

С. В. Степанов

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ФИЗИКА

Учебное пособие

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

11

к л а с с

Москва



2020



| российский
учебник

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72
С79

Степанов, С. В.

С79 **Физика. Углублённый уровень. 11 класс. Лабораторный практикум : учебное пособие / С. В. Степанов. — М. : Дрофа, 2020. — 110, [2] с. : ил. — (Российский учебник).**

ISBN 978-5-358-23557-1

В пособии представлены 24 работы лабораторного практикума, которые проводятся в классах с углублённым изучением физики. При выполнении работ учащиеся смогут применить полученные теоретические знания на практике, отработать умения проводить экспериментальные исследования по физике, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

Пособие является универсальным, т. е. может использоваться с любым учебником для углублённого изучения физики.

**УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72**

ISBN 978-5-358-23557-1

© ООО «ДРОФА», 2020

Предисловие

Предлагаемые работы лабораторного практикума проводятся при углублённом изучении курса физики 11 класса. При их выполнении вы будете использовать методы исследований физических явлений и процессов, методы измерения физических величин и обработки полученных результатов. Кроме того, вы сможете на практике применить, обобщить и систематизировать теоретический материал курса физики.

Большинство описанных в пособии работ выполняется на стандартном оборудовании. Лишь в отдельных случаях предполагается самостоятельное изготовление простейшего приспособления или детали для сборки экспериментальной установки.

При выполнении работ практикума обратите внимание на следующие разделы: «Цель работы», «Оборудование», «Теоретическое обоснование», «Подготовка к работе», «Порядок выполнения работы». При необходимости повторите соответствующий теоретический материал из учебника, а также правила использования измерительных приборов. Перед выполнением работы практикума рекомендуется заранее подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений. Вопросы и задания, приведённые в разделе «Подготовка к работе», позволят вам проверить готовность к выполнению работы. В разделе «Порядок выполнения работы» приводится развёрнутый план действий по достижению цели работы.

Обратите внимание на общие правила проведения работ практикума.

1. Во время проведения эксперимента будьте предельно внимательны и аккуратны.

2. Размещайте оборудование на рабочем столе так, чтобы исключить его падение или опрокидывание.

3. Подключайте собранную электрическую цепь к электросети только после проверки учителем.

4. Не покидайте рабочего места без разрешения учителя.
5. Следите за надёжностью всех креплений в собранных экспериментальных установках.
6. Обнаружив неисправность в электрической цепи, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом учителю.
7. Оформление полученных результатов эксперимента производите после того, как экспериментальная установка отключена от электросети и разобрана.

В приложении 1 представлены правила определения погрешностей полученных результатов, расчётные формулы, примеры записи результатов измерений с учётом погрешностей.

В приложении 2 приведены рекомендации по определению причин неисправностей в учебных экспериментальных установках.

■ **Цель работы:** исследовать зависимость сопротивления медного провода от температуры; определить температурный коэффициент сопротивления меди.

■ **Оборудование:** цифровой мультиметр, термометр, прибор для изучения зависимости сопротивления металлов от температуры, сосуд с горячей водой.

■ **Теоретическое обоснование**

Объектом изучения является катушка с медным проводом в защитном кожухе. К концам катушки припаяны соединительные провода, оконцованные штекерами (рис. 1).

При проведении эксперимента катушку подключают к мультиметру, включённому в режиме омметра, и помещают в стакан с горячей водой. Температуру воды измеряют термометром, также помещённым в стакан. Показания начинают регистрировать после того, как медный провод прогреется и между телами, находящимися в сосуде, установится тепловое равновесие.

С изменением температуры металлического проводника его сопротивление изменяется, причём у различных металлов эта зависимость проявляется по-разному. Физическая величина, характеризующая зависимость сопротивления вещества от его температуры, называется температурным коэффициентом сопротивления α .

По определению

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t}, \quad (1)$$

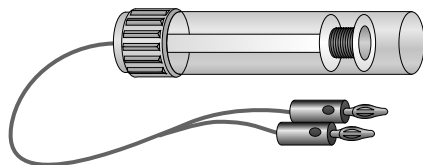


Рис. 1

где R_0 — сопротивление проводника при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; R_t — сопротивление проводника при температуре t ; t — температура проводника (в $^{\circ}\text{C}$).

Температурный коэффициент сопротивления численно равен относительному изменению сопротивления проводника при его нагревании на один градус.

При изменении температуры металла на несколько десятков градусов по отношению к комнатной температуре его сопротивление будет меняться практически прямо пропорционально температуре. С учётом этой особенности температурный коэффициент сопротивления металла можно определить, измерив его сопротивление при двух разных значениях температуры, которые не намного отличаются от комнатной.

Тогда

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 \Delta t}, \quad (2)$$

где R_2 и R_1 — сопротивление металлического проводника при температуре t_2 и t_1 соответственно, а $\Delta t = t_2 - t_1$.

■ Подготовка к работе

— Укажите причину зависимости сопротивления металлического проводника от температуры.

— Укажите, в каких единицах измеряют температурный коэффициент сопротивления.

— Повторите порядок работы с мультиметром в режиме омметра.

— Подготовьте таблицу для записи результатов измерений.

$t, ^{\circ}\text{C}$							
$R, \text{Ом}$							

■ Порядок выполнения работы

1. Переведите мультиметр в режим омметра с минимальным пределом измерения и подключите к нему медный провод.

2. Поместите в стакан с горячей водой катушку с проводом и термометр. Проследите, чтобы катушка оказалась полностью погружённой.

3. Наблюдайте за показаниями омметра. Через некоторое время провод прогреется и показания прибора перестанут возрастать. С этого момента температура провода и воды будет практически одинакова.

4. Измерьте температуру t и сопротивление R провода.

5. Следите за изменением температуры и всякий раз, когда она изменяется на $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, заносите показания термометра и омметра в таблицу.

6. Продолжайте наблюдение до тех пор, пока температура не уменьшится до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7. Постройте график зависимости сопротивления медного провода от температуры.

8. Возьмите два значения сопротивления, соответствующих температурам провода с разностью в $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, и по формуле (2) вычислите температурный коэффициент сопротивления меди α .

9. Повторите расчёт 2—3 раза, взяв данные других измерений, и найдите среднее значение $\alpha_{\text{ср}}$.

10. Определите по справочной таблице значение температурного коэффициента сопротивления меди $\alpha_{\text{табл}}$.

11. Сравните полученное значение $\alpha_{\text{ср}}$ с табличным значением $\alpha_{\text{табл}}$. Результат сравнения представьте в процентах, вычислив по формуле:

$$\delta_{\alpha} = \frac{|\alpha_{\text{табл}} - \alpha_{\text{ср}}|}{\alpha_{\text{табл}}} \cdot 100\%.$$

12. Укажите возможную причину расхождения результатов эксперимента с табличным значением.

■ **Цель работы:** определить заряд электрона методом электролиза медного купороса.

■ **Оборудование:** источник постоянного напряжения, кювета с двумя электродами из набора «Электролит», амперметр лабораторный, весы, ключ, соединительные провода, стакан с насыщенным раствором медного купороса, секундомер.

■ **Теоретическое обоснование**

Чтобы определить элементарный заряд, можно воспользоваться законом электролиза Фарадея:

$$m = \frac{M}{neN_A} I \Delta t, \quad (1)$$

где m — масса вещества, выделившегося на катоде; M — молярная масса выделившегося вещества; n — валентность атомов этого вещества; e — элементарный заряд; N_A — число Авогадро; I — сила тока в электролите при электролизе; Δt — время прохождения тока через электролит.

Из формулы (1) получают выражение для определения элементарного заряда:

$$e = \frac{M}{mnN_A} I \Delta t. \quad (2)$$

Отсюда следует, что для достижения цели необходимо знать молярную массу вещества, выделившегося на катоде, его валентность и число Авогадро. Кроме того, в ходе работы нужно измерить силу тока и время его протекания, а после завершения электролиза измерить массу вещества, выделившегося на катоде.

Для проведения опыта в работе используется водный раствор медного купороса, который наливают в кювету с двумя медными электродами. Один электрод жёстко закреплён в центре кюветы, а второй, съёмный, вешается на её стенку.

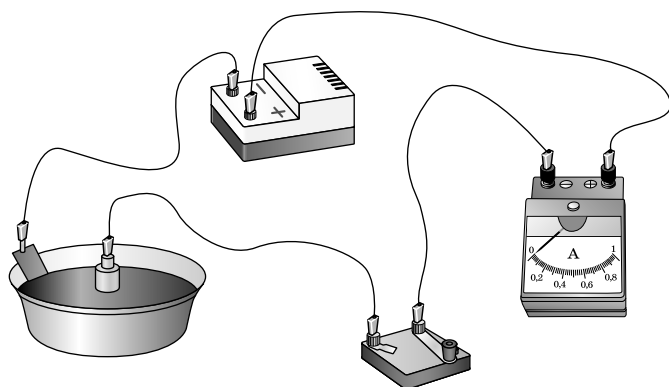


Рис. 2

Центральный электрод является анодом, съёмный — катодом. Общий вид экспериментальной установки для проведения работы показан на рисунке 2.

При подключении электродов к источнику постоянного напряжения в растворе медного купороса возникнет направленное движение ионов, следствием которого будет выделение на катоде чистой меди. Для измерения силы тока в электрическую цепь включают амперметр, а время его протекания определяют секундомером.

■ Подготовка к работе

- Определите по справочнику валентность меди.
- Определите по справочнику молярную массу меди.
- Повторите значение числа Авогадро.
- Подготовьте таблицы для записи результатов измерений и вычислений.

Т а б л и ц а 1

m_1 , 10^{-3} кг	m_2 , 10^{-3} кг	m , 10^{-3} кг	n	N_A	M , кг/моль	$I_{\text{ср}}$, А	Δt , с	e , Кл

Т а б л и ц а 2

t , с						
I , А						

■ Порядок выполнения работы

1. Отделите съёмный электрод от кюветы и определите на весах его массу m_1 . Значение массы выразите в килограммах.

2. Закрепите электрод на кювете и соберите электрическую цепь, показанную на рисунке 2. Поскольку съёмный электрод является катодом, проследите, чтобы он оказался подключённым к отрицательному полюсу источника напряжения.

3. Сила тока в электролите в ходе опыта может изменяться, поэтому в формулу (2) подставляют её среднее значение $I_{\text{ср}}$. Среднее значение силы тока определяют, записывая через каждые 30 с показания амперметра на протяжении всего времени наблюдения, затем показания складывают и полученную сумму делят на число замеров. Записи результатов измерений тока удобнее заносить во вспомогательную таблицу (табл. 2).

4. Заполните кювету насыщенным раствором медного купороса, замкните ключ и включите секундомер.

5. Прекратите опыт спустя 15 мин, цепь разберите.

6. Снимите электрод, осушите его и определите его массу вместе с осевшей медью m_2 .

7. Вычислите массу выделившейся меди $m = m_2 - m_1$.

8. Вычислите среднее значение силы тока $I_{\text{ср}}$.

9. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу 1, обращая внимание на размерность величин.

10. Вычислите по формуле (2) элементарный заряд e .

11. Определите по справочнику табличное значение элементарного заряда $e_{\text{табл}}$.

12. Сравните полученное значение e с табличным значением $e_{\text{табл}}$. Результат сравнения представьте в процентах, вычислив по формуле:

$$\delta_e = \frac{|e_{\text{табл}} - e|}{e_{\text{табл}}} \cdot 100\%.$$

13. Оцените качество проведённого измерения и укажите факторы, снижающие погрешность результата.

■ **Цель работы:** исследовать зависимость силы тока через полупроводниковый диод от величины и полярности приложенного к нему напряжения. Определить контактную разность потенциалов p — n -перехода.

■ **Оборудование:** выпрямитель лабораторный, вольтметр, миллиамперметр, мультиметр, диод на подставке, ключ, переменный резистор, резистор 10 Ом на подставке, соединительные провода.

■ **Теоретическое обоснование**

Объектом изучения является полупроводниковый диод, закреплённый на подставке. Его работа основана на явлениях на границе раздела полупроводников с разным типом проводимости, где возникает контактная разность потенциалов. Для полупроводников на основе кремния значение этой величины 0,5—0,7 В. Измерить контактную разность потенциалов можно мультиметром, переведённым в режим проверки диодов. При подключении мультиметра в этом режиме к диоду в согласованной полярности на его табло высвечивается значение контактной разности потенциалов в милливольтках.

Опыт проводят в два этапа. Вначале исследуют зависимость силы тока от напряжения при подключении к диоду источника напряжения в прямой полярности, затем в обратной.

Схема для снятия прямой ветви вольт-амперной характеристики показана на рисунке 3. Поскольку сопротивление диода, включённого в прямой полярности,

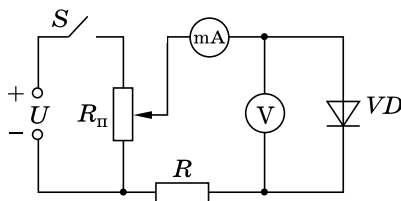


Рис. 3