

Федеральное государственное образовательное бюджетное  
учреждение высшего образования  
**«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»**  
**(Финансовый университет)**

Красноярский филиал Финуниверситета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по  
учебно-методической работе  
Красноярского филиала  
Финуниверситета

Вергейчик О.С. Вергейчик  
« 04 » сентября 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебному предмету / дисциплине

**ОПБ.09 Физика**

---

(наименование учебного предмета/ дисциплины)

**38.02.03 Операционная деятельность в логистике**

---

(код, наименование специальности)

Красноярск – 2026 г.

Фонд оценочных средств по учебному предмету Физика разработан на основании федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 38.02.03 Операционная деятельность в логистике.

Составители:

Дядичкина Валерия Витальевна

Фонд оценочных средств по учебному предмету Физика рассмотрен и рекомендован к утверждению на заседании предметной (цикловой) комиссии общепрофессиональных дисциплин

---

Протокол от «04» сентября 2025 г. № 1

Председатель предметной (цикловой)  
комиссии

  
(подпись)

О.А. Полтавец  
(инициалы, фамилия)

1. Паспорт фонда оценочных средств по учебному предмету «Физика»  
38.02.03 Операционная деятельность в логистике.

Результаты обучения (знания, умения)	Общие и профессиональные компетенции	Наименование Раздела	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>Умения:</b> описывать и объяснять: физические явления: равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, передачу давления жидкостями и газами, плавание тел, диффузию, теплопроводность, конвекцию, излучение, испарение, конденсацию, кипение, плавление, кристаллизацию, электризацию тел, взаимодействие электрических зарядов, тепловое действие тока; физические явления и свойства тел: движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; 7 результаты экспериментов: независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа	ОК01; ОК02; ОК04; ОК05; ОК06; ОК07	Раздел 1. Механика	Устный опрос, Решение задач с профессиональной направленностью	Дифференцированный зачет
	ОК01; ОК02; ОК03; ОК04; ОК05; ОК06; ОК07	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	Устный опрос, Лабораторная работа, Решение задач профессиональной направленностью	
	ОК01; ОК02; ОК03; ОК04; ОК05; ОК06; ОК07	Раздел 3. Электродинамика	Устный опрос, Лабораторная работа, Решение задач профессиональной направленностью Контрольная работа	
	ОК01; ОК02; ОК04; ОК05; ОК07	Раздел 4. Колебания и волны	Устный опрос, Лабораторная работа, Решение задач профессиональной направленностью	
	ОК01; ОК02; ОК04; ОК05	Раздел 5. Оптика	Устный опрос, , Решение задач профессиональной направленностью	
	ОК01; ОК02; ОК04; ОК05; ОК07	Раздел 6. Квантовая физика	Устный опрос, Решение задач профессиональной направленностью	

<p>при его быстром сжатии и охлаждении при быстром расширении; повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде; броуновское движение; электризацию тел при их контакте; зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения; описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• приводить примеры практического применения физических знаний законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике;</li> <li>• определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле;</li> <li>• отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных;</li> <li>• приводить примеры, показывающие, что наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют</li> </ul>				
--	--	--	--	--

<p> проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления; • приводить примеры опытов, иллюстрирующих , что наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать еще неизвестные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и </p>				
--	--	--	--	--

<p>физические теории имеют свои определенные границы применимости; • измерять расстояние, промежутки времени, массу, силу, давление, температуру, влажность воздуха, силу тока, напряжение, электрическое сопротивление, работу и мощность электрического тока; скорость, ускорение свободного падения; плотность вещества, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, удельную теплоемкость вещества, удельную теплоту плавления льда, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока; представлять результаты измерений с учетом их погрешностей; • применять полученные знания для решения физических задач;</p> <p><b>Знания:</b> смысл понятий: физическое явление, физическая</p>				
---	--	--	--	--

<p> величина,  модель, гипотеза,  физический  закон, теория,  принцип,  постулат,  пространство,  время, вещество,  взаимодействие,  инерциальная  система отсчета,  материальная  точка, идеальный  газ,  электромагнитно  е поле; • смысл  физических  величин: путь,  перемещение,  скорость,  ускорение, масса,  плотность, сила,  давление,  импульс, работа,  мощность,  кинетическая  энергия,  потенциальная  энергия,  коэффициент  полезного  действия, момент  силы, период,  частота,  амплитуда  колебаний, длина  волны,  внутренняя  энергия, удельная  теплота  парообразования,  удельная теплота  плавления,  удельная теплота  сгорания,  температура,  абсолютная  температура,  средняя  кинетическая  энергия частиц  вещества,  количество  теплоты,  удельная  теплоемкость,  влажность </p>				
--	--	--	--	--

<p> воздуха,  электрический  заряд, сила  электрического  тока,  электрическое  напряжение,  электрическое  сопротивление,  работа и  мощность  электрического  тока,  напряженность  электрического  поля, разность  потенциалов,  емкость,  энергия  электрического  поля,  электродвижущая  сила; • смысл  физических  законов,  принципов,  постулатов:  принципы  суперпозиции и  относительности,  закон Паскаля,  закон Архимеда,  законы динамики  Ньютона, закон  всемирного  тяготения, закон  сохранения  импульса и  механической  энергии, закон  сохранения  энергии в  тепловых  процессах, закон  термодинамики,  закон сохранения  электрического  заряда, закон Ома  для участка  электрической  цепи, закон  Джоуля – Ленца,  закон Гука,  основное  уравнение  кинетической  теории газов, </p>				
---	--	--	--	--



уравнение состояния идеального газа, закон Кулона, закон Ома для полной цепи; основные положения изучаемых физических теорий и их роль в формировании научного мировоззрения				
--	--	--	--	--

## 1. Комплект оценочных средств

Пакет заданий для текущего контроля знаний и умений.

### Раздел 1. Механика

Текущий контроль: устный опрос.

1. Что изучает механика как раздел физики? Назовите её основные подразделы.
2. Что такое система отсчёта? Из каких элементов она состоит?
3. Чем отличается путь от перемещения? Приведите пример, когда путь больше перемещения.
4. Дайте определение скорости. Чем мгновенная скорость отличается от средней?
5. Что такое ускорение? Приведите пример движения с постоянным ускорением.
6. Сформулируйте первый закон Ньютона (закон инерции). Приведите пример его проявления в повседневной жизни.
7. Сформулируйте второй закон Ньютона. Как сила связана с массой и ускорением тела?
8. Сформулируйте третий закон Ньютона. Приведите два примера взаимодействия тел согласно этому закону.
9. Что такое масса тела? В чём её отличие от веса?
10. Что такое сила? Назовите три любые силы в механике, опишите их природу и направление действия.
11. Сформулируйте закон Гука. Для каких деформаций он справедлив?
12. Что такое сила трения? От чего зависит сила трения скольжения? Приведите примеры полезного и вредного проявления силы трения.
13. Расскажите о законе всемирного тяготения. Как зависит сила притяжения между телами от их массы и расстояния между ними?
14. Что такое импульс тела? Сформулируйте закон сохранения импульса и приведите пример его действия.

15. Дайте определение механической работы. В каких случаях работа силы равна нулю?

16. Что такое мощность? В каких единицах она измеряется? Приведите пример сравнения мощности разных устройств или механизмов.

17. Назовите два вида механической энергии. Чем они отличаются друг от друга? Приведите примеры тел, обладающих этими видами энергии.

18. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. В каких условиях он выполняется? Приведите пример перехода одного вида энергии в другой.

19. Что такое момент силы? Сформулируйте правило моментов для равновесия рычага. Приведите примеры использования рычагов в быту и технике.

20. Что такое архимедова сила? От чего она зависит? При каких условиях тело плавает, тонет или всплывает в жидкости?

### **Текущий контроль: Решение задач с профессиональной направленностью**

1. Свинцовая пуля, подлетев к преграде со скоростью  $v_1 = 200$  м/с, пробивает ее и вылетает из нее с некоторой скоростью. При этом пуля нагревается на  $75^\circ\text{C}$ . С какой скоростью пуля вылетела из преграды, если на ее нагревание пошло 65% выделившегося количества теплоты?
2. Стальной осколок, падая без начальной скорости с высоты 500 м, имел у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько градусов повысилась температура осколка за время полета, если считать, что вся потеря механической энергии пошла на нагревание осколка?
3. С высоты 2 м вертикально вниз бросают мяч. Абсолютно упруго отразившись от горизонтальной поверхности, мяч поднимается на высоту 4 м. С какой скоростью бросили мяч?
4. Свинцовая пуля, подлетев к преграде со скоростью  $v_1$ , пробивает ее и вылетает со скоростью  $v_2 = 100$  м/с. При этом пуля нагревается на  $75^\circ\text{C}$ . С какой скоростью пуля подлетела к преграде, если на ее нагревание пошло 65% выделившегося количества теплоты?
5. Металлический шар упал с высоты  $h = 26$  м на свинцовую пластину массой  $m_2 = 1$  кг и остановился. При этом пластина нагрелась на  $3,2^\circ\text{C}$ . Чему равна масса шара, если на нагревание пластины пошло 80% выделившегося при ударе количества теплоты?
6. Поезд, масса которого 4000 т, движущийся со скоростью 36 км/ч, начал торможение. За 1 минуту поезд проехал 510 м. Чему равна сила трения, действующая на поезд?
7. Тело массой 5 кг с помощью каната начинают равноускоренно поднимать вертикально вверх. На какую высоту был поднят груз за 3 с, если сила, действующая на канат, равна 63,3 Н?

8. Пуля массой 7 г, движущаяся со скоростью 650 м/с, пробивает доску толщиной 7 см. Какую скорость будет иметь пуля при вылете из доски, если средняя сила сопротивления, действующая на пулю в доске, равна 21 кН?
9. Какова потребляемая мощность электрического подъемника, если известно, что за 20 с он равномерно поднимает груз массой 150 кг на высоту 12 м? КПД электродвигателя подъемника равен 60%.
10. С какой высоты относительно поверхности земли нужно бросить шарик вертикально вниз со скоростью 20 м/с, чтобы после удара о землю он поднялся на высоту в три раза большую, если в процессе удара теряется 50% механической энергии шара? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Таблица ответов:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100 м/с	7,5 °C	6,3 м/с	200 м/с	2 кг	200 кН	12 м	50 м/с	1500 Вт	4 м

## Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

Текущий контроль: устный опрос.

1. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и приведите экспериментальные подтверждения каждого из них.
2. Что такое броуновское движение? Объясните его природу и значение для подтверждения МКТ.
3. Дайте определение количества вещества, молярной массы и числа Авогадро. Как они связаны между собой?
4. Опишите модель идеального газа. В каких условиях реальный газ можно считать идеальным?
5. Запишите и объясните основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Как оно связывает микро- и макропараметры?
6. Что такое температура с точки зрения МКТ? Как она связана со средней кинетической энергией молекул?
7. Запишите уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева–Клапейрона). Поясните смысл всех входящих в него величин.
8. Сформулируйте и запишите газовые законы (Бойля–Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Укажите условия их применимости.
9. Что такое изопроцессы? Перечислите их виды и изобразите соответствующие графики в различных координатах ( $pV$ ,  $pT$ ,  $VT$ ).
10. Дайте определение внутренней энергии тела. От чего она зависит для идеального газа?
11. Что такое теплопередача? Назовите и кратко охарактеризуйте её виды (теплопроводность, конвекция, излучение).

12. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите его математическое выражение для различных изопроцессов.

13. Что такое работа газа в термодинамике? Как её можно определить по графику процесса в координатах  $pV$ ?

14. Дайте определение теплоёмкости. Чем отличаются теплоёмкость тела и удельная теплоёмкость?

15. Что такое адиабатный процесс? Запишите уравнение Пуассона и опишите особенности адиабатного процесса.

16. Объясните принцип действия теплового двигателя. Запишите формулу для расчёта его КПД.

17. Сформулируйте второе начало термодинамики (две классические формулировки). Почему невозможен вечный двигатель второго рода?

18. Что такое насыщенный пар? Как зависят его давление и плотность от температуры?

19. Дайте определение влажности воздуха. Что такое абсолютная и относительная влажность? Как их измерить?

20. Опишите процессы плавления и кристаллизации. Что такое удельная теплота плавления? Как она учитывается в расчётах количества теплоты?

### **Текущий контроль: Решение задач с профессиональной направленностью**

1. Среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул разреженного газа уменьшили в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза. Чему равно отношение конечного давления к начальному?

2. Концентрацию молекул одноатомного идеального газа уменьшили в 5 раз. Одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. Чему равно отношение конечного давления к начальному?

3. Чему равно соотношение давлений в сосудах с кислородом и водородом  $p_K/p_B$ , если концентрации газов и среднеквадратичные скорости одинаковы?

4. При понижении абсолютной температуры идеального газа его средняя кинетическая энергия уменьшилась в два раза. Если начальная температура составляла 600 К, то чему будет равна температура газа при новых условиях?

5. При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Начальная температура газа 250 К. Какова конечная температура газа? (Ответ дайте в кельвинах.)

6. Идеальный газ находится в закрытом сосуде при нормальном атмосферном давлении. При неизменной концентрации молекул средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул уменьшается на 2%. Определите конечное давление газа. Ответ выразите в килопаскалях.

7. Конечная температура газа в некотором процессе равна 373 °С. В ходе этого процесса объем идеального газа увеличился в 2 раза, а давление не изменилось. Какова была начальная абсолютная температура газа в кельвинах?

8. При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа уменьшилась в 3 раза. Начальная температура газа 600 К. Какова конечная температура газа? Ответ дайте в кельвинах.

9. При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном

состояниях  $\frac{T_2}{T_1}$ .

10. В результате нагревания абсолютная температура аргона увеличилась с 175 К до 700 К. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Таблица ответов:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,25	0,4	16	300К	500К	98кПА	323К	200К	0,25	4

### **Текущий контроль: Лабораторная работа** **«Изучение одного из изопроцессов»**

Цель работы: экспериментальным путем проверить верность закона Бойля – Мариотта (доказать постоянство произведения  $PV$ )

#### **Ход работы (изотермический процесс)**

1. Запустить виртуальный стенд - <http://efizika.ru/html5/24/index.html>
2. Установить начальные параметры газа: давление  $P_0$ , температуру  $t_0$  и объем  $V_0$ .
3. Выбрать для исследования газ из пяти возможных: воздух, ацетилен, метан, аргон, углекислый газ.
4. Нажать на кнопку «Пуск» для начала нагревания газа.
5. При достижении кратных температур или давлений останавливать нагрев кнопкой «Пауза».
6. Снять показания установившегося объема газа  $V_i$  и давления  $P_i$  и найти произведение  $P_i V_i$ .
7. Продолжить нагрев, нажав на кнопку «Пуск».

8. Вновь останавливать нагрев кнопкой «Пауза».
9. Записать значения конечного объема  $V_i$  при увеличении давления  $P_i$ .
10. Найти произведение  $P_i V_i$  и убедиться в их примерном равенстве, т.е. в справедливости закона Бойля-Мариотта.
11. Определить оценку абсолютной и относительной погрешностей измерения.
12. Данные исследования занести в таблицу.

№, п/п	газ	$M$ , кг/моль (молярная масса)	$m$ , кг (масса газа)	Начальные показатели			
				$P_0$ , кПа (давление)	$V_0$ , м <sup>3</sup> (объем)	$t_0$ , °C (температура по Цельсию)	$T_0$ , К (температура Кельвина)
1							

Конечные показатели				$P_i V_i$ , кПа·м <sup>3</sup>	$P_0 V_0$ , кПа·м <sup>3</sup>
$P_i$ , кПа (давление)	$V_i$ , м <sup>3</sup> (объем)	$t_i$ , °C (температура по Цельсию)	$T_i$ , К (температура Кельвина)		
Среднее значение $P_i V_i$ , кПа·м <sup>3</sup>					

### **Текущий контроль: Лабораторная работа** **«Определение влажности воздуха»**

Цель работы: научиться определять абсолютную и относительную влажности воздуха.

Оборудование: сухой и влажный термометр(виртуальная лаборатория [https://uchebnik.mos.ru/app\\_player/442132?role=](https://uchebnik.mos.ru/app_player/442132?role=) ), справочные таблицы

### **КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ**

Процесс перехода жидкости в газообразное состояние называется парообразованием. Парообразование может происходить двумя путями:

- испарение (с поверхности жидкости при любой температуре);
- кипение (со всего объема жидкости при температуре кипения).

Пар – совокупность молекул, вылетающих из жидкости.

При испарении вырываются наиболее быстрые молекулы, средняя энергия оставшихся молекул уменьшается, уменьшая тем самым температуру жидкости.

$$Q = r \cdot m$$

Удельная теплота парообразования  $r$  – это количество теплоты, необходимое для получения пара из жидкости массой 1 кг. Для воды  $r = 2,52 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

Вследствие происходящего повсеместно в природе парообразования атмосферный воздух содержит водяной пар. Пар бывает насыщенным и ненасыщенным. Если количество вылетающих из жидкости молекул равно количеству возвращающихся в нее обратно, то такое состояние называется динамическим равновесием пара и жидкости, а пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется насыщенным паром. Концентрация молекул воды в нем и производимое им давление будут максимальными, но они будут зависеть от температуры. Чем выше температура, тем выше давление пара.

Таблица 1. Зависимость максимальной упругости водяного пара и его плотности от температуры.

$t$ , $^{\circ}\text{C}$	$E$ мм.рт.ст.	$\rho$ , $\text{г} / \text{м}^3$	$t$ , $^{\circ}\text{C}$	$E$ мм.рт.ст.	$\rho$ , $\text{г} / \text{м}^3$	$t$ , $^{\circ}\text{C}$	$E$ мм.рт.ст.	$\rho$ , $\text{г} / \text{м}^3$
0	4,579	4,84	10	9,209	9,4	20	17,535	17,3
1	4,9	5,2	11	9,844	10	21	18,65	18,3
2	5,294	5,6	12	10,518	10,7	22	19,827	19,4
3	5,7	6	13	11,231	11,4	23	21,068	20,6
4	6,101	6,4	14	11,987	12,1	24	22,377	21,8
5	6,5	6,8	15	12,78	12,8	25	23,756	23
6	7,013	7,3	16	13,634	13,6	26	25,209	24,4
7	7,5	7,8	17	14,53	14,5	27	26,739	25,8
8	8,045	8,3	18	15,477	15,4	28	28,349	27,2
9	8,6	8,8	19	16,477	16,3	29	30,043	28,7

Содержание водяного пара в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность воздуха - физическая величина, численно равная массе водяного пара, содержащегося в единице объема воздуха при данной температуре. Обычно абсолютную влажность выражают в  $\text{г} / \text{м}^3$  или мм рт. ст. Так как плотность пара и его давления пропорциональны абсолютной температуре, то часто абсолютную влажность называют упругостью (парциальным давлением).

Ощущение сухости или сырости воздуха связано не с абсолютной влажностью, а с относительной.

Относительная влажность воздуха - отношение абсолютной влажности к ее максимальному значению при данной температуре. Относительная влажность выражается в процентах.

$$f = \frac{\rho}{\rho_H} \cdot 100\%$$

Учитывая пропорциональную зависимость между плотностью и давлением

$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$ , относительную влажность воздуха можно определить по формуле:

$$f = \frac{p}{p_H} \cdot 100\% = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

Психометрическая таблица

Показания сухого термометр а, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
1	100	82	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
3	100	84	69	54	39	24	10	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
5	100	86	72	58	45	32	19	6	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
7	100	87	74	61	49	37	26	14	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26



22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Точка росы  $t$  – температура, при которой находящиеся в воздухе водяные пары становятся насыщенными, т.е. если понижать температуру воздуха, то при  $t$  данный пар будет насыщенным, а при дальнейшем понижении температуры выпадет роса.

Дефицит влажности - разность между упругостью насыщенного водяного пара  $E$  и упругостью водяного пара, фактически имеющегося в воздухе при той же температуре:

$$D = E - e$$

Влажность воздуха может быть определена многими способами. В нашей работе мы определяем ее при помощи стационарного психрометра Августа.

Сущность психрометрического определения влажности воздуха

#### Экспериментальная часть

Задание. Определение влажности.

1. Заполним таблицу:

Показания термометров		Упругость насыщенного пара	Относительная влажность воздуха
$t_c, ^\circ C$	$t_B, ^\circ C$	$E$ , мм. рт. ст.	$f$ , %

2. Вычислим абсолютную влажность по формуле:

$$e = \frac{f \cdot E}{100} = \quad \text{мм. рт. ст.}$$

3. По таблице упругости насыщенного пара определим точку росы:

$$\tau = \quad ^\circ C$$

4. Вычислим дефицит влажности по формуле:

$$D = E - e = \quad \text{мм. рт. ст.}$$

ВЫВОД: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Вопросы для защиты работы**

1. Дайте определение парообразования.
2. Назовите различия между кипением и испарением.
3. Дайте определение насыщенного пара, сформулируйте его свойства.
4. Дайте определение абсолютной влажности воздуха. Укажите единицы ее измерения.
5. Дайте определение относительной влажности воздуха. Укажите формулу для вычисления и единицы измерения.
6. Дайте определение точки росы. Укажите единицы измерения.
7. Назовите прибор, используемый для измерения влажности воздуха, и расскажите принцип его работы.
8. Укажите, какую роль играет влажность воздуха для хранения продуктов питания.

### **Раздел 3. Электродинамика** **Текущий контроль: Устный опрос**

1. Что такое электрический заряд? Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
2. Сформулируйте и запишите закон Кулона. Поясните все величины в формуле. В каких условиях он выполняется?
3. Дайте определение напряжённости электрического поля. Запишите формулу для напряжённости поля точечного заряда.
4. Что такое принцип суперпозиции электрических полей? Приведите пример его применения для системы из двух зарядов.
5. Что изображают линии напряжённости электростатического поля? Каковы их свойства? Нарисуйте линии напряжённости для: а) одиночного положительного заряда; б) двух разноимённых зарядов.
6. Что такое потенциал электростатического поля? Как связана разность потенциалов с работой сил поля по перемещению заряда?
7. Дайте определение напряжения. Как напряжение связано с разностью потенциалов?
8. Что такое электроёмкость проводника? От чего она зависит? Запишите формулу электроёмкости плоского конденсатора.
9. Как соединяются конденсаторы в батарею? Запишите формулы для расчёта общей ёмкости при параллельном и последовательном соединении.
10. Что такое диэлектрики? Чем отличаются полярные и неполярные диэлектрики? Объясните явление поляризации диэлектриков.
11. Дайте определение электрического тока. Назовите условия существования электрического тока. Что такое сила тока и плотность тока?

12. Сформулируйте закон Ома для участка цепи. Запишите его в дифференциальной и интегральной формах.

13. Что такое электродвижущая сила (ЭДС)? Чем она отличается от напряжения? Как измерить ЭДС источника тока?

14. Сформулируйте законы Кирхгофа. Примените их для расчёта простой электрической цепи с двумя узлами и тремя ветвями.

15. Дайте определение магнитного поля. Что такое вектор магнитной индукции? Как определить направление вектора  $B$  для прямого проводника с током?

16. Сформулируйте закон Ампера. Запишите формулу силы Ампера и объясните, как определить её направление.

17. Что такое сила Лоренца? Запишите формулу и объясните, как определить направление силы, действующей на заряженную частицу в магнитном поле.

18. Сформулируйте явление электромагнитной индукции. Запишите закон Фарадея и объясните правило Ленца.

19. Что такое самоиндукция? Запишите формулу ЭДС самоиндукции. Что характеризует индуктивность контура?

20. Что такое переменный ток? Запишите уравнения для мгновенных значений силы тока и напряжения в цепи переменного тока. Что такое действующее значение тока и напряжения?

### Текущий контроль: Решение задач с профессиональной направленностью

1. Электрик прокладывает медный провод сечением  $2,5 \text{ мм}^2$  длиной 50 м. Какое сопротивление будет иметь этот участок провода при комнатной температуре? Удельное сопротивление меди  $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

2. В автомобильной электрической цепи используется предохранитель на 15 А. Можно ли одновременно включить фары (500 Вт), обогреватель заднего стекла (120 Вт) и магнитола (60 Вт) при напряжении бортовой сети 12 В? Рассчитайте общий ток и сравните с номиналом предохранителя.

3. Техник обслуживает электромотор, потребляющий ток 8 А при напряжении 220 В. Определите мощность мотора и количество теплоты, выделяемое его обмоткой за 30 минут работы, если сопротивление обмотки составляет 2 Ом.

4. Инженер проектирует нагревательный элемент из нихромовой проволоки с сопротивлением 44 Ом. Какое напряжение необходимо подать на элемент, чтобы его мощность составила 1 кВт? Рассчитайте силу тока в цепи.

5. Электромонтёр проверяет цепь с тремя параллельно подключёнными резисторами:  $R_1=10\text{ Ом}$ ,  $R_2=20\text{ Ом}$ ,  $R_3=30\text{ Ом}$ . Общее напряжение в цепи 120 В. Найдите общую силу тока в неразветвлённой части цепи и ток через каждый резистор.

6. Техник настраивает колебательный контур радиоприёмника. Конденсатор имеет ёмкость 500 пФ. Какой индуктивности катушку нужно подобрать, чтобы контур резонировал на частоте 1 МГц? Используйте формулу Томсона:  $T=2\pi LC$ .

7. При ремонте бытовой техники мастер обнаружил, что нагревательный элемент чайника (мощность 2000 Вт) работает не на полную мощность. Измеренное напряжение в сети — 200 В вместо 220 В. Рассчитайте фактическую мощность чайника и процент потери мощности.

8. Техник диагностирует неисправность в цепи освещения теплицы. В цепи последовательно соединены 10 одинаковых ламп, каждая рассчитана на 24 В. Сеть имеет напряжение 220 В. Какое дополнительное сопротивление нужно включить в цепь, чтобы лампы работали в номинальном режиме? Рассчитайте мощность, рассеиваемую на этом сопротивлении.

1	2	3	4	5	6	7	8
0,34 Ом	53 А	1760 Вт. 115,2 кДж	$\approx 209,8$ В. $\approx 4,55$ А	22 А. Токи: $I_1=12$ А, $I_2=6$ А, $I_3=4$ А	$\approx 50,7$ мкГн	$\approx 1653,4$ Вт. $\approx 17,3\%$	$\approx 16$ Ом. $\approx 96$ Вт

### **Текущий контроль: Лабораторная работа** **«Определение электрической ёмкости конденсаторов»**

Цель работы: определить электроёмкость плоского конденсатора.

Оборудование: пластинки металлические (2 штуки); пластинка стеклянная; штангенциркуль; линейка.

#### Теоретическая часть

Физическая величина, характеризующая способность проводников накапливать электрический заряд, называется **электроёмкостью**.

$$C = \frac{q}{U} = \frac{S}{d}$$

Отношение заряда  $q$  одного из проводников к разности потенциалов между проводниками не зависит от заряда. Оно определяется геометрическими размерами проводников, их формой и взаимным расположением, а также электрическими свойствами окружающей среды.

Кроме того, ёмкость конденсатора зависит от свойств диэлектрика между пластинами. Так как диэлектрик ослабляет поле, то электроёмкость при наличии диэлектрика увеличивается:  $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$

где  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость диэлектрика. Единицей электроёмкости в СИ является фарад.

Конденсатор представляет собой два проводника, разделённые слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников. Под зарядом конденсатора понимают абсолютное значение заряда одной из обкладок. Для зарядки конденсатора нужно присоединить его обкладки к полюсам источника напряжения, например к полюсам батареи аккумуляторов.

Ход работы:

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Длина пластины, $a, \text{м}$	Ширина пластины, $b, \text{м}$	Площадь металлической пластины $S, \text{м}^2$	Толщина стеклянной пластины, $d, \text{м}$	Электроёмкость плоского конденсатора, $C, \text{пФ}$
0,09	0,06		0,001	477,9

2. Посмотрите, как выглядит конденсатор в собранном виде.

3. Измерьте длину  $a$  и ширину  $b$  металлической пластины линейкой.

4. Вычислите площадь металлической пластины ( $S = ab$ ).

5. С помощью штангенциркуля измерьте толщину стеклянной пластины.

6. Примите диэлектрическую проницаемость стекла равной 10 и вычислите электроёмкость плоского конденсатора.

7. Запишите **вывод** о проделанной работе.

8. Выполните **контрольное задание**:

1. Электроёмкость конденсатора, подключенного к источнику постоянного напряжения 1000 В, равна 5 пФ. Расстояние между его обкладками уменьшили в  $n = 2$  раза. Определите изменение заряда на обкладках конденсатора и энергии электрического поля.

### Текущий контроль: Лабораторная работа «Соединение конденсаторов»

Цель работы: измерение электроёмкостей двух конденсаторов; проверка закона последовательного и параллельного соединения конденсаторов.

Приборы и принадлежности: нуль - индикатор-мультиметр, источник переменного напряжения с частотой 5000 Гц, конденсатор с известной емкостью, два конденсатора с неизвестными емкостями, реохорд, соединительные провода, приборная стойка или виртуальная лаборатория([https://urok.1c.ru/library/physics/fizika\\_7\\_11\\_klassy/postoyannyu\\_tok/](https://urok.1c.ru/library/physics/fizika_7_11_klassy/postoyannyu_tok/))

## КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Для измерений электроемкости используется классическая мостовая схема, называемая *мостиком Соти*. Этот метод является одним из наиболее точных и поэтому часто используется в различных современных измерительных схемах. Мостик Соти для измерения ёмкости представляет собой мостик, собранный по схеме мостика Уитстона. Измерительный мост Уитстона иллюстрирует концепцию дифференциальных измерений, результаты которых могут быть очень точными. Различные его разновидности используются для измерения ёмкости, индуктивности, импеданса и других величин.

**Измерительный мост** (мост Уитстона, мостик Витстона) — устройство для измерения электрического сопротивления, предложенное в 1833 Самуэлем Хантером Кристи, и в 1843 году усовершенствованное Чарльзом Уитстоном. Мост Уитстона относится к одинарным мостам (в отличие от двойных мостов Томсона), и является электрическим аналогом рычажных аптекарских весов. Принцип измерения основан на взаимной компенсации сопротивлений двух звеньев, одно из которых включает измеряемое сопротивление. В качестве индикатора обычно используется чувствительный гальванометр, показания которого должны быть равны нулю в момент равновесия моста.

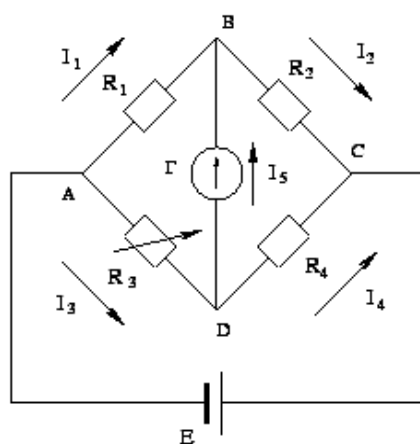


Рис. 1.

На рисунке 1 представлена схема одинарного моста Уитстона постоянного тока, в состав которой входят гальванометр (Г), источник питания (Е), измеряемое сопротивление  $R_1(R_x)$ , калибровочные установочные резисторы  $R_2, R_3, R_4$

Рассмотрим работу схему без участка BD. По участку ADC течет ток  $I_3 = I_4$  и вдоль него будет наблюдаться равномерное падение потенциала от величины  $\varphi_A$  в точке А до величины  $\varphi_C$  в точке С. В цепи ABC пойдет ток  $I_1 = I_2$  и будет наблюдаться падение потенциала от  $\varphi_A$  до  $\varphi_B$  (на сопротивлении  $R_1(R_x)$ ) и от  $\varphi_B$  до  $\varphi_C$  (на сопротивлении  $R_2$ ). Очевидно, что в точке В потенциал имеет промежуточное значение  $\varphi_E$  между значениями  $\varphi_A$  и  $\varphi_C$ . Поэтому на участке ADC всегда можно найти точку D, потенциал которой  $\varphi_D$  равен потенциалу  $\varphi_B$  в точке В:  $\varphi_D = \varphi_B$ . Если между точками В и D включен гальванометр Г, то в

этом случае ток через него не пойдет, так как разность потенциалов между этими точками равна нулю. Такое положение называется **равновесием моста**. Достичь его можно, подбирая величину сопротивления резистора  $R_3$  до тех пор, пока гальванометр  $\Gamma$  не покажет строгий ноль. В этом случае  $I_1 = I_2$ ,  $I_3 = I_4$ ,  $I_1 R_1 = I_3 R_3$ ,  $I_1 R_2 = I_3 R_4$ . Отсюда следует соотношение:

$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_4},$$

с помощью которого можно определить величину неизвестного сопротивления  $R_x$  по заданным значениям величины  $R_2$  и соотношения  $\frac{R_3}{R_4}$ .

В данной лабораторной работе вместо известного сопротивления  $R_2$  и неизвестного  $R_x$  включены известная ёмкость  $C_3$  и неизвестная  $C_x$ . Функции сопротивлений  $R_3$  и  $R_4$  выполняют участки струны реохорда.

**Реохорд** (Вольтагометр) — реостат, позволяющий проводить измерения электрического сопротивления мостовым методом Уитстона и определять электродвижущие силы в гальванических элементах компенсационным методом. Реохорд представляет собой однородный проводник в виде металлической проволоки или струны с подвижным контактом и градуированной шкалой. Перемещая контакт по струне, возможно достичь изменения величины тока или напряжения в цепи.

Первый реохорд был построен немецким физиком Иоганном Поггендорфом в 1841 году. Это была прямая калиброванная проволока длиной около метра, по которой скользил контакт, образующий два плеча. Против каждой точки реохорда было отмечено на линейке отношение его плеч. Несколькими годами позже академик Борис Якоби сконструировал схожий прибор, который был назван им **вольтагометром**. В отличие от реохорда Поггендорфа вольтагометр Якоби состоит из барабана и намотанной на него калиброванной проволоки. Вращая барабан, можно включить в цепь любую часть сопротивления, которая при этом может быть отсчитана по шкале. (В практике измерений Якоби затем усовершенствовал вольтагометр. Заметив, что сопротивление контакта между катящимся колесиком и проволокой не отличается постоянством, он устраивает в вольтагометре ртутные контакты. А позднее переходит на конструкцию ртутного вольтагометра, в котором сопротивлением является ртуть).

Схема простейшего моста Соти, реализованная в данной работе, показана на рис. 2.

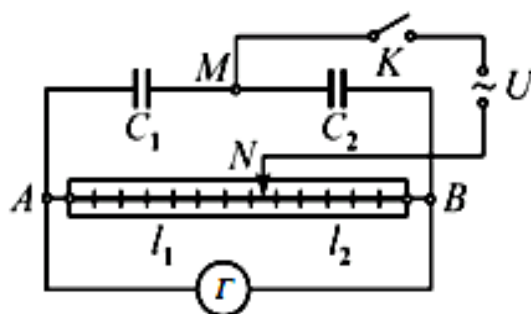


Рис. 2

Схема содержит конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$ , омические сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , мультиметр-индикатор, источник питания с частотой 5000 Гц для питания схемы. В качестве сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  используются сопротивления плеч реохорда, т.е. участки струны, натянутой вдоль шкалы, разделенной на миллиметры (см. рис. 2).

Обозначим  $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_M, \varphi_N$  – мгновенные значения потенциалов в точках  $A, B, M, N$ , соответственно. Пусть  $\Delta\varphi_1$  и  $\Delta\varphi_2$  – мгновенные значения напряжений на обкладках конденсаторов, а  $\Delta\varphi_{AN}$  и  $\Delta\varphi_{NB}$  – мгновенные значения напряжений на сопротивлениях  $R_1$  и  $R_2$ .

$$\Delta\varphi_1 = U_1 = \varphi_M - \varphi_A; \Delta\varphi_2 = U_2 = \varphi_M - \varphi_B. \quad (1)$$

Тогда

$$\Delta\varphi_{AN} = \varphi_A - \varphi_N; \Delta\varphi_{NB} = \varphi_B - \varphi_N. \quad (1a)$$

Так как в произвольные моменты времени потенциалы точек цепи  $M$  и  $N$  различны ( $\varphi_M \neq \varphi_N$ ), в ветвях  $MAN, MBN, A\Gamma B$  текут переменные токи. В общем случае, т.е. при любых произвольных  $R_1$  и  $R_2$  напряжения  $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_{AN}$  и  $\Delta\varphi_{NB}$  отличаются друг от друга, однако сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  можно подобрать так, что ток в диагонали моста  $B\Gamma A$  станет равным нулю. Это имеет место в том случае, когда потенциалы точек  $A$  и  $B$  окажутся одинаковыми. Тогда из (1) и (1a) вытекает, что

$$\left. \begin{aligned} \Delta\varphi_1 &= \Delta\varphi_2; \\ \Delta\varphi_{AN} &= \Delta\varphi_{NB}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Если ток в диагонали  $\Gamma TA$  равен нулю, то ток  $i_1 = \frac{\Delta\varphi_{AN}}{R_1}$  заряжает конденсатор  $C_1$ , а ток  $i_2 = \frac{\Delta\varphi_{NB}}{R_2}$  заряжает конденсатор  $C_2$ . На обкладках каждого из конденсаторов за время  $\Delta t$  накапливаются заряды  $\Delta q_1$  и  $\Delta q_2$ .

$$\left. \begin{aligned} \Delta q_1 &= \frac{\Delta\varphi_{AN}}{R_1} \Delta t; \\ \Delta q_2 &= \frac{\Delta\varphi_{NB}}{R_2} \Delta t. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Емкость проводника измеряется количеством электричества, которое необходимо сообщить проводнику, чтобы изменить его потенциал на единицу потенциала, следовательно, по определению,  $C = \frac{\Delta q}{\Delta \varphi}$  и поэтому емкости первого и второго конденсаторов, соответственно, определяются соотношениями:



$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{\Delta\varphi_{AN}}{R_1} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta\varphi_1}; \\ C_2 &= \frac{\Delta\varphi_{BN}}{R_2} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta\varphi_2}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Учитывая соотношения (2), из (4) получаем

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad (5)$$

Таким образом, если сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  подобраны так, что в ветви  $AGB$  тока нет, то между сопротивлениями  $R_1$ ,  $R_2$  и емкостями  $C_1$  и  $C_2$  существует связь, выраженная соотношением (5).

Сопротивления участков струны  $AN$  и  $NB$  соответственно равны  $R_1 = \rho \frac{l_1}{s}$  и  $R_2 = \rho \frac{l_2}{s}$ . Здесь  $\rho$  – удельное сопротивление струны;  $s$  – сечение струны;  $l_1$  и  $l_2$  – длины участков струны  $AN$  и  $NB$ . Подвижный контакт  $N$  скользит по струне и изменяет соотношение плеч. При произвольном положении контакта  $N$  в диагонали моста  $ATB$  течет ток и мультиметр-индикатор показывает напряжение, не равное нулю. Когда контакт приближается к положению, при котором ток, идущий через мультиметр-индикатор, становится исчезающе мал, мультиметр-индикатор покажет минимальное напряжение. При этом сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  оказались такими, что выполняется соотношение (5), следовательно,

$$C_1 \cdot l_1 = C_2 \cdot l_2. \quad (6)$$

Соотношение (6) и является расчетной формулой при измерении неизвестной электроемкости.

## МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ИЗМЕРЕНИЙ

1. Соберите цепь по схеме рис. 2. В качестве емкости  $C_1$  (левое плечо моста) включите неизвестную емкость  $C_{x1}$ , а в качестве емкости  $C_2$  (правое плечо) – конденсатор с точно измеренной известной емкостью, которую принимают за эталонную электроемкость  $C_э$ . Собранную схему считают схемой I.

2. Перемещайте контакт  $N$  вдоль струны реохорда и фиксируйте его положение  $l_1'$ , при котором мультиметр-индикатор покажет минимальное значение напряжения на самом чувствительном пределе измерения.

Опыт повторите три раза. Данные ( $l_1'$ ,  $l_1''$ ,  $l_1'''$ ) запишите в таблицу 1, в строку данных *Схема I*. В данной установке длина струны реохорда равна 100 см, следовательно,  $l_2 = 100 - l_{1cp}$  (см).

**Таблица 1**

		$l_1'$	$l_1''$	$l_1'''$	$l_{1cp}$	$l_2$	$C$
--	--	--------	---------	----------	-----------	-------	-----

Для $C_{x1}$	Схема I						
	Схема II						
Для $C_{x2}$	Схема I						
	Схема II						
Для $C_{x \text{ пар}}$	Схема I						
	Схема II						
Для $C_{x \text{ посл}}$	Схема I						
	Схема II						

3. В работе используются 2 конденсатора с неизвестными значениями емкостей:  $C_{x1}$  и  $C_{x2}$ . Их соединяют между собой – параллельно, а затем последовательно. Таким образом, получают дополнительно еще 2 конденсатора, емкости которых равны, соответственно,  $C_{x \text{ пар}}$  и  $C_{x \text{ посл}}$ .

Для получения данных, необходимых при определении емкости второго конденсатора ( $C_{x2}$ ), а также результирующих емкостей последовательного и параллельного соединения конденсаторов, опыт производят вновь, включив вместо  $C_1$  сначала конденсатор с неизвестной емкостью  $C_{x2}$ , а затем  $C_{x1}$  и  $C_{x2}$ , соединенные: а) последовательно; б) параллельно.

Расчет величины неизвестной емкости каждый раз производят по формуле

$$C_x l_1 = C_{\Sigma} l_2. \quad (7)$$

4. Вновь измерьте  $C_{x1}$ ,  $C_{x2}$ ,  $C_{x \text{ пар}}$  и  $C_{x \text{ посл}}$ , собрав цепь по схеме II, которая отличается от схемы I тем, что неизвестные емкости  $C_{x1}$ ,  $C_{x2}$ ,  $C_{x \text{ пар}}$  и  $C_{x \text{ посл}}$  поочередно включаются в цепь вместо конденсатора  $C_2$  (правое плечо моста), а эталонная емкость – вместо конденсатора  $C_1$  (левое плечо). Отсчет по шкале всегда производите слева направо, т.е. сначала определите  $l_1$ , а потом  $l_2$ . Индексы конденсаторов ставятся в том же порядке. При этом для измерений по схеме II из (6) получают расчетную формулу (8):

$$C_{\Sigma} l_1 = C_x l_2. \quad (8)$$

Данные опыта запишите в представленную выше таблицу в ячейки, соответствующие *Схеме II*. Измерения емкостей по схеме I и II необходимы, чтобы исключить ошибку из-за возможной неоднородности струны (например, различия в ее сечении).

## РАСЧЕТЫ

1. На основании данных таблицы 1 найдите средние значения неизвестных емкостей  $C_{x1}$  и  $C_{x2}$ , а также емкостей  $C_{x \text{ пар}}$ ,  $C_{x \text{ посл}}$ , которые образуются при параллельном и последовательном соединении конденсаторов. Данные занесите в таблицу 2.

**Таблица 2**

$C_{x1}$	$C_{x2}$	$C_{x \text{ пар}}$	$C_{x \text{ посл}}$

- Используя полученные значения емкости конденсаторов  $C_{x1}$  и  $C_{x2}$ , проверьте справедливость выполнения законов последовательного и параллельного соединений.
- Определите погрешность измерения одного из значений неизвестной емкости ( $C_{x1}$ ,  $C_{x2}$ ,  $C_{x \text{ пар}}$  или  $C_{x \text{ посл}}$ ), для любой схемы – схемы I или схемы II. При расчёте погрешность определения величины  $l_2$  примите равной погрешности измерения  $l_1$ .
- Оформите отчет, анализируя полученные результаты в соответствии с поставленной целью работы.
- Сделайте выводы.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- В чем состоит метод измерения по мостику Соти?
- При каких условиях по конденсатору не течет ток?
- Можно ли данным методом измерять сопротивления?
- Можно ли в схеме использовать источник постоянного тока?
- Какие требования предъявляются к реохорду моста?
- От каких параметров зависит точность определения мостового метода измерения электроемкостей?
- Какие требования предъявляют к эталонному конденсатору?
- Как влияют (не влияют) и почему соотношения между величинами эталонных и измеряемых конденсаторов на точность измерения? Можно ли измерять конденсаторы любых емкостей?
- От каких параметров зависит емкость проводника? Сделайте технический анализ.
- Как изменяется электроемкость от подключения к конденсатору другого конденсатора?
- Получите формулы расчета электроемкости при последовательном и параллельном подключении конденсаторов.
- Что такое чувствительность данного метода определения емкости? Вычислите ее.
- Почему в данной работе мостиковая схема питается переменным током?
- Что можете предложить для изготовления конденсатора большой и малой емкости?
- Почему в случае разбалансировки моста на экране осциллографа наблюдают синусоидальную кривую? От чего зависит амплитуда сигнала?
- Для более точного измерения рекомендуют периодически замыкать и размыкать электрическую схему цепи?
- Как зависит погрешность измерения емкости конденсатора от величины сопротивления между контактом движка реохорда и струной реохорда?

18. Как определить величину заряда, который накапливается на обкладках конденсатора?

19. Может ли мощность применяемого источника влиять на точность измерений емкости и почему?

20. От чего зависит технический размер конденсатора (т.е. его габариты)?

21. Найдите количественную связь между величиной сопротивления плеч реохорда и емкостью конденсаторов.

22. Как влияет точность изготовления струны на точность измерений? Что учитывается в первую очередь?

23. Предложите иную конструкцию мостика Соти. Можно ли убрать струну реохорда и сделать прибор более компактным?

24. От каких параметров конденсатора зависит максимальный заряд, который можно накопить на его обкладках?

25. Если заряженный конденсатор разряжают, то между его обкладками проскакивает искра. Перечислите все виды энергии, в которые превращается запасенная электрическая энергия.

### **Текущий контроль: Лабораторная работа**

#### **Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.**

Цель: научиться определять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.  
Оборудование: (из видео).

Ход работы

1. Собираем электрическую цепь по схеме.(начертить).

2. Измеряем величину силы тока протекающего по проводнику сопротивлением

$R_1 = 2,2 \text{ Ом}$ .  $I_1 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ А}$ .

3. Измеряем величину силы тока протекающего по проводнику сопротивлением  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ .  $I_2 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ А}$ .

4. Делаем расчет согласно Закона Ома для полной цепи (расписать).

5. Собираем электрическую цепь по схеме.(начертить).

6. Измеряем ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.  $r = \underline{\hspace{1cm}} \text{ Ом}$ .

7. Измеряем величину силы тока протекающего по проводнику. При напряжении  $U = 12 \text{ В}$ . Установив реостат в произвольное положение.  $I_3 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ А}$ .

8. Извлекаем реостат и с помощью омметра измеряем его сопротивление.  $R_p = \underline{\hspace{1cm}} \text{ Ом}$ .

9. Вернём реостат в цепь изменив положение ползунка. Фиксируем новое значение силы тока в цепи и измеряем сопротивление реостата.  $I_4 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ А}$ .  
 $R_p = \underline{\hspace{1cm}} \text{ Ом}$ .

10. По имеющимся данным вычисляем ЭДС источника и его внутреннее сопротивление.

$E = \underline{\hspace{1cm}} \text{ В}$ .  $r = \underline{\hspace{1cm}} \text{ Ом}$ .

Напишите Ваш вывод по работе.

По видео выполнить работу

([https://rutube.ru/video/368ca83d7855f15e9c34bb0bf5675b7e/?utm\\_source=embed&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=title&utm\\_content=368ca83d7855f15e9c34bb0bf5675b7e&utm\\_term=yastatic.net&t=5](https://rutube.ru/video/368ca83d7855f15e9c34bb0bf5675b7e/?utm_source=embed&utm_medium=referral&utm_campaign=title&utm_content=368ca83d7855f15e9c34bb0bf5675b7e&utm_term=yastatic.net&t=5)).

## **Текущий контроль: Лабораторная работа** **Изучение законов последовательного и параллельного соединений** **проводников**

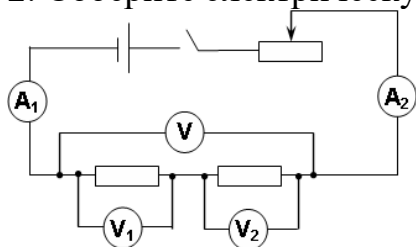
Цель: Проверка законов последовательного и параллельного соединения проводников.

Оборудование: Источник тока, 2 проволочных резисторов, реостат, 3 амперметра, 3 вольтметра, ключ, соединительные провода, компьютер, дискета или

[https://urok.1c.ru/library/physics/fizika\\_7\\_11\\_klassy/postoyanny\\_tok/](https://urok.1c.ru/library/physics/fizika_7_11_klassy/postoyanny_tok/)

Ход работы

1. Рассмотрите шкалы амперметра и вольтметра, определите, цену деления.
2. Соберите электрическую цепь по схеме



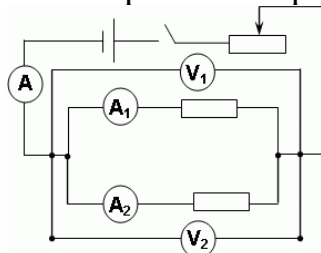
3. Снимите показания амперметров A1, A2
4. Снимите показания вольтметров V1, V2, V
5. Откройте Excel создайте таблицу для вычислений результатов и сделайте вывод

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	I1	I2	U1	U2	U	R1	R2	Робщ1	Робщ2
2									

Формулы для вычисления

$$U = U_1 + U_2; \quad R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_{общ1} = \frac{U}{I}; \quad R_{общ2} = R_1 + R_2$$

6. Соберите электрическую цепь представленную на рисунке



7. Снимите показания вольтметров V1, V2
8. Снимите показания амперметров A1, A2, A
9. Откройте Лист2 книги Excel, создайте таблицу для вычислений и сделайте вывод

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	I1	I2	I	U1	U2	U	R1	R2	Робщ1	Робщ2
2										

Формулы для вычислений

$$I = I_1 + I_2; \quad R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_{общ1} = \frac{U}{I}; \quad \frac{1}{R_{общ2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

6. Сохраните изменения и сдайте преподавателю.

### Текущий контроль: Лабораторная работа Исследование зависимости мощности лампы накаливания от напряжения на ее зажимах

Цель работы: установить зависимость мощности тока от напряжения.

### КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В электрической цепи происходит ряд превращений энергии. При упорядоченном движении заряженных частиц в проводнике электрическое поле совершает работу. Эту работу принято называть **работой тока**.

Согласно закону сохранения энергии эта работа должна быть равна изменению энергии данного участка цепи. Энергия, которая переносится током от источника и выделяется на участке цепи за время  $t$ , равна работе тока  $A$ .

Работа может быть определена по формуле

$$A = I \cdot U \cdot t = P \cdot t$$

Единица работы – 1 Дж (джоуль).

Любой электрический прибор (лампочка, электродвигатель) рассчитан на потребление определенной энергии в единицу времени. Поэтому наряду с работой тока очень важное значение имеет понятие **мощность тока**.

**Мощность** – это отношение работы электрического тока ко времени, за которое совершается работа

$$P = \frac{A}{t} = I \cdot U$$

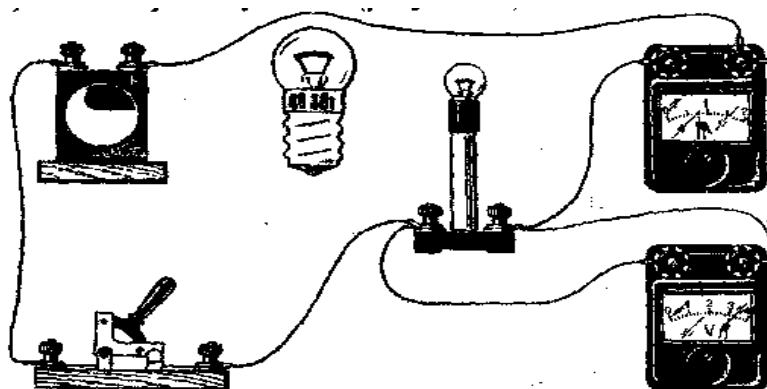
Единица мощности – 1 Вт (ватт).

На большинстве приборов показана потребляемая ими мощность.

Оборудование (запишите сами по схеме):

Порядок выполнения работы.

- 1 Определите цену деления и предел измерения амперметра  
 $C_A = \dots\dots\dots$        $I_{MAX} = \dots\dots\dots$
- 2 Определите цену деления и предел измерения вольтметра  
 $C_V = \dots\dots\dots$        $U_{MAX} = \dots\dots\dots$
3. Начертите схему электрической цепи, изображенной на рисунке.



4. Заполните таблицу значениями силы тока и напряжения.

$$I_1 = 2A$$

$$U_1 = 2V$$

$$I_2 = 1A$$

$$U_2 = 2V$$

$$I_3 = 0,5A$$

$$U_3 = 2V$$

$$I_4 = 0,5A$$

$$U_4 = 4V$$

$$I_5 = 1,5A$$

$$U_5 = 6V$$

Для каждого значения напряжения подсчитайте мощность электрического тока, потребляемую лампой, сопротивление нити накала лампы

$$P_1 = \dots\dots\dots$$

$$R_1 = \dots\dots\dots$$

$$P_2 = \dots\dots\dots$$

$$R_2 = \dots\dots\dots$$

$$P_3 = \dots\dots\dots$$

$$R_3 = \dots\dots\dots$$

$$P_4 = \dots\dots\dots$$

$$R_4 = \dots\dots\dots$$

$$P_5 = \dots\dots\dots$$

$$R_5 = \dots\dots\dots$$

5. Данные вычислений занесите в таблицу 7.

№ п/п	Напряжение	Сила тока	Мощность, потребляемая лампой	Работа тока	Сопротивление нити
	$U$	$I$	$P$	$A$	$R$
	$B$	$A$	$Bm$	$Дж$	$Ом$

1					
2					
3					
4					
5					

6. Установите зависимость мощности тока от напряжения.

7. Вычислите работу тока за 30 с.

$$A_1 = \dots\dots\dots$$

$$A_2 = \dots\dots\dots$$

$$A_3 = \dots\dots\dots$$

$$A_4 = \dots\dots\dots$$

$$A_5 = \dots\dots\dots$$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Какие способы определения мощности вам известны?
- 2 Как определить, на какой ток рассчитана лампа, по данным на цоколе (см. рисунок).
- 3 Лампы, 200-ваттная и 60-ваттная, рассчитаны на одно напряжение. Сопротивление какой лампы больше? Во сколько раз?
- 4 Почему в схеме вольтметр включен параллельно лампе, а амперметр последовательно с лампой?

### Текущий контроль: Лабораторная работа

#### Определение термического коэффициента сопротивления меди

Цель работы: определить среднее значение температурного коэффициента сопротивления меди.

Приборы и принадлежности: виртуальная интерактивная установка «Определение температурного коэффициента сопротивления металлов».  
<https://efizika.ru/html5/109/index.html>

## КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Характеристикой проводящих свойств материала проводника является удельное сопротивление, т.е. сопротивление проводника, имеющего поперечное сечение, равное единице площади, и длину, равную единице длины. Если проводник с удельным сопротивлением  $\rho$



имеет по всей длине  $l$  одинаковое сечение  $S$ , то его сопротивление может быть подсчитано по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

Удельное сопротивление проводника зависит в общем случае от многих факторов: температуры, механических деформаций, напряженности магнитного поля, в которое помещен проводник, и т.п. Эти зависимости широко используется в измерительной технике и автоматике.

Зависимость сопротивления от температуры в общем виде может быть выражена многочленом

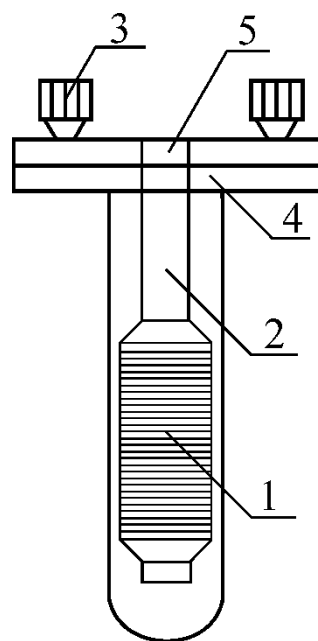
$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0) + \beta(t_i - t_0)^2 + \dots] \quad (2)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - средние значения температурных коэффициентов, определяемых опытным путем,  $R_{t_0}$  и  $R_{t_i}$  - сопротивления при начальной ( $t_0$ ) и конечной ( $t_i$ ) температурах. В небольших интервалах изменения температур часто бывает достаточным при расчете ограничиться двумя членами ряда формулы (2). В этом случае формула для определения сопротивления имеет вид:

$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0)] \quad (3)$$

Значения  $\alpha$  не являются постоянными и изменяются с изменением температуры, однако в некоторых температурных интервалах этот коэффициент можно характеризовать средним значением температурного коэффициента.

Применяемый в работе прибор для определения температурного коэффициента меди состоит из катушки 1. Катушка представляет собой картонный каркас 2, на который намотан медный провод с лаковой изоляцией. Концы провода выведены к зажимам 3, установленным на пластмассовой колодке 4. В этой колодке закреплена стеклянная пробирка, в которую вставлен каркас катушки. Сверху в колодке имеется отверстие 5 для термометра, измеряющего температуру катушки. Прибор помещают в сосуд с водой. В сосуде имеется электрическая спираль с выведенным вверх клеммами. Подсоединив электрическую спираль к источнику тока, нагревают воду в сосуде, периодически считывая показания термометра и измеряя омметром сопротивление катушки.



## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица

№ п/п	$t_0, \text{C}^\circ$	$R_{t_0}, \text{Ом}$	$t_i, \text{C}^\circ$	$R_{t_i}, \text{Ом}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$	$\bar{\alpha}, \text{град}^{-1}$

2. Залейте в сосуд воду на 2/3 высоты сосуда. **Внимание:** заливая воду в сосуд, примите меры к тому, чтобы вода не попала внутрь пробирки.

3. Вставьте в пробирку термометр.

4. Выждав некоторое время, пока выровняются температура воды и катушки прибора, запишите показания термометра  $t_0$ .

5. Измерьте мультиметром сопротивление катушки  $R_{t_0}$ , и запишите результаты в таблицу.

6. Подключите спираль к источнику тока и установите напряжение не более 24 В.

7. Следите за повышением температуры катушки. Когда температура катушки окажется кратной 10, т.е.  $t_i=30, 40, 50 \text{ C}^\circ$  измерьте сопротивление катушки. Результаты измерений запишите в таблицу.

8. Используя результаты первого опыта и трех последующих ( $t_i, R_i$ ), вычислите для каждого опыта значение температурного коэффициента сопротивления меди по формуле:

$$\alpha = \frac{R_{t_i} - R_{t_0}}{R_{t_i} \cdot \Delta t}$$

которая выведена из зависимости (3).

9. Найдите среднее значение температурного коэффициента сопротивления меди  $\bar{\alpha}$ .

10. Начертите график зависимости  $R$  от температуры  $t$  (в масштабе).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется температурным коэффициентом сопротивления?

2. Удельная проводимость проводника. Физический смысл, единицы измерения, от чего она зависит?

3. Какова зависимость сопротивления и удельного сопротивления проводника от температуры? Чем характеризуется эта зависимость?
4. Температурный коэффициент сопротивления. Что он характеризует, от чего он зависит. В каких единицах измеряется?
5. Как изменится сопротивление проводника с повышением температуры и почему? Математическое и графическое изображение этой зависимости.
6. Сравнить зависимость изменения сопротивления металлических проводников и электролитов от температуры. Объяснить физику явлений, порождающих эту зависимость.
7. Описать последовательность действий определения температурной зависимости сопротивления в ходе выполнения лабораторной работы.
8. Изменится ли температурный коэффициент сопротивления, если определять его по удельному сопротивлению, а не по измеряемому сопротивлению?
9. Зависит ли температурный коэффициент сопротивления от материала сопротивления. В чем физический смысл сопротивления проводника? От чего оно зависит?
10. Напишите и объясните математическую зависимость сопротивления от материала и размеров сопротивления.

**Текущий контроль: Контрольная работа**  
**«Электрическое поле. Законы постоянного тока»**

1. Как изменится сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними увеличить в 2 раза?
  - а) увеличится в 4 раза;
  - б) уменьшится в 4 раза;
  - в) увеличится в 2 раза;
  - г) уменьшится в 2 раза.
2. Единица измерения электрического напряжения:
  - а) Ампер (А);
  - б) Вольт (В);
  - в) Ом (Ом);
  - г) Кулон (Кл).
3. При последовательном соединении проводников общее сопротивление цепи:
  - а) равно сумме сопротивлений отдельных проводников;

- б) меньше наименьшего из сопротивлений;  
 в) равно среднему арифметическому сопротивлений;  
 г) не зависит от сопротивлений проводников.
4. Направление линий напряжённости электростатического поля совпадает с направлением силы, действующей на:
- а) нейтральный заряд;  
 б) отрицательный точечный заряд;  
 в) положительный точечный заряд;  
 г) направление не связано с зарядом.
5. Закон Ома для участка цепи записывается формулой:
- а)  $I=RU$ ;  
 б)  $U=I \cdot R$ ;  
 в)  $R=IU$ ;  
 г) все варианты верны.
6. Два точечных заряда  $q_1=2 \times 10^{-6}$  Кл и  $q_2=-4 \times 10^{-6}$  Кл находятся на расстоянии 0,3 м друг от друга. Найдите силу их взаимодействия. Постоянная закона Кулона  $k=9 \times 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>. Ответ дайте в ньютонах.
7. Определите напряжение на участке цепи, если при прохождении заряда 5 Кл была совершена работа 200 Дж. Ответ дайте в вольтах.
8. Три резистора с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=15$  Ом соединены последовательно. Общее напряжение в цепи 60 В. Найдите силу тока в цепи. Ответ дайте в амперах.
9. Конденсатор ёмкостью 10 мкФ заряжен до напряжения 100 В. Какой заряд находится на каждой обкладке конденсатора? Ответ дайте в кулонах.
10. Электрическая плитка при силе тока 5 А за 30 минут потребляет  $1,8 \times 10^6$  Дж энергии. Найдите сопротивление плитки. Ответ дайте в омах.

Таблица ответов:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б	б	а	в	г	0,8 Н	40 В	2 А	0,001 Кл	40 Ом

**Текущий контроль: Лабораторная работа**  
**«Движение заряженных частиц в магнитном поле»**

Цель работы:

Изучить свойства магнитного поля, создаваемого электрическим током в проводнике и катушке; исследовать зависимость характеристик магнитного поля от силы тока и геометрии проводника.

[https://urok.1c.ru/library/physics/fizika\\_7\\_11\\_klassy/magnitnoe\\_pole/magnitnoe\\_pole\\_toka/](https://urok.1c.ru/library/physics/fizika_7_11_klassy/magnitnoe_pole/magnitnoe_pole_toka/)

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

1. Соберите цепь: прямой проводник → источник тока → амперметр (последовательно).
2. Разместите компас рядом с проводником.
3. Установите силу тока  $I=1$  А.
4. Наблюдайте ориентацию стрелки компаса — направление линий магнитного поля.
5. Измените направление тока, повторите наблюдение.
6. Измерьте индукцию  $B$  на расстоянии  $r=5$  см от проводника при токах 1 А, 2 А, 3 А. Занесите данные в таблицу 1.

Таблица 1. Поле прямого проводника ( $r=5$  см)

$I, \text{А}$	$B, \text{мТл}$
1	
2	
3	

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как зависит индукция магнитного поля прямого проводника от расстояния до него?
2. Почему поле внутри катушки сильнее, чем вокруг прямого провода при том же токе?
3. Как определить направление линий магнитного поля с помощью правила правой руки?
4. Где в технике используют соленоиды? Приведите 2 примера

#### **Раздел 4. Колебания и волны** **Форма контроля: Устный опрос**

1. Что такое колебательное движение? Приведите два примера свободных колебаний.
2. Дайте определения периода и частоты колебаний. Как эти величины связаны между собой? Запишите формулу.
3. От чего зависит период колебаний математического маятника? Запишите соответствующую формулу и поясните входящие в неё величины.
4. Чем отличаются поперечные волны от продольных? Приведите по одному примеру каждого типа волн.
5. Что называется длиной волны? Запишите формулу, связывающую длину волны со скоростью её распространения и частотой.
6. Что такое резонанс? Опишите одно полезное и одно вредное проявление резонанса в технике или природе.
7. Что представляет собой колебательный контур? Какие превращения энергии происходят в нём при электромагнитных колебаниях?
8. Запишите формулу Томсона для периода свободных электромагнитных колебаний в контуре и назовите все входящие в неё параметры.
9. Перечислите основные диапазоны электромагнитных волн в порядке возрастания частоты (начиная с радиоволн).
10. Что такое звук? Каков диапазон частот звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом? Чем отличаются ультразвук и инфразвук от слышимого звука?

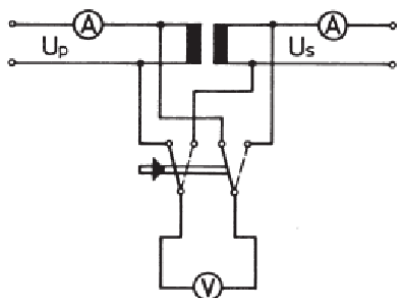
#### **Форма контроля: Лабораторная работа** **«Изучение работы трансформатора»**

**Цель работы:** исследование электромагнитной индукции и магнитного потока при помощи трансформатора, определение коэффициента трансформации, передаваемой мощности (без учета потерь), коэффициента полезного действия (КПД). <https://efizika.ru/html5/138/index.html>

#### **КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ**

Явление, изучаемое в работе: электромагнитная индукция.

### Схема установки:



### Основные определения

**Поток вектора магнитной индукции (магнитный поток)** – скалярная физическая величина, равная

$$\Phi = \int_S B_n dS$$

$$|\Phi| = B\delta$$

**Электромагнитная индукция** — явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него.

**Электродвижущая сила (ЭДС)** — физическая величина, характеризующая работу сторонних сил в источниках постоянного или переменного тока по перемещению единичного положительного заряда вдоль контура.

**Трансформатор** - это устройство, предназначенное для преобразования напряжения и силы переменного тока. Трансформатор может состоять из одной или нескольких изолированных проводочных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных, как правило, на сердечник из ферромагнитного материала.

**Коэффициентом трансформации** - называется отношение напряжения первичной обмотки к напряжению вторичной обмотки при холостом ходе трансформатора

$$K = \frac{U_1}{U_2}$$

### Законы и соотношения

**Закон электромагнитной индукции Фарадея:** э.д.с. электромагнитной индукции в контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром.

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$|\varepsilon_i| = B$$

Знак минус является математическим выражением правила Ленца – общего правила для нахождения направления индукционного тока.

**Правило Ленца:** индукционный ток в контуре имеет всегда такое направление, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызвавшего этот индукционный ток.

### Основные расчетные формулы

$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ ,  $K$  – коэффициент трансформации;  $U_1$  и  $U_2$  – напряжения на первичной и вторичной обмотках;  $N_1$  и  $N_2$  – количество витков на первичной и вторичной обмотках.

$P = U_2 I_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot U_1^2}{R_2}$ ,  $P$  – передаваемая мощность;  $R_2$  – сопротивление вторичной обмотки.

$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%$ ,  $\eta$  – коэффициент полезного действия;  $P_2$  и  $P_1$  – мощность первичной и вторичной обмоток нагруженного трансформатора;  $I_2$  и  $I_1$  – силы тока в обмотках.

### Формулы прямых погрешностей

$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta U}{U_1} + \frac{\Delta U}{U_2}$ ,  $\Delta K$  – косвенная погрешность коэффициента трансформации;  $\Delta U$  – прямая погрешность напряжения.

$\frac{\Delta P}{P} = \frac{2\Delta U}{U_1}$ ,  $\Delta P$  – косвенная погрешность передаваемой мощности;

$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\Delta I}{I_2} + \frac{\Delta U}{U_2} + \frac{\Delta I}{I_1} + \frac{\Delta U}{U_1}$ ,  $\Delta \eta$  – косвенная погрешность КПД;  $\Delta I$  – прямая погрешность силы тока.

### Формулы косвенных погрешностей

$$\sigma_P = \sqrt{(I_2 \cdot \Delta U)^2 + (U_2 \cdot \Delta I)^2}$$

$$\sigma_\eta = \sqrt{\left(\frac{U_2}{I_1 U_1} \cdot \Delta I\right)^2 + \left(\frac{I_2}{I_1 U_1} \cdot \Delta U\right)^2 + \left(\frac{I_2 U_2}{I_1 U_1^2} \cdot \Delta U\right)^2 + \left(\frac{I_2 U_2}{I_1^2 U_1} \cdot \Delta I\right)^2}$$



$$\sigma_K = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U_1}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{U_1^2} \cdot \Delta U\right)^2}$$

### Выполнение работы

**Таблица №1. Результаты измерений и вычислений коэффициента трансформации**

$U_{\text{блока питания}}, B$	$U_1, B$	$U_2, B$	$U_1/U_2$
2	1,9	1,1	1,7
4	3,8	2,4	1,6
6	5,9	3,7	1,6
8	8,0	5,0	1,6
10	10	6,0	1,7
$K_{cp} = 1,6$			

**Таблица №2. Результаты измерений и вычислений передаваемой мощности при нагрузке 5 Ом**

$U_{\text{блока питания}}, B$	$U_1, B$	$I_1, A \cdot 10^{-3}$	$U_2, B$	$I_2, A \cdot 10^{-3}$	$P, Bm$
2	1,9	13,2	0,8	19,4	0,015
4	3,8	26,2	1,9	39,3	0,075
6	5,9	38,6	2,9	59	0,171
8	8,0	51,6	3,9	79,2	0,309
10	10	63,1	4,7	97,1	0,456
$P_{cp} = 0,2$					

**Таблица №3. Результаты измерений и вычислений КПД трансформатора с нагрузкой 10 Ом**

$U_{\text{блока питания}}, B$	$U_1, B$	$I_1, A \cdot 10^{-3}$	$U_2, B$	$I_2, A \cdot 10^{-3}$	$\eta, \%$
2	1,8	7,5	0,8	9,6	56,9

4	3,8	14,3	1,9	19,2	67,1
6	5,9	23,0	3,2	33,0	77,8
8	8,0	30,6	4,4	44,5	79,9
10	10	38,2	5,3	55,4	76,9
$\eta_{cp} = 71,7$					

### Примеры вычислений

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{160}{100} = 1,6$$

$$K_{cp} = \sum K = 1,7 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,7 = 1,6$$

$$P = U_2 I_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot U_1^2}{R_2} = \frac{\left(\frac{160}{100}\right)^2 \cdot (1,9)^2}{5} = 1,85 \text{ Вт}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\% = \frac{0,0096 \cdot 0,8}{0,0075 \cdot 1,8} \cdot 100\% = 56,9\%$$

### Погрешности прямых измерений

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta U}{U_1} + \frac{\Delta U}{U_2} = \frac{0,005}{5,9} + \frac{0,005}{3,6} = 0,0022$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{2\Delta U}{U_1} = 0,0034$$

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\Delta I}{I_2} + \frac{\Delta U}{U_2} + \frac{\Delta I}{I_1} + \frac{\Delta U}{U_1} = \frac{0,005}{0,0385} + \frac{0,005}{3,6} + \frac{0,005}{0,0588} + \frac{0,005}{5,9} = 0,21$$

### Погрешности косвенных измерений

$$\sigma_P = \sqrt{(0,0385 \cdot 0,005)^2 + (3,6 \cdot 0,005)^2} = 0,018$$

$$\sigma_\eta = \sqrt{\left(\frac{3,6}{3,6 \cdot 5,9} \cdot 0,005\right)^2 + \left(\frac{0,0385}{0,0588 \cdot 3,6} \cdot 0,005\right)^2 + \left(\frac{0,0385 \cdot 0,0588}{0,0588 \cdot 5,9^2} \cdot 0,005\right)^2 + \left(\frac{0,0385 \cdot 3,6}{0,0588^2 \cdot 5,9} \cdot 0,005\right)^2} = 0,0014$$

$$\sigma_K = \sqrt{\left(\frac{0,005}{5,9}\right)^2 + \left(\frac{3,6}{5,9^2} \cdot 0,005\right)^2} = 0,007$$

**Напишите вывод.**

## **Раздел 5. Оптика**

### **Форма контроля: Устный опрос**

1. Что такое свет с точки зрения физики? Назовите основные теории, описывающие природу света.
2. Сформулируйте законы отражения света. Приведите пример их проявления в повседневной жизни.
3. В чём разница между зеркальным и диффузным отражением? Приведите по одному примеру для каждого типа.
4. Запишите и объясните формулу тонкой линзы. Что означают знак и «плюс» и «минус» перед величинами в этой формуле?
5. Что такое абсолютный и относительный показатели преломления? Как они связаны между собой? Запишите соответствующие формулы.
6. Сформулируйте закон преломления света. Изобразите схематически ход луча при переходе из воздуха в воду и обратно.
7. Что такое полное внутреннее отражение? При каких условиях оно возникает? Назовите одно практическое применение этого явления.
8. Чем отличаются собирающие и рассеивающие линзы? Постройте ход лучей для каждого типа линзы и опишите характеристики получаемого изображения.
9. Что такое дисперсия света? Объясните, почему призма разлагает белый свет в спектр. Приведите ещё один пример проявления дисперсии в природе.
10. Расскажите о явлении интерференции света. При каких условиях наблюдаются максимумы и минимумы интерференции? Приведите один пример использования интерференции на практике.

### **Форма контроля: Решение задач профессиональной направленностью**

1. Карандаш высотой 9 см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 50 см от линзы. Оптическая сила линзы 5 дптр. Чему равна высота изображения карандаша? Ответ приведите в метрах.
2. На дифракционную решетку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. При какой максимальной длине волны можно наблюдать 19 дифракционных максимумов? Ответ приведите в нанометрах и округлите до целого числа.
3. Предмет расположен на расстоянии 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми? Ответ приведите в сантиметрах.

4. Коллекционер разглядывает при помощи лупы элемент марки и видит его мнимое изображение, увеличенное в 5 раз. Рассматриваемый элемент расположен на расстоянии 8 мм от лупы. На каком расстоянии от линзы находится его изображение? Ответ приведите в миллиметрах.
5. Линза с фокусным расстоянием  $F = 0,1$  м дает на экране изображение предмета, увеличенное в 6 раз. Каково расстояние от линзы до изображения? Ответ приведите в метрах
6. Линза с фокусным расстоянием  $F = 0,2$  м дает на экране изображение предмета, увеличенное в 8 раз. Каково расстояние от предмета до линзы? Ответ приведите в сантиметрах.
7. Линза с фокусным расстоянием  $F = 1$  м дает на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы? Ответ приведите в метрах
8. На дифракционную решетку с периодом 1,2 мкм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?
9. Дифракционная решетка с периодом 10–5 м расположена параллельно экрану на расстоянии 0,75 м от него. На решетку по нормали к ней падает пучок света с длиной волны 0,4 мкм. Максимум какого порядка будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины? Считать  $\sin \alpha \approx \tan \alpha$ .
10. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Фокусное расстояние линзы равно 30 см. Изображение предмета действительное, а увеличение составило  $k = 3$ . Найдите расстояние от предмета до линзы. Ответ приведите в сантиметрах.

Таблица ответов:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,06 м	444 нм	12 см	40 мм	0,7 м	22,5 см	1,25 м	2	1	40 см

## **Раздел 6. Квантовая физика**

### **Форма контроля: Устный опрос**

1. Что такое корпускулярно-волновой дуализм? Приведите два примера явлений, которые демонстрируют волновые свойства частиц, и два — корпускулярные свойства волн.
2. В чём суть явления фотоэффекта? Почему классическая волновая теория света не могла его объяснить и как квантовая теория решила эту проблему?
3. Расскажите о концепции фотона. Какими ключевыми свойствами обладает фотон и чем он принципиально отличается от классических частиц?
4. Опишите, как развивались представления об устройстве атома: от модели Томсона к модели Резерфорда. В чём состояли основные недостатки планетарной модели атома и как теория Бора их преодолела?

5. Что подразумевается под «волнами материи» в квантовой физике? Как идея де Бройля изменила представление о природе частиц?
6. Объясните суть принципа неопределённости Гейзенберга простыми словами. Как этот принцип влияет на наше понимание поведения микрочастиц и возможность их точного измерения?
7. Почему спектры излучения атомов имеют линейчатый характер? Как переходы электронов между энергетическими уровнями связаны с излучением или поглощением света?
8. Что такое индуцированное излучение? Чем оно отличается от спонтанного излучения? На основе какого физического процесса работают лазеры и какие свойства лазерного излучения делают его уникальным?
9. Расскажите о явлении радиоактивности. Какие типы радиоактивного излучения существуют и чем они различаются по своей природе и проникающей способности? Что такое период полураспада и что он показывает о свойствах радиоактивного вещества?
10. Как квантовая теория объясняет световое давление? В чём ключевое отличие квантового объяснения от классического? Какое практическое значение имеет понимание этого явления?

### **Форма контроля: Решение задач профессиональной направленностью**

1. Наше Солнце теряет за счет излучения света массу, примерно равную  $1,39 \cdot 10^5$  миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Марса, то есть среднюю энергию, попадающую за 1 секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Марса вне его атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Марса в 1,52 раза больше среднего радиуса орбиты Земли, который составляет около 150 миллионов километров. Ответ выразите в  $\text{кВт/м}^2$ .
2. Мощность излучения лазерной указки с длиной волны  $\lambda = 600 \text{ нм}$  равна  $P = 2 \text{ мВт}$ . Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.
3. Мощность излучения лазерной указки с длиной волны  $\lambda = 500 \text{ нм}$  равна  $P = 1 \text{ мВт}$ . Определите время, за которое лазерная указка излучает  $N = 5 \cdot 10^{15}$  фотонов.
4. Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за  $t = 5 \text{ с}$ ,  $N = 6 \cdot 10^{16}$ . Длина волны излучения указки равна  $\lambda = 600 \text{ нм}$ . Определите мощность  $P$  излучения указки.
5. Лазер испускает световой импульс с энергией  $W = 3 \text{ Дж}$  и длительностью  $\tau = 10 \text{ нс}$ . Свет от лазера падает перпендикулярно на плоское зеркало площадью  $S = 10 \text{ см}^2$ . Какое среднее давление окажет свет на зеркало?

Таблица ответов:

1	2	3	4	5
$C \approx 0,6 \text{ кВт/м}^2$ .	$6 \cdot 10^{15}$ фотонов.	2 с	4 мВт	$P = 2 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .

## 2. Вопросы и задание для промежуточной аттестации

### **Перечень вопросов и задач для подготовки обучающихся к дифференцированному зачету по дисциплине Физика.**

#### **Вопросы для подготовки:**

1. Что такое материальная точка? Приведите примеры ситуаций, когда тело можно считать материальной точкой.
2. Дайте определение равномерного прямолинейного движения. Запишите уравнение движения.
3. Что характеризует ускорение? В каких единицах оно измеряется?
4. Сформулируйте первый закон Ньютона. Приведите примеры его проявления.
5. Запишите и объясните второй закон Ньютона.
6. В чём суть третьего закона Ньютона? Приведите примеры пар сил действия и противодействия.
7. Что такое сила трения? Какие виды трения вы знаете?
8. Дайте определение импульса тела. Сформулируйте закон сохранения импульса.
9. Что такое механическая работа? Как она вычисляется?
10. Дайте определение мощности. В каких единицах она измеряется?
11. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).
12. Что такое температура с точки зрения МКТ?
13. Запишите уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева–Клапейрона).
14. Что такое изопроцессы? Перечислите их виды.
15. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите его для различных изопроцессов.
16. Что такое внутренняя энергия системы? От чего она зависит?
17. Дайте определение теплоёмкости. Чем отличаются удельная и молярная теплоёмкости?
18. Что такое КПД теплового двигателя? Как он вычисляется?
19. Сформулируйте второй закон термодинамики (по Клаузиусу и Кельвину).
20. Что такое относительная влажность воздуха? Как её измеряют?
21. Сформулируйте закон Кулона. Запишите его математическое выражение.
22. Что такое напряжённость электрического поля? Как она определяется?
23. Дайте определение потенциала электрического поля. Что такое разность потенциалов?
24. Запишите закон Ома для участка цепи и для полной цепи.
25. Что такое сопротивление проводника? От чего оно зависит?

26. Сформулируйте правила Кирхгофа для разветвлённых электрических цепей.
27. Что такое магнитное поле? Как оно создаётся?
28. Запишите выражения для силы Ампера и силы Лоренца. В чём их отличие?
29. Сформулируйте закон электромагнитной индукции Фарадея.
30. Что такое самоиндукция? Запишите формулу для ЭДС самоиндукции.

**Задачи для подготовки:**

1. Тело движется равномерно со скоростью 5 м/с. Какой путь оно пройдёт за 20 с?
2. Автомобиль разгоняется с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Какую скорость он приобретёт через 10 с, если начальная скорость была 0?
3. На тело массой 5 кг действует сила 20 Н. Найдите ускорение тела.
4. Камень бросают вертикально вверх со скоростью 20 м/с. На какую максимальную высоту он поднимется? Сопротивлением воздуха пренебречь,  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.
5. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. Найдите его импульс.
6. Какую работу совершает сила 10 Н, перемещая тело на 5 м в направлении действия силы?
7. Газ находится при температуре 300 К и давлении 105 Па. Какой объём он займёт при температуре 600 К, если давление остаётся постоянным?
8. Какое количество теплоты потребуется для нагревания 2 кг воды от 20°С до 100°С? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°С).
9. Тепловая машина получает от нагревателя 500 Дж теплоты и отдаёт холодильнику 300 Дж. Найдите КПД машины.
10. Два точечных заряда  $q_1=2 \times 10^{-6}$  Кл и  $q_2=4 \times 10^{-6}$  Кл находятся на расстоянии 0,2 м. Найдите силу их взаимодействия. Электрическая постоянная  $k=9 \times 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.
11. Напряжение на участке цепи 12 В, сила тока 3 А. Найдите сопротивление участка.
12. Проводник длиной 0,5 м с током 2 А находится в магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Найдите силу Ампера, действующую на проводник, если он расположен перпендикулярно линиям поля.
13. Конденсатор ёмкостью 10 мкФ заряжен до напряжения 100 В. Найдите заряд конденсатора.
14. Катушка с индуктивностью 0,1 Гн подключена к источнику тока. Сила тока в ней равномерно изменяется от 0 до 2 А за 0,5 с. Найдите ЭДС самоиндукции.
15. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом 30°. Показатель преломления первой среды  $n_1=1,5$ , второй  $n_2=1,3$ . Найдите угол преломления.

Таблица с ответами:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10 0 м	20 м/ с	4 м/ с <sup>2</sup>	20 м	6 кг·м /с	50 Д ж	$V_2$ =2 $V_1$	672 кД ж	40 %	1, 8 Н	4 О м	0, 4 Н	10-3 Кл	0,4 В	$\approx 35$ °

### ***Критерии оценки результатов освоения учебного предмета***

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся показывает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения; правильно выполняет чертежи, схемы и графики; строит ответ по собственному плану, сопровождает рассказовыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий; правильно решил задачу; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов.

Оценка «4» - если ответ ученика удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку «5», но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других предметов; если учащийся допустил одну ошибку или не более двух недочётов при решении задачи и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью учителя.

Оценка «3» ставится, если учащийся правильно понимает физическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса физики, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач, требующих преобразования некоторых формул; при решении задачи допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более двух трёх негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трёх недочётов; допустил четыре или пять недочётов.



Оценка «2» ставится, если учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочётов, чем необходимо для оценки «3».

### ***Перечень ошибок***

#### **Грубые ошибки**

1. Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц измерения.
2. Неумение выделить в ответе главное.
3. Неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений.
4. Неумение читать и строить графики и принципиальные схемы.
5. Неумение подготовить к работе установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчёты, или использовать полученные данные для выводов.
6. Небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.
7. Неумение определить показание измерительного прибора.
8. Нарушение требований правил безопасного труда при выполнении эксперимента.

#### **Негрубые ошибки**

1. Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия, ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта или измерений.
2. Ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточности чертежей, графиков, схем.
3. Пропуск или неточное написание наименований единиц физических величин.
4. Нерациональный выбор хода решения.

#### **Недочёты**

1. Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приёмы в вычислении, преобразовании и решении задач.
2. Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
3. Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
4. Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
5. Орфографические и пунктуационные ошибки.