

*Областное государственное бюджетное
образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»*

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»

_____ В.Г. Семенов

**Комплект методических указаний по выполнению
практических работ по дисциплине
ОДП.17 Физика**

**образовательной программы (ОП)
по специальности СПО**

160108 Производство летательных аппаратов

базовой подготовки

Иркутск 2013

Перечень практических (лабораторных) работ

№ работы	Название работы	Объём часов на выполнение работы	Страница
1	Определение плотности твёрдого тела	1	4
2	Изучение малых колебаний маятника (определение ускорения свободного падения)	1	5
3	Изучение изопротесса	1	6
4	Измерение влажности воздуха	1	7
5	Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	1	9
6	Измерение коэффициента линейного расширения твердых тел	1	11
7	Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	1	13
8	Исследование последовательного соединения резисторов	1	15
9	Изучение закона Ома для участка цепи	1	16
10	Определение удельного сопротивления проводника	1	16
11	Определение электрохимического эквивалента меди	1	17
12	Определение показателя преломления стекла	1	18
13	Определение фокусного расстояния собирающей линзы	1	20
14	Измерение длины световой волны	1	21

Лабораторная работа №1

Определение абсолютной и относительной погрешностей измерений.

Цель работы:

Определить плотность твердого тела; научиться определять погрешности измерений и оценивать точность проведенного эксперимента.

Основные понятия

Плотность характеризует зависимость массы тела от рода его вещества и измеряется массой вещества в единице объема:

$$(1) \rho = m/V \text{ (кг/м}^3\text{)}, \text{ где } m \text{ - масса тела (кг); } V \text{ - объем тела (м}^3\text{)}.$$

Объем тела прямоугольной формы вычисляется по формуле:

$$(2) V = a \cdot b \cdot c, \text{ где } a, b, c \text{ - значения длины, ширины и высоты образца.}$$

Объем тела цилиндрической формы вычисляется по формуле:

$$(3) V = \pi D^2 h / 4, \text{ где } \pi = 3,14; D \text{ - диаметр основания цилиндра; } h \text{ - высота цилиндра.}$$

Объем тела шарообразной формы определяется по формуле:

$$(4) V = \pi D^3 / 6, \text{ где } D \text{ - диаметр шара.}$$

Порядок выполнения:

1. Уравновесить весы с помощью винтов.

2. Взвешиванием определить массу тела m с точностью до 0,1 г. Перевести в СИ.

3. Измерить линейные размеры тела (длину, ширину и высоту или диаметр) с помощью штангенциркуля с точностью до 0,2 мм. Перевести в СИ.

4. Вычислить объем тела V по формуле (2,3 или 4). Вычисления провести с точностью до трех значащих цифр.

5. Вычислить плотность тела по формуле (1). Результат округлить до целого числа.

5. Определить абсолютную погрешность измерений по формуле $\Delta\rho = |\rho - \rho_T|$, где $\Delta\rho$ - абсолютная погрешность, ρ - измеренное значение плотности, ρ_T - табличное значение плотности.

6. Определить относительную погрешность измерений по формуле $\varepsilon = \Delta\rho \cdot 100\% / \rho$, где ε - относительная погрешность измерений,

$\Delta\rho$ - абсолютная погрешность измерений,

ρ_T - табличное значение плотности.

Результат округлить до целого числа процентов.

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

тело	m, кг	D, м	h, м	V, м ³	ρ , кг/м ³	ρ_T , кг/м ³	$\Delta\rho$, кг/м ³	ε , %
№1								
№2								

8. Оформить окончательную запись результата в виде доверительного интервала:

$$\rho = \rho_{\text{изм}} \pm \Delta\rho \text{ (кг/м}^3\text{) при } \varepsilon = \dots\%.$$

9. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

Перечень оборудования: весы лабораторные с разновесами, штангенциркуль, образец.

Вопросы для повторения:

1. Какие единицы измерений в системе СИ являются основными?

2. Что называется погрешностью измерения?
3. Какую погрешность измерений называют случайной и какую систематической?
4. Чем является класс точности измерительного прибора?
5. Что показывает полученная в работе абсолютная погрешность?
6. Что показывает полученная в работе относительная погрешность?
7. Какими способами можно уменьшить погрешность измерения?

Приложение

Табличные значения плотности: Алюминий 2700 кг/м^3 , Латунь 8700 кг/м^3 , Сталь 7900 кг/м^3 .

Лабораторная работа №2

Изучение малых колебаний маятника (определение ускорения свободного падения)

Цель работы:

1. Показать, что малые колебания являются гармоническими, т.е. подчиняются законам гармонических колебаний.
2. Определить экспериментально ускорение свободного падения и сравнить его значение с табличным.

Основные понятия

Если малые колебания груза на длинной нити можно рассматривать как гармонические, то для периода колебаний справедлива формула $T = 2\pi L/g$, откуда $g = 4\pi^2 L/T^2$.

Экспериментально определим период колебаний T и рассчитаем ускорение свободного падения g . Если рассчитанное значение g совпадает с табличным (с учетом погрешности эксперимента), наше предположение о гармоничности малых колебаний верно.

Порядок выполнения:

1. Собрать маятник, измерить его длину L .
2. Привести маятник в движение, отклонив на малый угол.
3. Измерив время и число колебаний, определить их период T .
4. Рассчитать ускорение свободного падения g .
5. Повторить эксперимент несколько раз (три- пять).
6. Рассчитать среднее значение $g_{\text{ср}} = \sum g_i/N$, абсолютную $\Delta g_i = |g_{\text{ср}} - g_i|$, $\Delta g_{\text{ср}} = \sum \Delta g_i/N$ и относительную погрешность $\varepsilon = \Delta g_{\text{ср}} \cdot 100\% / g_{\text{ср}}$
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№	L, м	N	t, с	T, с	g, м/с ²	g _{ср} , м/с ²	Δ g _{ср} , м/с ²	ε, %
1								

8. Оформить окончательную запись результата в виде доверительного интервала:

$$g = g_{\text{ср}} \pm g_{\text{ср}}, \varepsilon = \dots \%$$

9. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

Перечень оборудования: штатив с лапкой и муфтой, груз на длинной нити, линейка (сантиметровая лента или рулетка), часы с секундной стрелкой (секундомер).

Вопросы для повторения:

1. Дайте определение гармонических колебаний, изобразите график таких колебаний.
2. Как изменится период математического маятника, если изменить его длину, массу колеблющегося тела, амплитуду колебаний?
3. Одинаково ли значение ускорения свободного падения для тел с различной массой?

Лабораторная работа №3

Изучение изопроцесса

Цель работы:

Исследовать изотермический, изобарный и изохорный процессы в газах.

Основные понятия

1. Изотермический процесс описывается законом Бойля-Мариотта:

$$V \cdot P = \text{const при } T = \text{const}$$

2. Изобарный процесс описывается законом Гей-Люссака:

$$V/T = \text{const при } P = \text{const}$$

3. Изохорный процесс описывается законом Шарля:

$$P/T = \text{const при } V = \text{const}$$

Порядок выполнения:

I.

1. Открыть зажимы и вывести поршень шприца в положение полного объема (10 мл). В этом случае воздух в сосуде сообщается с атмосферой, его температура и давление равны атмосферному.
2. Зафиксировать по барометру-анероиду в кабинете атмосферное давление, а по показаниям термометра - температуру воздуха.
3. Закрыть зажим 2 и, постепенно вводя поршень, снять показания приборов, занося их в таблицу:

№ опыта	Объём воздуха в системе, V, мл	Давление воздуха в сосуде, $P = P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	P·V
1	25+10		
2	25+7		
3	25+5		
4	25+2		

4. После определения объема воздуха и его давления в каждом опыте рассчитать их произведения.
5. Сравнить результаты расчетов и сделать вывод о выполнимости закона Бойля-Мариотта.

II.

1. Открыть зажимы и установив поршень шприца на деление 2 мл, закрыть зажим 2.
2. Плавным перемещением поршня шприца установить на манометре давление, например, 30 мм рт. ст.
3. Измерить температуру окружающей среды и объем воздуха в замкнутой системе (объем сосуда плюс показания шприца), результаты занести в таблицу:

№ опыта	Давление, $P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	Объём воздуха в системе V , мл	Абсолютная температура, T°, K
1			
2			

4. Поместить в стакан с горячей водой сосуд и термометр. Снять показания термометра после того, как воздух в сосуде достаточно прогреется. Следить за показаниями манометра с тем, чтобы его показания оставались постоянными (регулируя давление штоком шприца).

5. Показания термометра и объём воздуха в замкнутой системе занести в таблицу.

6. По данным таблицы и расчетам убедиться в справедливости закона Гей-Люссака.

III.

1. Выжать воздух из шприца и пережать трубку зажимом 1. Убедившись в нулевых показаниях манометра, пережать трубку зажимом 2.

2. Измерить температуру окружающей среды, а барометром-анероидом - атмосферное давление. Результаты измерений занести в таблицу:

№ опыта	Объём, $V=25$ мл	Давление, $P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	Температура, T°, K
1			
2			

3. Поместить в стакан с горячей водой сосуд и термометр. Снять показания термометра и манометра после прогрева воздуха в сосуде и занести эти показания в таблицу.

4. По данным таблицы и расчетам, проведенным по формуле, убеждаются в справедливости закона Шарля.

Перечень оборудования: стеклянный сосуд емкостью 25 мл., шприц с оцифрованной шкалой на 10 мл., медицинский манометр с пределом измерения до 300 мм ртутного столба, два зажима (крана), эластичные трубки с пластмассовыми тройниками, термометр и стакан химический.

Вопросы для повторения:

1. Какой процесс называют изотермическим?

2. Какой процесс называют изобарным?

3. Какой процесс называют изохорным?

4. Запишите уравнение состояния идеального газа и получите из него уравнения трёх изопроцессов.

Лабораторная работа №4

Измерение влажности воздуха

Цель работы:

Определить относительную влажность воздуха в классе при помощи термометра.

Основные понятия

Воздух, содержащий водяные пары, называют влажным. Относительной влажностью воздуха φ называют выраженное в процентах отношение абсолютной влажности к плотности ρ_0 насыщенного пара при данной температуре (или отношение давления p водяного пара к давлению p_0 насыщенного пара при данной температуре):

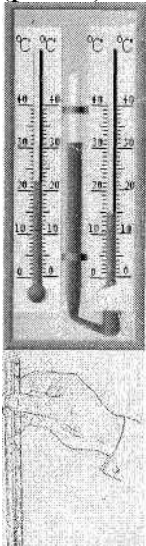
$$\varphi = \rho \cdot 100\% / \rho_0; \varphi = p \cdot 100\% / p$$

Чем меньше относительная влажность, тем дальше пар от насыщения, тем интенсивнее происходит испарение. Давление насыщенного пара p_0 при заданной температуре — величина табличная.

Психрометр состоит из двух термометров, шарик одного из них обмотан тканью, нижние концы которой опущены в сосуд с дистиллированной водой. Сухой термометр регистрирует температуру воздуха, а влажный — температуру испаряющейся воды. Но при испарении жидкости ее температура понижается. Чем суше воздух (меньше его относительная влажность), тем интенсивнее испаряется вода из влажной ткани и тем ниже ее температура. Следовательно, разность показаний сухого и влажного термометров (так называемая психрометрическая разность) зависит от относительной влажности воздуха. Зная эту разность температур, определяют относительную влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам. Мы можем воспользоваться одним термометром.

Порядок выполнения:

1. Измерить температуру воздуха в классе. Результат измерения записать в тетрадь.
2. Смочить кусочек марли или ваты водой и обернуть им резервуар термометра (рис. 1).



3. Подержать «влажный» термометр некоторое время в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, записать его показания.
4. Найти разность температур «сухого» и «влажного» термометров и с помощью психрометрической таблицы определить относительную влажность воздуха в классе.
5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажн}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\varepsilon, \%$	$\Delta\varphi$

6. Оценить относительную погрешность $\varepsilon = (\Delta t/t_{\text{сух}} + \Delta t/t_{\text{вл}})100 \%$ и абсолютную погрешность $\Delta\varphi = \varphi\varepsilon$.
7. Записать результат в виде доверительного интервала:

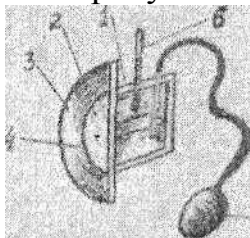
$$\varphi = \varphi_{\text{изм}} \pm \Delta\varphi$$

8. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

Перечень оборудования: термометр лабораторный от 0 до 100°C, кусочек марли или ваты, стакан с водой комнатной температуры, таблица психрометрическая.

Вопросы для повторения:

1. Что называют абсолютной влажностью?
2. Что такое «точка росы»?
3. Почему температура «влажного» термометра ниже, чем «сухого»?
4. От чего зависит разность температур обоих термометров?
5. В каком случае температура «влажного» термометра будет равна температуре «сухого»?
6. Как зависит разность температур обоих термометров от давления водяного пара в воздухе? Почему?
7. Для определения влажности воздуха используют приборы...
8. На рисунках цифрами обозначены: 1)_ 2)_ 3)_ 4)_ 5)_ 6)_



Приложение

Показания	Разность показаний сухого и влажного термометров, М, °С										
	•0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	10	81	63	45	28	11					
2	10	84	68	51	33	16					
4	10	85	70	54	37	20	14	-	-	-	-
6	10	86	73	60	43	26	18	10	-	-	-
8	10	87	76	63	46	29	21	13	7	-	-
10	10	88	78	65	50	33	24	16	9	5	-
12	10	89	80	68	53	36	27	19	11	8	-
14	10	89	81	70	56	39	30	22	14	11	9
16	10	90	82	71	59	42	33	25	17	14	15
18	10	91	83	73	62	45	36	28	20	17	20
2	10	91	83	74	65	48	39	31	21	19	24
22	10	92	84	76	68	51	42	34	24	21	28
24	10	92	84	77	69	52	43	35	25	22	31
26	10	92	85	78	71	54	45	37	27	24	34
28	10	93	85	78	72	55	46	38	28	25	37
30	10	93	85	77	71	54	45	37	27	24	39

Лабораторная работа №5

Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

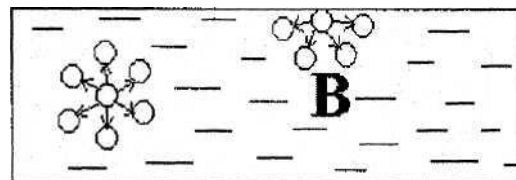
Цель работы:

Определить коэффициент поверхностного натяжения.

Основные понятия

Характерным свойством жидкого состояния является наличие рекой границы, разделяющей жидкость и ее пар (или смесь пара с другими газами). При этом

поверхностный слой жидкости, представляющий переход от жидкости к пару, отличается особыми свойствами.



К примеру, чтобы перевести молекулу из верхних слоев жидкости к поверхности, надо совершить работу против равнодействующей силы, действующей на молекулу **В**, ведь эта сила притягивает молекулу ко внутреннему слою. И каждая молекула, находящаяся вблизи поверхности жидкости, обладают некоторым избытком потенциальной энергии по сравнению с внутренними молекулами. Благодаря тому, что вода в состоянии невесомости принимает форму шара, так как сила тяжести не препятствует данному объему жидкости сократить свою поверхность, вдоль поверхности жидкости действуют силы, называемые силами поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения - сила, действующая вдоль поверхности жидкости, перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремящаяся сократить ее до минимума.

$$F = \sigma \cdot l \quad (1)$$

где F - сила поверхностного натяжения, l - длина границы поверхностного слоя, σ - коэффициент поверхностного натяжения, зависящий от рода жидкости и от температуры. Единица измерения в СИ - [Н/м] Коэффициент поверхностного натяжения из формулы (1) определяется как

$$\sigma = F/l \quad (2)$$

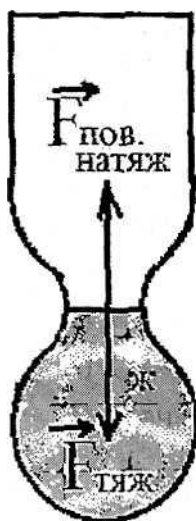
Таким образом, σ определяется силой поверхностного натяжения, действующей на единицу длины границы поверхности жидкости.

Для капли жидкости в момент ее отрыва от трубки силой F будет вес капли

$$F = P = mg \quad (3)$$

Длина окружности шейки капли $l = \pi d$, тогда коэффициент поверхностного натяжения будет равен: $\sigma = mg/\pi d$

Порядок выполнения:



1. Вычислить диаметр шейки капли $d_{ш.к.} = 0,9 d_{тр.}$ ($d_{тр.}$ указан на трубке).
2. Вычислить длину шейки капли $l = \pi d_{ш.к.}$ (м)
3. Взвесить пустую бюксу m_1 (кг)

4. Установить бюретку так, чтобы трубка, из которой вытекают капли, была вертикальна.
5. Отрегулировать зажим или кран так, чтобы капли падали из трубки одна за другой с небольшим перерывом в стакан,
6. Снять стакан, подставить бюксу и сейчас же начать отсчет капель. Отсчитать 50 капель, кран закрыть.
7. Взвесить бюксу вместе с жидкостью m_2 (кг) в 50 капель.
- 8 Опыт повторить дважды с разным количеством капель (например 100)
9. Вычислить массу одной капли по двум результатам опыта по формуле:

$$m = m_{2(50)} - m_1 / n \quad \text{и} \quad m = m_{2(100)} - m_1 / n$$
10. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения σ_1 и σ_2 по формуле:

$$\sigma = mg/l,$$

где m — массы одной капли.

11. Вычислить среднее значение коэффициента поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma_{\text{ср}} = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$$

12. Вычислить абсолютную погрешность, сравнивая среднее значение коэффициента поверхностного натяжения с табличным значением по формуле:

$$\Delta\sigma = \sigma_{\text{ср}} - \sigma_{\text{таб}}, \quad \text{где } \sigma_{\text{таб}} = 72.7 \text{ мН/м}$$

13. Вычислить относительную погрешность по формуле:

$$\varepsilon = \Delta\sigma \cdot 100\% / \sigma_{\text{таб}}$$

14. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

Перечень оборудования: бюретка с краном, бюкса, весы с разновесами.

Вопросы для повторения:

1. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения?
2. В каких единицах измеряется коэффициент поверхностного натяжения?
3. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?
4. Почему капля воды имеет шарообразную форму?

Лабораторная работа №6

Определение коэффициента линейного расширения твердых тел.

Цель работы: определить средний коэффициент линейного расширения металлов с помощью прибора для определения коэффициента линейного расширения тел (рис. 1).

Основные понятия

Большинство тел при повышении температуры увеличивают свои размеры. При нагревании тела, имеющего первоначальную длину l , его относительное удлинение пропорционально изменению температуры dt :

$$\frac{dl}{l} = \alpha dt, \quad (1)$$

где α — коэффициент пропорциональности, который называется истинным

коэффициентом линейного расширения $\alpha = \frac{1}{l} \frac{dl}{dt}$.

Коэффициент линейного расширения определяет относительное удлинение тела при изменении температуры на один градус. Практически при небольших изменениях

температуры α изменяется незначительно, поэтому для расчетов можно пользоваться величиной среднего коэффициента линейного расширения:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

где t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры тела, l_1 и l_2 – длины тела, соответствующие этим температурам. Длина тела при любой температуре может быть выражена через длину при 0°C . Из формулы (2) следует, что

$$l = l_0(1 + \alpha t). \quad (3)$$

В результате линейного расширения увеличивается объем тела. Рассмотрим тело в виде куба с ребром l . Первоначальный его объем при 0°C будет $v_0 = l_0^3$. Очевидно, при температуре t объем тела будет равным $V = l_0^3(1 + \alpha t)^3$:

$$V \approx V_0(1 + 3\alpha t) = V_0(1 + \beta t). \quad (4)$$

Здесь, возводя $1 + \alpha t$ в куб, пренебрегаем членами, содержащими t^2 и t^3 , принимаем $\beta = 3\alpha$ – средний коэффициент объемного расширения. Истинный коэффициент объемного расширения равен:

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt}. \quad (5)$$

Для анизотропных кристаллов коэффициент объемного расширения β различен для разных направлений, поэтому при изменении температуры кристалл не остается подобен самому себе.

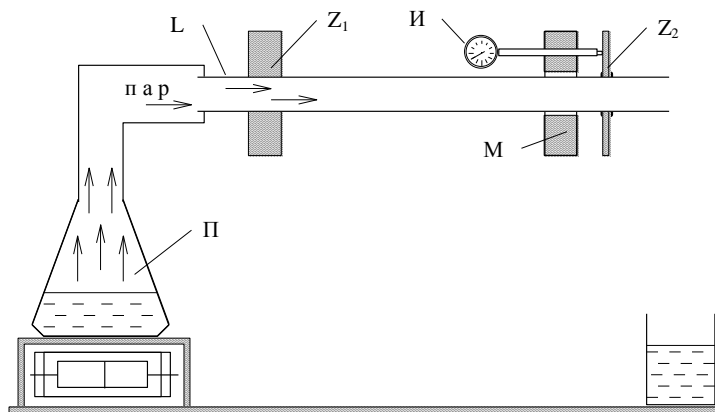


Рис. 1

Прибор состоит из длинной металлической трубы L . Один конец трубы закреплен жестко системой Z_1 , второй конец на скользящей опоре M . Пар образуется в парообразователе Π . При прохождении пара через трубу L она нагревается и удлиняется. Для фиксации удлинения на конце трубы приварена толстая пластина Z_2 , в которую упирается рычажок индикатора часового типа. Индикатор, высокочувствительный прибор, измеряет удлинение трубы Δl . Его цена деления $0,01\text{мм}$.

Порядок выполнения:

1. Ознакомьтесь с установкой. Под открытый конец трубки подставьте сосуд для стока воды, образующейся при конденсации пара.
2. Определите начальную длину трубы l_1 .
3. Включите нагревательную плитку, доведите воду в колбе до кипения.
4. После закипания воды, когда длина трубки перестанет изменяться, по индикатору определите максимальное изменение длины Δl .

5. Определите комнатную температуру t_2 , а температуру t_1 – по таблице 1 с учетом атмосферного давления.

6.

Таблица 1

Температура кипения воды при различных давлениях P , мм рт.ст.	t , °C	P , мм рт.ст.	t , °C	P , мм рт.ст.	t , °C
80	96,91	725	98,68	770	100,37
685	97,12	730	98,88	775	100,35
690	97,32	735	99,07	780	100,73
695	97,51	740	99,25	785	100,91
700	97,71	745	99,44	790	101,09
705	97,91	750	99,63	795	101,27
710	98,10	755	99,82	799	101,41
715	98,30	760	100,00		
720	98,49	765	100,18		

Запишите результаты в таблицу 2.

Таблица 2

l_1 , мм	Δl , мм	P_0 , мм. рт. ст.	t_1 , °C	t_2 , °C	α , K^{-1}

Вычислите значение α по формуле (2).

Перечень оборудования: прибор для определения коэффициента линейного расширения тел, нагреватель, индикатор удлинения

Вопросы для повторения:

1. Как объяснить с точки зрения молекулярно-кинетической теории тепловое расширение тел.
2. Почему в данной задаче первоначальная длина стержня l_1 измеряется с меньшей точностью, чем величина $\Delta l = l_2 - l_1$.

Лабораторная работа №7

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Цель работы:

Определить ЭДС и внутреннее сопротивление данного источника тока.

Основные понятия

Возникновение разности потенциалов на полюсах любого источника тока является результатом разделения в нем положительных и отрицательных зарядов. Это разделение происходит благодаря работе, совершаемой сторонними силами. Сторонние силы - силы, действующие против электрического поля и выполняющие работу за счет какой - либо энергии, подведенной извне.

ЭДС - электродвижущая сила - энергетическая характеристика источника тока, численно равная отношению работа сторонних сил $A_{ст}$ по переносу заряда q вдоль замкнутой цепи, к величине этого заряда:

$$\varepsilon = A_{ст}/q$$

Единицей измерения ЭДС в системе СИ является *вольт* (В). Электрическое сопротивление источника тока называется *внутренним сопротивлением* источника тока.

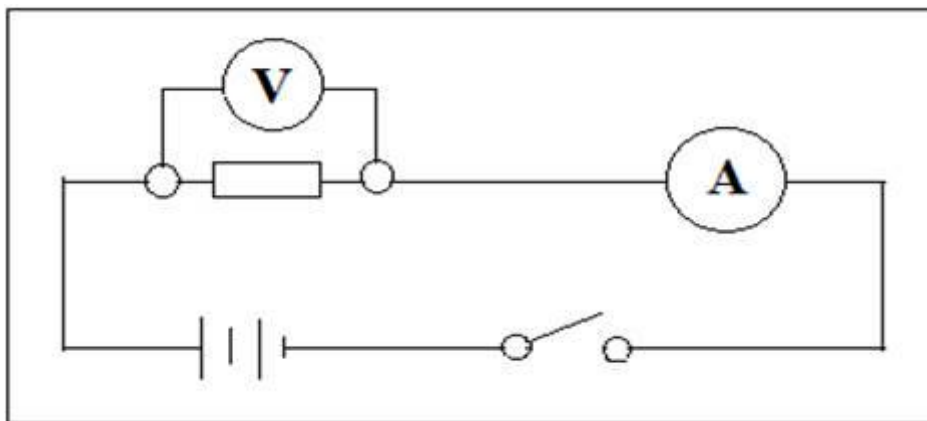
ЭДС является количественной характеристикой источника тока. Если цепь разомкнута, то работа сторонних сил превращается в потенциальную энергию источника тока. При замкнутой цепи эта потенциальная энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней цепи сопротивлением R и во внутренней части цепи с сопротивлением r , то есть

$$I = \varepsilon / (R + r)$$

Определение ε и r можно произвести опытным путем.

Порядок выполнения:

1. Собрать электрическую цепь, как показано на схеме.



2. Измерить ЭДС источника электрической энергии, замкнув его на вольтметр (схема).
3. Измерить силу тока и падение напряжения на заданном сопротивлении.
4. Вычислить внутреннее сопротивление по закону Ома для всей цепи.
5. Произвести опыты с другими сопротивлениями и вычислить внутреннее сопротивление элемента.
6. Вычислить среднее значение внутреннего сопротивления элемента.
7. Найти абсолютную и относительную погрешность.
8. Сформулировать вывод по работе.

Перечень оборудования: амперметр, источник тока, соединительные провода, ключ, вольтметр, реостат 6-10 Ом.

Вопросы для повторения:

1. Что называется ЭДС?
2. Единица измерения ЭДС?
3. Сформулируйте закон Ома для полной цепи.
4. Какая величина называется внутренним сопротивлением?

Лабораторная работа №8

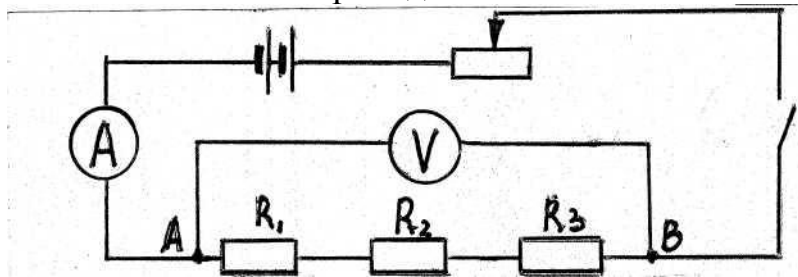
Исследование последовательного соединения резисторов

Цель работы:

Проверить справедливость законов последовательного соединения потребителей (по току, по напряжению, по сопротивлению, по соотношению напряжений и сопротивлений и по мощности).

Порядок выполнения:

1. Собрать цепь по схеме и показать преподавателю.



2. При помощи реостата установить на участке АВ определенное напряжение и силу тока в цепи. Результаты записать в таблицу: U_{AB} ; I .

3. Измерить величину падения напряжения на каждом участке в отдельности. Результаты записать в таблицу: U_1, U_2, U_3 .

4. Проверить соотношение: $U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3$.

5. Подсчитать общее сопротивление проводников, соединенных последовательно, по формуле $R_{общ} = U_{AB} / I$.

6. Проверить справедливость формулы: $R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3$.

7. Найти соотношение напряжений и сопротивлений на каждом участке:

$$U_1 / U_2 = , R_1 / R_2 = , U_2 / U_3 = , R_2 / R_3 = .$$

8. Подсчитать мощность тока в каждом проводнике и общую мощность во всей цепи

$$P_1 = U_1 \cdot I; P_2 = U_2 \cdot I; P_3 = U_3 \cdot I; P_{общ} = U \cdot I.$$

9. Проверить справедливость формулы: $P_{общ} = P_1 + P_2 + P_3$.

Сопротивление, Ом	$R_1 = 1 \text{ Ом}$	$R_2 = 2 \text{ Ом}$	$R_3 = 4 \text{ Ом}$	$R_{общ} = 7 \text{ Ом}$
Напряжение, В U_1, U_2, U_3, U_{AB}				
Ток, А I				
Мощность, Вт $P_1, P_2, P_3, P_{общ}$				

10. Сделать вывод по проделанной работе: а) по току; б) по напряжению; в) по сопротивлению; г) по соотношению U и R ; д) по мощности.

Перечень оборудования: гальванический элемент, амперметр, ключ, соединительные провода, набор проволочных сопротивлений, реостат, вольтметр.

Вопросы для повторения:

1. Что называют последовательным и параллельным соединением?

2. Сформулируйте и запишите закон Ома для участка цепи, не содержащего источника ЭДС и для полной цепи.

Лабораторная работа №9

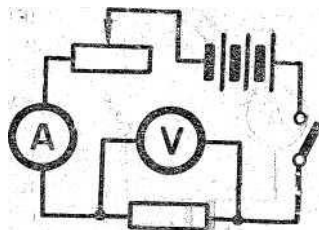
Изучение закона Ома для участка цепи

Цель работы:

1. Изучить зависимость силы тока от напряжения на данном участке цепи.
2. Изучить зависимость силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.

Порядок выполнения:

1. Собрать электрическую цепь по схеме:



2. Включить ток и при помощи реостата довести напряжение на зажимах проволочного сопротивления до 1 В, затем до 2 В и 3 В. Каждый раз при этом измеряют силу тока и результаты записывают в таблицу:

Таблица

Напряжение, В	1	2	3
Сила тока, I			

3. Из этих данных сделать вывод о том, что сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи.
4. Для выяснения зависимости силы тока от сопротивления проводника включить в цепь по той же схеме сначала проволочное сопротивление в 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата установить на концах участка каждый раз одно и то же напряжение. Измерить при этом силу тока в цепи и результаты записать в таблицу:

Таблица

Сопротивление участка, Ом	1	2	4
Сила тока, I			

5. Из этих данных сделать вывод о справедливости закона Ома для участка цепи.

Перечень оборудования: амперметр, вольтметр, батарея аккумуляторов, набор из трёх проволочных сопротивлений, реостат, выключатель, соединительные провода.

Вопросы для повторения:

1. Дать определение силы тока
2. Записать закон Ома для участка цепи и для полной цепи
3. Что такое сопротивление проводника?

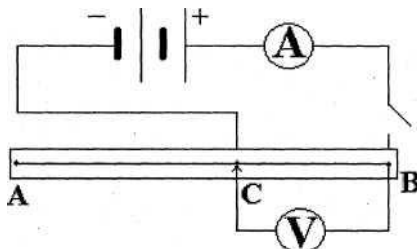
Лабораторная работа №10

Определение удельного сопротивления проводника

Цель работы:

Определить удельное сопротивление проводника и по табличным данным установить (ориентировочно) материал, из которого он изготовлен.

Порядок выполнения:



1. Составить электрическую цепь по схеме.
2. Определить площадь поперечного сечения проводника

$$S = \pi d^2 / 4$$

3. Установить контакт (С) на одном из делений реохорда, установленную длину l_1 занести в таблицу:

№ опыта	Напряжение U, В	Сила тока I, А	Длина l, м	Сопротивление R, Ом	Площадь S, мм ²	Удельное сопротивление ρ , Ом·мм ² /м	Абсолютная погрешность $\Delta \rho$, Ом·мм ² /м	Относительная погрешность δ

4. Замкнуть цепь, снять показания с амперметра и вольтметра.
5. Вычислить сопротивление участка (включенного) реохорда, согласно закону Ома:

$$R_1 = U / I$$

6. Передвинуть контакт (С) реохорда на другое деление, новую длину l_2 занести в таблицу. Снять показания с амперметра (I) и вольтметра U.

Перечень оборудования: источник питания, амперметр, вольтметр, ключ, реохорд, соединительные провода.

Вопросы для повторения:

1. От чего зависит сопротивление проводника?
2. Что называется удельным сопротивлением материала?
3. Единица измерения удельного сопротивления?
4. Что представляет собой реохорд?

Лабораторная работа №11

Определение электрохимического эквивалента меди

Цель работы:

Определить величину электрохимического эквивалента меди.

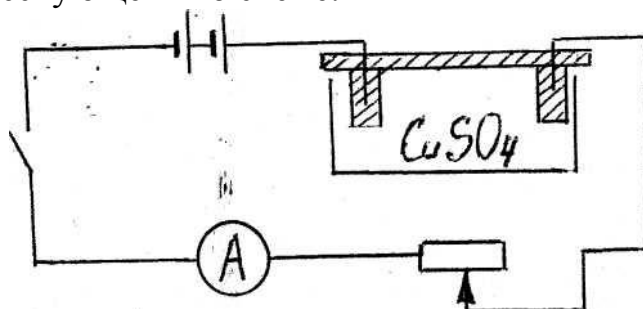
Основные понятия

Масса выделившихся ионов m прямо пропорциональна количеству перенесенного ионами электричества q или силе тока I и времени его прохождения

$t : m = K \cdot I \cdot t$. Коэффициент пропорциональности K является для каждого вещества величиной постоянной и называется электрохимическим эквивалентом вещества. Он показывает, какова масса вещества, выделяющегося на электроде при прохождении через электролит единицы количества электричества $[K] = \text{кг/Кл}$.

Порядок выполнения:

1. Составить электрическую цепь по схеме:



2. Замкнуть цепь и заметить время включения тока.
3. При помощи реостата в течение всей работы поддерживать постоянную величину силы тока в пределах от (0,5 до 1 А)
4. Через 15 - 20 мин. разомкнуть цепь.
5. Вынуть катодную пластинку, промыть и просушить ее.
6. Взвешиванием определить массу катода m_2 после пропускания тока с точностью до 0,01 г.
7. Найти массу меди m , выделившейся на катоде при электролизе, с точностью до 0,01 г.
8. По результатам измерений, пользуясь первым законом Фарадея для электролиза, вычислить электрохимический эквивалент меди K .
9. Результаты всех измерений и вычислений записать в таблицу:

№	Масса отложившейся меди на катоде m , кг	Время пропускания тока t , с	Величина силы тока I , А	Электрохимический эквивалент K , кг/Кл	Относительная погрешность ε , %

10. Определить абсолютную и относительную погрешности.
11. Сделать окончательную запись результата.
12. Из проделанной работы сделать вывод.

Перечень оборудования: весы с разновесом, амперметр, часы, источники тока, медные электроды, реостат, соединительные провода, сосуд с раствором медного купороса.

Вопросы для повторения:

1. Почему с повышением температуры сопротивление электролита уменьшается?
2. При пропускании через электролит тока 1.5 А за 5 мин на катоде выделилось 137 мг вещества. Какое это вещество?
3. Изменяется ли при электролизе концентрация раствора медного купороса, если анодом служит графит? Если анодом служит медь?

Лабораторная работа №12

Определение показателя преломления стекла

Цель работы: определить показатель преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки.

Основные понятия

Известно, что скорость света в веществе v всегда меньше скорости света в вакууме c .

Отношение скорости света в вакууме c к ее скорости в данной среде v называется абсолютным показателем преломления:

$$n = \frac{c}{v}$$

Словосочетание «абсолютный показатель преломления среды» часто заменяют «показатель преломления среды».

Законы преломления:

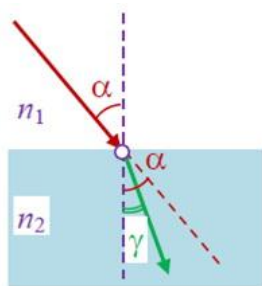
1. Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления γ есть величина постоянная для двух данных сред $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$

2. лучи, падающий и преломленный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границы раздела двух сред.

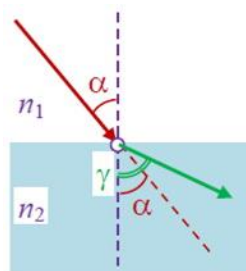
Для преломления выполняется принцип обратимости световых лучей: луч света, распространяющийся по пути преломленного луча, преломившись в точке O на границе раздела сред, распространяется дальше по пути падающего луча. Из закона преломления следует, что если вторая среда оптически более плотная через первая среда,

Из закона преломления следует, что если вторая среда оптически более плотная через первая среда, то $n_2 > n_1, \text{то } \alpha > \gamma, (\frac{n_2}{n_1} > 1 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} > 1)$ (рис.1)

если $n_2 < n_1, \text{то } \alpha < \gamma$ (рис. 2)



(рис. 1)



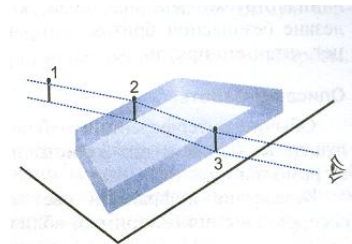
(рис. 2)

После прохождения через стеклянную плоскопараллельную пластинку луч света смещается, однако его направление остается прежним. Анализируя ход луча света, можно с помощью геометрических построений определить показатель преломления стекла $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$, где α и β - соответственно угол падения и угол преломления светового луча.

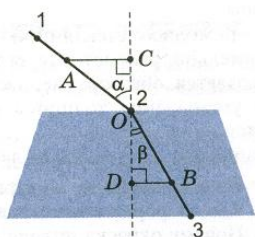
Порядок выполнения:

1. Положите на стол лист картона, а на него – стеклянную пластинку.
2. Воткните в картон по одну сторону пластинки две булавки – 1 и 2 так, чтобы булавка 2 касалась грани пластинки. Они будут отмечать направление падающего луча.

3. Глядя сквозь пластинку, воткните третью булавку так, чтобы смотреть сквозь пластинку, она закрывала первые две. При этом третья булавка тоже должна касаться пластины.



4. Уберите булавки, обведите пластину карандашом и в местах проколов листа картона булавками поставьте точки.
5. Начертите падающий луч 1-2, преломленный луч 2-3, а также перпендикуляр к границе пластинки.
6. Отметьте на лучах точки А и В такие, что $OA=OB$. Из точек А и В опустите перпендикуляры АС и ВD на перпендикуляр к границе пластинки.



7. Измерив АС и ВD, вычислите показатель преломления стекла, используя формулы:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \sin \alpha = \frac{AC}{OA}; \sin \beta = \frac{BD}{OB} = \frac{BD}{OA}; n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{AC}{BD}$$

8. Повторите опыт и расчеты, изменив угол падения

α .

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	АС, мм	ВD, мм	n

10. Сделайте вывод.

Перечень оборудования: плоскопараллельная пластинка, булавки, линейка, транспортир.

Вопросы для повторения:

1. Определите, на какой угол отклонится световой луч от своего первоначального направления при переходе из воздуха в воду, если угол падения $\alpha = 75^\circ$.
2. Физический смысл абсолютного показателя преломления.
3. Что такое явление полного внутреннего отражения?
4. Где используется явление полного внутреннего отражения?
5. В дно водоёма глубиной 1,5 м вбита свая, которая выступает из воды на 30 см. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения солнечных лучей 45° .

Лабораторная работа №13

Определение фокусного расстояния собирающей линзы

Цель работы:

Определить фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

Основные понятия

Получив с помощью линзы действительное изображение свечи на экране и измерив расстояние d от предмета до линзы и расстояние f от линзы до изображения, можно вычислить фокусное расстояние по формуле линзы $1/F = 1/d + 1/f$. Отсюда получаем

$$F = d \cdot f / (d + f); D = 1/F.$$

Порядок выполнения:

1. Для определения фокусного расстояния собирающей линзы установить на столе свечу, линзу и экран, расположив их вдоль одной прямой. Перемещая линзу и экран, найти такое их положение, при котором на экране получается резкое изображение пламени свечи. Измерить расстояния от пламени свечи до линзы и от линзы до экрана. Вычислить фокусное расстояние линзы.
2. Изменить расстояние от линзы до источника света. Перемещением экрана необходимо добиться получения резкого изображения пламени на экране. Повторить измерения и вычислить фокусное расстояние линзы.
3. Повернуть линзу к окну и получить на экране изображение далеких предметов за окном. Измерить расстояние от линзы до экрана и сравнить его с полученными ранее значениями фокусного расстояния линзы.
4. Все измеренные значения занести в таблицу:

№	d , м	f , м	F , м	$F_{\text{ср}}$, м	ε , %	$\Delta F_{\text{ср}}$, м	$D=1/F$, дптр

5. Сделать вывод о том, согласуются ли между собой результаты трех опытов по определению фокусного расстояния линзы.
6. Вычислить оптическую силу линзы.
7. Сделать геометрическое построение трех проведенных опытов. Охарактеризовать полученные изображения.

Перечень оборудования: линза, линейка, экран, свеча.

Вопросы для повторения:

1. Объясните смысл входящих величин в формулу тонкой линзы.
2. Чему равна скорость света и изменяется ли она при переходе света из одной среды в другую?
3. В чём состоит физический смысл абсолютного и относительного показателя преломления вещества?

Лабораторная работа №14

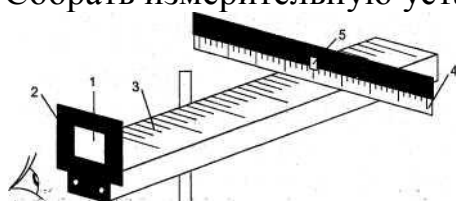
Измерение длины световой волны

Цель работы:

С использованием дифракционной решетки измерить длину волны красного и фиолетового света.

Порядок выполнения:

1. Собрать измерительную установку:



2. Установить экран на расстоянии 50 см от решетки. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установить ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.

3. Вычислить длину волны красного света в спектре 1-го порядка справа и слева от щели экране по формуле:

$$\lambda = db/ka,$$

где d – период дифракционной решетки, b – расстояние по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра, k – порядок спектра, a – расстояние, отсчитанное по линейке от решетки до экрана.

Определить среднее значение результатов измерения.

4. Прodelать то же для фиолетового света.

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

свет	расположение	d, м	k	b, м	a, м	λ , м	$\lambda_{\text{таб}}$, м
красный	слева						
красный	справа						
фиолетовый	слева						
фиолетовый	справа						

5. Сравнить полученные результаты с табличными значениями длин волн красного и фиолетового цвета.

Перечень оборудования: дифракционная решетка с периодом 1/100 мм, держатель, линейка, черный экран с узкой вертикальной щелью посередине.

Вопросы для повторения:

1. В чём состоит явление дифракции и когда дифракция наиболее заметно выражена?
2. Что такое дифракционная решетка и для чего подобные решетки используются?
3. Чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

Литература:

Основные источники:

1. Омельченко В.П., Антоненко Г.В., Физика / В. П. Омельченко, Г.В. Антоненко.- Ростов н/Д: «Феникс», 2005.- 318 с.
2. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский.- 14-е изд.- М. : Просвещение, 2005.- 366 с.
3. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев.- 12-е изд.- М. : Просвещение, 2004.- 366 с.

Дополнительные источники:

1. Иверонова В.И. Физический практикум.- М.: Физматгиз, 1962.- 956 с.
2. Фронтальные лабораторные занятия по физике. Пособие для учителей. Под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1969.- 168 с.

Электронные ресурсы:

1. Виртуальные лабораторные работы по физике.- [http:// www.all-fizika.com/](http://www.all-fizika.com/)
2. Онлайн лабораторные работы по физике.- [http:// barsic.spbu.ru/](http://barsic.spbu.ru/)