

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КРИВОРІЗЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**Теорія і практика організації
самостійної роботи студентів
вищих навчальних закладів**

Монографія

Кривий Ріг – 2012

Г. П. Половина

Організація умов для ефективної самостійної роботи учнів під час вивчення фізики

Сучасна українська школа характеризується таким поняттям, як

формалізм, у якому учень є об'єктом навчання, а вчитель – суб'єктом. Тобто, вчитель – пояснює, а учень – сприймає, але при цьому не відбувається головного: обговорення матеріалу й перевірки рівня його засвоєння. Учителі, пояснюючи цей прикрий факт, часто апелюють до браку часу і тому зазвичай оцінюють знання учнів за допомогою тестів, диктантів, контрольних чи лабораторних робіт. Вчитель не має часу, а учень – можливості висловити свою думку, показати, що його знання – це не просто заучені формули та закони, а що він здатен мислити творчо, може застосувати свої знання в незнайомій ситуації та самостійно їх здобувати. На нашу думку, основний продукт діяльності вчителя – це розвинена особистість учня, яка може використовувати набуті знання на практиці, у повсякденному житті, здатна самостійно поповнювати власний багаж знань.

Уважається, що фізика – важкий, і для багатьох нецікавий предмет. Важкий із-за того, що матеріал математизований, описує складні явища, які інколи лякають. А нецікавий, оскільки не завжди має в своєму розродженні необхідну візуалізацію. У фізиці існують закони, які важко зрозуміти без наочного пояснення. Саме для цього потрібно застосовувати деякі візуальні технології для кращого усвідомлення учнями навального матеріалу. Це можуть бути всілякі лабораторні роботи, демонстрації, дослідницькі й експериментальні задачі, творчі роботи, евристичні бесіди з висококваліфікованими вчителями.

Далі ми розглянемо кілька прикладів створення в навчальному процесі ефективних умов організації самостійної роботи учнів під керівництвом вчителя під час вивчення фізики.

Самостійна експериментальна діяльності учнів під час вивчення електростатики

У фізиці є теми, які важкі для розуміння, одна із таких тем – електрика. Водночас, із електричними явищами учні зіштовхуються досить часто й тому в них викликає щирий відгук їх обговорення.

Під час вивчення електростатики вчитель демонструє учням електрометри, електроскопи, взаємодію зарядів різних чи однакових знаків за допомогою султанчиків. У цих демонстраціях інтерес викликають різні методи електризації. А тому, після пояснення, учні ставлять низку питань. Наприклад: як можна повторити ці демонстрації в домашніх умовах? Де і як можна зберігати одержані однойменні заряди?

Ефектна демонстрація з султанчиками може бути доповненою такими запитаннями: чи можна до двох султанчиків приєднати додатний чи від'ємний полюси від хімічного джерела струму; чи буде той же ефект як і від заряджання їх ебонітовою паличкою? Після опрацювання поняття «потенціал електричного поля» варто з'ясувати: чи можна електрометр зарядити так само, як від ебонітової

палички. Щоб розв'язати це завдання, учням треба самостійно визначити, до якого потенціалу заряджається електрометр від ебонітової палички і до якого потенціалу від батарейки. Виявляється, що електрометр від батарейки не заряджається, оскільки в батарейки потенціал у сотні разів менший, ніж у зарядженої ебонітової палички й тому електрометр не здатний його виявити.

Учням надається можливість зробити цей експеримент самостійно. І тут вони одержують величезну інформацію для роздумів, бо електрометр не заряджається, хоча теоретично повинен. Після багатьох спроб учні самостійно доходять висновку, що на ебонітовій паличці заряди перебувають на всій поверхні, до якої доторкуються речовиною іншого хімічного складу. І щоб зарядити електрометр, цей заряд треба «знімати» з достатньо великої поверхні зарядженого тіла. Це «відкриття» у подальшому знадобиться їм, щоб зрозуміти причину провідності провідників та непровідності діелектриків.

Питання, які ставлять учні під час пояснення відображують ті труднощі, які постають на шляху самостійного експериментування:

1. Механізм заряджання електрометра від ебонітової палички. Якщо електрометра торкається ебонітова паличка, стрілка електрометра відхиляється, а після віднесення палички електрометр виявляється не зарядженим, чому? Що треба зробити, щоб електрометр був заряджений і після віддалення ебонітової палички?

2. Складність одержання зарядів при різних способах електризації (тертя, передача готового заряду, метод електростатичної індукції). Дуже важливо, щоб учні власноруч одержали заряди, щоб зрозуміти що таке заряд і як він передається та чому?

3. Розрядка електрометра. Чому заряд згодом зникає?

Під час розгляду цих та інших питань та їх експериментальному розв'язанні, учень має повною мірою привчатися до самостійного навчання.

Якщо ми бажаємо виявити лише електризацію деякого тіла, потенціал якого такий низький, що електрометр не дає ніякого відхилення, то можна використати електрометр з конденсатором, побудований вперше Вольтою (1782) [1]. Він складається з двох, з'єднаних між собою, круглих металевих пластин А і В, покритих на сторонах, які можна підносити або віддаляти одну від іншої тонким ізолюючим шаром лаку (рис. 1).

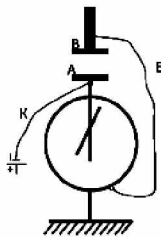


Рис. 1. Конденсатор Вольти

Пластина А (колекторна) приєднується безпосередньо до електрометра і проводом К з'єднується з досліджуванним тілом; пластина В (конденсуюча) має ізолюючу ручку. Ця пластина за допомогою проводу Е може бути

з'єднаною з землею, із коробкою електрометра або з будь-яким іншим тілом. Досліджуване тіло з'єднують провідником К із колекторною пластиною А; конденсуюча пластина Одночасно накладається на А і з'єднується з «землею». Потім видаляють провідник і знімають пластину В. Якщо досліджуване тіло має електричний потенціал, стрілка електрометра відхиляється. Якщо ізолюючі шари лаку нанесені тонко і рівномірно, то при знятті В потенціал збільшується приблизно у 100 разів, що дозволяє ідентифікувати навіть невеликі за значенням заряджені тіла. Конденсатор Вольти використовується для досліджування потенціалу гальванічних елементів.

Власне експеримент, який може бути запропонований учням.

На початку експерименту електрометр не заряджений, $q_1=0$. Формула ємності для плоского конденсатора $C=\varepsilon\varepsilon_0S/d$, тобто ємність обернено пропорційна відстані між обкладинками, при збільшенні d зменшується C . У даному експерименті ми надаємо від батарейки заряд q , зарядивши пластину до потенціалу φ . Потенціал залежить від заряду, який одержує конденсатор. Змінивши ємність конденсатора (зменшивши), змінимо (збільшимо) потенціал. Учням пропонується оцінити ємність конденсатора на початку експерименту та наприкінці.

На початку експерименту конденсатор має велику ємність за рахунок наявності між його пластинами мікронної товщини лаку. Потім, коли ми вже зарядили конденсатор, піднімаємо його верхню пластину й бачимо, що стрілка електрометра відхиляється. Це говорить про наявність значної різниці потенціалів між пластинами конденсатора.

Коли ми піднімали верхню пластину, ми збільшували d , тобто зменшували C . $C = q/\varphi$, отже потенціал збільшується, причому збільшується до такої міри, що цю зміну може зафіксувати електрометр. До такого висновку приходять учнівський колектив, самостійно обговорюючи ті процеси, які відбуваються під час експерименту.

Оцінимо, який заряд може передати батарейка електрометра з конденсатором. Для цього скористаємось розрахунками: заряд, який отримує конденсатор на електрометрі. Знаючи ємність плоского конденсатора та напругу, до якої заряджено джерело, знайдемо цей заряд.

$$C=q/U, \text{ тобто } q=CU.$$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0S}{d}$; де $D=100,6$ мм (діаметр пластини конденсатора), $d=0,1$ мм (відстань між пластинами конденсатора), $\varepsilon=5$ (відносна діелектрична проникливість лаку).

Площа пластини конденсатора:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 * (100,6 \text{ м})^2}{4} = \frac{10120,36 * 3,14}{4} = 7944,4825 \text{ м}^2 = 0,007945 \text{ м}^2$$

$$C = \frac{5 * 8,85 * 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}} * 0,009745 \text{ м}^2}{0,1 * 10^{-3} \text{ м}} = 0,43 * 10^{-8} \Phi = 0,43 * 10^{-2} \text{ мкФ}$$

Отже, якщо батарея має $U=7 \text{ В}$, то конденсатор на обкладинці матиме заряд $q=0,43*10^{-8}\Phi * 7 \text{ В} = 3,01 * 10^{-8} \text{ Кл}$.

Результати експерименту дозволили відповісти на поставлені питання, але виникали нові, які потрібно було розв'язувати під час нових експериментів і досліджень.

Методика використання пробника для дослідження струму в напівпровідниках

З-поміж тем, які вивчаються в 9 класі, важливою є тема «Напівпровідники», на вивчення якої програмою передбачено одну навчальну годину. І це при тому, що напівпровідники використовують і в обчислювальній техніці, і в енергетиці, і в медицині, і в ядерній та атомній фізиці, і в створенні штучного інтелекту тощо. Тому важливо надати учням хоч основні поняття роботи напівпровідникових приладів, щоб в майбутньому вони могли поглибити та розширити свої знання самостійно. А щоб створити умови самостійної діяльності, необхідно, щоб вони розуміли фізику напівпровідників. Тому експериментальні методи навчання у процесі опанування розділу «Напівпровідники» є доцільними. Програма середньої школи для 9 класу передбачає вивчення: електричного струму в напівпровідниках, електронної провідності напівпровідників та її залежності від температури та освітленості, термісторів. Із нашої позиції шкільну програму слід доповнити розкриттям принципів роботи транзистора, діода та питаннями про власну та домішкову провідність.

У школах, на жаль, матеріальна база є надзвичайно слабкою і не варто сподіватися на її покращення найближчим часом. Тому вчителі фізики використовують саморобні прилади, які успішно замінюють заводські. Студентами КПІ КНУ, в рамках самостійної навчальної діяльності, було розроблено прилад – пробник, за допомогою якого можна оцінити, до якого типу (провідник, напівпровідник чи ізолятор) належить тверде тіло. Цей прилад також демонструє залежність провідності напівпровідника від температури та освітленості, тип транзистора (n-p-n чи p-n-p), ідентифікує прямий та зворотний струм на діоді (рис. 2).

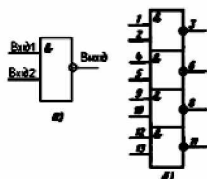


Рис. 2. Логічний елемент 2I-NE

Принцип роботи. Основою пропонуваного приладу є мікросхема (логічний елемент) К(М)155ЛА3 (зарубіжний аналог – SN7400).

Складовою частиною мікросхеми є 4

елементи І-НЕ, графічне зображення елемента видно на рис. 2 а. Його умовним символом є знак «&» всередині прямокутника (що замінює сполучник «І» в англійській мові). У такого логічного елемента може бути два або більше входів, позначених зліва та один вихід справа (рис. 2 а). На рис. 2 а схематично зображений логічний елемент 2І-НЕ. Невелике кружальце, яким починається вихідна лінія зв'язку, символізує логічне заперечення «НЕ» на виході елемента. На мові цифрової техніки «НЕ» означає, що логічний елемент І-НЕ є інвертором, тобто електронним пристроєм, рівень вихідного сигналу якого протилежний вхідному. Електричний стан логічного елемента І-НЕ характеризують електричними сигналами на його входах та виходах. Відповідно до двійкової системи числення, прийнятої в цифровій техніці, сигнал невеликого (чи нульового) рівня, напруга якого не перевищує 0,3-0,4 В, називають логічним нулем (0), а сигнал більш високого рівня (у порівнянні з логічним 0), рівень якого може бути 2,5-3,5 В – логічною одиницею (1).

Дію такого елемента як інвертора можна порівняти з роботою кремнієвого п-р-п транзистора у режимі перемикання. Якщо, наприклад, його базу (вихід Б) приєднати до емітера (вихід Е) і подати на неї додатну напругу зміщення, яка не перевищує 0,3-0,4 В, то транзистор буде перебувати у відкритому стані й напруга на його колекторі (вихід К) буде близькою до напруги живлення. За такого стану транзистора вхідну напругу низького рівня можна вважати за логічний нуль (0), а напругу більш високого рівня – за логічну одиницю (1). Якщо ж потім на базу подати таку ж додатну напругу зміщення, за якої транзистор відкриється, то напруга на його колекторі впаде майже до нуля. Такий стан транзистора буде в нашому випадку відповідати вихідній напрузі низького рівня та вхідній напрузі високого рівня. І якщо подати на базу пульсуючу напругу, то транзистор з частотою та полярністю слідування імпульсів буде перемикатись із закритого у відкрите положення, і навпаки, із закритого – у відкрите, тим самим імітуючи роботу інвертора.

Але в елемента 2І-НЕ – 2 виходи, тому принцип роботи такого елемента незначною мірою відрізняється від транзистора, працюючого у режимі перемикання. Сутність дії такого елемента полягає в тому, що при подачі на один із входів напруги високого рівня, на виході з'являється напруга високого рівня, яка зникає під час подання на обидва входи сигналів, відповідних напрузі високого рівня. У цьому і полягає логіка елемента 2І-НЕ. І таких елементів у К(М)155ЛА3 – 4.

Схематично мікросхему (усі чотири 2І-НЕ) зображено на рис. 2 б. Напруга на вході логічного елемента, при якому вона переходить

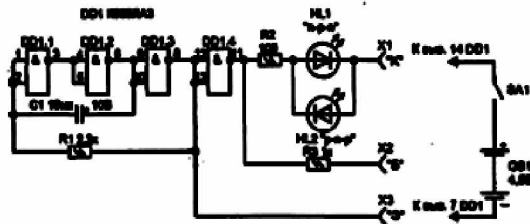


Рис. 3. Принципова схема приладу

із одного стійкого стану в інший, тобто перемикається із закритого стану у відкритий, називають граничною. Для цієї мікросхеми вона складає, приблизно 1,15 В. Мікросхема живиться від джерела постійного струму, яке не перевищує $5 \pm 0,5$ В та має 14 виводів (по 7 з кожної сторони). Напруга підключається до виходів 7 та 14 мікросхеми. До виводу 7 підключається полюс «-». Вивід «7» є також загальним, або «землею». До виводу «14» підключають «+» живлення. Але загалом виводи живлення не зображують на принципових схемах, тому або вони відсутні (у більшості випадків), або зображуються поряд зі схемою.

Схема приладу (рис. 3). Основою приладу є мікросхема ЛАЗ серії K155. Тут вона виконує функцію імпульсного генератора, складеного на трьох логічних елементах «і-НЕ» DD.1–DD.3. Елемент DD.4 використовується як вихідний каскад – інвертор. Конденсатор C1 та резистор R1 визначає частоту імпульсів, параметри яких можна при необхідності змінювати. Частота, при вказаних на схемі номіналах, складає декілька Гц. (Тому при перевірці приладу світлодіоди будуть мерехтіти з цією ж частотою). Резистори R2 та R3 є напругостримувальними.

Цінність приладу полягає в тому, що такий прилад, по-перше, збере навіть учень. По-друге, схема складається з однієї мікросхеми та шести всім доступних деталей. По-третє, ціна на прилад не перевищує навіть 15 грн. Так як схема нескладна, та при наявності усіх потрібних деталей, весь прилад може скласти вчитель за 40-50 хвилин. Щоб показати, що сила струму зменшується за включення джерела струму, в коло включається пробник, за яким слідкують за зменшенням силу струму.

Наведемо низку задач, які можуть бути розв'язаними експериментально за допомогою пробника.

Задача 1. Діод підключено до кола, зображеного на рис. 4 а. Ідеалізовану вольт-амперну характеристику діода наведено на рис. 4 б. Конденсатор попередньо не заряджений. Ключ K замикають. Яка кількість тепла виділиться у резисторі з опором R під час зарядки конденсатора? Ємність конденсатора C , ЕРС джерела E . Внутрішній опір джерела дуже малий.

Розв'язок. Після замикання ключа в колі виникає електричний струм, але сила струму поступово зменшується. Як видно з вольт-амперної характеристики діода, напруга на діоді рівна U_0 при всіх значеннях сили струму до самого нуля. Тому процес зарядки конденсатора і протікання струму в колі завершаться в той момент, коли напруга U_0 на конденсаторі стане рівною $U_c = E - U_0$

До цього моменту у колі пройде заряд $q = CU_c = C(E - U_0)$.

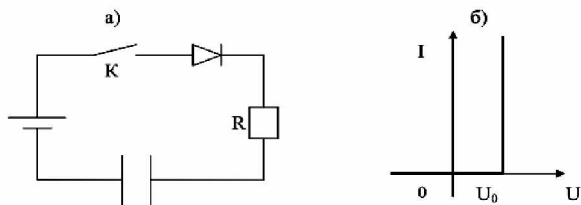


Рис. 4. Схема електричного кола до задачі 1 (а), вольт-амперна характеристика діода (б)

Згідно з законом збереження енергії робота джерела струму з перенесення заряду по всьому колу дорівнює сумі робіт на окремих ділянках.

$$\dot{A} = \dot{A}_q + A_R + W_C$$

де $A = Eq$ – робота джерела струму,

$A_q = U_0 q$ – робота на ділянці кола, яка містить діод,

$W_C = \frac{1}{2} q U_C = \frac{1}{2} q (E - U_0)$ – енергія зарядженого конденсатора.

A_R – робота з перенесення заряду по резистору R , за рахунок якого цей резистор передає навколишньому середовищу кількість теплоти Q .

Тому:

$$Q = Eq - U_0 q - \frac{1}{2} q (E - U_0) = \frac{1}{2} C (E - U_0)^2$$

Задача 2. Продемонструвати зміну електропровідності електролітів при нагріванні твердого електроліту (скла).

Розв'язок. Складаємо електричне коло (рис. 5), де:

1 – скляна трубочка; 2 – електрична лампа на 100 Вт на підставці;

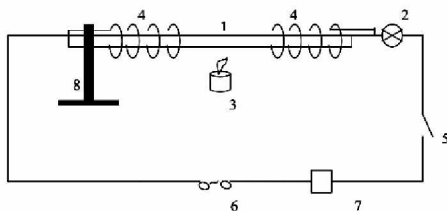


Рис. 5. Схема електричного кола до задачі 2

3 – спиртова горілка; 4 – мідний дріт (4-5 витків);

5 – вимикач; 6 – джерело змінного струму;

7 – власне пробник;

8 – штатив.

При увімкненні схеми, лампа не горить (пробник показує, що в колі є ізолятор, світлодіод не світиться). При нагріванні скла до червоного кольору скляна паличка пом'якшується, з'являється іонна провідність. Лампочка загоряється. На пробнику світяться фотодіоди.

Задача 3. Продемонструвати посилення постійного струму транзистором.

Розв'язок. Для цього використовують пробник для визначення типу транзистора: це n-p-n чи p-n-p – транзистор. Після визначення типу, складають схему (рис. 6).

Транзистор (2) поміщають у коло за схемою із загальним емітером. У колі «емітер – база», «-» – підключено до бази, «+» – до емітера. Увімкнено селеновий фотоелемент (1) та амперметр (3) (гальванометр). У колі «емітер-колектор» є джерелом постійного струму (5) та амперметр (4), однаковий з амперметром (3).

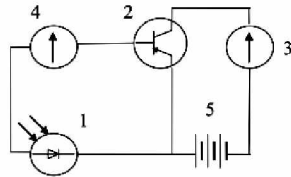


Рис. 6. Схема електричного кола до задачі 3

За освітлення фотоелементу амперметр (3) показав $4,1 \cdot 10^{-5} \text{В}$, а амперметр (4) показав $20,5 \cdot 10^{-5} \text{В}$. При цьому «-» джерела підключається до колектора, а «+» до емітера. Отже, транзистор підсилює струм у 5 разів:

$$k = \frac{I_k}{I_e} = \frac{20,5 \cdot 10^{-5} \text{В}}{4,1 \cdot 10^{-5} \text{В}} = 5$$

Цей пробник може бути використаним як навчальний прилад для ознайомлення учнів із роботою транзистора, діода та конденсатора. А для тих хто особливо цікавиться фізикою, надається можливість зробити такий прилад самостійно. Прилад пройшов апробацію в Довгинцівському гуманітарно-технічному ліцеї м. Кривого Рогу.

Висновки:

Посилена увага до організації учнями самостійних експериментів під час вивчення фізики надає змогу підвищити усвідомленість засвоєння ними важливих понять і закономірностей.

До різновидів самостійних робіт учнів на уроках фізики необхідно включити експериментальні роботи, що складають основу дослідницького методу. Для їх ефективного виконання доцільні як наявні в кабінеті демонстраційні прилади, так і ті, що виготовляються власноруч учителем або учнями. Проте жоден, навіть найбільш досконалий, прилад не допоможе сформуванню самостійності думки та жагу знань в учнів, якщо вчитель не побудує на його основі системи експериментальних задач репродуктивного, творчого рівнів, що поступово занурюють учнів у світ дослідження явищ природи.

Література

1. Гримзель Э. Курс физики / Э. Гримзель; ред. А. Бачинского. – М.-Л. : Госиздат, 1927. – Ч. 4 : Магнетизм и электричество. – 587 с.
2. Демонстрационный эксперимент до физике в средней школе. Ч. 1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / ред. А. А. Покровского. – М. : Просвещение, 1978. – 352 с.
3. Малафеев Р. И. Активизация познавательной деятельности учащихся при демонстрации опытов / Р. И. Малафеев // Физика в школе. – 2003. – №7. – С. 20–24.
4. Шилов В. Ф. Домашние экспериментальные задания / В. Ф. Шилов // Физика в школе. – 1991. – № 4. – С. 35–38.