність е.р.с. елемента від температури, досліджується оберненість процесу його зарядки, розраховується теплообмін гальванічного елемента з навколишнім середовищем, і залежність внутрішньої енергії від заряду.

Термодинамічні рівняння застосовуються лише до оборотних процесів, тому гальванічний елемент повинен заряджатися і розряджатися квазістатично. Для цього необхідно, щоб струм, яких проходить через елемент, був незначним. Насправді робота, виконувана

елементом за час  $t$  рівна  $\xi It$ , а необоротні втрати (в тепло), що виникають на внутрішньому опорі  $r_{вн}$  гальванічного елемента, рівні  $r_{вн}It$ . Відношення втрат до роботи рівне  $r_{вн}I/\xi$  тобто при зменшенні струму падає.

В роботі досліджується електролітичний гальванічний елемент, який складається з рідин і твердих тіл, і такий що при його роботі не утворюються гази. Поява газів затрудняє створення оборотних умов, так як при утворенні гізів вони знову повинні бути перетворені в початкові продукти. Відсутність газовиділення корисно тим, що при цьому може знехтувати роботою проти сил атмосферного тиску.

Застосовуючи перший закон термодинаміки до роботи нашого гальванічного елемента:

$$\delta Q = dU + \xi dq \tag{2}$$

де  $\delta Q$  - кількість тепла, що поглинається елементом, через який проходить заряд  $dq$  і  $dU$  приріст внутрішньої енергії елемента. Заміняючи  $\delta Q$  через приріст ентропії

$$\delta Q = TdS \tag{3}$$

$$TdS = dU + \xi dq \tag{4}$$

Рівняння (4) незручне для дослідження, оскільки незалежними змінними в ньому являються ентропія і заряд, в той час як природними змінними задачі являють заряд і температура. Щоб відійти від приросту ентропії до приросту температури, прибавимо до обох частин рівняння  $SdT$  і замітимо, що  $SdT + TdS = d(ST)$ , отримаємо:

$$d(U - TS) = \xi dq - SdT \tag{5}$$

величина:

$$F = U - TS \tag{6}$$

Називається вільною енергією. Формула (5) показує що при незмінній температурі ( $dT=0$ ), робота гальванічного елемента  $\xi dq$  рівна зміні вільної енергії  $F$ , а не внутрішньої  $U$  елемента

$$d(F) = \xi dq - SdT \tag{7}$$

в змінних  $q$  і  $T$  приріст функції  $F$  може бути записано в вигляді:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial q}\right)_T dq + \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_q dT \tag{8}$$

Порівнюючи (7) і (8), знайдемо

$$\left(\frac{\partial F}{\partial q}\right)_T = \xi \quad \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_q = -S \tag{9}$$

відмітимо друга змішана похідна  $F$  по  $q$  і  $T$  не залежить від порядку диференціювання:

$$\frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{\partial F}{\partial q} \right) = \frac{\partial}{\partial q} \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)$$

підставивши в дану формулу значення перших похідних з (9), знайдемо:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial q}\right)_T = \left(\frac{\partial \xi}{\partial T}\right)_q \tag{10}$$

ця формула визначає зміну ентропії при зміні заряду в ізотермічному процесі через залежність е.р.с. від температури.

Ми вже відмітили, що процес зарядки і розрядки елемента відбувається ізотермічно. Формула (4) вірна для будь-яких оборотних процесів. Застосуємо її до нашого ізотермічного процесу

$$dS = \left( \frac{\partial S}{\partial q} \right)_T dq = \frac{\partial \xi}{\partial T} dq$$

при написанні даної формули ми використали рівність (10) і опустили задля зручності вказівку на те, що похідна е.р.с. по температурі береться при постійному заряді. В подальшому ми взагалі не будемо вказувати в похідних другу змінну, оскільки завжди будемо працювати в змінних  $q$  і  $T$ . Заміняючи  $dS$  у формулі (4) і поділивши обидві частини нерівності на приріст заряду, отримаємо:

$$\xi - T \frac{\partial \xi}{\partial T} = - \frac{\partial U}{\partial q} \tag{11}$$

отримана функція являється кінцевою. Її корисно порівняти з формулою (1), із якої випливає, що е.р.с. елемента рівна роботі, яку виконує гальванічний елемент при переносі одиничного заряду. На перший погляд може здатися, що дана робота рівна зменшенню внутрішньої енергії елемента, і можна записати невірний вираз:

$$\xi = - \frac{\partial U}{\partial q} \text{ (невірно)}$$

вірна формула (11) відрізняється від написаної додатковим членом  $-T(\partial \xi / \partial T)$  в лівій частині. Цей член враховує теплообмін гальванічного елемента з середовищем. Справді, при ізотермічному процесі:

$$\delta Q = T dS = T \frac{\partial \xi}{\partial T} dq$$

так що при переносі одиничного заряду гальванічний елемент поглинає кількість тепла, рівне:

$$\frac{\partial Q}{\partial q} = T \frac{\partial \xi}{\partial T} \tag{12}$$

формула (12) показує, що гальванічні елементи, у яких е.р.с. залежить від температури під час роботи обмінюються теплом з навколишнім середовищем. У тих випадках, коли  $d\xi/dT, >0$ , елементи поглинають тепло і виконують таким чином додаткову роботу. Якщо внести їх в адіабатичну оболонку, такі елементи при роботі охолоджуються. Якщо  $d\xi/dT, <0$ , то при прикладеному навантаженні елементи виділяють тепло.

Для виконання цієї лабораторної роботи пропонується таке обладнання: термостат, досліджуваний елемент, мікроамперметр, цифровий вольтметр, магазин опорів, універсальне джерело живлення.

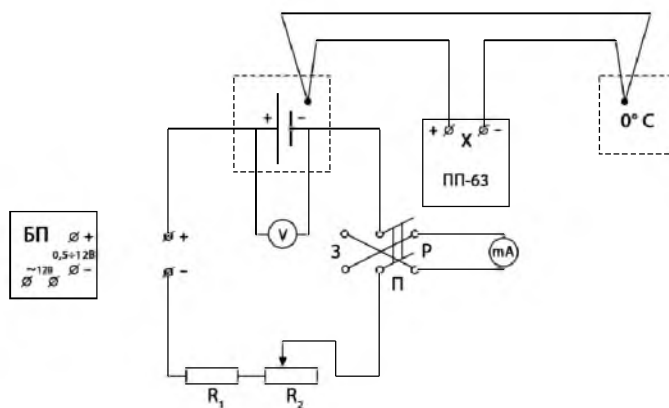


Рис. 1. Принципова схема установки для дослідження гальванічного елемента.

Експериментальна установка: подана схематично на рис. 1. Досліджуваний гальванічний елемент при замиканні ключа заряджається від універсального джерела живлення. При зменшенні напруги до нуля гальванічний елемент розряджається через внутрішній опір

джерела живлення. Напруга на елементі вимірюється цифровим вольтметром, а струм що проходить - стрілочним амперметром.

**Хід виконання роботи:**

1. Спочатку потрібно впевнитися в тому, що при струмові 3 мкА процес зарядки елемента являється оборотним. Елемент заряджається протягом певного часу, а потім розряджається такий же час. Після цього розряду е.р.с. елемента повинна вернутися до початкового значення.

2. Потім вимірюють залежність е.р.с. від температури, розраховується  $d\mathcal{E}/dT$ , і розглядається як залежить від температури теплообмін елемента з термостатом (по рівнянню (12) і внутрішню енергію, що приходить на одиницю заряду (по рівнянню (11)).

**Висновки.** Таким чином виконання даної лабораторної роботи формує у студентів систему фізичного знання на основі сучасних фізичних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів, взаємозалежностей) і розвиває у них здатність застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці; оволодівати методологією природничо-наукового пізнання і науковим стилем мислення, усвідомлювати сутність фізичної картини світу та застосовувати її для пояснення різних фізичних явищ і процесів; формувати науковий світогляд та розкривати роль фізичного знання в житті людини і її суспільному розвитку.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Буряк В.К. Навчальна науково-дослідна робота студентів / В.К.Буряк, Л.В.Кондрашова // Радянська школа. – 1990. - № 11. – С.87-91.
2. Бушок Г.Ф. Методика преподавания физики в высшей школе / Г.Ф.Бушок, Е.Ф.Венгер. – К.: Наукова думка, 2000. – 415с.
3. Величко С.П., Сірик Е.П. Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень. Посібник для студ. фіз.-мат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. – 2-е вид., перероб. – Кіровоград: ТОВ "Імекс-ЛТД", 2006. – 202с.
4. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту /Є.В.Коршак, Б.Ю.Миргородський. – К.: Рад.школа, 1981. – 280с.
5. Практикум з фізики в середній школі: посібник для вчителя / За ред.Бурова О.В. – К.: Рад.школа, 1990, - 175с.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Сірик Едуард Петрович** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.  
*Коло наукових інтересів:* удосконалення системи навчального експерименту з фізики.