

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕТРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ

Микола СЛЮСАРЕНКО, канд. пед. наук, доцент кафедри фізики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету
Василь РЖЕПЕЦЬКИЙ, канд. фіз. – мат. наук, доцент, вчитель фізики КЗО «Криворізький обласний ліцей-інтернат для сільської молоді»
Людмила БАЛАБАЄВА, вчитель фізики вищої категорії КЗО «Криворізький обласний ліцей-інтернат для сільської молоді»

При виконанні багатьох лабораторних робіт чи робіт фізичного практикуму в 11 класі виникає необхідність вимірювання сили струму в електричному колі. В більшості випадків необхідно вимірювати силу струму в одиниці чи десяті долі ампера, для чого цілком придатний лабораторний амперметр. Однак, в деяких роботах постає необхідність у вимірюванні малих струмів в десятки чи одиниці мікроампер, але, на жаль, зазвичай в шкільному фізичному кабінеті відсутні амперметри необхідної чутливості. З такою проблемою ми зустрічаємося при вивченні процесів зарядки – розрядки конденсатора, знятті вольт-амперної характеристик діода, при дослідженні законів фотоефекту (зворотній струм фотоелементу має значення менше 1 мкА).

Задля уникнення даної проблеми ми пропонуємо виконувати вимірювання сили струму, вимірюючи напругу на опорі, що увімкнений в ділянку кола, в якій визначається сила струму. При цьому зручно використовувати мілівольтметр від мультиметра типу DT830B [1, 2]. При значенні опору 1 Ом покази мілівольтметра відповідатимуть значенню струму в мА. При необхідності вимірювати струми в десятки мікроампер опір в 1 Ом треба замінити на опір в 1 кОм: тепер покази мілівольтметра відповідатимуть значенню струму в мкА. Якщо виникає необхідність виміряти струми менше 1 мкА, то в ділянку кола треба увімкнути резистор 100 кОм.

При вимірюванні струмів до десятків мкА мілівольтметр підключається паралельно до резистора (1 Ом, 1 кОм), опір якого значно менший опору мілівольтметра (990 кОм). Тому підключення мілівольтметра не змінює параметри кола. При вимірюванні малих струмів (менше 1 мкА) використовується резистор 100 кОм, тому слід враховувати опір мілівольтметра. Опір, на якому вимірюється напруга, повинен бути 111-112 кОм, в цьому випадку разом з мілівольтметром якраз одержимо 100 кОм.

Як приклад реалізації цієї ідеї наведемо опис лабораторної роботи «Дослідження напівпровідникового діода», яка входить до переліку робіт 11 класу профільного рівня.

Основним завданням роботи є одержання вольт-амперної характеристики (ВАХ). При використанні лабораторних приладів магнітоелектричної системи при вимірюванні прямого струму слід використовувати схему, вказану на рис. 1, а при вимірюванні зворотного –

схему, вказану на рис. 2 [3, 4]. Це пояснюється тим, що лабораторний аналоговий вольтметр має опір того ж порядку, що й зворотній опір діода, тому при увімкненні вольтметра за схемою 1 мікроамперметр буде реєструвати струм через вольтметр.

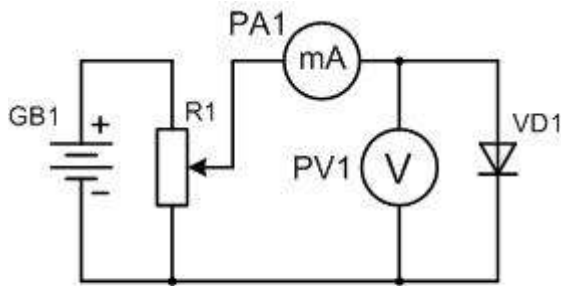


Рис. 1

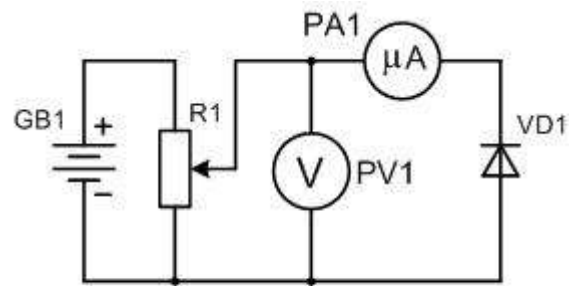


Рис. 2

Використання для вимірювань цифрових мультиметрів дає можливість використати одну схему вимірювань, подібну схемі рис. 1. Крім того, як зазначалося вище, ми пропонуємо вимірювати струми, використовуючи мілівольтметр від мультиметра. Для цього в ділянку кола замість амперметра вмикається резистор R2 (рис. 3) і сила струму визначається за падінням напруги на цьому резисторі [1, 2]. При значенні опору R2, рівному 1 Ом, покази мілівольтметра дорівнюватимуть силі струму в мА. Для вимірювання зворотного струму, який дорівнює одиницям чи десяткам мкА, в коло вмикають резистор R3, опір якого дорівнює 1 кОм. Тепер покази мілівольтметра дорівнюватимуть силі струму в мкА. Для зміни напрямку струму через діод його треба увімкнути за схемою рис. 4. Діод VD1 – германієвий діод типу Д7А-Ж або аналогічний. Вибір германієвого діода для досліджень пояснюється тим, що він починає пропускати струм при прямій напрузі близько 0,1 – 0,15 В, тоді як кремнієвий діод відкривається лише при напрузі близько 0,4 В. Крім того, германієвий діод має значно більший зворотний струм, що спрощує вимірювання.

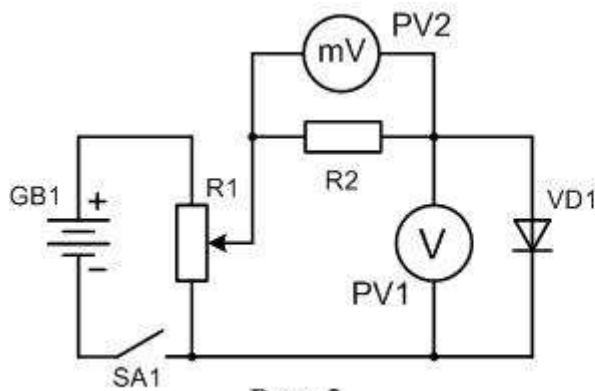


Рис. 3

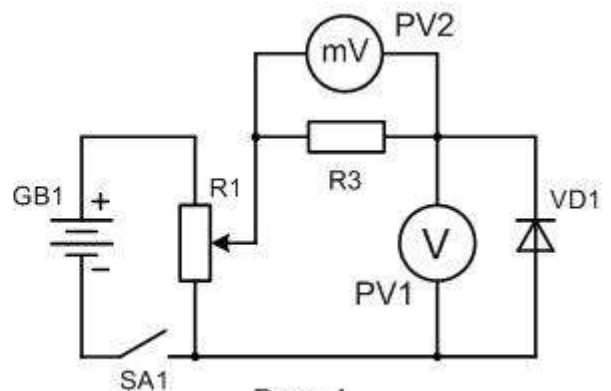


Рис. 4

При вимірюванні зворотного струму і одночасному підключенні приладів для вимірювання сили струму і напруги, прилад для вимірювання сили струму реєструватиме не тільки зворотний струм діоду, а й струм через

вольтметр. Цей струм при напрузі 1 В дорівнює 1 мкА, що значно менше зворотного струму германієвого діоду. Проте і цю розбіжність можна усунути, якщо вимірювати струм і напругу не одночасно, а послідовно, спочатку – струм, потім – напругу. Наявність чи відсутність в колі мілівольтметра для вимірювання сили струму не впливає на покази вольтметра.

Монтажну схему установки для зняття ВАХ за схемою рис. 3 показано на рис. 5.

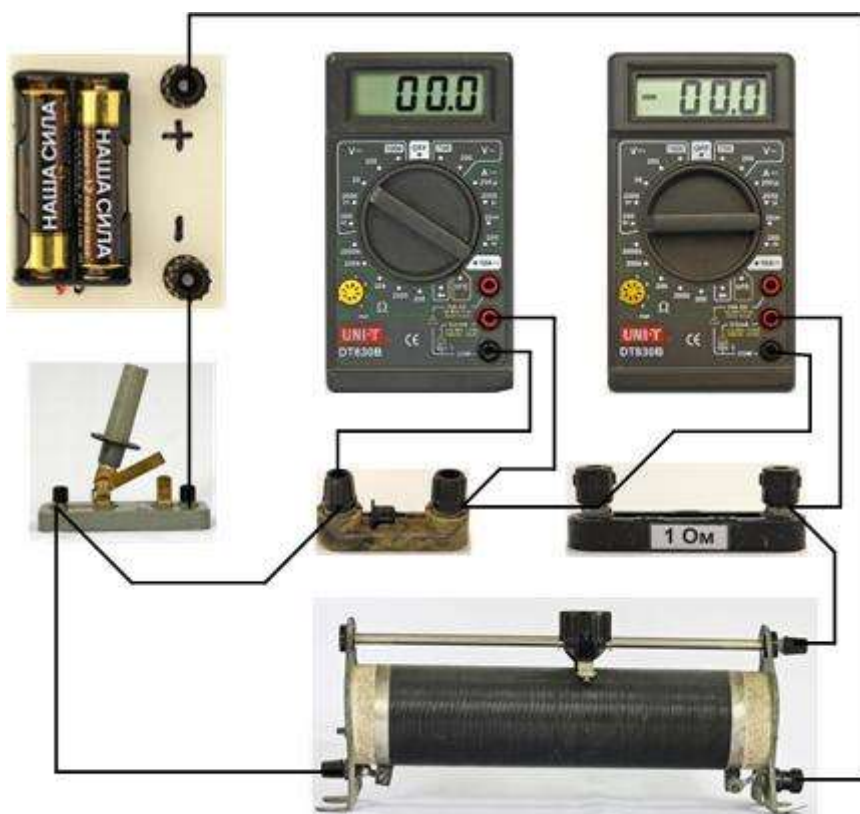


Рис. 5

При виконанні роботи учнями основною проблемою було складання електричного кола, перевірка його викладачем та усунення помилок.

Ми пропонуємо для виконання цієї роботи виготовити простий стенд (рис. 6). В якості потенціометра R1 використаний змінний резистор ППЗ-40 опором 100 Ом. Схема для вимірювань частково вже зібрана на стенді, залишається лише підключити джерело живлення, вимикач, прилади для вимірювання та діод. Повністю зібрана схема зображена на рис. 7.

Мультиметр PV1 вимірює напругу на опорі 1 Ом, тобто струм; межу вимірювання вибираємо рівною 200 мВ. Мультиметр PV2 вимірює пряму напругу на діоді від 0 до 0,5 В, межу вимірювання вибираємо рівною 20 В.

Перехід від схеми рис. 3 до схеми рис. 4 здійснюється переставлянням перемички з верхнього гнізда у нижнє та зміною полярності вмикання діода.

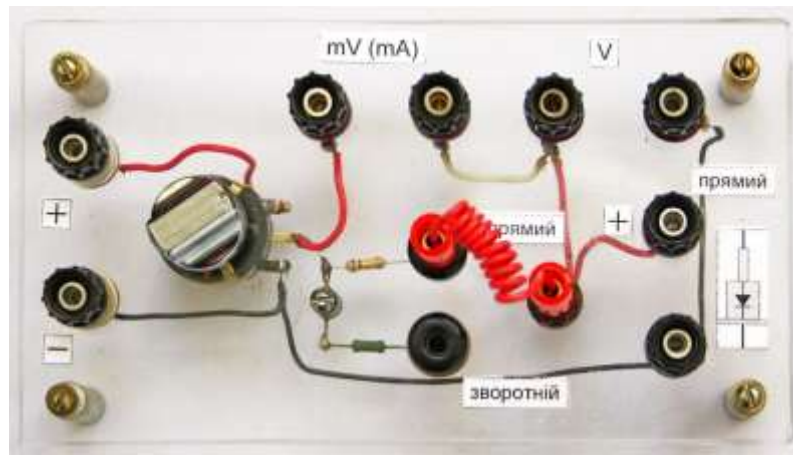


Рис. 6

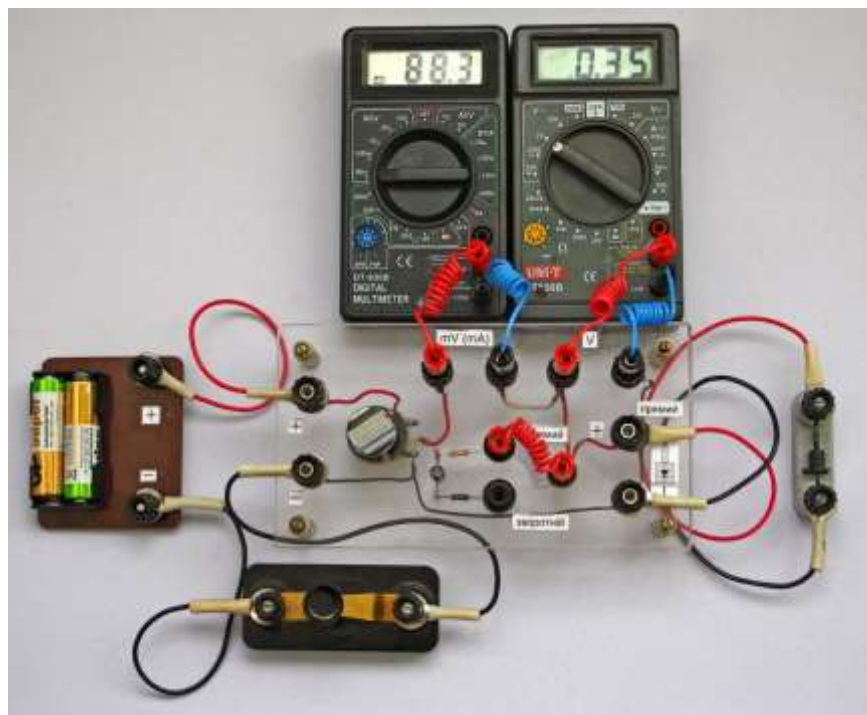


Рис. 7

Наведемо числові дані, отримані при виконанні роботи з використанням діода Д7Ж. Пряма напруга на діоді вимірювалася на межі 2000 мВ (2 В).

Прямий струм

U, В	0	0,017	0,029	0,067	0,127	0,20	0,256	0,301	0,352	0,401
I, мА	0	0	0,1	0,2	0,8	4,1	12	28,7	70,9	153,6

Зворотний струм (значення від'ємні)

U, В	0	-0,05	-0,09	-0,16	-0,40	-0,86	-1,42	-1,76	-2,09	-2,59	-3,04
I, мкА	0	-18,6	-21	-21,7	-22	-22,2	-22,4	-22,5	-22,6	-22,8	-22,9

За даними таблиць, використовуючи Microsoft Excel, будуємо графіки.

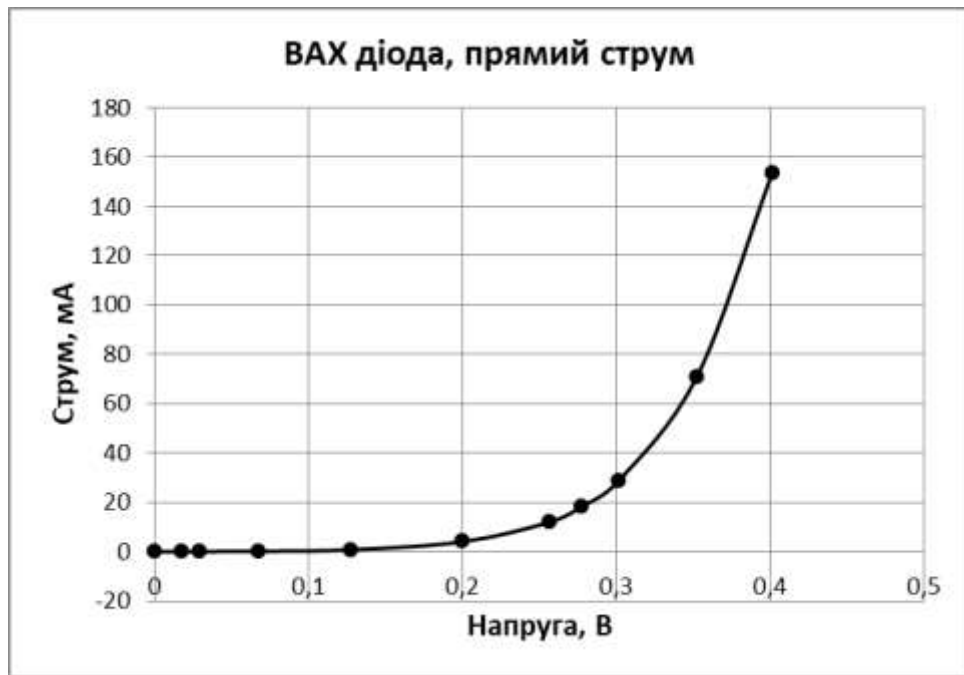


Рис. 8

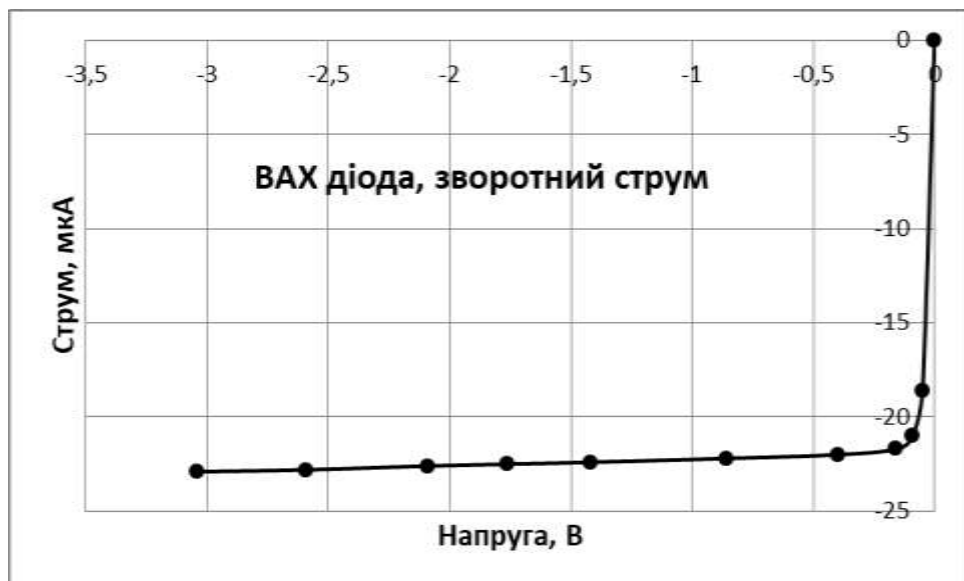


Рис. 9

Таким чином, застосування цифрових мультиметрів згідно запропонованого методу дає можливість в лабораторних роботах і роботах фізичного практикуму вимірювати малі струми (від десятків мА до одиниць мкА), забезпечивши необхідну точність вимірювань. Використання розробленого стенда дозволило значно прискорило виконання учнями роботи і практично позбавило від помилок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фізичний практикум для 11 класів шкіл з профільним вивченням фізики : [методичні рекомендації] / В. П. Ржепецький, М. А. Слюсаренко. – Кривий Ріг : ДВНЗ «КНУ» КПІ, 2014. – 64 с.

URI (режим доступу): <http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/249>

2. Електрика та магнетизм. Лабораторний практикум: методичний посібник для організації самостійної роботи студентів фізичних спеціальностей/ укл. В. М. Здешиц, В. П. Ржепецький. – Кривий Ріг : ДВНЗ «КНУ» Криворізький педагогічний інститут, 2015. – 88 с.

URI (режим доступу): <http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/248>

3. Засекіна Т. М. Зошит для лабораторних робіт з фізики, 11 клас. Академічний та профільний рівні / Т. М. Засекіна, Д. О. Засекін. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2011. – С. 24 – 25.

4. Практикум з фізики в середній школі : Дидакт. матеріал : Посібник для вчителя / Л. І. Анциферов, В. О. Буров, Ю. І. Дік та ін. ; За ред. В. О. Булова, Ю. І. Діка. – К. : Рад. шк., 1990. – С. 106 – 108.