

III этап Всеукраинской ученической олимпиады по физике

2013/2014 учебного года

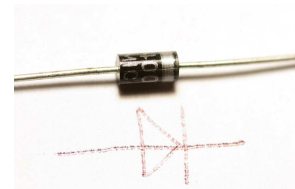
Харьковская область

11 класс

(Экспериментальная задача – 10 баллов)

Оборудование: цифровой многофункциональный измерительный прибор (мультиметр), батарейка АА 1.5 В, держатель батарейки, 3 резистора номиналом 100 кОм, 3 резистора номиналом 3кОм, 3 резистора номиналом 100 Ом, полупроводниковый диод, логарифмическая сетка для построения графика.

Справка: полупроводниковый диод представляет собой элемент с нелинейной вольт-амперной характеристикой, который хорошо пропускает ток в одну сторону и плохо пропускает в другую. В прямом направлении ток через диод может возрастать в десятки раз при изменении напряжения на нем в сотни милливольт. В обратном направлении диод пропускает очень малый ток, который слабо меняется с напряжением. На схеме диод изображается в виде стрелки. Направление этой стрелки соответствует направлению, в котором диод пропускает ток. Корпус диода имеет соответствующую маркировку (см. фото)



Задание:

1. Предложите метод исследования вольт-амперной характеристики диода в прямом направлении с помощью предложенного оборудования в максимально широких пределах токов. При разработке методики следует учесть, что внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра составляет 1МОм.
2. Проведите соответствующие измерения и постройте вольт-амперную характеристику диода. Для построения вольт-амперной характеристики будет достаточно примерно десяти точек, если распределить их равномерно по всему диапазону достижимых с помощью вашего оборудования токов.
3. Можно ли с помощью предложенного оборудования наблюдать проводимость диода в обратном направлении? Какие выводы вы можете сделать об обратном токе диода?
4. Рассмотрите возможные вариации предложенного вами метода и их влияние на точность измерений. Обоснуйте выбор именно того метода, которым вы проводили измерения.
5. Оцените погрешность проведенных измерений. Что ограничивает точность предложенных вами методов измерений? Какие физические явления мешают проведению точных измерений?

По окончании работы: Выключите мультиметр, поставив переключатель в положение OFF, упакуйте мультиметр в коробку, сложите оборудование обратно в пакет и сдайте вместе с выполненной работой дежурному по аудитории.

Примечания: выводы элементов можно и нужно скручивать. Сопротивление человеческого тела в направлении рука-рука составляет десятки килоом. Поэтому при проведении измерений на малых токах не следует касаться собираемой схемы более, чем в одной точке одновременно. Диод меняет свои характеристики при нагреве, сильный нагрев диода проходящим током и теплом рук может отражаться на результатах измерения. Максимальная ошибка измерения мультиметра составляет 0.5% + 2минимальных деления шкалы в режиме измерения напряжения и 0.8% + 2 минимальных деления шкалы в режиме измерения сопротивления.

Маркировка резисторов: Резисторы маркированы четырьмя цветными кольцами.

100 кОм соответствует цветам коричневый – черный – желтый - золотой

3 кОм соответствует цветам оранжевый - черный - красный - золотой

100 Ом соответствует цветам коричневый - черный - коричневый - золотой,

Производитель гарантирует соответствие резисторов их номиналам с точностью не хуже 5%.

Использование мультиметра: Включение прибора и выбор необходимого режима измерения осуществляется поворотным переключателем. Для включения прибора в схему существует три клеммы:

COM (общая), к ней традиционно подключают черный провод.

V Ω ma (используется как положительная клемма в режиме измерения напряжения, сопротивления и малых токов), к ней традиционно подключают красный провод.

Клемма 10A DC используется только в режиме измерения больших токов. Эта клемма соединена с COM низкоомным не отключаемым шунтом внутри прибора.

Для измерения постоянных напряжений переместите переключатель в одно из положений DCV с соответствующим пределом измерений. Для выполнения работы вам, прежде всего, необходим предел измерений 2000m (2000 миллиВольт). В этом режиме прибор показывает напряжение между клеммами в милливольт. Не подключенный к источнику напряжения прибор должен показывать 0. Если напряжение на клеммах превысит 2 вольта, прибор покажет «1» в старшем разряде, а остальные разряды будут пустыми. Прибор измеряет напряжение как в прямой, так и в обратной полярности. Если вы подключите клемму COM к “-“ батарейки, а клемму V Ω ma к “+”, прибор покажет напряжение на ней, например “1632”. Именно такое напряжение было на батарейках, когда члены жюри проверяли оборудование, чуть больше 1.5в. Если вы поменяете клеммы местами, прибор покажет “-1632”. Если вы переключите прибор в диапазон 20, на экране будет напряжение в вольтах, например 1.63 (с точкой). В режиме 200m прибор показывает напряжение в милливольт, например, 152.4 (200mВ максимум). Если вы подключите прибор к батарейке на этом пределе измерений, прибор покажет 1 в старшем разряде, что означает перегрузку. Перегружать прибор не рекомендуется, хотя перегрузка не страшна при малых напряжениях. Внутреннее сопротивление прибора на всех режимах измерения напряжения равно 1 МОм (10^6 Ом).

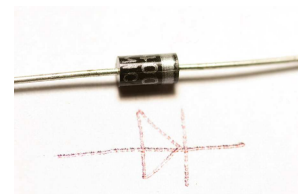
Для измерения сопротивлений переключите прибор в один из режимов, обозначенных буквой Ω . Наименование режима соответствует пределу измерений: 200 – 200 ом, 2k – 2 килоома и так далее. Если сопротивление между клеммами больше, чем предел измерения, например, при незамкнутых щупах прибор будет показывать «1» в старшем разряде и больше ничего. При замыкании щупов прибор должен показывать 0. Например, в режиме 20k прибор меряет сопротивления в диапазоне 0-20 килоом. Если вы подключите к клеммам резистор на 3 килоома, прибор покажет его сопротивление в килоомах, например “2.98”. А при подключении резистора на 100 килоом прибор будет показывать «1» в старшем разряде. А например, в режиме 200k прибор покажет и сопротивление 100 килоомного резистора. Если подключить прибор в режиме измерения сопротивления к источнику напряжения, показания могут быть какими угодно.

Режимы измерения слабых токов для выполнения данной работы не нужны, и жюри не рекомендует переводить прибор в эти режимы, потому как забыв, в каком положении находится переключатель, и подключив прибор прямо к батарейке в режиме измерения слабого тока можно сжечь прибор. А в режиме 10A предварительно переключив красный провод на другую клемму, можно измерить ток КЗ батарейки. Впрочем, измерение это будет не очень точным, потому что сопротивление проводов щупов составляет примерно 0,5 Ома.

III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики
2013/2014 навчального року
Харківська область
11 клас
(Експериментальна завдання - 10 балів)

Обладнання: цифровий багатофункціональний вимірювальний прилад (мультиметр), батарея AA 1.5 В, тримач батарейки, 3 резистори номіналом 100 кОм, 3 резистори номіналом 3кОм, 3 резистори номіналом 100 Ом, напівпровідниковий діод, логарифмічна сітка для побудови графіка.

Довідка: напівпровідниковий діод являє собою елемент з нелінійною вольт-амперною характеристикою, який добре пропускає струм в один бік і погано пропускає в інший. У прямому напрямку струм крізь діод може зростати в десятки разів при зміні напруги на ньому в сотні мілівольт. У зворотному напрямку діод пропускає дуже малий струм, який слабо змінюється з напругою. На схемі діод зображується у вигляді стрілки. Напрямок цієї стрілки відповідає напрямку, в якому діод пропускає струм. Корпус діода має відповідне маркування (див. фото)



Завдання:

1. Запропонуйте метод дослідження вольт-амперної характеристики діода в прямому напрямку за допомогою запропонованого обладнання в максимально широких межах струмів. При розробці методики слід урахувати, що внутрішній опір мультиметра в режимі вольтметра становить 1 МОм.
2. Проведіть відповідні вимірювання та побудуйте вольт-амперну характеристику діода. Для побудови вольт-амперної характеристики буде достатньо приблизно десяти точок, якщо розподілити їх рівномірно по всьому діапазону досяжних за допомогою вашого обладнання струмів.
3. Чи можна за допомогою запропонованого обладнання спостерігати провідність діода у зворотному напрямку? Які висновки ви можете зробити про зворотний струм діода?
4. Розгляньте можливі варіації запропонованого вами методу та їхній вплив на точність вимірювань. Обґрунтуйте вибір саме того методу, яким ви проводили вимірювання.
5. Оцініть похибку проведених вимірювань. Що обмежує точність запропонованих вами методів вимірювань? Які фізичні явища заважають проведенню точних вимірювань?

По закінченні роботи: Вимкніть мультиметр, поставивши перемикач у положення OFF, упакуйте мультиметр до коробки, складіть обладнання назад до пакету та здайте разом із виконаною роботою черговому по аудиторії.

Примітки: кінцівки елементів можна і слід скручувати. Опір людського тіла в напрямку рука-рука становить десятки кілоОм. Тому при проведенні вимірювань на малих токах не слід торкатися збираної схеми більше, ніж в одній точці одночасно. Діод змінює свої характеристики при нагріванні, сильне нагрівання діода струмом, що по ньому тече, та теплом рук може відбиватися на результатах вимірювань. Максимальна помилка вимірювань мультиметра складає 0.5 % + 2 мінімальних поділок шкали в режимі вимірювання напруги і 0.8% + 2 мінімальних поділок шкали в режимі вимірювання опору.

Маркування резисторів: Резистори марковані чотирма кольоровими кільцями.

100 кОм відповідає кольорам коричневий - чорний - жовтий - золотий

3 кОм відповідає кольорам помаранчевий - чорний - червоний - золотий

100 Ом відповідає кольорам коричневий - чорний - коричневий - золотий ,

Виробник гарантує відповідність резисторів їхнім номіналам із точністю не гірше 5 %.

Використання мультиметра: Вмикання приладу та вибір необхідного режиму вимірювання здійснюється поворотним перемикачем. Для вмикання приладу до схеми існує три клеми: СОМ (спільна), до неї традиційно підключають чорний дріт.

V Ω та (використовується як позитивна клема в режимі вимірювання напруги, опору та малих струмів), до неї традиційно підключають червоний дріт.

Клема 10A DC використовується тільки в режимі вимірювання великих струмів. Цю клему з'єднано всередині приладу з СОМ низькоомним шунтом, що не відмикається.

Для вимірювання постійних напруг перемістіть перемикач в одне з положень DCV з відповідною межею вимірювань. Для виконання роботи вам, насамперед, необхідний межа вимірювань 2000m (2000 мілівольт). У цьому режимі прилад показує напругу між клемми в мілівольтах. Прилад, що не підключений до джерела напруги, має показувати 0. Якщо напруга на клеммах перевищить 2 вольти, прилад покаже «1» в старшому розряді, а інші розряди будуть порожніми. Прилад вимірює напругу як у прямій, так і в зворотній полярності. Якщо ви підключите клему СОМ до "-" батарейки, а клему V Ω та до "+", прилад покаже напругу на ній, наприклад, "1632". Саме така напруга була на батарейках, коли члени журі перевіряли обладнання, трохи більше 1.5В. Якщо ви поміняєте клемми місцями, прилад покаже "-1632". Якщо ви перемкнете прилад у діапазон 20, на екрані буде напруга в вольтах, наприклад 1.63 (з крапкою). У режимі 200m прилад показує напругу в мілівольтах, наприклад, 152.4 (200mВ максимум). Якщо ви підключите прилад до батарейки на цій межі вимірювань, прилад покаже 1 в старшому розряді, що означає перевантаження. Перевантажувати прилад не рекомендується, хоча перевантаження не є страшним за малих напруг. Внутрішній опір приладу на всіх режимах вимірювання напруги дорівнює 1 МОм (10^6 Ом).

Для вимірювання опорів перемкніть прилад в один із режимів, позначених літерою Ω .

Найменування режиму відповідає межі вимірювань: 200 - 200 ом, 2k - 2 килооми і так далі. Якщо опір між клемми є більшим за межу вимірювання, наприклад, при незамкнених щупах прилад буде показувати «1» в старшому розряді і більше нічого. При замиканні щупів прилад має показувати 0. Наприклад, у режимі 20k прилад вимірює опір у діапазоні 0-20 кілоом. Якщо ви підключите до клем резистор на 3 килооми, прилад покаже його опір в кілоомах, наприклад "2.98". А при підключенні резистора на 100 кілоом прилад буде показувати «1» в старшому розряді. А наприклад, у режимі 200k прилад покаже опір навіть 100 кілоомного резистора. Якщо підключити прилад у режимі вимірювання опору до джерела напруги, покази можуть бути якими завгодно. Режими виміру слабких струмів для виконання даної роботи є непотрібними, і журі не рекомендує переводити прилад у ці режими, бо забувши, в якому становищі знаходиться перемикач, і підключивши прилад прямо до батарейки в режимі вимірювання слабого струму можна спалити прилад. А в режимі 10A попередньо переключивши червоний дріт на іншу клему, можна виміряти струм КЗ батарейки. Втім, вимірювання це не буде надто точним, бо опір дротів щупів становить приблизно 0,5 Ома.