

Краевое государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Лазовский колледж технологий и туризма»

УТВЕРЖДАЮ  
заместитель директора по УПР  
\_\_\_\_\_ М.В. Михайлова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Фонд оценочных средств**

**ОПП.02 ФИЗИКА**

**общеобразовательного цикла  
программы подготовки  
квалифицированных рабочих, служащих  
по профессии**

**23.01.17. «Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей»**

**Лазо, 2023**

## **Фонд оценочных средств**

### **I Паспорт комплекта фондов оценочных средств**

#### **1 Область применения**

Комплект **фондов оценочных средств** (ФОС) предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины физика входящего в состав, профессиональной образовательной программы. Объем часов на аудиторную нагрузку 170.

#### **2 Объекты оценивания**

Комплект ФОС позволяет оценить следующие результаты освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС специальностям и рабочей программой дисциплины физика

##### **уметь:**

- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: механического движения; движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электрического поля; постоянного электрического тока;
- отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.

##### **знать:**

- смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество. Взаимодействие, электромагнитное поле, атом, электрон.
- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс. Работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд; электрическое поле; электрический ток.
- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики,

электродинамики; вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики.

### **3 Формы контроля и оценки результатов освоения**

Контроль и оценка результатов освоения – это выявление, измерение, оценивание знаний, умений формирующихся общих и профессиональных компетенций в рамках освоения учебной дисциплины

В соответствии с учебным планом специальностям и рабочей программой предусматривается текущий и итоговый контроль результатов освоения.

#### **3.1 Формы текущего контроля**

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении курса обучения.

Текущий контроль результатов освоения дисциплины в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

- выполнение и защита практических работ,
- проверка выполнения самостоятельной работы студентов,
- проверка выполнения контрольных работ.

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, решение задач, тестирование по темам отдельных занятий.

#### **Проверка выполнения контрольных работ**

Контрольная работа проводится с целью контроля усвоенных умений и знаний и последующего анализа типичных ошибок и затруднений студентов в конце изучения темы или раздела. Согласно календарно-тематическому плану УД предусмотрено проведение следующих контрольных работ:

- Контрольная работа № 1 по теме «Механика».
- Контрольная работа № 2 по теме «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы».
- Контрольная работа № 3 по теме «Основы термодинамики».
- Контрольная работа № 4. по теме «Законы постоянного тока».
- Контрольная работа № 5 по теме «Электромагнитная индукция».
- Контрольная работа № 6 по теме «Колебания».
- Контрольная работа № 7 по теме «Линзы».

#### **3.2 Форма промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине физика – экзамен, спецификация которого содержится в комплекте ФОС.

- Студенты допускаются к сдаче экзамена при выполнении всех видов самостоятельной работы, практических и контрольной работ, предусмотренных рабочей программой и календарно-тематическим планом.
- При условии своевременного и качественного выполнения студентом всех видов работ, предусмотренных рабочей программой.

#### **4. Система оценивания комплекта ФОС текущего контроля и промежуточной аттестации**

Система оценивания каждого вида работ описана в соответствующих методических рекомендациях и в спецификации к контрольным работам и итоговой аттестации.

При оценивании практической и самостоятельной работы студента учитывается следующее:

- - качество выполнения практической части работы;
- - качество оформления отчета по работе;
- - качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Каждый вид работы оценивается по пяти бальной шкале.

- «5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа.
- «4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
- «3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.
- «2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

5.2 Итоговая оценка за контрольную работу определяется как средний балл по всем заданиям.

#### **6. Время выполнения письменной контрольной работы**

На выполнение письменной контрольной работы отводится 45 минут. Среднее время выполнения одного задания – 7 минут.

### **Рекомендации по подготовке к контрольной работе**

При подготовке к контрольной работе рекомендуется использовать конспекты лекций, практические тетради

учебники:

1. В. Ф. Дмитриева Физика для профессий и специальностей технического профиля М.: ИД Академия – 2015

1. В. Ф. Дмитриева Сборник задач. Физика для профессий и специальностей технического профиля М.: ИД

Интернет – ресурсы: [www.nehudlit.ru](http://www.nehudlit.ru) - электронная библиотека учебных материалов

## **IV Итоговая аттестация**

### **Спецификация экзамена**

#### **по учебному предмету Физика**

**Назначение экзамена** – оценить уровень подготовки студентов по учебной дисциплине физика с целью установления их готовности к дальнейшему усвоению специальностей

**1 Содержание экзамена** определяется в соответствии с ФГОС СПО рабочей программой предмета.

#### **2 Принципы отбора содержания экзамена:**

Ориентация на требования к результатам освоения УД представленным в соответствии с ФГОС СПО специальности по специальностям и рабочей программой УД

**уметь:** - описывать и объяснять физические явления и свойства тел: механического движения; движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электрического поля; постоянного электрического тока; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры практического использования физических знаний законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике

**знать:** - смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество. Взаимодействие, электромагнитное поле, атом, электрон.

- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс. Работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд; электрическое поле; электрический ток.

- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электродинамики.

### **3 Структура экзамена**

1. Экзамен состоит из двух вопросов и одной задачи
2. Задания экзамена дифференцируются по уровню сложности. Обязательная часть включает вопросы, составляющие необходимый и достаточный минимум усвоения знаний и умений в соответствии с требованиями ФГОС СПО, рабочей программы УД
3. Задания экзамена предлагаются в традиционной форме - устный экзамен
4. Билеты экзамена равноценны по трудности, одинаковы по структуре, параллельны по расположению заданий.

Тематика экзаменационных вопросов обязательной части:

Первый и второй вопросы – теоретические, направленные на проверку знаний.

Третий вопрос – практический, связан с решением задачи.

### **4 Система оценивания отдельных заданий (вопросов) и экзамена в целом**

1. Каждый теоретический вопрос экзамена в традиционной форме оценивается по пяти балльной шкале:

«5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; научно-понятийным аппаратом; за умение практически применять теоретические знания, качественно выполнять все виды лабораторных и практических работ, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа (в устной или письменной форме) на практико-ориентированные вопросы; обоснование собственного высказывания с точки зрения известных теоретических положений.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ (в устной или письменной форме), но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания по междисциплинарным курсам, допускает ошибки в определении

базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

4.2 Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл по всем заданиям (вопросам).

4.3 Обязательным условием является выполнение всех трех заданий, а уровень владения материалом должен быть оценен не ниже чем на 4 балла.

## **5 Время проведения экзамена**

На подготовку к устному ответу на экзамене студенту отводится не более 30-45 минут. Время устного ответа студента на экзамене составляет 15 минут.

### **Система оценивания отдельных заданий экзамена в целом:**

Обязательным условием является выполнение всех трех заданий, а уровень владения материалом должен быть оценен не ниже чем на 4 балла.

### **Рекомендации по подготовке к экзамену**

При подготовке к экзамену рекомендуется использовать:

Тетрадь -конспект, тетрадь для практических работ

### ***Комплект заданий для контрольной работы по дисциплине « Физика»***

#### ***Контрольная работа № 1 по теме «Механика».***

##### **Вариант 1**

Задание 1. Определите начальную скорость тела, которое двигаясь с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , за  $5 \text{ с}$  проходит путь равный  $125 \text{ м}$ .

Задание 2. Тело упало с высоты  $45 \text{ м}$ . Каково время падения тела?

Задание 3. Чему равна максимальная высота, на которую поднимается тело, брошенное вертикально вверх со скоростью  $40 \text{ м/с}$ ?

Задание 4. Самолет на скорости  $360 \text{ км/ч}$  делает петлю Нестерова радиусом  $400 \text{ м}$ . Определите центростремительное ускорение самолета.

Задание 5. Найдите период и частоту вращения минутной стрелки часов?

##### **Вариант 2**

Задание 1. Чему равно ускорение пули, которая, пробив стену толщиной  $35 \text{ см}$ , уменьшила свою скорость с  $800$  до  $400 \text{ м/с}$ .

Задание 2. Найдите скорость, с которой тело упадет на поверхность земли, если оно свободно падает с высоты  $5 \text{ м}$ .

Задание 3. Чему равна максимальная высота, на которую поднимается тело, брошенное вертикально вверх со скоростью  $40 \text{ м/с}$ ?

Задание 4. Определите период и частоту вращающегося диска, если он за  $10$  с делает  $40$  оборотов?

Задание 5. Каковы период и частота обращения секундной стрелки часов?

**Контрольная работа № 2 по теме «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы».**

**Вариант № 1**

1	Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении $P = 200$ кПа и температуре $T = 240$ К его объем равен $V = 40$ л?
2	В баллоне объёмом 200 литров находится газ под давлением 100кПа при температуре $17^{\circ}\text{C}$ . После подкачивания газа его давление поднялось до 300кПа, а температура увеличилась до $47^{\circ}\text{C}$ . Каким стал объём?
3	В сосуде объемом $V = 2$ м <sup>3</sup> находится кислород при температуре $t = 47^{\circ}\text{C}$ и под давлением $P = 2,5 \cdot 10^6$ Па. Определите массу кислорода $m$ .
4	Газ, находящийся в баллоне под давлением $P_1 = 2$ кПа, охладили от температуры $T_1 = 300$ К до $T_2 = 270$ К. Какое будет давление $P_2$ после охлаждения?
5	Какова плотность азота при температуре $27^{\circ}\text{C}$ и давлении 100 кПа?

**Вариант № 2**

1	Каково количества вещества в газе, если при температуре $T = 260$ К и давлении $P = 500$ кПа объем газа равен $V = 30$ л?
2	В баллоне объёмом 100 литров находится газ под давлением 50кПа при температуре $7^{\circ}\text{C}$ . Давление газа увеличили до 280кПа, а температуру уменьшили до $-3^{\circ}\text{C}$ . Каким стал объём?
3	Определить массу водорода, находящегося в баллоне объёмом 4м <sup>3</sup> под давлением 830 кПа при температуре $17^{\circ}\text{C}$ .
4	Газ, находящийся в баллоне под давлением $P_1 = 3$ кПа, сжали от объёма $V_1 = 6$ м <sup>3</sup> до $V_2 = 3$ м <sup>3</sup> . Каким будет давление $P_2$ после сжатия?
5	Какова плотность аргона при температуре $17^{\circ}\text{C}$ и давлении 200 кПа?

**Контрольная работа № 3 «Основы термодинамики».**

**Вариант 1**

1. При передаче количества теплоты  $2 \cdot 10^4$  Дж двигатель совершил работу, равную  $5 \cdot 10^4$  Дж. Рассчитать изменение внутренней энергии газа.

2. Для изобарного нагревания 800 молей газа на 500 К газу сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.

3. Температура нагревателя  $150^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $20^{\circ}\text{C}$ . От нагревателя взято  $10^5$  кДж теплоты. Как велика работа, произведенная машиной, если машина идеальная.

4. Можно ли в медной кастрюле расплавить стальную деталь, если температура плавления меди  $1083^{\circ}\text{C}$ , а стали  $1400^{\circ}\text{C}$ ?

5. Назвать основные направления борьбы с отрицательными последствиями использования тепловых двигателей?

### **Вариант 2**

1. При изотермическом процессе газу передано количество теплоты  $2 \cdot 10^8$  Дж. Чему равно изменение внутренней энергии? Рассчитать работу, совершенную газом.

2. Для изобарного нагревания 160 г. кислорода на 50 К газу передано количество теплоты равное  $5 \cdot 10^4$  Дж. Определите работу газа и внутреннюю энергию.

3. Температура нагревателя  $300^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $30^{\circ}\text{C}$ . От нагревателя взято 40 кДж теплоты. Как велика работа, произведенная машиной, если машина идеальная.

4. Почему не получают ожога, если кратковременно касаются горячего утюга мокрым пальцем?

5. Назвать основные недостатки использования тепловых двигателей?

## ***Контрольная работа № 4. «Законы постоянного тока».***

### **Вариант № 1**

1	Четыре резистора сопротивлением 2 Ом; 4 Ом; 3 Ом; 6 Ом включены в цепь. Определить общее сопротивление резисторов при последовательном соединении.
2	На цоколе лампочки написано: 4 В и 0,4 А. Найти сопротивление в рабочем режиме и потребляемую мощность.
3	К аккумулятору с ЭДС 50 В и внутренним сопротивлением $r = 0,5$ Ом, подключили лампочку сопротивлением $R = 100$ Ом. Определить силу тока в цепи.
4	Аккумулятор внутренним сопротивлением 0,4 Ом работает на лампочку сопротивлением 12,5 Ом. При этом ток в цепи равен 0,26 А. Определите ЭДС аккумулятора и напряжение на зажимах лампочки.
5	Если к батарее с ЭДС 3 В и внутренним сопротивлением 2 Ом накоротко подсоединить амперметр, то он покажет силу тока 1 А. Определите сопротивление амперметра.

### **Вариант № 2**

1	Четыре резистора сопротивлением 3 Ом; 2 Ом; 5 Ом; 6 Ом включены в цепь. Определить общее сопротивление резисторов при
---	---

	последовательном соединении.
2	На баллоне сетевой лампы накаливания написано: 220В и 100Вт. Найдите силу тока и сопротивление в рабочем режиме.
3	Гальванический элемент с ЭДС 5 В и внутренним сопротивлением $r = 0,2$ Ом замкнут на проводник сопротивлением $R = 40$ Ом. Чему равна сила тока на этом проводнике?
4	К кислотному аккумулятору, имеющему ЭДС 205 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом, подключен потребитель сопротивлением 2,6 Ом. Определите ток в цепи.
5	Если к батарее с ЭДС 4 В и внутренним сопротивлением 2 Ом накоротко подсоединить амперметр, то он покажет силу тока 2 А. Определите сопротивление амперметра.

***Контрольная работа № 5 по теме «Электромагнитная индукция».***

### **Вариант 1**

1. Определить направление индукционного тока в катушке, если магнит удаляют от соленоида северным полюсом.
2. За 3 мс в соленоиде, содержащем 200 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 8 до 5 мВб.  
Найдите ЭДС индукции в соленоиде.
3. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 1000 витков, при возбуждении в нем ЭДС индукции 220В .
4. Найдите ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 25 см, перемещаемой в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл со скоростью 5 м/с под углом  $30^0$  к вектору магнитной индукции.
5. Почему для переноски горячего проката не применяют подъемный магнитный кран?

### **Вариант 2**

1. Определить направление индукционного тока в катушке, если магнит приближают к соленоиду южным полюсом.
2. За 7 мс в соленоиде, содержащем 100 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 14 до 7 мВб.  
Найдите ЭДС индукции в соленоиде.
3. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 500 витков, при возбуждении в нем ЭДС индукции 320 В.
4. Найдите ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 50 см, перемещаемой в однородном магнитном поле с индукцией 2 мТл со скоростью 10 м/с под углом  $30^0$  к вектору магнитной индукции.
5. Усилится ли магнитное поле катушки с током, если в нее внести стальной сердечник?

***Контрольная работа № 6 по теме «Колебания».***

### **Вариант № 1**

1	Грузик, колеблющийся на пружине, за 6с совершает 30 колебаний. Найти период и частоту колебаний.
2	Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 200пФ и катушки индуктивностью 20мГн. Найти амплитудное значение силы тока, если амплитудное значение напряжения составляет 300В.
3	Конденсатор включен в цепь переменного тока с частотой 50Гц. Напряжение в сети 220В, сила тока 5А. Какова ёмкость конденсатора?
4	Катушка включена в цепь переменного тока с частотой 60Гц. При напряжении 120В сила тока равна 3А. Какова индуктивность катушки?
5	Катушка с индуктивным сопротивлением 400 Ом присоединена к источнику переменного напряжения, частота которого 500Гц. Действующее напряжение 200В. Определите амплитуду силы тока и индуктивность катушки.

### Вариант № 2

1	Определите длину математического маятника, если за время 2с он совершает 10 колебаний.
2	Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 100пФ и катушки индуктивностью 40мГн. Найти амплитудное значение напряжения, если амплитудное значение силы тока составляет 20А.
3	Цепь состоит из катушки индуктивностью 50мГн и конденсатора ёмкостью 80пФ. Определите период колебаний, собственную и циклическую частоту.
4	Конденсатор включен в цепь переменного тока с частотой 100Гц. Напряжение в сети 400В, сила тока 20А. Какова ёмкость конденсатора?
5	Конденсатор ёмкостным сопротивлением 200 Ом присоединён к источнику переменного напряжения, частота которого 400Гц. Действующее значение силы тока 20А. Определите амплитуду напряжения и ёмкость конденсатора.

### *Контрольная работа № 7 по теме «Линзы».*

#### Вариант № 1

1	Определите оптическую силу линзы, если фокусное расстояние равно 25см.
2	Расстояние от предмета до линзы равно 12см, а от линзы до изображения – 16см. Определите оптическую силу линзы и фокусное расстояние.
3	Увеличение собирающей линзы равно 4, расстояние от предмета до линзы равно 16см. Определите фокусное расстояние.
4	Рассматривая предмет в собирающую линзу его располагают на расстоянии 6см от неё. При этом получают мнимое изображение, в 3 раза больше самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

5	Расстояние от предмета до экрана 60см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20см, чтобы получить на экране отчётливое изображение предмета?
---	---

### Вариант № 2

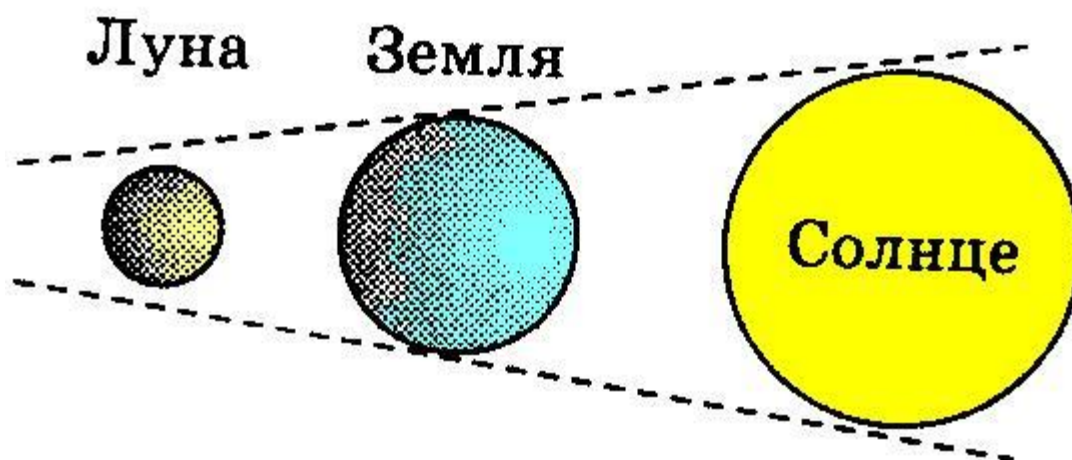
1	Определите фокусное расстояние линзы, если оптическая сила равна 40Дптр.
2	Расстояние от предмета до линзы равно 20см, а от линзы до изображения – 30см. Определите оптическую силу линзы и фокусное расстояние.
3	Увеличение собирающей линзы равно 3, расстояние от изображения до линзы равно 15см. Определите фокусное расстояние.
4	Рассматривая предмет в рассеивающую линзу его располагают на расстоянии 8см от неё. При этом получают мнимое изображение, в 2 раза меньше самого предмета. Какова оптическая сила линзы?
5	Расстояние от предмета до экрана 3м. Где надо поместить между ними линзу, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз

*Текущий контроль проводится в форме теста после изучения раздела.*

### Тест по разделу "Световые явления"

#### (1 вариант)

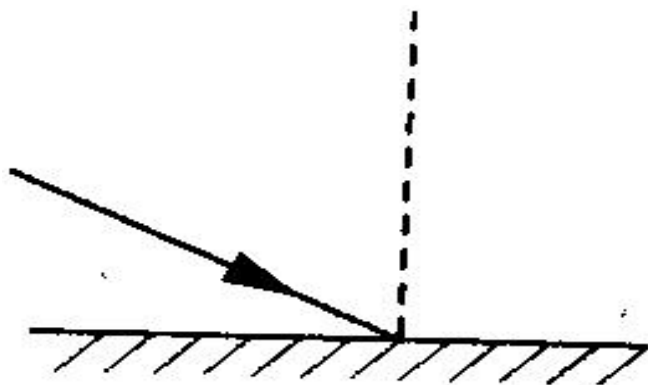
1. На рисунке показано (без соблюдения масштаба) взаимное расположение Солнца, Земли и Луны в некоторый момент. Выберите правильное утверждение:



- а) Луна в указанный момент находится в тени Земли.
- б) На Земле в указанный момент наблюдается солнечное затмение.

- в) С поверхности Луны в указанный момент можно увидеть Солнце.
- г) С поверхности Луны в указанный момент видна "дневная" часть поверхности Земли.

**2. На рисунке показан световой луч, падающий на плоское зеркало. Выберите правильное утверждение.**



- а) Угол падения луча на поверхность зеркала меньше 45 градусов.
- б) Угол отражения луча больше угла падения.
- в) Отраженный луч лежит в плоскости рисунка.
- г) Угол падения луча на поверхность зеркала меньше 30 градусов.

**3. Когда за окном стемнело, мальчик включил настольную лампу. Выберите правильное утверждение.**

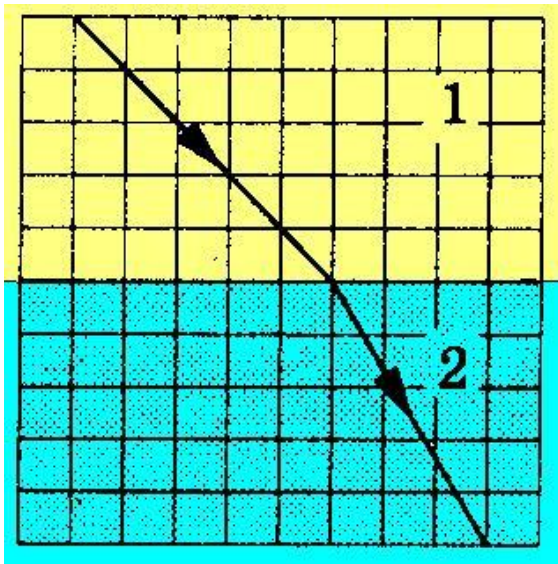
- а) Свет лампы испытывает зеркальное отражение от белого листа бумаги.
- б) Свет лампы распространяется в воздухе прямолинейно.
- в) Свет лампы испытывает рассеянное отражение от зеркала.
- г) Лампа является естественным источником света.

**4. На рисунке показан световой луч, падающий на плоское зеркало. Выберите правильное утверждение.**

- а) Оптическая плотность среды 2 больше, чем оптическая плотность среды 1.
- б) Угол преломления луча больше 45 градусов .

в) Угол падения луча больше 60 градусов.

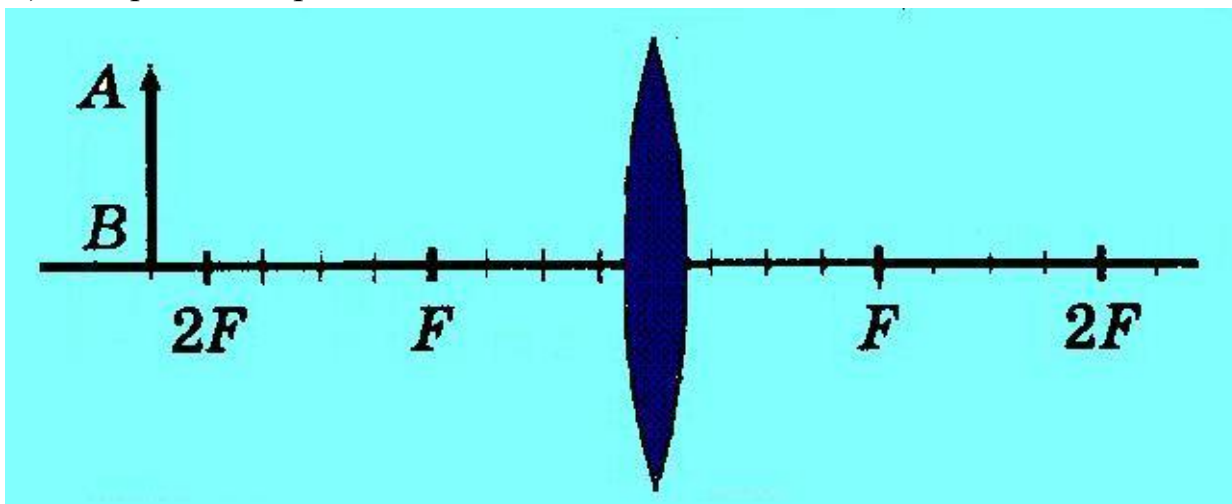
г) Скорость света в среде 1 меньше, чем в среде 2.



**5. На рисунке изображена, находящаяся в воздухе стеклянная линза. Перед линзой находится предмет АВ. Отметьте, какое из следующих утверждений правильное.**

а) Линза рассеивающая.

б) Изображение предмета в линзе действительное.

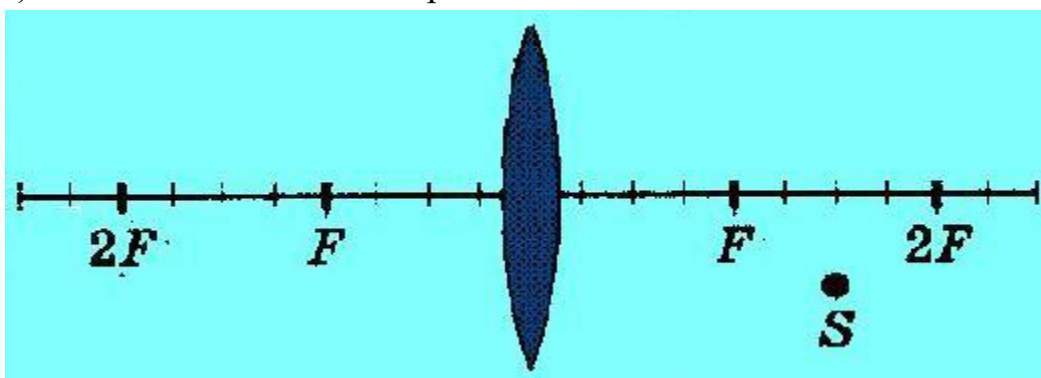


в) Изображение предмета в линзе увеличенное.

г) Изображение предмета находится между линзой и её главным фокусом.

**6. На рисунке изображена находящаяся в воздухе стеклянная линза. Справа от линзы находится источник света. Выберите правильное утверждение.**

а) Линза даёт мнимое изображение источника света.



б) Расстояние между линзой и изображением меньше двойного фокусного расстояния линзы.

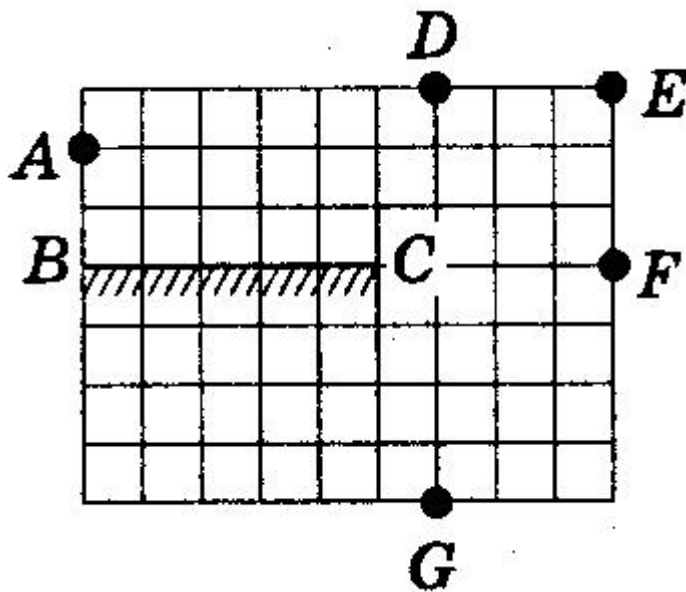
в) Лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси, после преломления в линзе рассеиваются.

г) Линза собирающая.

**7. На рисунке изображены плоское металлическое зеркало  $BC$  и лампочка  $A$ . Выберите правильное утверждение.**

а) Из точки  $G$  можно увидеть лампочку.

б) Из точки D не видно изображения лампочки в зеркале.



в) Из точки E можно увидеть изображение лампочки в зеркале .

г) Из точки F можно увидеть изображение лампочки в зеркале.

**8. На собирающую линзу вдоль её главной оптической оси падает параллельный пучок света. Оптическая сила линзы равна 5 диоптриям. Выберите правильное утверждение.**

а) Если опустить линзу в воду, оптическая сила линзы изменится.

б) После преломления лучи пересекутся в 10см от линзы.

в) Фокусное расстояние линзы равно 50см.

г) Расстояние между главными фокусами линзы равно 20см.

**9. Угол падения луча через воздух на поверхность стекла равен 60 градусов, угол преломления равен 30 градусам. Выберите правильное утверждение.**

а) Показатель преломления данного стекла больше 1,7.

б) Скорость света в данном стекле меньше 150000км/ч.

в) Отраженный и преломленный луч в данном случае составляют угол 45 градусов.

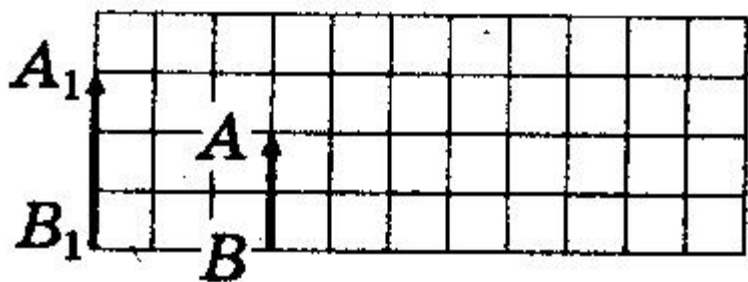
г) Падающий и преломленный лучи не лежат в одной плоскости

**10. Бабушка не может читать книгу без очков, если расстояние от книги до глаз меньше 40 см. Выберите правильное утверждение.**

- а) Если бабушка переведёт взгляд с книги на ветку дерева за окном, выпуклость хрусталика не изменится.
- б) Бабушке необходимы очки с рассеивающими линзами.
- в) На сетчатке образуется перевёрнутое изображение текста.
- г) Бабушка страдает близорукостью.

**11. На рисунке изображены предмет АВ и его изображение А1В1 полученное с помощью линзы. Расстояние между линиями сетки равно 5 см. Выберите правильное утверждение.**

- а) Расстояние от линзы до предмета меньше 20 см.
- б) Линза рассеивающая.



- в) Изображение А1В1 действительное.
- г) Оптическая сила линзы больше 1Дптр.

**12. Свеча высотой 10 см находится на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. Расстояние от свечи до линзы 90 см. Выберите правильное утверждение.**

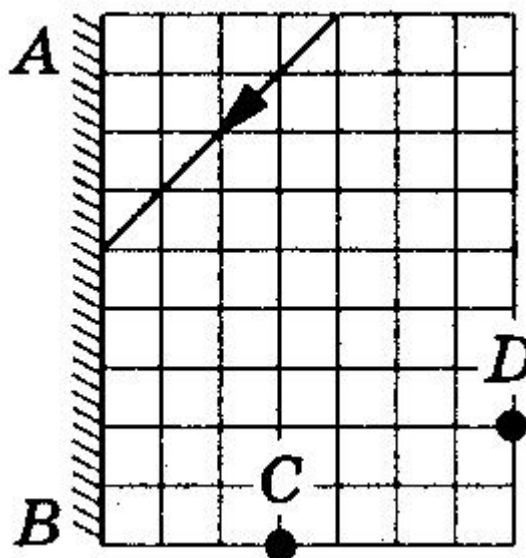
- а) Изображение находится на расстоянии 55см от линзы.
- б) Высота изображения равна 20см.
- в) Линза даёт действительное изображение свечи.
- г) Если закрыть рукой половину линзы, изображение уменьшится в 2 раза.

**(2 вариант)**

**1. В течение всего дня небо безоблачно. Выберите правильное утверждение.**

- а) Чем выше солнце над горизонтом, тем длиннее тени предметов.
- б) Солнечные лучи зеркально отражаются от бетонной плиты.
- в) Меньше всего нагреваются те поверхности, на которые солнечные лучи падают перпендикулярно.
- г) Солнце - естественный источник света.

**2. Световой луч падает на гладкую плоскую пластину АВ. Выберите правильное утверждение.**

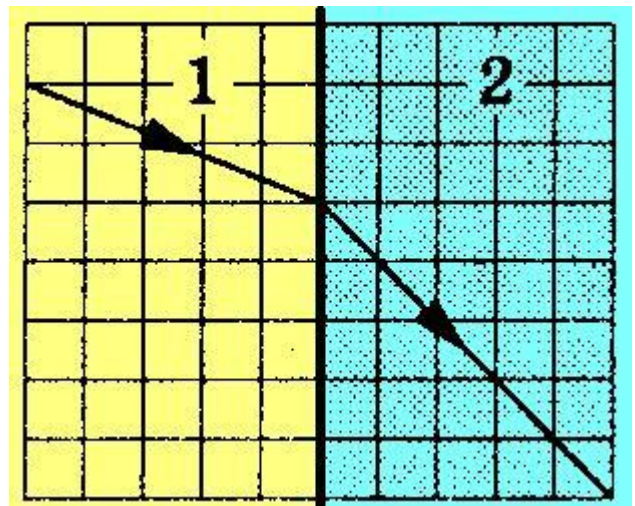


- а) Отраженный луч пройдет выше точки D.
- б) Отраженный луч лежит в плоскости рисунка.
- в) Угол падения луча на пластину меньше 30 градусов.
- г) Отраженный луч пройдет ниже точки C.

**3. Ночью крытый бассейн освещает одна лампа. Выберите правильное утверждение.**

- а) В воде скорость света больше, чем в воздухе.
- б) На зеркальной глади воды образуется действительное изображение лампы.
- в) Угол падения луча - это угол между падающим лучом и перпендикуляром к поверхности воды.
- г) Для падающих на воду лучей угол преломления больше угла падения.

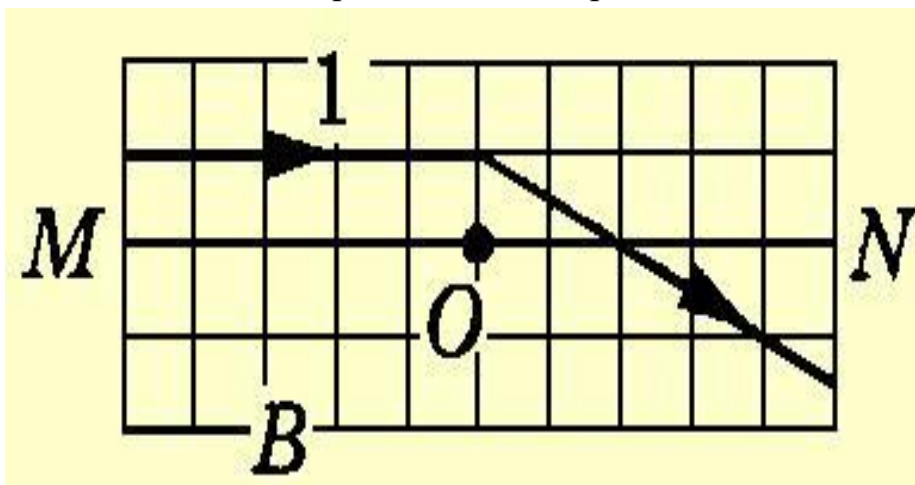
**4. На рисунке показан световой луч, проходящий границу раздела двух прозрачных сред. Выберите правильное утверждение.**



- а) Угол падения луча больше 60 градусов
- б) Оптическая плотность среды 2 больше, чем оптическая плотность среды 1.
- в) Угол падения луча больше 45 градусов.
- г) Скорость света в среде 1 меньше, чем в среде 2 .

**5. На рисунке показаны главная оптическая ось MN линзы и ход луча 1, проходящего через линзу. Расстояние между линиями сетки равно 10 см. Выберите правильное утверждение.**

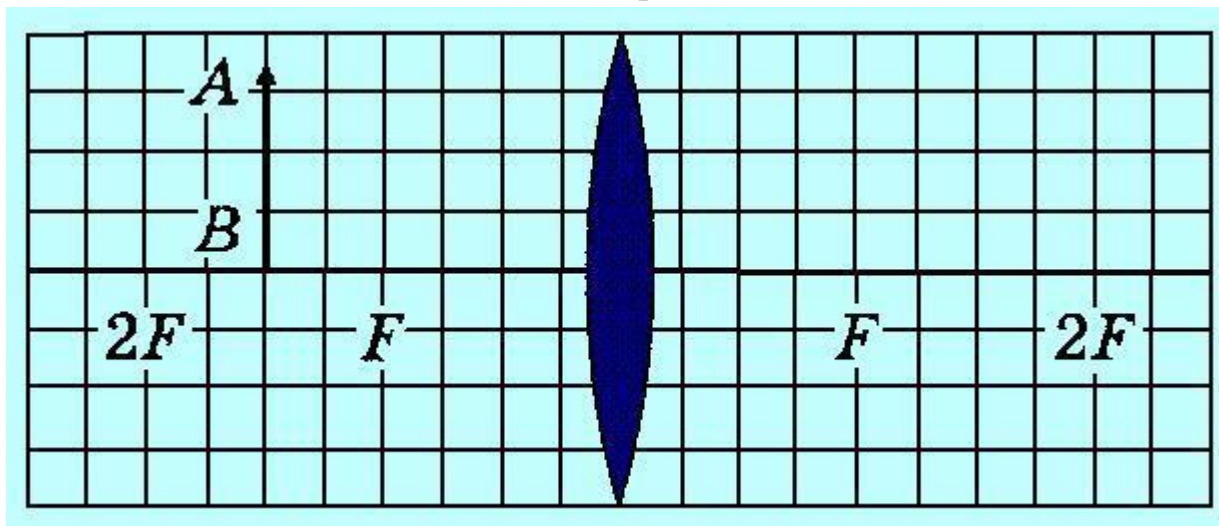
- а) Любой луч, проходящий через точку O, не изменяет своего направления.
- б) Если предмет разместить на расстоянии 10 см от линзы, линза даст действительное изображение этого предмета.



- в) Линза рассеивающая.
- г) Оптическая сила линзы больше 6 диоптрий.

**6. С помощью собирающей линзы получают изображение предмета АВ. Расстояние между соседними линиями сетки равно 5 см. Выберите правильное утверждение.**

- а) Луч, проходящий через оптический центр линзы, изменяет своё направление.
- б) Оптическая сила линзы больше 4 дптр.



- в) Изображение предмета АВ уменьшенное.
- г) Изображение предмета АВ мнимое.

**7. Мальчик сфотографировал проплывавший по реке теплоход. Выберите правильное утверждение.**

- а) Объектив фотоаппарата действует как одна рассеивающая линза.
- б) С помощью объектива получено мнимое изображение теплохода.
- в) С помощью объектива получено увеличенное изображение теплохода.
- г) Диафрагма объектива позволяет дозировать количество света, попадающего на фотоплёнку.

**8. В воздухе находится собирающая линза с фокусным расстоянием 10 см. В её главный фокус поместили светящуюся точку. Выберите правильное утверждение.**

- а) Если светящуюся точку отодвинуть дальше от линзы на 10 см, расстояние между точкой и её изображением будет равно 50 см.
- б) Оптическая сила линзы не равна 1 Дптр.
- в) Расстояние между главными фокусами линзы равно 10 см.

г) Действительное изображение светящейся точки находится на расстоянии 20 см от линзы.

**9. Мальчик, который пользуется очками с рассеивающими линзами, читает книгу. Выберите правильное утверждение.**

а) Мальчик страдает дальнозоркостью

б) На сетчатке глаза образуется прямое изображение текста.

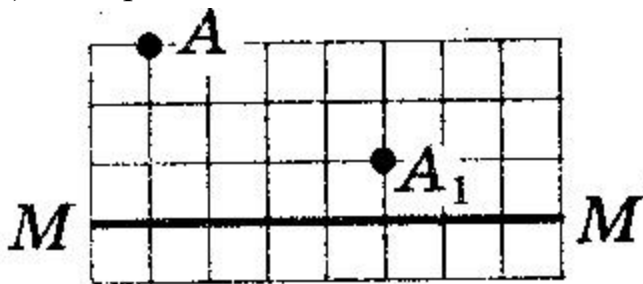
в) На сетчатке глаза образуется мнимое изображение текста.

г) Если мальчик переведёт взгляд со страницы книги на потолок, оптическая сила его глаза уменьшится.

**10. На рисунке показаны главная оптическая ось  $MM$  линзы, источник света  $A$  и его изображение  $A_1$ . Расстояние между линиями сетки равно 10 см. Выберите правильное утверждение.**

а) Прямая  $AA_1$  проходит через оптический центр линзы.

б) Изображение  $A_1$  является действительным.

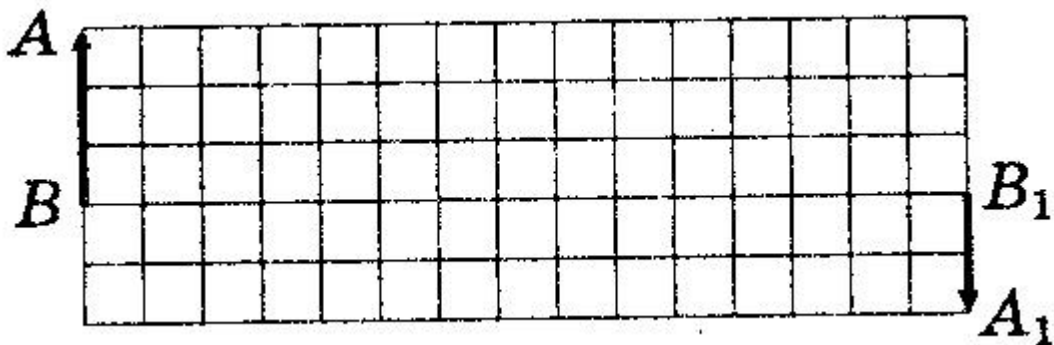


в) Линза рассеивающая.

г) Фокусное расстояние линзы больше 25 см.

**11. На рисунке показаны предмет  $AB$  и его изображение  $A_1B_1$ , полученное при помощи линзы. Расстояние между линиями сетки равно 1 см. Построив ход проходящих через линзу лучей, выберите правильное утверждение.**

а) Расстояние от изображения  $A_1B_1$  до линзы больше 5 см.



б) Фокусное расстояние линзы больше 5 см.

в) Расстояние от предмета  $AB$  до линзы меньше 8 см.

г) Линза собирающая.

**12. Для аэрофотосъёмки применяют фотоаппарат, у которого фокусное расстояние объектива равно 30см. Выберите правильное утверждение.**

а) При аэрофотосъёмке расстояние от объектива до плёнки должно быть больше 15см.

б) При фотографировании объектив создаёт на плёнке мнимое изображение предмета.

в) Если предмет находится на расстоянии 90см от объектива, то расстояние от объектива до изображения этого предмета равно 45см.

г) Если местность фотографируют с высоты 1,5км, изображение на пленке уменьшено примерно в 5000 раз.

**Тест к уроку по теме: «Строение твердых, жидких и газообразных тел»**

**1. Выберите основные положения МКТ**

1. Все тела состоят из частиц
2. Все вещества текучи
3. Солнце вращается вокруг земли
4. Частицы беспорядочно движутся
5. Действие направлено вдоль одной прямой
6. Частицы взаимодействуют друг с другом

**2. Молярной массой называется**

1. масса одной молекулы газа
2. масса одного грамма углерода
3. масса вещества взятого в количестве 1 моль

**3. С увеличением температуры интенсивность броуновского движения**

1. Растет
2. Уменьшается
3. Остается не изменой
4. Увеличивается в 10 раз

**4. Что характеризует газообразные тела**

1. Сохраняют форму
2. Могут неограниченно расширяться
3. Сохраняют объем
4. Не сохраняют форму
5. Не сохраняют объем
6. Удары молекул о стенки сосуда создают давление

**5. Что характеризует жидкие тела**

1. Текучи
2. Сохраняют форму
3. Малосжимаемы
4. Могут неограниченно расширяться
5. Нет верных ответов

**6. Что характеризует твердые тела**

1. Не сохраняют форму
2. Сохраняют форму
3. Не сохраняют объем
4. Сохраняют объем
5. Расположение молекул представляет собой кристаллическую решетку
6. Могут неограниченно расширяться

**7. Относительно молекулярная масса углерода равна  $CO_2$**

1. 16
2. 22
3. 34
4. 44

**8. Постоянная Авогадро равна**

1.  $6,02 \cdot 10^{23}$
2.  $8,31 \cdot 10^{19}$
3.  $1,6 \cdot 10^{-19}$
4.  $6,002 \cdot 10^{26}$

**9. Диффузия**

1. расстояние, пройденное молекулой за определенное время
2. способность веществ неограниченно расширяться
3. превращение жидкости в пар
4. проникновение молекул одного вещества в межмолекулярное пространство другого вещества

# **10. Силы притяжения между молекулами направлены**

1. вправо
2. в противоположные стороны
3. навстречу друг другу
4. влево

## **ТЕСТ по теме «Примесная проводимость, термисторы и фоторезисторы, электрический ток в вакууме»**

- 1. При комнатной температуре на  $1\text{см}^3$  приходится свободных электронов**  
1) $10^{23}$  2) $10^{13}$  3) $10^{24}$
- 2. Если у примеси число электронов атома больше, чем число электронов полупроводника, то проводимость является**  
1)собственной 2)акцепторной 3)донорной
- 3. Если полупроводники имеют число электронов больше, чем число дырок, то они**  
1)n-типа 2)p-типа 3)s-типа
- 4. Если у примеси число электронов атома меньше, чем число электронов полупроводника, то проводимость является**  
1)собственной 2)акцепторной 3)донорной
- 5. Если полупроводники имеют число дырок больше, чем число электронов, то они**  
1)n-типа 2)p-типа 3)s-типа
- 6. Зависимость сопротивления от температуры используют в**  
1)термисторах 2)транзисторах 3)фоторезисторах
- 7. Зависимость сопротивления от освещения используют в**  
1)термисторах 2)транзисторах 3)фоторезисторах
- 8. С помощью какого устройства можно измерить температуру газовой горелки?**  
1)термистор 2)транзистор 3)фоторезистор
- 9. С помощью какого устройства можно контролировать размеры деталей?**  
1)термистор 2)транзистор 3)фоторезистор
- 10. Проводимость полупроводников при освещении его поверхности**  
1)остаётся неизменной 2)уменьшается 3)увеличивается

**11. С помощью какого устройства можно измерить температуру почвы?**

1)термистор 2)транзистор 3)фоторезистор

**12. Какие из элементов можно ввести в качестве примеси для германия, чтобы получить электронную проводимость?**

1)фосфор 2)галлий 3)мышьяк 4)индий 5)сурьма

**13. Вакуум – это пространство, в котором**

1)молекулы пролетают от одной стенки сосуда к другой не испытывая соударений друг с другом

2)в сосуде нет ни одной молекулы

3)молекулы находятся в неподвижном состоянии или двигаются с постоянной скоростью

**14. Проводимость в вакууме можно обеспечить с помощью введения источника**

1)свободных частиц 2)подвижных частиц 3)заряженных частиц

**15. Термоэлектронная эмиссия – это процесс испарения электронов с поверхности металлов при температуре**

1)испарения молекул металла 2)нагрева металла 3)плавления металла

**16. Испускаемые металлом электроны образуют вокруг электрода**

1)электронную поверхность 2)электронное облако 3)электронный слой

**17. С повышением температуры металла плотность электронов**

1)уменьшается 2)остаётся постоянной 3)увеличивается

**18. К односторонней проводимости приводит различие между**

1)холодными электродами 2)горячими электродами 3)холодным и горячим электродами

**19. При подключении электродов к источнику тока между ними возникает**

1)электромагнитное поле 2)магнитное поле 3)электрическое поле

**20. Под действием этого поля часть электронов движется к**

1)горячему электроду 2)холодному электроду 3)стенке сосуда

### **Тест по теме «Волны»**

1. Что называют волной?

2. В чём состоит различие между продольной и поперечной волной?

3. Каковы основные особенности волнового движения?

4. Что называют длиной волны?

5. Как связана скорость волны с длиной волны?
6. По какому направлению волны распространяются в резиновом шнуре?
7. Что происходит с переносимой энергией по мере удаления от источника?
8. Какую волну называют плоской?
9. Какую волну называют сферической?
10. Почему в газах и жидкостях не существует поперечных волн?
11. В какой среде волны невидимы?
12. Какие колебания являются акустическими?
13. Какие тела в окружающей среде создают звуковую волну?
14. В какой среде звуковые волны распространятся не могут?
15. С помощью чего мы получаем наибольшее количество информации?
16. От чего зависит скорость звука в воздухе?
17. Где скорость звука больше: в воде или воздухе?
18. Что можно вычислить по известной частоте колебаний и скорости звука?
19. Как называют отражённые от предмета звуковые волны?
20. Что является главным значением звука?

Тест по теме

### **«СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ»**

**1. Сверхпроводимость была открыта в 1911 году**

- 1) Джоулем-Ленцем
- 2) Бойлем-Мариоттом
- 3) Камерлинг-Оннесом

**2. Он проводил опыты по охлаждению ртути в жидком**

- 1) водороде
- 2) гелии
- 3) кислороде

**3. Сверхпроводимость наблюдалась при очень низких температурах**

- 1) -25 К
- 2) 0 К
- 3) 25 К

**4. В каком году была открыта высокотемпературная сверхпроводимость?**

- 1) 1886

2)1986

3)1968

**5. Полупроводники наиболее отличаются от проводников характером зависимости проводимости от**

1)температуры

2)линейных размеров

3)химических свойств

**6. Опыты показывают, что удельное сопротивление с увеличением температуры резко уменьшается у таких веществ как**

1)селен, кремний

2)серебро, золото

3)германий, медь

**7. Валентность кремния означает, что во внешней оболочке содержится 4 слабо связанных**

1)протона

2)нейтрона

3)электрона

**8. Полупроводники при низких температурах ток**

1)слабо проводят

2)хорошо проводят

3)не проводят

**9. При нагревании полупроводников повышается энергия**

1)потенциальная

2)кинетическая

3)тепловая

**10. При нагревании полупроводника от 300К до 700К число свободных электронов увеличивается от  $10^{17}$  до**

1)  $10^{27}$

2)  $10^{24}$

3)  $10^{34}$

**11. При разрыве связи образуется вакантное место с недостающим электроном, его называют**

- 1)дырка
- 2)отверстие
- 3)пустота

**12. Проводимость полупроводников называется**

- 1)протонно-электронной
- 2)электронно-дырочной
- 3)электронной

Практические занятия по физике предназначены для студентов 2 курса СПО по специальности: **23.01.17 «Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей»**. На курс отведено 40 часов. Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении физики на теоретических занятиях.

**Цели и задачи практических занятий:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения самостоятельных работ;
- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий,
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий прежде всего ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. В сборнике представлена система задач постепенно возрастающей сложности за курс физики средней школы. Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы. С этой целью после разбора двух- трех ключевых задач на занятии целесообразно дать комплект задач по данной теме для самостоятельной работы с обязательным полным письменным оформлением.

Практические занятия проводятся в кабинете физики. Практические занятия включают следующие структурные элементы:

- ✓ инструктаж, проводимый преподавателем,
- ✓ самостоятельная деятельность студентов,
- ✓ анализ и оценка выполненных работ.

Выполнению практических работ предшествует домашняя подготовка с использованием соответствующей литературы (учебники, лекции, методические пособия и указания и др.) и проверка знаний студентов как критерий их теоретической готовности к выполнению задания.

Контроль и оценка результатов выполнения студентами практических работ направлены на проверку усвоения всех элементов содержания курса физики, освоение умений, навыков, развития общих компетенций, определённых программой учебной дисциплины.

### **Форма контроля выполнения практических работ**

Отчеты по практическим работам оформляются в письменном виде аккуратно (в тетради для практических работ) и должны включать в себя следующие пункты:

- ✓ название практической работы;
- ✓ цель практической работы;
- ✓ выполненные задания своего варианта с указанием ответов.

Оценки за выполнение заданий на практических занятиях выставляются по пятибалльной системе и учитываются как показатели текущей успеваемости студентов.

### **Критерии оценивания практических работ по физике**

Выполнение при решении задачи	Оценка за решение
Правильно записано условие задачи с учётом размерности величин, самостоятельно преобразованы величины в систему СИ, знание формул, применяемых для расчёта в условиях данной задачи, самостоятельное применение формулы и ее преобразование для вычисления искомой величины, проверена размерность искомой величины, проведены итоговые расчёты, используя данные задачи.	5(отлично)

Правильно записано условие задачи с учётом размерности величин, самостоятельно преобразованы величины в систему СИ, знание формул, применяемых для расчёта в условиях данной задачи, самостоятельное применение формулы и ее преобразование, для вычисления искомой величины, проверена размерность искомой величины.	4(хорошо)
Правильно записано условие задачи с учётом размерности величин, самостоятельно преобразованы величины в систему СИ, знание формул, применяемых для расчёта в условиях данной задачи.	3(удовлетворительно)
не владеет основными знаниями, необходимыми для решения задачи, допускает ошибок и недочётов больше, чем нужно для сценки «3».	2 (неудовлетворительно)

***Методические указания по дисциплине «ФИЗИКА» для выполнения практических работ созданы в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.***

Приступая к выполнению практической работы, необходимо внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить (при необходимости) на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе надо выполнять в соответствии с инструкцией и проанализировать полученные результаты. Отчет о практической работе должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу должны найти время для ее выполнения или пересдачи. Если в процессе подготовки к практическим работам возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для

получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий. Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

### **Методические указания для студентов по выполнению практических работ**

Процесс решения физической задачи складывается из последовательности следующих действий:

- изучить условия и требования задачи;
- кратко записать условие и требование задачи;
- перевести значения физических величин в единицы СИ;
- выполнить при необходимости чертёж или рисунок. Указать на нём количественные

характеристики объектов, процессов;

- выбрать систему отсчёта и указать её на чертеже;
- отнести задачу к определённой физической теории;
- выявить законы (правила, принципы), которым подчиняются описанные в задаче

явления (процессы, свойства) и записать их математические выражения;

- проверить разрешимость полученной системы уравнений для нахождения неизвестного

и при необходимости дополнить её недостающими уравнениями;

- решить систему уравнений в общем виде относительно неизвестного;
- подставить значения величин в полученное в общем виде решение и произвести

вычисления;

- выяснить правдоподобность ответа (по физическому и здравому смыслу, по соответствию задачной ситуации, проверкой по очевидным и частным случаям).

### **Тематика практических занятий:**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Решение задач по теме «Кинематика».	2
2	Кинематика. Определение основных кинематических величин: скорость, ускорение, пройденный путь в равноускоренном прямолинейном движении	2
3	Динамика. Решение задач на законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела.	2
4	Потенциальная и кинетическая энергия. Законы сохранения в механике. Работа и мощность	2
5	Основы молекулярной физики. Размеры молекул. Температура	2
6	Свойства паров (газов), жидкости и твердых тел	2
7	Решение задач по теме: «Взаимные превращения жидкостей, газов и твердых тел».	2
8	Решение задач по теме: «Основы термодинамики».	2
9	Тепловые двигатели. КПД тепловых двигателей	2
10	Закон Кулона. Напряжённость. Потенциал. Разность потенциалов	2
11	Конденсаторы. Емкость. Соединение конденсаторов в батареи	2
12	Законы Ома	2
13	Постоянный ток. Тепловое действие тока. Работа и мощность тока	2
14	Сила Ампера. Сила Лоренца	2
15	Колебания и волны. Определение амплитуды, периода, частоты по графику колебаний	2
16	Законы отражения и преломления света. Построение изображений в линзах	2
17	Определение энергии расщепления ядра	2
18	Радиоактивные излучения и их воздействие на живые организмы.	2
19	Измерение времени. Определение географической широты и долготы.	2
20	Спутники планет. Малые тела Солнечной системы.	2

## ***Практическое занятие №1***

### **Решение задач по теме «Кинематика».**

**Цель работы:** систематизировать и закрепить приобретенные знания при решении задач различного типа по теме «Кинематика».

#### *Алгоритм решения задач.*

1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните тип движения тела (ПРД или РУД). Если РУД, то разгон или торможение?
2. Запишите краткое условие задачи.  
Выразите все величины в единицах СИ.
3. Выберите С.О., относительно которой будете рассматривать движение тела. Сделайте чертёж, на котором укажите направление векторов начальной скорости, перемещения, ускорения.
4. Запишите уравнение кинематики для *проекций* (или систему уравнений) которые необходимы для решения данной задачи.
5. Выразите проекции векторов через модули векторов *с учетом знаков* проекций и начальных условий.
6. Запишите получившееся алгебраическое уравнение (или систему уравнений)
7. Решите уравнение (или систему уравнений) относительно неизвестной величины, т.е. решите задачу в общем виде.
8. Рассчитайте искомую величину, подставив известные величины.

#### *Вариант 1*

1. Скорость первого автомобиля относительно второго 30 км/ч, а относительно Земли 120 км/ч. Определите скорость второго автомобиля относительно Земли, если автомобили движутся в одном направлении.
2. Цирковой артист при падении с трапеции на сетку имел скорость 9 м/с. С каким ускорением проходило торможение, если до полной остановки сетка прогнулась на 1,5 м?
3. Велосипедист проехал 80 м за первые 10 с, а следующие 50 м за 5 с. Найдите среднюю скорость велосипедиста.
4. Самолет при скорости 360 км/ч делает петлю Нестерова радиусом 400 м. Определите центростремительное ускорение, с которым двигался самолет.
5. Определите глубину ущелья, если камень массой 4 кг достиг его за 6 с.

#### *Вариант 2*

1. По прямой дороге в одну сторону движутся легковой и грузовой автомобили со скоростями 72 км/ч и 54 км/ч соответственно. Определите скорость грузового автомобиля относительно легкового.
2. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением  $616 \text{ м/с}^2$ . Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?
3. Вертолет, пролетев по прямой 40 км, повернул под углом  $90^\circ$  и пролетел по прямой еще 30 км. Найдите путь и величину перемещения вертолета.
4. Скорость некоторой точки на грампластинке 0,3 м/с, а центростремительное ускорение  $0,9 \text{ м/с}^2$ . Найдите расстояние этой точки от оси вращения.
5. Мяч массой 500 г бросили вертикально вверх со скоростью 18 м/с. На какую высоту поднимется тело за 3 с?

### *Вариант 3*

1. За велосипедистом, движущимся прямолинейно со скоростью 8 м/с, бежит мальчик, со скоростью 5 м/с. Определите скорость велосипедиста относительно мальчика.
2. Пуля винтовки, пробива стена толщиной 35 см, причем ее скорость уменьшилась с 800 до 400 м/с. Определите ускорение пули.
3. Горная тропа проходит в северном направлении 3 км, затем сворачивает на восток и тянется 4 км. Найти путь и перемещение туриста прошедшего данный маршрут.
4. Скорость точек вращающегося обруча 10 м/с. Найдите радиус обруча, если центростремительное ускорение его точек  $200 \text{ м/с}^2$ .
5. Стрела массой 200 г выпущена вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какую высоту поднимется стрела за 2 с?

### *Вариант 4*

1. Скорость первого велосипедиста относительно второго 5 км/ч, а относительно Земли 20 км/ч. Определите скорость второго велосипедиста относительно Земли.
2. С какой скоростью двигался поезд до начала торможения, если при торможении он двигался с постоянным ускорением величиной  $0,5 \text{ м/с}^2$  и до остановки прошел 225 м?

3. Двигаясь по шоссе, велосипедист проехал 900 м со скоростью 15 м/с, а затем по плохой дороге 400 м со скоростью 10 м/с. С какой средней скоростью он проехал весь путь?
4. Трамвайный вагон движется по закруглению радиусом 20 м со скоростью 36 км/ч. Определите центростремительное ускорение вагона.
5. Определите высоту здания, если капля массой 2 г падала с крыши в течение 5 с.

## Практическое занятие № 2

**по теме «Кинематика. Определение основных кинематических величин: скорость, ускорение, пройденный путь в равноускоренном прямолинейном движении»**

**Цель:** *Закрепить знания по теме «Кинематика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывод физической величины из формулы. Усвоить основные методы решения прямой и обратной задачи кинематики, используя законы кинематики поступательного и вращательного движения.*

### Теория:

**Кинематика** — раздел механики, изучающий математическое описание (средствами геометрии, алгебры, математического анализа...) движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин движения (массы, сил и т. д.). Исходные понятия кинематики — пространство и время. Например, если тело движется по окружности, то кинематика предсказывает необходимость существования центростремительного ускорения без уточнения того, какую природу имеет сила, его порождающая. Причинами возникновения механического движения занимается другой раздел механики — динамика.

Главной задачей кинематики является математическое (уравнениями, графиками, таблицами и т. п.) определение положения и характеристик движения точек или тел во времени. Любое движение рассматривается в определённой системе отсчёта. Также кинематика занимается изучением составных движений (движений в двух взаимно перемещающихся системах отсчёта).

## **УСКОРЕНИЕ. РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ**

*Равноускоренным* называется движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.

Ускорением тела называют отношение изменения скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло.

Ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad (1)$$

$$[a] = \frac{м/с}{с} = \frac{м}{с^2}$$

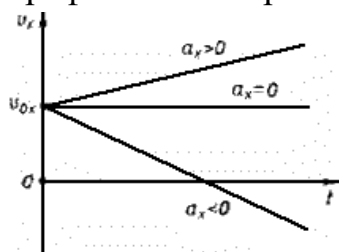
Ускорение - векторная величина. Оно показывает, как изменяется мгновенная скорость тела за единицу времени.

Зная начальную скорость тела и его ускорение, из формулы (1) можно найти скорость в любой момент времени:  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$  (2)

Для этого уравнение нужно записать в проекциях на выбранную ось:

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

Графиком скорости при равноускоренном движении является прямая



## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ПУТЬ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

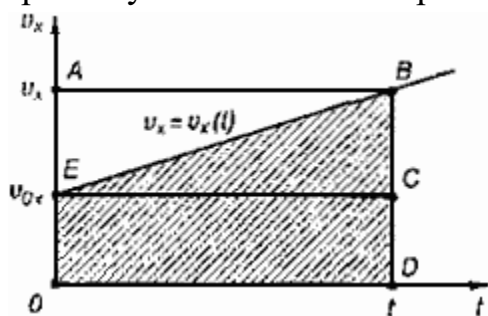
Предположим, что тело совершило перемещение за время  $t$ , двигаясь с ускорением. Если скорость изменяется от  $\vec{v}_0$  до  $\vec{v}$  и учитывая, что,

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t, \text{ получим}$$

$$\vec{s} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}_0 + \vec{a}t}{2} t = \frac{2\vec{v}_0 t + \vec{a}t^2}{2},$$

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}.$$

Используя график скорости, можно определить пройденный телом за известное время путь - он численно равен площади заштрихованной поверхности.



## СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Движение тел в безвоздушном пространстве под действием силы тяжести называют свободным падением.

Свободное падение - это равноускоренное движение. Ускорение свободного падения в данном месте Земли постоянно для всех тел и не зависит от массы падающего тела:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Для решения различных задач из раздела "Кинематика" необходимы два уравнения:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

и

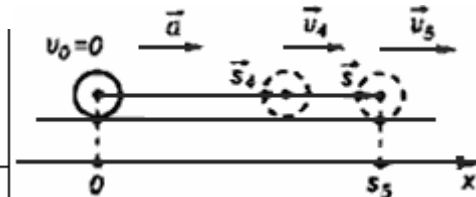
$$\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

**Задача №1:** Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Чему равно ускорение и какой путь прошло тело за 5 с?

**Дано:**

**Решение:**

$$\begin{aligned} v_0 &= 0, \\ t_4 &= 4 \text{ с}, \\ t_5 &= 5 \text{ с} \\ s &= 18 \text{ м}, \\ a &= ? \quad s_5 = ? \end{aligned}$$



$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x - x_0 = \frac{a t^2}{2}$$

За пятую секунду тело прошло путь  $s = s_5 - s_4$  и  $s_5$  и  $s_4$  - расстояния, пройденные телом соответственно за 4 и 5 с.

$$s = \frac{a t_5^2}{2} - \frac{a t_4^2}{2} = \frac{a}{2} (t_5^2 - t_4^2) \Rightarrow a = \frac{2s}{t_5^2 - t_4^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 18 \text{ м}}{25 \text{ с}^2 - 16 \text{ с}^2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$s_5 = \frac{4 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ с}^2}{2} = 50 \text{ м}$$

**Ответ:** тело, двигаясь с ускорением  $4 \text{ м/с}^2$ , за 5 с прошло 50 м.

**Задача №2:** С подводной лодки, погружающейся равномерно, выпускаются звуковые импульсы длительностью  $t_1 = 30,1 \text{ с}$ . Длительность импульса, принятого на лодке после его отражения от дна, равна  $t_2 = 29,9 \text{ с}$ . Определите скорость погружения лодки  $v$ . Скорость звука в воде  $c = 1500 \text{ м/с}$ .

**Решение:**

Звуковой импульс не является материальной частицей, однако уравнения движения звукового импульса такие же, как и у материальной точки, поэтому можно применять законы кинематики материальной точки.

За время  $t_1$  лодка переместится на расстояние  $vt_1$ , поэтому расстояние в воде между началом импульса и его концом равно

$$L = ct_1 - vt_1.$$

Такая длина сигнала сохранится и после отражения от дна. Прием импульса закончится в тот момент, когда лодка встретится с задним концом импульса. Поскольку скорость их сближения равна  $c + v$ , то продолжительность приема равна

$$t_2 = L/(c + v)$$

Решая эти уравнения совместно, получим

$$v = 5 \text{ м/с. Ответ: } 5 \text{ м/с}$$

### Задания для самостоятельного решения

1. Движение тел задано уравнениями:  $x_1 = 3t$ ,  $x_2 = 130 - 10t$ . Когда и где они встретятся?
2. Координата тела меняется с течением времени согласно формуле  $x = 10 - 4t$ . Чему равна координата тела через 5 с после начала движения?
3. При равноускоренном прямолинейном движении скорость катера увеличилась за 10 с от 2 м/с до 8 м/с. Чему равен путь, пройденный катером за это время?
4. Вертолёт и самолёт летят навстречу друг другу: первый – со скоростью  $v$ , второй – со скоростью  $3v$ . Какова скорость вертолёта относительно самолёта?
5. Может ли человек на эскалаторе находиться в покое относительно Земли если эскалатор поднимается со скоростью 1 м/с?
6. Ускорение шайбы, соскальзывающей с гладкой наклонной плоскости, равно  $1,2 \text{ м/с}^2$ . На этом спуске её скорость увеличилась на 9 м/с. Определите полное время спуска шайбы с наклонной плоскости.
7. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 1 м/с. Какова скорость камня через 0,6 с после бросания?
8. Мотоциклист, двигаясь по хорошей дороге с постоянной скоростью 108 км/ч, проехал  $4/7$  всего пути. Оставшуюся часть пути по плохой дороге он проехал со скоростью 15 м/с. Какова средняя скорость мотоциклиста на всём пути?
9. Автомобиль двигался по окружности. Половину длины окружности он проехал со скоростью 60 км/ч, а вторую – ехал со скоростью 40 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля?
10. Шар, двигаясь из состояния покоя равноускоренно, за первую секунду прошёл путь 10 см. Какой путь ( в сантиметрах) он пройдёт за 3 с от начала движения?
11. С балкона дома на высоте 5 м вверх подбросили мяч со скоростью 4 м/с. Какой будет скорость мяча через 0,4 с?

12. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением  $3\text{ м/с}^2$ . Какова будет скорость автомобиля через 5 с?

13. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью  $4\pi$  рад/с. За какое время сделает колесо 100 оборотов?

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

### Практическое занятие № 3

по теме «Динамика. Решение задач на законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Динамика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывод из формулы. Усвоить методы классической механики и научиться решать задачи динамики материальной точки, динамики поступательного движения, определять энергетические характеристики и величины.

### Теория:

Динамика исследует причины движения тел. Известно, что любое тело изменяет свою скорость в результате взаимодействия с другими телами. Сила есть характеристика взаимодействия. Обычно сила обозначается буквой  $\vec{F}$ . Если на тело действует несколько сил, то они складываются как векторы. Сумма всех сил

действующих на тело, называется равнодействующей  $\vec{R}$   $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$  Масса

есть характеристика инертности. Обычно масса обозначается буквой  $m$ . Масса — суть скаляр, сила — суть вектор. В основе динамики лежат три закона Ньютона. Первый закон Ньютона утверждает, что существуют такие системы отсчета, в которых, если на тело не действуют никакие внешние силы, оно движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называют инерциальными. Второй закон Ньютона утверждает, что, если на тело массой  $m$  действует сила  $\vec{F}$ ,

то ускорение тела  $\vec{a}$  будет равно  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ .

Третий закон Ньютона утверждает, что, если на тело А со стороны тела В действует сила  $\vec{F}_{BA}$ , то на тело В со стороны тела А действует сила  $\vec{F}_{AB}$ , причем

$\vec{F}_{BA} = - \vec{F}_{AB}$ . **Виды сил:**

1. *Сила упругости.* Эта сила возникает при деформации тела. Свойство силы упругости  $\vec{F}$  таково, что при небольших деформациях  $\Delta x$ ,  $\vec{F}$  пропорционально  $\Delta x$  и направлена против деформации. Коэффициент пропорциональности к носит название коэффициента жесткости. Таким образом,  $\vec{F} = -k \Delta \vec{x}$

2. *Гравитационная сила.* Известно, что все тела притягиваются друг к другу с силой  $F$  пропорциональной массе каждого тела  $m_1$  и  $m_2$  и обратно

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

пропорциональной квадрату расстояния  $R$  между телами.

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2.$$

где  $R_0$  — радиус Земли,  $M$  — масса Земли. Ускорение свободного падения  $g$  не зависит от массы притягиваемого тела, поэтому все тела падают с одинаковым ускорением. На поверхности Земли, где  $H$  равно нулю,  $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$ .

3. *Вес тела.* Весом тела  $P$  называют силу, которая давит на опору или растягивает подвес. Эта сила вообще приложена не к телу, а к опоре или подвесу; на тело же действует нормальная реакция опоры или сила натяжения нити. Вес тела может быть равен силе тяжести, а может быть и не равен. Например, если тело лежит на горизонтальной плоскости, то вес тела равен силе тяжести, а если на наклонной, то нет.

4. *Сила трения.* Силой трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  называют силу, которая препятствует

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N.$$

движению, т.е. направлена против скорости, и равна

**Задача1** На тело массой 2160 кг, лежащее на горизонтальной дороге, действует сила, под действием которой тело за 30 секунд пройдет расстояние 500 метров. Найти величину этой силы.

Дано:	Решение:
$m=2160\text{кг}$	$F=ma$
$t=30\text{с}$	$S = \frac{at^2}{2} ; a = \frac{2S}{t^2}$
$S=500\text{м}$	$F = \frac{2mS}{t^2}$
$F=?$	$F = \frac{2 \cdot 2160\text{кг} \cdot 500\text{м}}{900\text{с}^2} = 2400\text{Н}$

**Ответ:** 2400 Н

### Задания для самостоятельного решения

1. После удара теннисной ракеткой мячик массой 5 г получил ускорение  $12 \text{ м/с}^2$ . Какова сила удара?
2. Брусок массой 5 кг равномерно скользит по поверхности стола под действием силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и столом.
3. Две силы по 200 Н каждая направлены под углом  $120^\circ$  друг к другу. Найдите равнодействующую силу.
4. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3 Н и 4 Н?
5. С каким ускорением будет двигаться тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направлены под углом  $120^\circ$  друг к другу?
6. Под действием некоторой силы первое тело приобретает ускорение **а**. Под действием вдвое большей силы второе тело приобретает ускорение в 2 раза меньше, чем первое. Как относится масса первого тела к массе второго?
7. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то, как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг?
8. Сила 10 Н сообщает телу ускорение  $0,4 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому же телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?
9. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горы, проехал по горизонтальной дороге до остановки 20 м за 10 с. Найдите силу трения.
10. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу массой 2 кг, если зависимость его координат от времени имеет вид  $x(t)=4t^2+5t-2$  и  $y(t)=3t^2+4t+14$ ?
11. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Коэффициент трения скольжения 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело?
12. Две силы 6 Н и 8 Н приложены к телу. Угол между векторами этих сил равен  $90^\circ$ . Определите модуль равнодействующей этих сил.
13. Тело массой 6 кг начинает двигаться из состояния покоя под действием постоянной силы. За первую секунду тело перемещается на 5 м. Определите величину этой силы.

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.

С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010

## Практическое занятие №4

### по теме «Потенциальная и кинетическая энергия. Законы сохранения в механике. Работа и мощность»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Законы сохранения в механике», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы. На примере конкретных задач рассмотреть понятия работы, потенциальной кинетической энергии; проанализировать границы применимости законов сохранения на конкретных примерах.

#### Теория:

##### 1. Работа и мощность

Когда под действием некоторой силы тело совершает перемещение, то действие силы характеризуется величиной, которая называется механической работой.

*Механическая работа* - мера действия силы, в результате которого тела совершают перемещение.



Рис. 1

*Работа постоянной силы.* Если тело движется прямолинейно под действием постоянной силы  $F$ , составляющей некоторый угол  $\alpha$  с направлением перемещения  $\vec{S}$  (рис.1), работа равна произведению этой силы на перемещение точки приложения

силы и на косинус угла  $\alpha$  между векторами  $F$  и  $S$ ; или работа равна скалярному произведению вектора силы на вектор перемещения:

$$A = F \cdot S = FS \cos \alpha, \quad [A] = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$$

1 Дж - работа, совершаемая силой в 1Н при перемещении на 1м в направлении действия силы.

1. если  $\alpha$ - острый угол,  $\alpha < \frac{\pi}{2}$ ,  $\cos \alpha > 0$ ,  $A > 0$ ;

2. если  $\alpha$ - тупой угол,  $\alpha > \frac{\pi}{2}$ ,  $\cos \alpha < 0$ ,  $A < 0$ ;

3. если  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $\cos \alpha = 0$ ,  $A = 0$ .

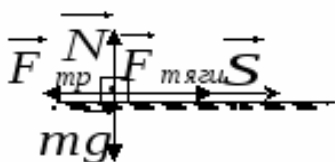


Рис. 2

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} S \cos \pi = -F_{\text{тр}} S;$$

$$A_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} S \cos 0 = F_{\text{тяги}} S;$$

$$A_{\text{тяж}} = 0$$

Если начальная деформация  $x_1=0$ , то  $A = \frac{kx^2}{2}$ .

При сжатии пружины совершается такая же работа.

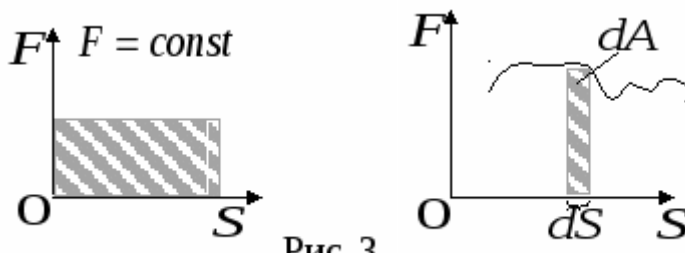


Рис. 3

Графическое изображение работы (рис.3).

На графиках работа численно равна площади заштрихованных фигур.

Для характеристики быстроты совершения работы вводят понятие мощности.

Мощность постоянной силы численно равна работе, совершаемой этой силой за единицу времени.

$$N = \frac{A}{t}, \quad [N] = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}, \quad A = Nt$$

1 Вт- это мощность силы, которая за 1 с совершает 1 Дж работы.

В случае переменной мощности (за малые одинаковые промежутки времени совершается различная работа) вводится понятие мгновенной мощности:

$$N = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} = \frac{FdS \cos \alpha}{dt} = Fv \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

где  $\vec{v} = \frac{d\vec{S}}{dt}$  — скорость точки приложения силы.

Т.о. мощность равна скалярному произведению силы на скорость  $\vec{v}$  точки её приложения.

**Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии.**

Все введенные ранее величины характеризовали только механическое движение. Однако форм движения материи много, постоянно происходит переход от одной формы движения к другой. Необходимо ввести физическую величину, характеризующую движение материи во всех формах её существования, с помощью которой можно было бы количественно сравнивать различные формы движения материи.

*Энергия*- мера движения материи во всех её формах. Основное свойство всех видов энергии – взаимно превращаемость. Запас энергии, которой обладает тело, определяется той максимальной работой, которую тело может совершать,

израсходовав свою энергию полностью. Энергия численно равна максимальной работе, которую тело может совершить, и измеряется в тех же единицах, что и работа. При переходе энергии из одного вида в другой нужно подсчитать энергию тела или системы до и после перехода и взять их разность. Эту разность принято называть *работой*:

$$A = \Delta W.$$

Т. о., физическая величина, характеризующая способность тела совершать работу, называется энергией.

Механическая энергия тела может быть обусловлена либо движением тела с некоторой скоростью, либо нахождением тела в потенциальном поле сил.

*Кинетическая энергия.*

Энергия, которой обладает тело вследствие своего движения, называется кинетической. Работа, совершенная над телом, равна приращению его кинетической энергии.

Найдем эту работу для случая, когда равнодействующая всех приложенных к телу сил равна  $\vec{F}$ .

$$A = \int (\vec{F}, d\vec{S}) ,$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} ,$$

$$A = \int_0^v m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{S} = m \int d\vec{v} \frac{d\vec{S}}{dt} = m \int d\vec{v} \cdot \vec{v} = m \int v dv = \frac{mv^2}{2} ,$$

$$A = \Delta W_k, \quad W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad [W] = 1 \text{ Дж}$$

Работа, совершенная телом за счет кинетической энергии, равна убыли этой энергии.

*Потенциальная энергия.*

Если в каждой точке пространства на тело действуют другие тела с силой, величина которой может быть различна в разных точках, говорят, что тело находится в поле сил или силовом поле.

Если линии действия всех этих сил проходят через одну точку - силовой центр поля, - а величина силы зависит только от расстояния до этого центра, то такие

силы называются центральными, а поле таких сил - центральным (гравитационное, электрическое поле точечного заряда).

Поле постоянных во времени сил называется стационарным.

Поле, в котором линии действия сил - параллельные прямые, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга - однородное.

Все силы в механике подразделяются на консервативные и неконсервативные (или диссипативные).

Силы, работа которых не зависит от формы траектории, а определяется только начальным и конечным положением тела в пространстве, называются *консервативными*.

Работа консервативных сил по замкнутому пути равна нулю. Все центральные силы являются консервативными. Силы упругой деформации также являются консервативными силами. Если в поле действуют только консервативные силы, поле называется потенциальными (гравитационные поля).

Силы, работа которых зависит от формы пути, называются неконсервативными (силы трения).

Потенциальной энергией называют часть общей механической энергии системы, которая определяется только взаимным расположением тел, составляющих систему, и характером сил взаимодействия между ними. *Потенциальная энергия* - это энергия, которой обладают тела или части тела вследствие их взаимного расположения.

Понятие потенциальной энергии вводится следующим образом. Если тело находится в потенциальном поле сил (например, в гравитационном поле Земли), каждой точке поля можно сопоставить некоторую функцию (называемую потенциальной энергией) так, чтобы работа  $A_{12}$ , совершаемая над телом силами поля при его перемещении из произвольного положения 1 в другое произвольное положение 2, была равна убыли этой функции на пути  $1 \rightarrow 2$ :

$$W_p(1) - W_p(2) = A_{12},$$

где  $W_p(1)$  и  $W_p(2)$  значения потенциальной энергии системы в положениях 1 и 2.

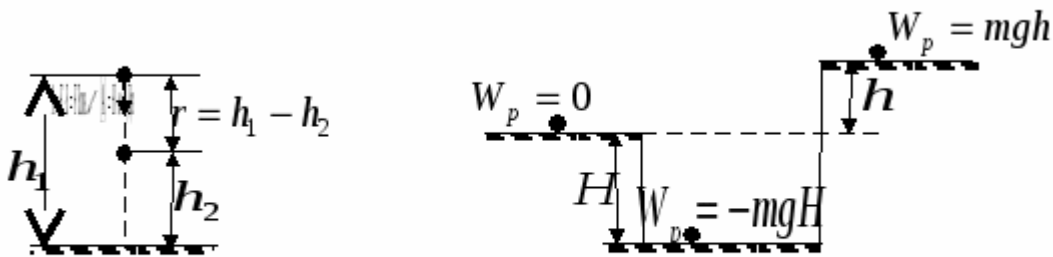


Рис. 5

Записанное соотношение позволяет определить значение потенциальной энергии с точностью до некоторой неизвестной аддитивной постоянной. Однако, это обстоятельство не имеет никакого значения, т.к. во все соотношения входит только разность потенциальных энергий, соответствующих двум положениям тела. В каждой конкретной задаче условливаются считать потенциальную энергию какого-то определенного положения тела равной нулю, а энергию других положений брать по отношению к нулевому уровню. Конкретный вид функции  $W_p$  зависит от характера силового поля и выбора нулевого уровня. Поскольку нулевой уровень выбирается произвольно, может иметь отрицательные значения. Например, если принять за нуль потенциальную энергию тела, находящегося на поверхности Земли, то в поле сил тяжести вблизи земной поверхности потенциальная энергия тела массой  $m$ , поднятого на высоту  $h$  над поверхностью, равна  $W_p = mgh$  (рис. 5).

$$A_{12} = W_{p1} - W_{p2}$$

$$A_{12} = mg \cdot r = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2,$$

где  $h_1 - h_2$  - перемещение тела под действием силы тяжести; при  $h_2 = 0$ ,

Потенциальная энергия этого же тела, лежащего на дне ямы глубиной  $H$ , равна

$$W_p = -mgH.$$

В рассмотренном примере речь шла о потенциальной энергии системы Земля-тело.

Потенциальной энергией может обладать не только система взаимодействующих тел, но отдельно взятое тело. В этом случае потенциальная энергия зависит от взаимного расположения частей тела.

Выразим потенциальную энергию упруго деформированного тела.

$$A_{12} = \frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}$$

$$A_{12} = W_{p2} - W_{p1}$$

$$W_p = \frac{kx^2}{2}$$

- потенциальная энергия упругой деформации, если принять, что потенциальная энергия недеформированного тела равна нулю;

где  $k$ - коэффициент упругости  $x$ - деформация тела.

В общем случае тело одновременно может обладать и кинетической и потенциальной энергиями. Сумма этих энергий называется *полной механической энергией* тела:  $W = W_k + W_p$

Полная механическая энергия системы равна сумме её кинетической и потенциальной энергий. Полная энергия системы равна сумме всех видов энергии, которыми обладает система.

Закон сохранения энергии - результат обобщения многих экспериментальных данных. Идея этого закона принадлежит Ломоносову, изложившему закон сохранения материи и движения, а количественная формулировка дана немецким врачом Майером и естествоиспытателем Гельмгольцем.

*Закон сохранения механической энергии:* в поле только консервативных сил полная механическая энергия остается постоянной в изолированной системе тел. Наличие диссипативных сил (сил трения) приводит к диссипации (рассеянию) энергии, т.е. превращению её в другие виды энергии и нарушению закона сохранения механической энергии.

*Закон сохранения и превращения полной энергии:* полная энергия изолированной системы есть величина постоянная.

Энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, а лишь превращается из одного вида в другой в эквивалентных количествах. В этом и заключается физическая сущность закона сохранения и превращения энергии: неумиротожимость материи и её движения.

**Задача 1.** С башни высотой 20 м горизонтально со скоростью 10 м/с брошен камень массой 400 г (рис. 1). Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую и потенциальную энергию камня через 1 с после начала движения.

**Дано:**  $H = 20$  м;  $v_0 = 10$  м/с;  $m = 0,4$  кг;  $t = 1$  с.

**Найти:**  $E_k$ ,  $E_n$ .

**Решение:**

В точке  $A$   $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ,  $E_n = mgh$ , где

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2},$$

$$h = H - h_1, \quad h_1 = \frac{gt^2}{2};$$

$$E_k = \frac{m}{2}(v_0^2 + g^2 t^2), \quad E_n = mg\left(H - \frac{gt^2}{2}\right).$$

Подставляя числовые данные, получим  $E_k = 39,2$  Дж,  $E_n = 59,2$  Дж.

**Ответ:**  $E_k = 39,2$  Дж,  $E_n = 59,2$  Дж

**Задача 2.** Автомобиль массой 1,8 т движется в гору, уклон которой составляет 3 м на каждые 100 м пути (рис. 2). Определить: а) работу, совершаемую двигателем автомобиля на пути 5 км, если коэффициент трения равен 0,1;

б) развиваемую двигателем мощность, если известно, что этот путь был преодолен за 5 мин.

**Дано:**  $m = 1800$  кг;  $\sin \alpha = 0,03$ ;  $s = 5000$  м;  $\mu = 0,1$ ;  $t = 300$  с.

**Найти:**  $A$ ,  $P$ .

**Решение:**

$$A = F_1 s + F_{mp} s, \text{ где } F_1 = mg \sin \alpha,$$

$$F_{mp} = \mu mg \cos \alpha; \quad A = mgs(\sin \alpha + \mu \cos \alpha);$$

$$A = mgs(\sin \alpha + \mu \cos \alpha); \quad P = \frac{A}{t}.$$

Подставляя числовые данные, получим:  $A = 11,5 \cdot 10^6$  Дж,  $P = 38,3 \cdot 10^3$  Вт.

**Ответ:**  $A = 11,5$  МДж,  $P = 38,3$  кВт.

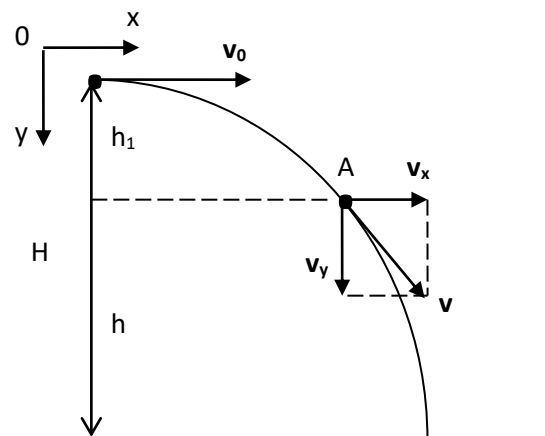


Рис. 1

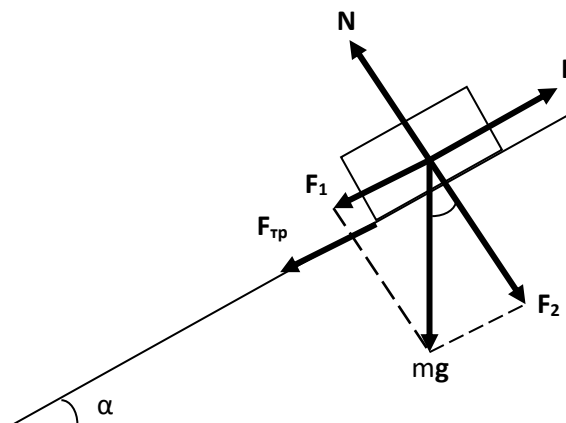


Рис. 2

### Задания для самостоятельного решения

1. Камень массой 0,2 кг бросили под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 15 м/с. Найти кинетическую, потенциальную и полную энергию камня: а) спустя 1 с после начала движения; б) в высшей точке траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2. Тело массой 5 кг падает с высоты 20 м. Определить полную энергию тела в точке, находящейся от поверхности Земли на высоте 5 м. Трением тела о воздух пренебречь. Сравнить эту энергию с первоначальной энергией тела.
3. Тело, падая с некоторой высоты, в момент соприкосновения с Землей обладает импульсом 100 кг·м/с и кинетической энергией 500 Дж. Определить: а) с какой высоты тело падало; б) массу тела.
4. Тело брошено под углом  $45^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 15$  м/с. Используя закон сохранения энергии, определить скорость тела в высшей точке его траектории.
5. Мальчик везёт санки с постоянной скоростью. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Мальчик совершил работу, равную 30 Дж. Определите пройденный путь.
6. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, открывая дверь?
7. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с. Догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Найдите скорость вагонов после их взаимодействия, если удар неупругий.
8. Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, лежащий на гладкой поверхности, и застревает в нём. Скорость бруска после этого становится равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок.
9. Спортсмен поднимает гирию массой 16 кг на высоту 2 м, затрачивая на это 0,8 с. Какую мощность при этом развивает спортсмен?
10. Тело массой 100 г движется по окружности со скоростью 0,4 м/с. Определите модуль изменения импульса за половину периода.

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г.

## Практическое занятие №5

по теме «Основы молекулярной физики. Размеры молекул. Температура»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Теория:

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества — жидкие, твердые и газообразные — образованы из мельчайших частиц — молекул
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

Масса одной молекулы  $m_0$  выражается формулой  $m_0 = \frac{M}{N_A}$ .

Количеством вещества  $\nu$  называется отношение числа молекул  $N$  к числу

Авогадро  $N_A$ :  $\nu = \frac{N}{N_A}$ .

Концентрацией молекул  $n$  называется отношение числа молекул  $N$  в объеме  $V$  к

этому объему  $V$ :  $n = \frac{N}{V}$ .

Давление  $p$  можно выразить следующей формулой  $p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$

Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

Средняя кинетическая энергия  $\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$ , где  $k$  — постоянная Больцмана.

уравнение Менделеева-Клапейрона  $pV = \frac{m}{M} RT$ ,

где  $R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}$  — универсальная газовая постоянная.

### Задача 1

Какой объем занимают 100 моль ртути?

---

**Дано:**  $\mu = 0,2 \text{ кг/моль}$ ,  $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\nu = 100 \text{ моль}$ . **Найти:**  $V$

**Решение:**

$$m = \rho V = \mu \nu; \quad V = \frac{\mu \nu}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

**Ответ:**  $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$ .

**Задания для самостоятельного решения**

1. Определите массу молекулы воды.
2. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
4. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
5. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
6. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В – 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?
8. Объём 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении  $10^5$  Па равен  $V_1$ . Чему равен объём 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?
9. Определите массу воздуха в классной комнате размерами 5х12х3 м при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ . Принять плотность воздуха равной  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
10. Если положить овощи в солёную воду, то через некоторое время они становятся солёными. Какое явление объясняет этот факт?

#### **Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

#### **Практическое занятие №6**

##### **по теме «Свойства паров (газов), жидкости и твердых тел»**

**Цель:** *ввести представление о силе поверхностного натяжения; дать энергетическую трактовку коэффициента поверхностного натяжения;*

*рассмотреть вопрос о давлении под искривленной поверхностью жидкости;*

*объяснить явления смачивания и несмачивания; выяснить природу капиллярных явлений.*

#### **Теория:**

- *Давление насыщенного пара*

Давление насыщенного пара ( $p_0$ ) не зависит от объёма, а зависит от температуры ( $T$ ) и концентрации молекул пара ( $n$ )  $p_0 = n \times k \times T$ , где  $k$  – постоянная Больцмана СИ: Па

- *Относительная влажность воздуха*

Относительной влажностью воздуха ( $\varphi$ ) называют отношение парциального давления ( $p$ ) водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению ( $p_0$ ) насыщенного пара при той же температуре, выраженной в процентах.

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \times 100 \%$$

СИ: %

- *Абсолютная влажность воздуха*

Абсолютная влажность воздуха ( $\rho$ ):

- 1) давление, оказываемое водяным паром при данных условиях:  $\rho_a = \frac{m \times R \times T}{M \times V}$  ;
- 2) это масса ( $m$ ) водяного пара в единице объёма ( $V = 1 \text{ м}^3$ ) воздуха:  $\rho_a = \frac{m}{V}$  ;  
СИ: Па, кг/м<sup>3</sup>

- *Коэффициент поверхностного натяжения жидкости*

Коэффициент поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) жидкости равен отношению модуля силы поверхностного натяжения ( $F$ ) к длине ( $l$ ) границы поверхности натяжения, на которую действует эта сила.

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

СИ: Н/м

- *Высота поднятия жидкости в капилляре*

Высота ( $h$ ) поднятия жидкости в капиллярной трубке (капилляре) прямо пропорциональна коэффициенту поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) и обратно пропорциональна плотности жидкости ( $\rho$ ) и радиусу ( $r$ ) капиллярной трубки.

$$h = \frac{2 \times \sigma}{\rho \times g \times r}$$

- *Капиллярное давление*

Капиллярное давление ( $p$ ) жидкости в капилляре пропорционально коэффициенту поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) и обратно пропорционально радиусу капиллярной

трубки ( $r$ ).

$$h = \frac{2 \times \sigma}{r}$$

СИ: Па

- *Абсолютная деформация (удлинение — сжатие)*

Абсолютная деформация ( $\Delta l$ ) — разность линейных размеров ( $l_0$  и  $l$ ) твердого тела до и после приложения к нему силы.

$$\Delta l = l - l_0$$

СИ: мм

- *Относительная деформация (удлинение — сжатие)*

Относительная деформация ( $\epsilon$ ) — отношение абсолютной деформации ( $\Delta l$ ) к

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

начальной длине твердого тела ( $l_0$ ).

- *Механическое напряжение*

Механическое напряжение ( $\sigma$ ) — это отношение модуля силы упругости ( $F$ ) к

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

площади поперечного сечения ( $S$ ) тела.

СИ: Па

- *Закон Гука для твердого тела*

При малых деформациях напряжение ( $\sigma$ ) прямо пропорционально относительному удлинению ( $\epsilon$ )

$$\sigma = E \times |\epsilon|$$

СИ: Па

- *Модуль упругости (модуль Юнга)*

Модуль продольной упругости ( $E$ ) — постоянная для данного материала величина, численно равная механическому напряжению ( $\sigma$ ), которое необходимо создать в теле, чтобы его относительное удлинение ( $\epsilon$ ) достигло единицы

$$E = \frac{\sigma}{|\epsilon|}$$

СИ: Па

- *Коэффициент запаса прочности*

Коэффициент запаса прочности ( $n$ ) — это величина, показывающая во сколько раз напряжение ( $\sigma_{нч}$ ), соответствующее пределу прочности, превышает напряжение ( $\sigma_{дон}$ ), допустимое для твердого тела в данных условиях нагрузки

$$n = \sigma_{нч} / \sigma_{дон}$$

**Задача 1.** В калориметр, который содержит 400 г воды при 17 °С, пускают 10 г пара, температура которого 100 °С. Какая температура установилась в калориметре?

Дано:	Решение:
$t_1 = 17 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $m_1 = 400 \text{ г}$ $t_2 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $m_2 = 10 \text{ г}$	<p>Вода в калориметре нагревается до температуры <math>t</math> за счет теплоты, которую отдает сконденсированный пар, и теплоты вследствие охлаждения образованной из нее воды: <math>c_B m_1 (t - t_1) = r m_2 + c_B m_2 (t_2 - t)</math>.</p> <p>Осуществив определенные математические преобразования, получим:</p>

	$t = (rm_2 + c_B m_2 t_2 + c_B m_1 t_1) / c_B (m_1 + m_2); t = 32\text{ }^{\circ}\text{C}.$
$t — ?$	<b>Ответ:</b> $t = 32\text{ }^{\circ}\text{C}.$

**Задача 2.** В пустой сосуд объемом  $1\text{ м}^3$  налили  $10\text{ г}$  воды при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и плотно закрыли. Будет ли в нем пар насыщенным? Какое минимальное количество воды надо налить, чтобы пар стал насыщенным?

<i>Дано:</i> $T = 273\text{ К}$ $m = 10\text{ г}$ $V = 1\text{ м}^3$	<i>Решение:</i> Из уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = (m / M) \cdot RT$ определим давление, которое установилось после испарения воды: $p = 1351\text{ Па}$ . В таблице находим давление насыщенного водяного пара при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ : $p_n = 2333\text{ Па}$ . Если в уравнение Менделеева-Клапейрона подставить значение давления насыщенного пара, то получим минимальное количество воды, которую нужно испарить, чтобы пар стал насыщенным: $m_0 = p_n VM / RT = 17,3\text{ г}$ .
$p — ?, m_0 — ?$	<b>Ответ:</b> $p = 1351\text{ Па}, m_0 = 17,3\text{ г}.$

**Задача 3.** Водяной пар, который находится в закрытом сосуде объёмом  $5,76\text{ л}$  при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , оказывает давление  $1280\text{ Па}$ . Каким будет его давление, если объем увеличится до  $8\text{ л}$ , а температура повысится до  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

<i>Дано:</i> $t_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $V_1 = 5,76\text{ л}$ $p_1 = 1280\text{ Па}$ $t_2 = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ $V_2 = 8\text{ л}$	<i>Решение:</i> Из таблицы давление насыщенного водяного пара при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_n = 1710\text{ Па}$ . Следовательно, пар ненасыщенный. Для $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_n = 3559\text{ Па}$ . Согласно уравнению состояния идеального газа $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2; p_2 = 960\text{ Па}$ .
$p_2 — ?$	<b>Ответ:</b> $p_2 = 960\text{ Па}.$

**Задача 4.** Алюминиевая деталь массой  $560\text{ г}$  была нагрета до  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  и затем брошена в воду, температура которой  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При этом часть воды испарилась, а та часть, которая осталась, нагрелась до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сколько воды испарилось? Начальная масса воды  $400\text{ г}$ .

<i>Дано:</i> $t_a = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ $m_a = 560\text{ г}$ $t_b = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ $m_B = 400\text{ г}$ $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	<i>Решение:</i> В результате охлаждения алюминиевой детали выделилось количество теплоты $Q_4$ , которое затрачено на испарение части воды ( $Q_2 + Q_3$ ) и нагревание оставшейся воды $Q_1$ . $Q_1 = (m_B - m_{\Pi})c_B(t - t_B);$ $Q_2 = c_B m_{\Pi}(100\text{ }^{\circ}\text{C} - t_B);$ $Q_3 = r m_{\Pi};$ $Q_4 = c_a m_a(t_a - t);$ $Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3.$ $c_a m_a(t_a - t) = c_B m_B(t - t_B) - c_B m_{\Pi}(t - t_B) + c_B m_{\Pi}(100\text{ }^{\circ}\text{C} - t_B) + r m_{\Pi}.$
---	--

	Решив это уравнение относительно неизвестного $m_{\text{л}}$ , получим: $m_{\text{л}} = 6,7 \cdot 10^{-3}$ кг.
$m_{\text{л}} — ?$	<b>Ответ:</b> $m_{\text{л}} = 6,7 \cdot 10^{-3}$ кг.

**Задача 5.** В железном баке массой 5 кг находится 20 кг воды и 6 кг льда при 0 °С. Сколько водяного пара температурой 100 °С надо впустить в бак, чтобы растопить лед и нагреть воду до 70 °С?

<b>Дано:</b> $t_1 = 0$ °С $m_{\text{л}} = 6$ кг $m_6 = 5$ кг $m_B = 20$ кг $t = 70$ °С	<b>Решение:</b> В результате конденсации пара и охлаждения образовавшейся воды выделилось количество теплоты $Q_1 + Q_2$ . По условию теплового баланса оно затрачено на плавление льда $Q_3$ , нагревание образовавшейся воды $Q_4$ и находящейся в баке воды $Q_5$ , а также на нагревание самого бака $Q_6$ . $Q_1 = r m_{\text{л}}$ ; $Q_2 = c_B m_{\text{л}}(t_{\text{л}} - t)$ ; $Q_3 = \lambda m_{\text{л}}$ ; $Q_4 = c_B m_{\text{л}}(t - 0$ °С); $Q_5 = c_B m_B(t - 0$ °С); $Q_6 = c_{\text{жс}} m_6(t - 0$ °С). $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$ . Решив это уравнение относительно неизвестного $m_{\text{л}}$ , получим: $m_{\text{л}} = 4$ кг.
$m_{\text{л}} — ?$	<b>Ответ:</b> $m_{\text{л}} = 4$ кг.

**Задача 6.** Относительная влажность воздуха в комнате при 25 °С составляет 70%. Сколько воды конденсируется из каждого кубометра воздуха в случае снижения температуры до 16 °С?

<b>Дано:</b> $t_1 = 25$ °С $\varphi = 70\%$ $t_2 = 16$ °С	<b>Решение:</b> $\varphi = (\rho / \rho_n) \cdot 100\%$ . Из таблицы плотность насыщенного пара при 25 °С равна $\rho_{H1} = 23 \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup> . Следовательно, $\rho = \varphi \rho_{H1} = 16,1 \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup> . Точка росы для данной абсолютной влажности воздуха равна $t_p = 19$ °С, поэтому влага начнет конденсироваться при температуре ниже точки росы, т. е. от 19 °С до 16 °С. Поскольку $\rho = m / V$ , то $m_1 = \rho V$ , а $m_2 = \rho_{H2} V$ . Из таблицы устанавливаем, что для 16 °С плотность насыщенного водяного пара равна $\rho_{H2} = 13,6 \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup> . Следовательно, $m_B = m_1 - m_2 = \rho V - \rho_{H2} V$ ; $m_B = (16,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 - 13,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3) \cdot 1 \text{ м}^3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ .
--	--

$m_B$ — ?	<b>Ответ:</b> $m_B = 2,5 \cdot 10^{-3}$ кг.
-----------	---

**Задача 7.** Поверхностное натяжение жидкости можно определить экспериментально с помощью чувствительного динамометра и кольца из проволоки: кольцо опускают на поверхность воды, а затем отрывают его от нее, фиксируя с помощью динамометра силу в момент отрыва (рис. 3.17). В одном из таких опытов использовалось алюминиевое кольцо диаметром 20 см и массой 5,7 г; в момент отрыва динамометр показал 0,15 Н. По этим данным вычислите поверхностное натяжение воды.

<i>Дано:</i> $m = 5,7$ г $d = 20$ см $F = 0,15$ Н	<i>Решение:</i> В момент отрыва сила упругости динамометра $F$ уравновешена силой тяжести кольца и силой поверхностного натяжения воды, действующей на контур кольца: $F = mg + 2\sigma l$ ; $l = \pi d$ . Отсюда $\sigma = (F - mg) / 2\pi d = 0,074$ Н/м.
$\sigma$ — ?	<b>Ответ:</b> $\sigma = 0,074$ Н/м.

### Задания для самостоятельной работы

1. Вечером на берегу озера при температуре 18 °С относительная влажность воздуха равна 75 %. При какой температуре к утру можно ожидать появления тумана?
2. Под каким давлением находится воздух в воздушном пузырьке радиусом 2 мм в воде на глубине 50 см, если атмосферное давление 10 Па?
3. Каково должно быть наименьшее сечение стальной проволоки длиной 4,2 м, чтобы при действии растягивающей силы, равной 10 кН, ее абсолютное удлинение не превышало 0,6 см? Модуль Юнга стали 220 ГПа.

### Литература:

- Мякишева Г.Я., Буховцов Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10-11 класс (базовый и профильный уровни) М.: Просвещение, 2012 г
- Яремкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 класс. - М.: Дрофа, 2005 г.

### Практическое занятие №9 Практическое занятие № 7

**Решение задач по теме: «Взаимные превращения жидкостей, газов и твердых тел».**

**Цель:** Закрепить знания по теме «Взаимные превращения жидкостей, газов и твердых тел»,  
сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач.
2. Рассмотреть примеры решения задач.
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

### **Теоретическая часть**

1. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела:  
 $Q = cm(t_2 - t_1)$ ,  $c$  - удельная теплоемкость вещества
2. Количество теплоты, необходимое для плавления:  
 $Q = \lambda m$  (при  $t = t_{\text{плавл}}$ ), ( $\lambda$  - удельная теплота плавления)
3. Количество теплоты, необходимое для парообразования:  
 $Q = Lm$  (при  $t = t_{\text{кип}}$ ), ( $L$  - удельная теплота парообразования)
4. Количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива:  
 $Q = qm$ , ( $q$  - удельная теплота сгорания топлива).

Процессы теплообмена в замкнутой системе тел могут приводить к охлаждению одних тел, нагреванию других, изменению фазового состояния тел системы. Однако при любых процессах в таких системах полное количество тепла остается неизменным. Поэтому выполняется закон сохранения энергии, называемой в этом случае тепловым балансом: количество тепла, отданное всеми остывшими телами, равно количеству тепла, полученному всеми нагревающимися телами.

Если в замкнутой системе участвуют в теплообмене три тела, то уравнение теплового баланса в общем виде запишется так:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0.$$

При решении задачи необходимо выяснить, какие тела отдают энергию (выражение для количества теплоты берется со знаком «минус»), а какие получают (количество теплоты для этих тел берется со знаком «плюс»).

### **Примеры решения задач**

**Пример 1.** В калориметре находится лёд массой 1 кг при температуре  $t_1 = -40^\circ\text{C}$ . В калориметр пускают пар массой 1 кг при температуре  $t_2 = 120^\circ\text{C}$ . Определите установившуюся температуру и фазовое состояние системы. Нагреванием калориметра пренебрегите. ( $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ,  $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ,  $c_{\text{п}} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ,  $\lambda_{\text{л}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ ,  $r_{\text{п}} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ .)

Р е ш е н и е. Прежде чем составлять уравнение теплового баланса,  $|Q_{\text{отд}}| = Q_{\text{пол}}$ , оценим, какое количество теплоты могут отдать одни элементы системы, а какое количество теплоты могут получить другие. Очевидно, что тепло отдают: пар 1) при охлаждении до  $100^\circ\text{C}$  и 2) при конденсации; вода, сконденсировавшаяся из пара, при остывании от  $100^\circ\text{C}$ . Тепло получают: лёд 1) при нагревании и 2) при

плавлении; вода, полученная из льда, нагревается от 0 °С до какой-то температуры. Определим количество теплоты, отданной паром при процессах 1 и 2:

$$|Q_{\text{отд}}| = c_{\text{п}}m_{\text{п}}(t_2 - 100) + r_{\text{п}}m_{\text{п}} = 23,0 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

Количество теплоты, полученной льдом при процессах 1 и 2:

$$Q_{\text{пол}} = c_{\text{л}}T_{\text{л}}(0 - t_1) + \lambda_{\text{л}}m_{\text{л}} = 4,14 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

Из расчётов ясно, что  $|Q_{\text{отд}}| = Q_{\text{пол}}$ . Растаявший лёд затем нагревается. Определим, какое количество теплоты нужно дополнительно, чтобы вода, образовавшаяся из льда ( $m_{\text{л}} = m_{\text{в}}$ ), нагрелась до 100 °С:

$$Q'_{\text{пол}} = c_{\text{в}}T_{\text{в}}(100 - 0) = 4,2 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

Следовательно, суммарное количество теплоты, которую может получить лёд, перешедший в воду, которая затем нагрелась до 100 °С, есть  $Q_{\text{пол}\Sigma} = 8,34 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ . Мы видим, что  $Q_{\text{пол}\Sigma} < |Q_{\text{отд}}|$ .

Из последнего соотношения следует, что не весь пар будет конденсироваться. Массу оставшегося пара можно определить из соотношения  $m'_{\text{п}} = (|Q_{\text{отд}}| - Q_{\text{пол}\Sigma})/r_{\text{п}} = 0,65 \text{ кг}$ .

Окончательно в калориметре будут находиться пар и вода при температуре  $t = 100$  °С, при этом  $m'_{\text{п}} = 0,65 \text{ кг}$ ,  $m_{\text{в}} = 1,35 \text{ кг}$ .

**Пример 2.** На сколько температура воды у основания водопада высотой 1200 м больше, чем у его вершины? На нагревание воды затрачивается 70 % выделившейся энергии. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

Р е ш е н и е. При ударе падающей воды у основания водопада часть потенциальной энергии  $E_{\text{п}} = mgh$  идёт на нагревание воды:  $\eta mgh = mc_{\text{в}}\Delta t$ , откуда  $\Delta t = \eta gh/c_{\text{в}} = 1,96$  °С.

**Пример 3.** В комнате объёмом  $V = 120 \text{ м}^3$  при  $t = 15$  °С относительная влажность воздуха  $\varphi = 60$  %.. Определить массу водяных паров в воздухе комнаты. Давление насыщенных паров  $p_0$  при  $t = 15$  °С равно 12 мм рт. ст.. Молярная масса воды

$$M = 0,018 \text{ кг/моль.}$$

Дано:	СИ	Решение.
$V = 120 \text{ м}^3$	+ 273 К	$PV = \frac{m}{M}RT \quad \varphi = \frac{P}{P_0}; \Rightarrow P = \varphi P_0$
$t = 15$ °С	*133,3 Па	
$\varphi = 60$ %		

$p_0 = 12 \text{ мм рт. ст.}$ $M = 0,018$ $\frac{\text{кг/моль}}{m = ?}$	$\Phi_0 V = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{\rho_0 V M}{RT}$ $m = \frac{0,6 * 12 * 133,3 \text{ Па} * 120 \text{ м}^3 * 0,018 \text{ кг / моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}} 288 \text{ К}} = 0,92 \text{ кг}$
--	--

## Индивидуальные задания к практической работе № 7

### Вариант №1

1. Железная заготовка, охлаждаясь от температуры 800 до 0°C, растопила лед массой 3 кг, взятый при 0°C. Какова масса заготовки, если вся энергия, выделенная ею, пошла на плавление льда. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$ , удельная теплоемкость железа  $C = 460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$
2. Относительная влажность воздуха при 20°C равна 58%. При какой максимальной температуре выпадет роса?
3. Свинцовый шар, падая с некоторой высоты, после удара о землю нагрелся на 4,5К. Удельная теплоемкость свинца 130 Дж/кг К. Определите скорость шара перед ударом, если на нагрев пошла половина его механической энергии.

### Вариант №2

1. В калориметре находится вода массой 0,4 кг при температуре 10 °C. В воду положили лёд массой 0,6 кг при температуре -40 °C. Какая температура установится в калориметре, если его теплоёмкость ничтожно мала?
2. При температуре 300 К влажность воздуха 30%. При какой температуре влажность этого воздуха будет 50%?
3. Свинцовая дробинка, летящая со скоростью 100м/с, попадает в доску и входит в нее, 52 % кинетической энергии дробинки идет на ее нагревание. На сколько градусов нагрелась дробинка? Удельная теплоемкость свинца 130 Дж/кг К.

### Вариант №3

1. Как изменится температура 150 гр воды, если в нее опустить алюминиевый цилиндр массой 100 гр, нагретый до температуры 80 °C. Начальная температура воды 20 °C.
2. Определить относительную влажность воздуха, если сухой термометр психрометра показывает 294 К, а влажный 286К?
3. Молот массой 2 т падает на стальную болванку массой 1 кг с высоты 3 м. На сколько градусов нагреется болванка при ударе, если на нагревание идет 50% всей энергии молота? Удельная теплоемкость стали 460 Дж/кг К.

#### **Вариант №4**

1. В латунный сосуд массой 0,2 кг содержащий 0,4 кг анилина при температуре 10 С долили 0,4 кг анилина при температуре 31 С. Найти удельную теплоемкость анилина, если в сосуде установилась температура 20 С. Удельная теплоемкость латуни 0,4 кДж/ кг С.
2. Воздух при температуре 303 К имеет точку росы при 286 К. Определить абсолютную и относительную влажность воздуха.
3. Чему равна скорость пули массой 12 г, если при выстреле сгорает 2, 4 г пороха? Удельная теплота сгорания пороха равна  $3,8 \cdot 10^6$  Дж/кг. КПД карабина 25%.

#### **Вариант №5**

1. Ванну объемом 100 л необходимо заполнить водой, имеющей температуру 30 С, имея воду при температуре 80 С и лед при температуре -20 С. Найти массу льда, который придется положить в ванну.
2. Относительная влажность воздуха при 273 К равна 40%. Выпадет ли иней, если температура почвы понизится до 265 К?
3. Свинцовая пуля, встретив препятствие, затормозилась в нем и нагрелась на 160К. Определить скорость пули в момент соприкосновения с препятствием, если на нагревание пули потратилось 26% ее кинетической энергии.

#### **Вариант №6**

1. В кастрюлю, где находится вода объемом 2 л при температуре 25°С, долили 3 л кипятка. Какая температура воды установится?
2. Относительная влажность воздуха при температуре 293 К равна 44%. Что показывает влажный термометр психрометра?
3. С какой высоты упала льдинка, если она нагрелась на 1К? Считать, что на нагревание льдинки идет 60% ее потенциальной энергии. Удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.

*При подготовке к практической работе необходимо использовать конспекты лекций и учебник ФИЗИКА, 10 кл. авт. Л.Э Генденштейн, Ю.И.Дик, § 44, 45, 48*

*Л.Э Генденштейн, А.В.Кошкина, Г.И.Левиев, Задачник, §48, №5, 6, 7*

### **Практическое занятие № 8.**

#### **Решение задач по теме: «Основы термодинамики».**

**Цель:** систематизировать знания по разделу «Основы термодинамики», научиться применять систему знаний на расчет величин, описывающих первый

закон термодинамики и процессы, происходящие в тепловых двигателях; приобрести опыт решения задач по данной теме.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач.
2. Рассмотреть примеры решения задач.
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

### **Теоретическая часть**

#### ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА.

Внутренняя энергия идеального газа есть кинетическая энергия движения молекул

$$U_{\text{и.г.}} = \frac{3}{2} NkT$$

Внутренняя энергия идеального газа - это функция состояния. Она зависит только от состояния газа, а не от пути, по которому он приведён в данное состояние.

#### ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ.

Закон сохранения энергии в применении к тепловым явлениям называют первым законом термодинамики.

Количество теплоты, сообщенное системе, идет на изменение ее внутренней энергии и на

совершение работы над внешними телами.

$$Q = \Delta U + A$$

#### ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.

##### ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС:

$$V = \text{const} \quad Q_v = \Delta U$$

##### ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС:

$$p = \text{const} \quad Q_p = \Delta U + A$$

при этом:

$$A = p\Delta V$$

##### ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС:

$$T = \text{const} \quad Q_T = A$$

### АДИАБАТНЫЙ ПРОЦЕСС.

Адиабатным называется процесс, при котором система не получает и не отдает энергию посредством теплопередачи, т.е. есть

$$Q_{\text{ад}} = 0 \quad A = -\Delta U$$

КПД ТЕПЛОВОГО ДВИГАТЕЛЯ:

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

КПД реального теплового двигателя равен

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < 1$$

$Q_1$  - количество теплоты, отнятое у нагревателя,  $Q_2$  - количество теплоты, переданное холодильнику.

### ИДЕАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ. ЦИКЛ КАРНО.

При цикле Карно максимальный КПД теплового двигателя вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$T_1$  - температура нагревателя,  $T_2$  - температура холодильника в кельвинах.

### **Примеры решения задач.**

**Пример 1.** При подведении к идеальному газу количества теплоты 125 кДж газ совершает работу 50 кДж против внешних сил. Чему равна конечная внутренняя энергия газа, если его энергия до подведения количества теплоты была равна 220 кДж?

Дано:

$$U_0 = 220 \text{ кДж}$$

$$A_{\text{вн}} = 50 \text{ кДж}$$

$$Q = 125 \text{ кДж}$$

$$U = ?$$

Решение:

Согласно первому закону термодинамики:

$$\Delta U = A_{\text{вн}} + Q.$$

Поскольку  $U = U_0 + \Delta U$ , то конечная внутренняя энергия газа

$$U = U_0 + Q + A_{\text{вн}} = 220 + 125 + 50 = 295 \text{ кДж}.$$

Ответ: 295 Дж

**Пример 2.** Какой должна быть температура нагревателя, для того, чтобы в принципе стало возможным достижение значения КПД тепловой машины 80%, если температура холодильника 27 °С?

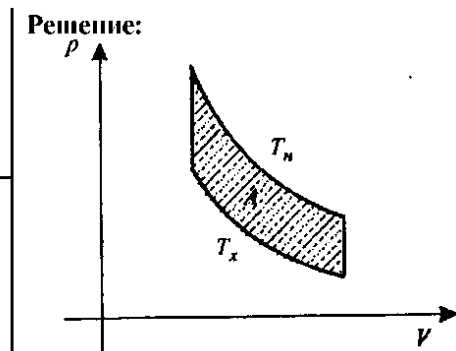
Дано:

$$\eta_{\text{max}} = 80\%$$

$$T_x = 300 \text{ К} = 3 \cdot 10^2 \text{ К}$$

$T_n$  - ?

Решение:



$$\eta_{\text{max}} = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%,$$

где  $T_n$  - температура нагревателя,  $T_x$  - температура холодильника.

$$\frac{\eta_{\text{max}}}{100\%} = 1 - \frac{T_x}{T_n},$$

$$T_n = \frac{T_x}{1 - \frac{\eta_{\text{max}}}{100\%}},$$

$$T_n = \frac{T_x \cdot 100\%}{100\% - \eta_{\text{max}}},$$

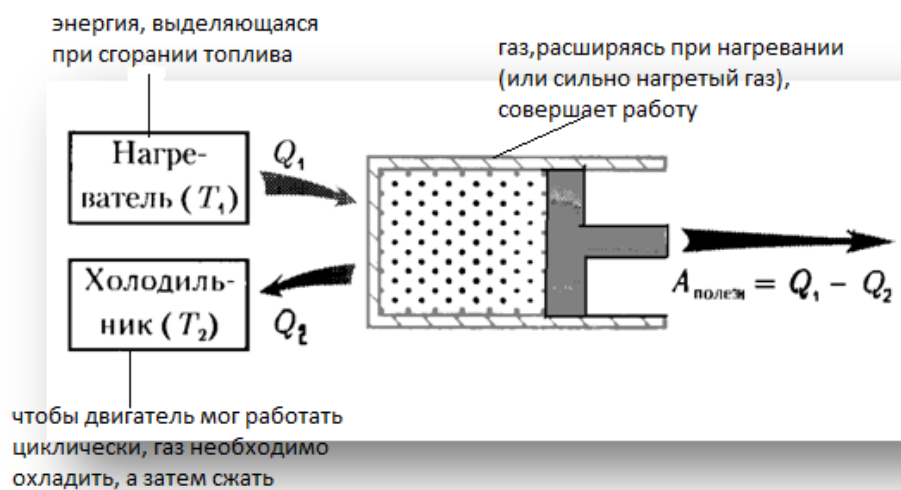
$$T_n = \frac{3 \cdot 10^2 \cdot 100}{100 - 80} \text{ К}; T_n = 1.5 \cdot 10^3 \text{ К} = 1500 \text{ К}.$$

**Индивидуальные задания к практической работе № 9 по теме «Тепловые двигатели. КПД тепловых двигателей»**

**Цель:** Развить умения устанавливать причинно - следственные связи при закреплении понятия КПД теплового двигателя в процессе решения задач, на примере знаний законов термодинамики показать взаимосвязь физики и математики. Научить студентов применять полученные теоретические знания к решению практически задач.

### Теория:

Любая тепловая машина состоит из нагревателя, рабочего тела и холодильника.



Первая часть - нагреватель. Нагревателем в ТД является процесс сгорания топлива. Именно в этот процесс включается образование газа. Нагреватель характеризуется температурой нагревателя  $T_n$ , т.е. температура того, газа, который образовался. И конечно количеством теплоты, который передается этому газу.

Газ, образовавшийся в результате, того что сгорело топливо, называется рабочим телом. Рабочее тело и совершает работу. И оставшееся, некоторое количество теплоты будет передано холодильнику.

Холодильником, как правило, является окружающая среда. Именно температура холодильника в данном случае нам говорит о том, до какой температура мы должны понизить температуру рабочего тела, чтобы перевести машину в первоначальное состояние.

Работу, которое совершает рабочее тело, газ при расширении, мы определяем следующим образом:  $A = |Q_1| - |Q_2|$ . Важное значение имеет циклическость работы. Работа двигателя будет оправдана в том случае, если работа по сжатию газа будет меньше, чем работа, произведенная самим газом. В этом случае работа газа

совершается при расширении, т.е. тогда, когда давление газа будет больше атмосферного. А в случае охлаждения газа, сжатие газа будет производиться внешними силами, тогда работа газа будет считаться отрицательной.

КПД теплового двигателя – важнейшая его характеристика. ТД подчиняется первому закону термодинамики и конечно же второму закону термодинамики (передача тепла происходит от более нагретого тела к менее нагретому).

***Коэффициентом полезного действия называют отношение полезной работы, совершенной данным двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя.*** КПД выражают в процентах.  $\eta = \frac{A}{Q_H} \cdot 100\%$        $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$

$Q_H$  – теплота, полученная от нагревателя, Дж       $Q_X$  - теплота, отданная холодильнику, Дж

Этот КПД является реальным, т.е. как раз эту формулу и используют для характеристики реальных тепловых двигателей.

В 19 веке в результате работ по теплотехнике французский инженер Сади Карно предложил другой способ для определения (через термодинамическую температуру):  $\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \cdot 100\%$

$T_H$  – термодинамическая температура нагревателя, К

$T_X$  - термодинамическая температура холодильника, К.

И этот коэффициент полезного действия получил название максимального.

Главное значение этой формулы состоит в том, что любая реальная тепловая машина, работающая с нагревателем, имеющим температуру  $T_H$ , и холодильником с температурой  $T_X$ , не может иметь КПД, превышающий КПД идеальной тепловой машины. Не существует теплового двигателя, у которого КПД = 100% или 1.

Формула дает теоретический предел для максимального значения КПД тепловых двигателей. Она показывает, что тепловой двигатель тем эффективнее, чем выше температура нагревателя и ниже температура холодильника. Лишь при температуре холодильника, равной абсолютному нулю,  $\eta = 1$ .

Но температура холодильника практически не может быть ниже температуры окружающего воздуха. Повышать температуру нагревателя можно. Однако любой

материал (твердое тело) обладает ограниченной теплостойкостью, или жаропрочностью. При нагревании он постепенно утрачивает свои упругие свойства, а при достаточно высокой температуре плавится.

### Задача 1

На спиртовке нагревают воду. Взяли  $175\text{ г}$  воды и нагрели от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $75^{\circ}\text{C}$ . При этом масса спиртовки уменьшилась с  $163\text{ г}$  до  $157\text{ г}$ . Найти КПД тепловой установки.

**Дано:**                      **СИ**

$$m_{\text{в}} = 175\text{ г} \qquad 0,175\text{ кг}$$

$$T_0 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{к}} = 75^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{с0}} = 163\text{ г} \qquad 0,163\text{ кг}$$

$$m_{\text{с1}} = 157\text{ г} \qquad 0,157\text{ кг}$$

**Найти:**

$$\eta - ?$$

### Решение:

Вначале выпишем формулу для КПД:

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

В данном случае мы заменили работу полезным количеством теплоты, то есть тем количеством теплоты, которое пошло непосредственно на нагрев воды.

Прежде чем решать задачу, необходимо определиться с процессами, которые происходят в данной задаче. Первый процесс – это сгорание топлива. Второй – нагревание воды.

Полезное количество теплоты, то есть то тепло, которое пошло непосредственно на нагревание воды, можно вычислить по формуле:

$$Q_{\text{полезн}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (T_{\text{к}} - T_0) = 4200 \cdot 0,175 \cdot (75 - 15) = 44100 \text{ (Дж)}$$

Количество теплоты, выделенное нагревателем, то есть, в данном случае, тепло, выделившееся при сгорании спирта:

$$Q_{\text{н}} = q_{\text{с}} \cdot m_{\text{с}}$$

Массу сгоревшего спирта найти легко: это та масса, на которую уменьшилась масса спиртовки, то есть:  $m_{\text{с}} = m_{\text{с0}} - m_{\text{с1}} = 0,163 - 0,157 = 0,006$  (кг).

Получаем:  $Q_{\text{н}} = q_{\text{с}} \cdot m_{\text{с}} = 2,7 \cdot 10^7 \cdot 0,006 = 162000$  (Дж).

Осталось вычислить КПД установки:

$$\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{44100}{162000} \cdot 100\% = \frac{4410}{162} \approx 27\%$$

Заметим, что КПД может вычисляться не только в процентах, но и в долях. К примеру, для данной задачи ответ может быть:  $\eta \approx 0,27$ .

Если анализировать данную задачу, то можно увидеть, что только четвёртая часть (приблизительно) тепла, которое выделяется при сгорании спирта, идёт на нагревание воды. С одной стороны, это кажется достаточно малым значением, но, с другой стороны, для многих тепловых машин такое значение КПД оказывается даже большим.

**Ответ:**  $\eta \approx 0,27 = 27\%$ .

## Задача 2

Тепловой двигатель совершил полезную работу  $2,3 \cdot 10^4$  кДж и израсходовал при этом  $2$  кг бензина. Найти КПД теплового двигателя.

**Дано:**

**СИ**

$$A_{\text{полезн}} = 2,3 \cdot 10^4 \text{ кДж}$$

$$2,3 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

$$m_{\text{б}} = 2 \text{ кг}$$

**Найти:**

$$\eta - ?$$

**Решение:**

Вначале выпишем формулу для КПД:  $\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\%$ . По таблице находим, что:  $q_{\text{б}} = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ . Для того чтобы найти КПД, достаточно найти  $Q_{\text{н}}$ .

Как и в прошлой задаче, воспользуемся следующей формулой:  $Q_{\text{н}} = q_{\text{г}} m_{\text{г}} = 4,6 \cdot 10^7 \cdot 2 = 9,2 \cdot 10^7 \text{ (Дж)}$ .

Находим КПД:

$$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{2,3 \cdot 10^7}{9,2 \cdot 10^7} \cdot 100\% = 25\%$$

**Ответ:**  $\eta = 25\% = 0,25$ .

**Задача 3.** Тепловая машина получает от нагревателя за цикл количество теплоты 480 Дж. Определите работу, совершаемую машиной за цикл, если КПД машины 20%.

**Дано:**

$$Q_1 = 480 \text{ Дж}$$

$$\eta = 20\%$$

**Найти**

A - ?

**Решение:**

$$\eta = A / Q_1 \cdot 100\%; \quad A = \eta Q_1 / 100\%; \quad A = 20 \cdot 480 / 100 = 96 \text{ Дж.}$$

**Ответ:** A=96 Дж

**Задача 4.** Тепловая машина совершает за цикл работу A = 120 Дж. Определите количество теплоты, которое машина отдает холодильнику за цикл, если её КПД 30%.

**Дано:**

$$A = 120 \text{ Дж}$$

$$\eta = 30 \%$$

**Найти**

$Q_2$  - ?

**Решение:**

$$\eta = A / Q_1 \cdot 100\%; \quad Q_1 = A \cdot 100\% / \eta = 120 \cdot 100\% / 30 \% = 400 \text{ Дж};$$

$$A = Q_1 - Q_2; \quad Q_2 = Q_1 - A = 400 - 120 = 280 \text{ Дж}$$

**Ответ:**  $Q_2 = 280 \text{ Дж}$

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Найти КПД теплового двигателя, если газ получает от нагревателя 200 Дж теплоты и отдает холодильнику 135 Дж.
2. Чему равен КПД теплового двигателя, если температура нагревателя  $800^\circ\text{C}$ , а температура холодильника  $25^\circ\text{C}$ ?
3. Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина с температурой нагревателя  $727^\circ\text{C}$  и температурой холодильника  $27^\circ\text{C}$ .
4. Каков КПД теплового двигателя, если рабочее тело, получив от нагревателя количество теплоты 1,6 МДж, совершило работу 400 кДж? Какое количество теплоты передано холодильнику?
5. Определите КПД тепловой машины, если за цикл машина получает от нагревателя количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику количество теплоты 60 Дж.
6. Тепловая машина совершает за цикл работу 80 Дж. Определите количество теплоты, которое получает машина от нагревателя за цикл, если её КПД 40 %.
7. Тепловая машина совершает за цикл работу 80 кДж и передает холодильнику количество теплоты 320 кДж. Определите КПД цикла.
8. Паровая машина работает в интервале температур  $t_1 = 120^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 320^\circ\text{C}$ , получая от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 200 \text{ кДж}$  за каждый цикл. Найдите: 1) КПД машины, 2) работу, совершаемую за цикл; 3) количество теплоты, отдаваемое за цикл.
9. Количество теплоты, получаемое двигателем от нагревателя, 100 Дж, а отдаваемое холодильнику 75 Дж. Найдите КПД двигателя и совершаемую работу
10. Каков максимальный КПД может быть у тепловой машины с температурой нагревателя 1000 К и температурой холодильника 300 К?

### **Вариант №1**

1. Объем газа, расширяющегося при постоянном давлении 199 кПа, увеличился на 2 л. Определите работу, совершенную газом в этом процессе.
2. Идеальный газ получил количество теплоты, равное 300 Дж и совершил работу, равную 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия газа?
3. Тепловая машина имеет КПД 40%, за один цикл работы она отдает холодильнику количество теплоты 600 Дж. Какое количество теплоты при этом машина получает от нагревателя?

### **Вариант №2**

1. Какая работа была совершена при изобарном сжатии 6 моль водорода, если его температура изменилась на 50К?

2. Идеальный газ получил 100 Дж теплоты, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная внешними силами?
3. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, 40%. Какую полезную работу совершает за цикл эта машина, если она отдает холодильнику 300 Дж теплоты?

### **Вариант №3**

1. При изобарном нагревании некоторого количества идеального газа от 17 до 117°С газ совершил работу 4 кДж. Найдите количество вещества газа.
2. **Идеальный газ совершил работу в 100 Дж, а отдал количество теплоты, равное 300 Дж. При этом внутренняя энергия газа ...**
3. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 527° С, а температура холодильника 127° С. Определите количество теплоты, полученное машиной от нагревателя, если она совершила работу 700 Дж.

### **Вариант №4**

1. Определите внутреннюю энергию 2 моль гелия при температуре 27° С.
2. Идеальный газ совершил работу в 300 Дж. При этом его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж. В этом процессе газ:
3. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 900К, а температура холодильника 27°С. Определите количество теплоты, отданное машиной холодильнику, если она совершила работу 350 Дж.

### **Вариант №5**

1. На сколько изменится внутренняя энергия 8 моль одноатомного идеального газа при его изобарном нагревании от 350 К до 380 К?
2. Внешние силы совершили над газом работу 500 Дж, при этом внутренняя энергия уменьшилась на 200 Дж. Определите количество теплоты, отданное газом.
3. Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе ее работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10с?

### **Вариант №6**

1. Как изменится внутренняя энергия 4 молей одноатомного идеального газа при уменьшении его температуры на 200К?
2. В некотором процессе внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, а газ совершил работу 500 Дж. Какое количество теплоты было сообщено газу?
3. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, 20%. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

При подготовке к практической работе необходимо использовать конспекты лекций и учебник ФИЗИКА, 10 кл. авт. Л.Э Генденштейн, Ю.И.Дик, § 42, 43;

Л.Э Генденштейн, А.В.Кошкина, Г.И.Левиев, Задачник §42, №№ 6,7, §43 №№3,4

### Литература:

- А.П.Рымкевич, задачник по физике 10-11кл. 2010г.
- Г.Я.Мякишев. учебник-Физика 10 кл. 2010г.

### Практическое занятие №10

по теме «Закон Кулона. Напряжённость. Потенциал. Разность потенциалов».

**Цель:** Закрепить знания по теме «Закон Кулона. Напряжённость. Потенциал. Разность потенциалов», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы. Научиться решать задачи на применение закона Кулона, на расчет напряженности, потенциала, напряжения, работы электрического поля

### Теория:

При покое зарядов их взаимодействие называют электростатическим (электрическим). При движении зарядов их взаимодействие будет отличаться от электростатического. Дополнительное взаимодействие зарядов, обусловленное их движением, называется магнитным. В общем случае при движении зарядов их взаимодействие является электромагнитным. Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов прямо пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.  $F = k * \frac{q_1 * q_2}{r^2}$ , где  $q_1$  - величина первого заряда (Кл),  $q_2$  - величина второго заряда (Кл),  $r$  - расстояние между зарядами (м),  $k$  - коэффициент пропорциональности ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ).  
Условия для выполнения закона Кулона:

1. Должны быть точечные заряды
2. Заряженные тела должны быть неподвижными.

Напряженность электрического поля равна отношению силы, с которой

поле действует на точечный заряд к этому заряду. 
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

Характеристики электрического поля:

1. Напряженность – физическая величина, равная отношению силы, с которой электрическое поле действует на пробный электрический заряд, к значению этого заряда.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [E] = \text{Н/Кл или В/м}$$

$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$ , где  $q$  – заряд, создающий электрическое поле

$r$  – расстояние между источником поля и точки, в которой необходимо определить напряженность поля

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$$

$\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

2. Потенциал – отношение потенциальной энергии, которой обладает пробный заряд, помещенный в данную точку поля, к этому заряду.

$$\varphi = \frac{W_p}{q_{пр}} \quad [\varphi] = \text{Дж/Кл} = \text{В} \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$$

Связь между напряженностью и потенциалом электрического поля:  $E = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d}$ ,

где  $\varphi_2 - \varphi_1 = U$  – разность потенциала (напряжение)

$d$  – расстояние между эквипотенциальными поверхностями

Эквипотенциальная поверхность – поверхность, во всех точках которой потенциал электрического поля имеет одинаковые значения.

Работа сил электрического поля определяется:  $A = qEd$ ,  $A = \frac{qq_{пр}}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ , где

$W_p = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$  – потенциальная энергия взаимодействия зарядов

### Задача 1.

С какой силой взаимодействуют два заряда 2 по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

**Дано:**

$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 = \\ &= 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}; \\ r &= 3 \text{ см} = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}. \end{aligned}$$

**Найти:**  $F$  - ?

**Решение:**

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} =$$

$$= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН}.$$

Ответ:  $F = 1 \text{ мН}$ .

**Задача 2.** При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 1 кВ электрическое поле совершило работу 40 мкДж. Чему равен заряд?

**Дано:**

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$$

$$A_{12} = 40 \text{ мкДж} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

**Найти:**

$$q - ?$$

**Решение:** Из формулы  $A_{12} = q(\varphi_2 - \varphi_1)$  получаем,

$$\text{что } q = A / (\varphi_2 - \varphi_1) = 40 \cdot 10^{-6} / 10^3 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$$

**Ответ:**  $4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$

**Задача 3.** В однородном электрическом поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нКл. Перемещение, равное по модулю 20 см, образует угол  $60^\circ$  с направлением силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля и напряжение между начальной и конечной точками перемещения. Дать ответы на те же вопросы для случая перемещения отрицательного заряда.

**Дано:**

$$E = 60 \text{ кВ/м} = 60 \cdot 10^3 \text{ В/м}$$

$$q = 5 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0.2 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

**Найти:**

$$A - ?, U - ?, \Delta W - ?$$

**Решение:** работу поля по перемещению заряда можно вычислить по формуле  $A = Eq l \cos \alpha = 60 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 0.2 \cdot \cos 60^\circ = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ . Изменение потенциальной энергии в данном случае равно совершенной работе, следовательно:  $\Delta W = -A = -3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$  (потенциальная энергия уменьшилась). Напряжение определяется через напряженность поля по формуле:  $U = Ed = El \cos \alpha$ , поскольку в данном случае заряд перемещали под углом к направлению силовых линий. Итак,  $U = 60 \cdot 10^3 \cdot 0.2 \cdot \cos 60^\circ = 6000 \text{ В}$ . В случае с отрицательным зарядом значения  $A$  и  $\Delta W$  просто изменят знак.

**Ответ:**  $3 \cdot 10^{-5}$  Дж,  $-3 \cdot 10^{-5}$  Дж, 6000 В,  $-3 \cdot 10^{-5}$  Дж,  $3 \cdot 10^{-5}$  Дж, 6000 В.

**Задача 4.** Электрон переместился в ускоряющем электрическом поле из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найти кинетическую энергию электрона, изменение его потенциальной энергии и приобретенную скорость. Начальную скорость электрона считать равной нулю.

**Дано:**

$$\varphi_1 = 200 \text{ В}$$

$$\varphi_2 = 300 \text{ В}$$

$$q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

**Найти:**

$$E\text{--?}, \Delta W\text{--?}, v\text{--?}$$

**Решение:** работу, которую совершило поле при перемещении электрона, находим следующим образом:  $A_{12} = q(\varphi_2 - \varphi_1) = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot (300 - 200) = 1.6 \cdot 10^{-17}$  Дж. Значит изменение потенциальной энергии электрона в поле равно:

$\Delta W = -A = -1.6 \cdot 10^{-17}$  Дж. Это уменьшение компенсируется увеличением его кинетической энергии на такое же значение, что следует из закона сохранения энергии:  $E = 1.6 \cdot 10^{-17}$  Дж. Поскольку  $E = mv^2 / 2$ ,

$$\text{то } v = \sqrt{(2E / m)} = \sqrt{(2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-17} / 9.1 \cdot 10^{-31})} = 6 \text{ Мм/с.}$$

**Ответ:**  $1.6 \cdot 10^{-5}$  Дж,  $-1.6 \cdot 10^{-5}$  Дж, 6 Мм/с.

**Задача 5.** Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10 до 30 Мм/с?

**Дано:**

$$v_1 = 10 \text{ Мм/с} = 10 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 30 \text{ Мм/с} = 30 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

**Найти:**

$$\varphi_2 - \varphi_1 - ?$$

**Решение:** изменение кинетической энергии электрона при прохождении такой разности потенциалов можно найти из соотношения:  $\Delta E = mv_2^2 / 2 - mv_1^2 / 2 = 8 / 18 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot (30 \cdot 10^6)^2 = 3.6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$ . Это же изменение по закону сохранения энергии равняется работе, которую совершило при этом электрическое поле:  $E = -\Delta A = -3.6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$ . Используя соотношение, записанное в самом начале, получаем:  $\varphi_2 - \varphi_1 = A / q = -3.6 \cdot 10^{-16} / 1.6 \cdot 10^{-19} = -2250 \text{ В}$ .

**Ответ:** -2250 В.

### Задания для самостоятельного решения

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?
2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
3. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?
4. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.
5. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?
6. Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?
7. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряжённость поля в этой точке.
8. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещённый в точку, в которой напряжённость электрического поля равна 2 кВ/м?
9. С каким ускорением движется электрон в поле напряжённостью 10 кВ/м?
10. Найти напряжённость поля заряда 36 нКл в точках, удалённых от заряда на 9 и 18 см.
11. В вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$  находятся заряды  $+q$ ,  $+q$  и  $-q$ . Найти напряжённость поля  $E$  в центре треугольника.

**Задание для самостоятельной работы:****Задача 1.**

Два точечных заряда на расстоянии  $r$  в определенной среде взаимодействуют с силой  $F$ .

Определить параметры соответствующие варианту.

ВАРИАНТ	ЗАРЯД 1	ЗАРЯД 2	РАССТОЯНИЕ	СИЛА	ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ СРЕДЫ
1	20 нКл.	?	5 см	120 мкН	1
2	-19 мкКл	16 нКл	10 см	?	81
3	-2 нКл	?	12 см	5 мкН	39
4	?	19 мкКл	30 мм	20 мкН	1
5	15 нКл	20 нКл	15 см	?	5
6	-15 мкКл	10 мкКл	50 мм	13 Н	?
7	6 нКл	3 нКл	12 см	?	3
8	?	9 нКл	3 см	10 мкН	81
9	16 нКл	12 нКл	15 см	26 мкН	?
0	12 нКл	16 нКл	10 см	?	39

**Задача 2**

Укажите направление результирующей силы, действующей на точечный заряд, находящиеся в вершине равностороннего треугольника. Выполнить рисунок.

Рассчитайте параметры соответствующие варианту.

ВАРИАНТ	ЗАРЯД 1	ЗАРЯД 2	ЗАРЯД 3	РАССТОЯНИЕ	СИЛА РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ
1	-19 мкКл	-12 мкКл	10 мкКл	10 см	$F_1$

2	20нКл	-15нКл	10нКл	12см	F <sub>2</sub>
3	-12нКл	15нКл	-10нКл	6см	F <sub>3</sub>
4	16мкКл	12мкКл	15мкКл	30мм	F <sub>1</sub>
5	-15нКл	10нКл	20нКл	5см	F <sub>2</sub>
6	20нКл	12нКл	-15нКл	10см	F <sub>3</sub>
7	12нКл	20нКл	16нКл	3см	F <sub>1</sub>
8	-10мкКл	-15мкКл	20мкКл	50мм	F <sub>2</sub>
9	-15нКл	-19нКл	12нКл	12см	F <sub>3</sub>
0	12нКл	-10нКл	16нКл	9см	F <sub>2</sub>

### **Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике.2010 г
- Физика: учебник/Под ред. Ю.И.Дика, Н.С.Пурешевой- М.:ФОРУМ: ИНФРА-М,2013

### **Практическое занятие №11 по теме «Конденсаторы. Емкость. Соединение конденсаторов в батареи»**

**Цель:** *Закрепить знания по теме «Конденсаторы», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы. Научится рассчитывать смешанные соединения конденсаторов.*

### **Теория:**

#### **ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ**

- характеризует способность двух проводников накапливать электрический заряд.
- не зависит от  $q$  и  $U$ .
- зависит от геометрических размеров проводников, их формы, взаимного расположения, электрических свойств среды между проводниками.

$$C = \frac{q}{U} = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Единицы измерения в СИ: ( Ф - фарад )

## КОНДЕНСАТОРЫ

- электротехническое устройство, накапливающее заряд ( два проводника, разделенных слоем диэлектрика ).

Обозначение на электрических схемах:



Емкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

Включение конденсаторов в электрическую цепь параллельное и последовательное

Тогда общая емкость (C):

при параллельном включении

$$C = C_1 + C_2.$$

при последовательном включении

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

## ЭНЕРГИЯ ЗАРЯЖЕННОГО КОНДЕНСАТОРА

Конденсатор - это система заряженных тел и обладает энергией.

Энергия любого конденсатора:  $W_{эл} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$

Энергия конденсатора равна работе, которую совершит электрическое поле при сближении пластин конденсатора вплотную, или равна работе по разделению положительных и отрицательных зарядов, необходимой при зарядке конденсатора.

**Задача 1** Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см<sup>2</sup>. Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряженность поля между пластинами.

**Дано:**

$$S = 401 \text{ см}^2 = 4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$q = 1,42 \text{ мкКл} = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

**Найти:** E-?

**Решение:**

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}; \quad \sigma = \frac{q}{S};$$

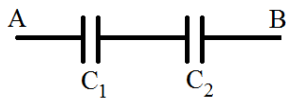
$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} = \frac{1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}} =$$

$$= 4 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 4000 \text{ кВ/м}.$$

**Ответ:** E = 4000 кВ/м.

**Задача 2** Разность потенциалов между точками А и В  $U=9$  В. Емкость конденсаторов соответственно равна  $C_1=3$  мкФ и  $C_2=6$  мкФ. Определите заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  на обкладках первого и второго конденсаторов.

**Решение:**



Определим общую емкость такого соединения:  $\frac{1}{C_{\Sigma}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ,

$$C_{\Sigma} = \frac{C_1 \times C_2}{(C_1 + C_2)} = \frac{3 \times 6}{(3 + 6)} = 2 \text{ мкФ} \text{ (сразу считаем в микрофарадах, чтобы не расписывать степени десятки)}$$

Тогда заряд равен:  $q_{\Sigma} = C_{\Sigma} \times U = 2 \times 9 = 18 \text{ мкКл}.$

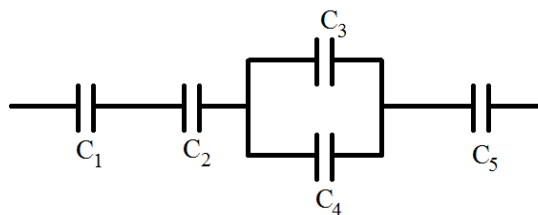
Заряды при последовательном соединении на всех конденсаторах одинаковые, значит для первого:  $q_1 = q_{\Sigma} = C_1 \times U_1$ , для второго  $q_2 = q_{\Sigma} = C_2 \times U_2$ .

Напряжения на конденсаторах:

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{18 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 6 \text{ В}, \quad U_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{18 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 3 \text{ В}.$$

**Ответ:** 18 мкКл, 6 В, 3 В.

**Задача 3** Определите емкость батареи конденсаторов, изображенной на рисунке. Емкость каждого конденсатора  $C = 1$  мкФ.



**Решение:**

Емкости  $C_3$  и  $C_4$ , поскольку они соединены параллельно, необходимо сложить:  $C_{34} = C_3 + C_4 = 2$  мкФ. Тогда получим последовательное соединение трех одинаковых емкостей и  $C_{34}$ , емкость которой вдвое больше. При последовательном соединении емкостей их эквивалентная емкость вычисляется

по формуле: 
$$\frac{1}{C_{\Sigma}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$
 . Тогда получим: 
$$\frac{1}{C_{\Sigma}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} = 3,5$$
  
 $C_{\Sigma} = \frac{1}{3,5} = 0,286$  мкФ.

**Ответ:** 286 нФ

**Задача 4** Емкость батареи конденсаторов, образованной двумя последовательно включенными конденсаторами, 100 пФ, а заряд 20 нКл. Определите емкость второго конденсатора, а также разность потенциалов на обкладках каждого из них, если  $C_1 = 200$  пФ.

**Решение:**

Воспользуемся 
$$C_{\Sigma} = \frac{C_1 \times C_2}{(C_1 + C_2)}$$
 . Тогда 
$$100 = \frac{200 \times C_2}{(200 + C_2)}$$
 (считаем в пикофарадах)

Отсюда  $100(200 + C_2) = 200 \times C_2$  ,  $20000 = 100 \times C_2$  ,  $C_2 = 200$  пФ.

При последовательном соединении заряд на конденсаторах равный:  $q_1 = 20$  ,  $q_2 = 20$  нКл.

Напряжения также получатся одинаковыми:

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{20 \times 10^{-9}}{200 \times 10^{-12}} = 100 \text{ В}, \quad U_2 = U_1 = 100 \text{ В}.$$

**Ответ:**  $U_1 = U_2 = 100 \text{ В}$ ,  $q_1 = q_2 = 20 \text{ нКл}$ .

**Задача 5.** Наибольшая емкость конденсатора 60 мкФ. Какой заряд он накопит при подключении источника постоянного напряжения 60В?

**Решение:**

Так как  $q = C \times U$ , то  $q = 60 \times 10^{-6} \times 60 = 0,36 \text{ мКл}$ .

**Ответ:** 0,36 мКл

**Задача 6.** При введении в пространство между пластинами воздушного конденсатора твердого диэлектрика напряжение на конденсаторе уменьшилось с 400 до 100 В. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

**Решение:**

Рассмотрим сначала конденсатор до введения диэлектрика:  $q = C_1 \times U$ ,  $q_1 = 400 C_1$ .

Заряд остался тем же при введении диэлектрика, а напряжение

изменилось:  $q_2 = q_1 = 100 C_2$ . Тогда  $400 C_1 = 100 C_2$ , или  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4}$

Емкость конденсатора, как известно, зависит от площади пластин и расстояния

между ними, а также от диэлектрика:

$$C = \frac{\varepsilon \times \varepsilon_0 \times S}{d}$$

В первом случае, без диэлектрика:  $C_1 = \frac{\varepsilon_0 \times S}{d}$ , а во втором  $C_2 = \frac{\varepsilon \times \varepsilon_0 \times S}{d}$

Найдем и в этом случае отношение емкостей:  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{\varepsilon}$ , или  $\varepsilon = \frac{C_2}{C_1} = 4$

**Ответ:**  $\varepsilon = 4 \text{ Кл*Кл/Н*м*м}$

**Задача 7.** Площадь пластин конденсатора равна  $520 \text{ см}^2$ . На каком расстоянии нужно разместить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была равна  $50 \text{ пФ}$ ?

**Решение:**

$$C = \frac{\varepsilon_0 \times S}{d}$$

Емкость конденсатора без диэлектрика:

Площадь нужно выразить в кв. метрах:  $S = 520 \times 10^{-4} = 0,052$

Диэлектрическая проницаемость воздуха  $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ .

Выразим из первого выражения нужную нам

величину:  $d = \frac{\varepsilon_0 \times S}{C} = \frac{8,85 \times 10^{-12} \times 0,052}{50 \times 10^{-12}} = 0,0092$  м, или 9,2 мм.

**Ответ:** 9,2 мм

**Задача 8.** Конденсатору емкостью  $20 \text{ мкФ}$  сообщили заряд  $5 \text{ мкКл}$ . Какова энергия заряженного конденсатора?

**Решение:**

Энергию электрического поля, накопленную конденсатором, можно вычислить по

формуле:  $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$  – и в этой задаче как раз хорошо будет воспользоваться второй записью.

Тогда:  $W = \frac{q^2}{2C} = \frac{(5 \times 10^{-6})^2}{2 \times 20 \times 10^{-6}} = \frac{25}{40} = 0,625 \times 10^{-6}$  Дж **Ответ:**  $0,625 \times 10^{-6} \text{ Дж}$

**Задания для самостоятельного решения**

1. Площадь каждой пластины плоского конденсатора  $401 \text{ см}^2$ . Заряд пластин  $1,42 \text{ мкКл}$ . Найти напряжённость поля между пластинами.

2. Наибольшая ёмкость школьного конденсатора  $58 \text{ мкФ}$ . Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения  $50 \text{ В}$ ?

3. На конденсаторе написано: 100 пФ; 300В. Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50нКл?

4. Во сколько раз изменится ёмкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?

5. Найти ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделённых парафиновой прослойкой 1 мм.

6. Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна  $520\text{см}^2$ . На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы ёмкость конденсатора была равна 46 мкФ?

7. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью  $50\text{см}^2$  каждая. Между пластинами находится слой стекла. Какой наибольший заряд можно накопить на этом конденсаторе, если при напряжённости поля 10МВ/м в стекле происходит пробой конденсатора?

8. В импульсивной фотовспышке лампа питается от конденсатора ёмкостью 800 мкФ, заряженного до напряжения 300 В. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки 2,4мс.

9. Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?

10. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора  $200\text{см}^2$ , а расстояние между ними 1 см. Какова энергия поля, если напряжённость поля 500 кВ/м?

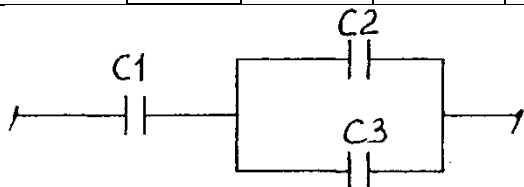
### Задание для самостоятельной работы

Рассчитать электрическую схему по следующим параметрам.

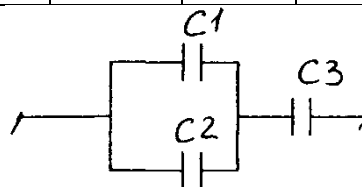
Вариант	$C_1$ мкФ	$C_2$ мкФ	$C_3$ мкФ	$C_0$ мкФ	$U_1$ В	$U_2$ В	$U_3$ В	$U_0$ В	Рис.
1	1	3,5	12	?	?	?	?	220	1
2	1,5	2,5	10	?	?	?	?	60	2
3	?	1	4	2	?	?	?	120	3
4	1,5	3	4	?	?	?	?	60	4
5	1	1	2	?	?	?	?	12	2
6	?	1	5,5	6	?	?	?	12	1

7	1,5	3	3	?	?	?	?	24	2
8	1,5	2,5	4	?	?	?	?	120	3
9	1	1	4,5	?	?	?	?	120	4
0	?	2,5	4	5,8	?	?	?	220	1

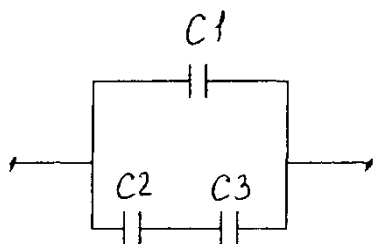
1.



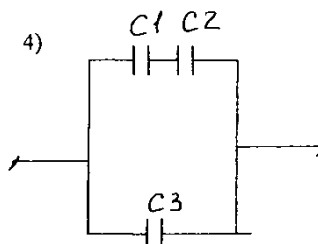
2.



3.



4.



Условные обозначения:

$C$  - емкость

$C_0$  - общая емкость

$Q$  - заряд

$U$  - напряжение на соответствующем конденсаторе

$U_0$  - общее напряжение

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г.
- Физика: учебник/Под ред. Ю.И.Дика, Н.С.Пурышевой- М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013

### Практическое занятие №12 по теме «Законы Ома»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Законы Ома», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы, расчет электрических цепей.

### Теория:

Закон Ома читается так: *сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его*

*сопротивлению.* 
$$I = \frac{U}{R}$$
 здесь I – сила тока в участке цепи, U – напряжение на этом участке, R – сопротивление участка.

**закон Ома для полной цепи** - *сила тока прямо пропорциональна сумме ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи*, где E – ЭДС, R- сопротивление цепи, r – внутреннее сопротивление источника.

$$I = \frac{E}{r + R}$$

### **Последовательное соединение проводников**

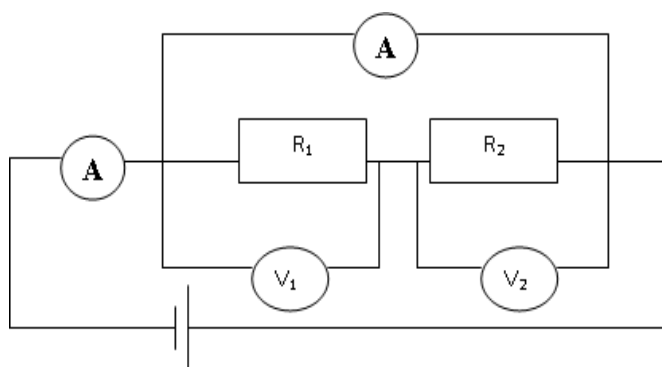
1. сила тока во всех последовательно соединенных участках цепи одинакова  $I=I_1=I_2$

2. напряжение в цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков,

равно сумме напряжений на каждом участке  $U=U_1+U_2$

3. сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков,

равно сумме сопротивлений каждого участка  $R=R_1+R_2$



### **Параллельное соединение проводников**

1. сила тока в неразветвленном участке цепи равна сумме сил токов во всех параллельно соединенных участках

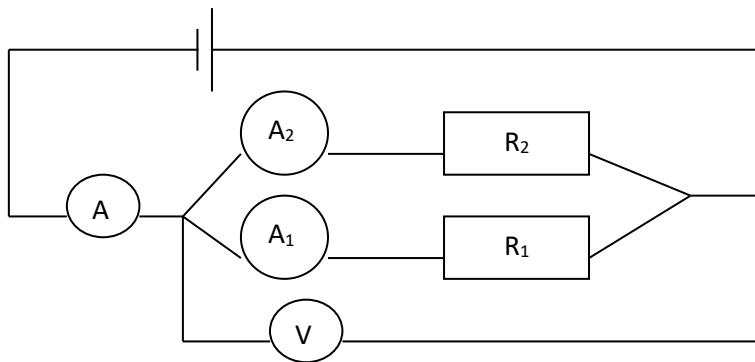
$$I=I_1+I_2$$

2. напряжение на всех параллельно соединенных участках цепи одинаково

$$U=U_1=U_2$$

3. при параллельном соединении сопротивлений складываются величины, обратные сопротивлению: (R-сопротивление проводника,  $1/R$  - электрическая проводимость проводника)

Если в цепь включены параллельно только два сопротивления, то:  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$



**Задача 1** Рассчитать силу тока, проходящую по медному проводу длиной 100м, площадью поперечного сечения 0,5мм<sup>2</sup>, если к концам провода приложено напряжение 6,8В.

**Дано:**

$$l = 100 \text{ м}$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2$$

$$U = 6,8 \text{ В}$$

**Найти:**

$$I = ?$$

*Решение:*

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R = \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} 100 \text{ м}}{0,5 \text{ мм}^2} = 3,4 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{6,8 \text{ В}}{3,4 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$$

**Ответ:** Сила тока равна 2А.

**Задача 2** Электрическая лампочка включена в сеть напряжением 220 В. Какой ток будет проходить через лампочку, если сопротивление ее нити 240 Ом?

**Дано:**

$$U = 220 \text{ В}$$

$$R = 240 \text{ Ом}$$

**Решение:**

$$I = U/R = 220/240 = 0,9 \text{ (А)}$$

**Найти:** I?

**Ответ:** I = 0,9 А

**Задача 3** Аккумулятор внутренним сопротивлением 0,4 Ом работает на лампочку сопротивлением 12,5 Ом. При этом ток в цепи равен 0,26 А. Определите ЭДС аккумулятора и напряжение на зажимах лампочки.

**Дано:**

**Решение:**

$$\begin{array}{l} r = 0,4 \text{ Ом} \\ R = 12,5 \text{ Ом} \\ I = 0,26 \text{ А} \end{array}$$

$$I = E/(R + r) \Rightarrow \underline{E = I \cdot (R + r)} = 0,26 \cdot (12,5 + 0,4) = 3,35 \text{ (В)}$$

**Найти:**

$$I = U/R \Rightarrow \underline{U = I \cdot R} = 0,26 \cdot 12,5 = 3,25 \text{ (В)}$$

E-?, U-?

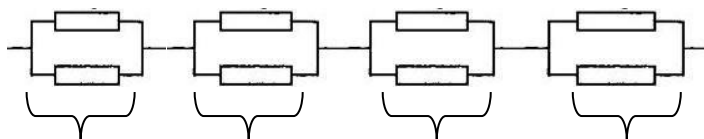
**Ответ:** E = 3,35 В; U = 3,25 В

**Задача 4** Восемь проводников сопротивлением 10 Ом каждый соединены в четыре одинаковые параллельные группы. Определите эквивалентное сопротивление цепи и нарисуйте ее электрическую схему.

**Дано:**

**Решение:**

$$R_1 = \dots R_8 = 10 \text{ Ом}$$



**Найти:**

$R_A$

$R_B$

$R_B$

$R_\Gamma$

R

$$1/R_A = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/10 + 1/10 = 2/10 = 1/5$$

$$R_A = 5 \text{ (Ом)}$$

$$R_A = R_B = R_B = R_\Gamma = 5 \text{ Ом}$$

$$R = R_A + R_B + R_B + R_\Gamma = 5 + 5 + 5 + 5 = 20 \text{ (Ом)}$$

**Ответ:** R = 20 Ом

**Задание для самостоятельной работы**

1. Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелиновой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>. Какова длина проволоки?

2. Определите плотность тока, протекающего по константовому проводнику длиной 5 м, при напряжении 12 В.
3. Медный провод длиной 5 км имеет сопротивление 12 Ом. Определите массу меди, необходимой для его изготовления.
4. Какова напряжённость поля в алюминиевом проводнике сечением  $1,4 \text{ мм}^2$  при силе тока 1 А?
5. Кабель состоит из двух стальных жил площадью поперечного сечения  $0,6 \text{ мм}^2$  каждая и четырёх медных жил площадью поперечного сечения  $0,85 \text{ мм}^2$  каждая. Каково падение напряжения на каждом километре кабеля при силе тока 0,1 А?
6. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?
7. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключён реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника тока.
8. В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключённом к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?
9. Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт.
10. При питании лампочки от элемента 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найти работу сторонних сил в элементе за 1 мин.

#### **Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

### **Практическое занятие №13**

#### **по теме «Постоянный ток. Тепловое действие тока. Работа и мощность тока»**

**Цель:** *Закрепить знания по теме «Постоянный ток», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы. Научиться применять формулы и законы изученной темы для решения задач, научиться оценивать реальность полученных результатов.*

#### **Теория:**

Электрический ток – это упорядоченное движение заряженных частиц. Сила тока равна отношению заряда, переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени, к этому интервалу времени. Если сила тока со временем не

меняется, то ток называется постоянным. Для возникновения и существования электрического тока в веществе. Необходимо, во-первых, наличие свободных заряженных частиц; во-вторых, необходима сила, действующая на них в определённом направлении. На заряженные частицы действует электрическое поле с силой  $F=qE$ . Сопротивление проводника  $R=\rho l/S$ . Единица сопротивления – Ом. Закон Ома для участка цепи:  $I=U/R$ . При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока  $A = IU\Delta t$ . Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. Любой электрический прибор рассчитан на потребление определённой энергии в единицу времени. Поэтому наряду с работой тока важное значение имеет мощность тока.

Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени.  $P=A/\Delta t=IU=U^2/R$ . Мощность измеряется в Ваттах. На большинстве приборов указана потребляемая ими мощность.

### Задача1

В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

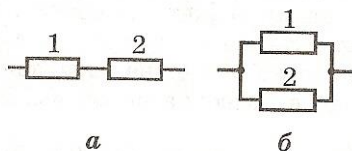
**Дано:**  $R=2$  Ом,  $\varepsilon=1,1$  В,  $I = 0,5$  А **Найти**  $I_3$ .

**Решение:**

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; \quad r = \frac{\varepsilon - IR}{I}; \quad I_3 = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon I}{\varepsilon - IR} = \frac{1,1 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А}}{1,1 \text{ В} - 0,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом}} = 5,5 \text{ А}.$$

**Ответ:**  $I_3 = 5,5$  А.

**Задача 2** В каком из двух резисторов мощность тока больше при последовательном (см. рис. а) и параллельном (см. рис. б) соединении?  $R_1 < R_2$ .



**Решение:** При последовательном соединении сила тока в обоих резисторах одинакова. Из формулы  $P=I^2 \cdot R$  следует, что при последовательном соединении мощность тока в резисторе прямо пропорциональна его сопротивлению. При параллельном соединении сила тока в резисторах не одинакова, поэтому

использовать формулу  $P=I^2 \cdot R$  нецелесообразно. В этом случае на всех резисторах одно и то же напряжение, поэтому целесообразно воспользоваться формулой  $P=U^2/R$ . Из нее следует, что при параллельном соединении мощность тока в резисторе обратно пропорциональна его сопротивлению.

**Ответ:** а). Во втором; б). В первом.

**Задача 3** Две электрические лампы, мощности которых 60 Вт и 100 Вт, рассчитаны на одно и то же напряжение. Сравните длины нитей накала обеих ламп, если их диаметры одинаковы.

**Решение:** Мощность равна  $P=U^2/R$ . Поэтому у лампы 100 Вт сопротивление нити накала меньше. Следовательно, ее нить короче, чем у лампы в 60 Вт.

**Задача 4** Рассчитайте количество теплоты, которое выделит за 5 минут проволочная спираль сопротивлением 50 Ом, если сила тока 1,5 А.

<b>Дано:</b>	СИ	<b>Решение:</b>
$\Delta t = 5 \text{ мин.}$	300 с	
$R = 50 \text{ Ом}$		$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t = 1,5^2 \cdot 50 \cdot 300 = 33750 \text{ (Дж)}$
$I = 1.5 \text{ А}$		

**Найти:** Q

**Ответ:** Q = 33750 Дж

**Задача 5** Определите сопротивление нити накала лампочки, имеющей номинальную мощность 100 Вт, включенной в сеть с напряжением 220 В.

<b>Дано:</b>	<b>Решение:</b>
$P = 100 \text{ Вт}$	Используя формулы $P = I \cdot U$ , $I = U/R$ , получаем формулу для вычисления мощности $P = U^2/R$ .
$U = 220 \text{ В}$	

**Найти:** Выражаем из этой формулы сопротивление  $R = U^2/P$ .

$$R = 220^2/100 = 484 \text{ (Ом)}$$

**Ответ:** R = 484 Ом

## Задания для самостоятельной работы

1. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки равно 360 Ом, второй 240 Ом. Какая из лампочек потребляет большую мощность и во сколько раз?
2. При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?
3. Электродвигатель подъёмного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?
4. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.
5. Почему электронагревательные приборы делают из материала с большим удельным сопротивлением?
6. Электромотор питается от сети с напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.
7. Конденсатор ёмкостью 100 мкФ заряжается от напряжения 500 В за 0,5 с. Каково среднее значение силы зарядного тока?
8. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1 с?
9. Найти сопротивление каркаса куба, составленного из проволок с одинаковыми сопротивлениями.
10. По медному проводнику с поперечным сечением  $1 \text{ мм}^2$  течёт ток с силой 10 А. Определите среднюю скорость упорядоченного движения (скорость дрейфа) электронов в проводнике.

## Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г

## Практическое занятие №14 по теме «Сила Ампера, сила Лоренца»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Сила Ампера, сила Лоренца», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы. Исследовать взаимосвязи основных характеристик магнитного поля.

## Теория:

Сила Ампера – это сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера: сила Ампера равна произведению вектора магнитной индукции на силу тока, длину участка проводника и на синус угла между магнитной индукцией и участком проводника.  $F = IB \sin \alpha$ . Единица силы Ампера – Н, магнитной индукции – Тл, длины проводника – м, силы тока – А. Направление силы Ампера определяются правилом левой руки: если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила ладонь. А четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.

Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют силой Лоренца. Сила Лоренца:  $F = qvB \sin \alpha$ . Сила Лоренца измеряется в Н.

Также понадобится понятие магнитной индукции поля.

- Магнитная индукция в центре кругового проводника с током  $B = \frac{\mu_0 \mu}{2} \cdot \frac{I}{R}$ , где

$R$  - радиус кривизны проводника.

- Магнитная индукция поля, созданного бесконечно длинным прямолинейным проводником,  $B = \frac{\mu_0 \mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$ , где  $r$  - расстояние от оси проводника до точки, где определяется индукция.

- Магнитная индукция поля на оси кругового тока  $B = \frac{\mu_0 \mu I R^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}$ ,

где  $R$  - радиус кругового контура с током;  $h$  - расстояние от точки, в которой находится магнитная индукция, до плоскости контура.

- Магнитная индукция поля внутри тороида и бесконечно длинного соленоида  $B = \mu_0 \mu n I$ , где  $n$  - число витков на единицу длины соленоида (тороида);  $I$  сила тока в одном витке.

- Магнитная индукция поля на оси соленоида конечной длины:

$B = \frac{\mu_0 \mu n I}{2} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$ , где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  - углы между осью соленоида и радиус-векторами, проведенными из рассматриваемой точки к концам соленоида.

- Магнитная индукция  $\vec{B}$  результирующего поля равна векторной сумме магнитных индукций  $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \dots, \vec{B}_n$  складывающихся полей (принцип суперпозиции):  $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$ ,

- На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера  $\vec{F} = I[\vec{\ell} \vec{B}]$ ,

где  $I$  - сила тока;  $\vec{\ell}$  - вектор, равный по модулю длине  $\ell$  проводника;  $B$  - магнитная индукция поля.

Модуль вектора  $\vec{F}$  определяется выражением  $F = BI\ell \sin \alpha$ , где  $\alpha$  - угол между векторами  $\vec{\ell}$  и  $\vec{B}$ .

- Два параллельных бесконечно длинных прямолинейных проводника с токами  $I_1$  и  $I_2$  взаимодействуют между собой с силой:  $F = \mu_0 \mu \frac{I_1 I_2 l}{2\pi d}$ , где  $\ell$  - длина участка проводников;  $d$  - расстояние между ними.

- Сила, действующая на заряд  $q$ , движущийся со скоростью  $\vec{v}$  в магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , определяется формулой Лоренца:

$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$ , или  $F = |q| v B \sin \alpha$ , где  $\alpha$  - угол между вектором скорости  $v$  движения частиц и вектором  $\vec{B}$ .

- При протекании тока  $I$  вдоль проводящей пластины, помещенной перпендикулярно к магнитному полю, возникает поперечная разность потенциалов:  $U = R \frac{IB}{a} = \frac{IB}{ne a}$ , где  $a$  - толщина пластины,  $B$  - индукция магнитного поля,  $R = \frac{1}{ne}$  - постоянная Холла, обратная концентрации  $n$  носителей тока и их заряду  $e$ . Зная постоянную Холла  $R$  и удельную проводимость материала,  $\sigma = \frac{1}{\rho} = ne\mu$ , можно найти подвижность носителей тока  $\mu$ .

**Задача 1** С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

**Дано:**

$$B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл},$$

$$I = 50 \text{ А}, L = 0,1 \text{ м},$$

$$\alpha = 90^\circ.$$

**Найти:**  $F$  - ?

**Решение:**

$$F = BIL \sin \alpha = 0,01 \text{ Тл} \cdot 50 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м}$$

$$\sin 90^\circ = 0,05 \text{ Н}.$$

**Ответ:**  $F = 0,05 \text{ Н}$

**Задача 2** С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

**Решение:**

**Дано:**

Формула:

Расчёты.

$$B = 10 \text{ мТл},$$

$$I = 50 \text{ А},$$

$$F = BIL \sin \alpha.$$

$$F = 50 \text{ А} \cdot 10 \text{ мТл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \sin(90^\circ) =$$

$$= 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1 =$$

$$L = 0,1 \text{ м}, \quad = 0,05 \text{ А} \cdot \text{Н} \cdot \text{м} / \text{А} \cdot \text{м} =$$

$$\alpha = 90^\circ \quad = 0,050 \text{ Н} = 50 \text{ мН}.$$

**Найти:** F - ?

**Ответ:** F = 50 мН.

**Задача 3** Какова индукция магнитного поля, в которой на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

**Решение:**

Дано:	Формулы:	Расчёты:
$L = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м},$ $I = 25 \text{ А},$ $F = 50 \text{ мН} =$ $= 0,050 \text{ Н},$ В перпендикулярно I.	$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$ $B = F / I \cdot L \cdot \sin \alpha$	$B = 0,05 \text{ Н} / 25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} =$ $= 1/25 \text{ Тл} =$ $= 0,04 \text{ Тл} =$ $= 40 \text{ мТл}.$
<b>Найти:</b> B - ?		<b>Ответ:</b> B = 40 мТл.

### Задание для самостоятельной работы

1. Какая сила действует на проводник длиной 0,1 м в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2 Тл, если ток в проводнике 5 А, а угол между направлением тока и линиями индукции  $30^\circ$ ?
2. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1,4 мТл в вакууме со скоростью 500 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите силу, действующую на электрон, радиус окружности, по которой он движется.
3. Определите величину силы Лоренца, действующей на протон с индукцией 80 мТл, со скоростью протона 200 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции.
4. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.
5. С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции магнитного поля и ток взаимно перпендикулярны.
6. Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.
7. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона.

8. Определите силу тока, если магнитная индукция равна 50 мТл, сила Ампера 40 мН, длина проводника 8 см.
9. Определите силу Ампера, действующей с индукцией с индукцией 0,1 Тл с силой тока 20 А, если длина проводника 14 см.
10. В однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл на проводник стоком 30 А, длина активной части которого 10 см, действует сила 1,5 Н. Под каким углом к вектору магнитной индукции размещён проводник?

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10, 11 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010
- Физика: учебник/Под ред. Ю.И.Дика, Н.С.Пурышевой- М.:ФОРУМ: ИНФРА-М,2013

### Практическое занятие №15

#### по теме «Колебания и волны. Определение амплитуды, периода, частоты по графику колебаний»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Колебания и волны», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Теория:

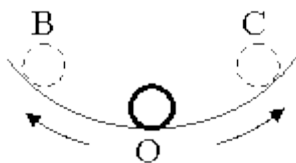
Колебания, рассматриваемые в разделе «Механика», называются механическими, при которых рассматриваются изменения положений, скоростей, ускорений и энергий каких-либо тел или их частей.

Силу, под действием которой происходит колебательный процесс, называют возвращающей силой.

Виды колебаний		
свободные	вынужденные	автоколебания
Колебания, происходящие под воздействием только одной возвращающей силы (первоначально сообщённой энергии).	Колебания, происходящие под воздействием внешней периодически изменяющейся силы (вынуждающей силы).	Колебания, происходящие при периодическом поступлении энергии от источника внутри колебательной системы.

Простейшим видом периодических колебаний являются гармонические колебания, происходящие по закону синуса или косинуса.

Гармоническая колебательная система (система тел, совершающих колебания) обычно имеет одно положение, в котором может пребывать сколь угодно долго – положение равновесия О.



Отклонения от положения равновесия называют смещением, и обозначается  $X$ , а наибольшее смещение (точки В или С) называется амплитудой колебания и обозначается  $A$ .

Периодические колебания совершаются циклично. Движение в течение одного цикла (когда тело, пройдя все промежуточные положения, возвращается в исходное) называется полным колебанием (О-С-О-В-О). Время одного полного колебания называется периодом колебания (обозначается  $T$ ). Если тело за время  $t$  совершает  $n$

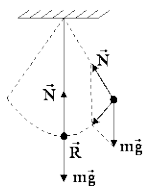
полных колебаний то  $T = \frac{t}{n}$ , а  $\frac{1}{T} = \frac{n}{t} = \nu$  и называется частотой колебаний. Число колебаний за  $2\pi$  единиц времени называется циклической (круговой) частотой и обозначается  $\omega$ :  $\omega = 2\pi\nu$ .

Математическая запись гармонического колебания:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos \varphi$$

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin \varphi$$

где  $\varphi = \omega t + \varphi_0$  – фаза колебания (физическая величина, определяющая положение колебательной системы в данный момент времени),  $\varphi_0$  – начальная фаза колебания



Простейшими колебательными системами являются:

а) математический маятник – материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания под действием силы тяжести.

Период колебания определяется уравнением:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

Период  $T$  зависит лишь от длины маятника и местоположения (удалённости от центра Земли или другого небесного тела), которое определяется величиной

ускорения свободного падения  $\left(g = \gamma \frac{M}{r^2}\right)$ ;

б) пружинный маятник – материальная точка, закреплённая на абсолютно упругой пружине.

Период колебания определяется уравнением:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

### Задача 1

Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

---

**Дано:**

$$k = 0,5 \text{ кН/м} = 500 \text{ Н/м},$$

$$x = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м},$$

$$v = 3 \text{ м/с}.$$

**Найти:**  $m$

**Решение:**

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}; m = k \frac{x^2}{v^2} = k \left( \frac{x}{v} \right)^2 = ;$$

$$= 500 \text{ Н/м} \cdot \left( \frac{0,06 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} \right)^2 = 0,2 \text{ кг}.$$

**Ответ:**  $m = 0,2 \text{ кг}.$

### Задания для самостоятельного решения

1. Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

2. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью  $600\text{Н/м}$ , совершает гармонически колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний уменьшилась в 2 раза?
3. Пружинный маятник массой  $0,16\text{ кг}$  совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?
4. Как изменится период колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза уменьшить в 4 раза?
5. Девушка-горянка несёт на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых  $1,6\text{ с}$ . При какой скорости движения девушки вода начнёт особенно сильно выплёскиваться из ведра, если длина её шага  $60\text{ см}$ ?
6. Рыболов заметил, что за  $10\text{ с}$  поплавков совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн  $1,2\text{ м}$ . Какова скорость распространения волны?
7. По поверхности жидкости распространяется волна со скоростью  $2,4\text{ м/с}$  при частоте  $2\text{ Гц}$ . Какова разность фаз для точек, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на  $90\text{ см}$ ?
8. Амплитуда колебаний математического маятника  $A=10\text{ см}$ . Наибольшая скорость маятника  $0,5\text{ м/с}$ . Определите длину такого маятника, если ускорение свободного падения равно  $10\text{ м/с}^2$ .
9. Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то как изменится частота его малых колебаний?
10. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?
11. При свободных колебаниях пружинного маятника максимальное значение его потенциальной энергии  $10\text{ Дж}$ , максимальное значение его кинетической энергии  $10\text{ Дж}$ . Какова полная механическая энергия груза и пружины?
12. Маятник длиной  $1\text{ м}$  совершил 60 колебаний за 2 минуты. Найти ускорение свободного падения для данной местности.

### **Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

### **Практическое занятие №16**

#### **по теме «Законы отражения и преломления света.**

#### **Построение изображений в линзах»**

**Цель:** *Закрепить знания по теме «Оптика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы. На примерах решения задач на основные законы геометрической оптики рассмотреть основные типы задач, приемы и методы их решения.*

### **Теория:**

Известно, что в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно с постоянной скоростью  $v$ . Величина  $n = c/v$

называется **абсолютным показателем преломления среды**.

Здесь  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  - скорость света в вакууме.

При падении света на границу раздела двух сред происходит отражение и преломление луча (рис.1).

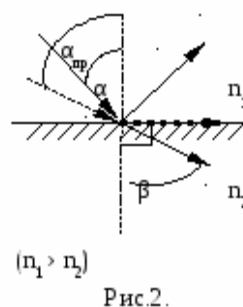
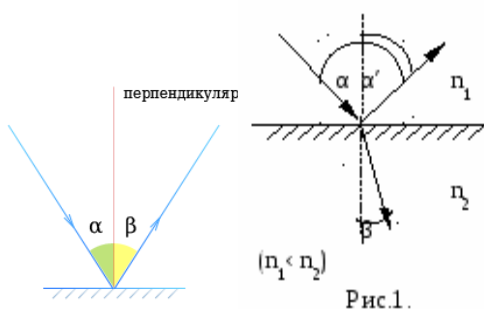
Угол падения светового луча равен углу отражения, т. е.  $\alpha = \alpha'$ .

Это условие называют **законом отражения**.

**Законы отражения света:**

1. Угол падения  $\alpha$  равен углу отражения  $\beta$ .

Углы падения и отражения измеряются между направлением луча и перпендикуляром к поверхности. 2. Падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр лежат в одной плоскости.



**Законы преломления света.** Луч падающий, отраженный и преломленный, а также перпендикуляр, проведенный в точку падения, лежат в одной плоскости. Причем

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21},$$

где  $n_1$  и  $n_2$  - абсолютные показатели преломления первой и второй сред;  $n_{21}$  - относительный показатель преломления второй среды относительно первой;  $\beta$  - угол преломления светового луча.

Основной закон тонкой линзы принимает вид:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ , где  $d$  — расстояние от источника света до линзы,  $f$  - расстояние от линзы до изображения,  $F$  - фокусное расстояние линзы. Такой вид формулы линзы принадлежит Рене Декарту. Увеличение линзы ( $\Gamma$ ) показывает во сколько раз величина изображения предмета ( $H$ ) превышает размеры ( $h$ ) самого предмета и равно отношению расстояния ( $f$ ) от линзы до изображения к расстоянию ( $d$ ) от предмета до линзы.

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$  Оптическая сила системы линз ( $D$ ) равна сумме оптической силы каждой линзы ( $D_1, D_2, D_3, \dots$ ), входящей в систему

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + \dots \quad \text{СИ: дптр.}$$

В интерференционной картине:

1) усиление света происходит в случае, когда величина отставания ( $\Delta d$ ) преломленной волны от отраженной волны составляет целое число ( $k$ ) длин волн ( $\lambda$ ):  $\Delta d = k \times \lambda$  ( $k=0, 1, 2, \dots$ );

2) ослабление света наблюдается в случае, когда величина отставания ( $\Delta d$ ) преломленной волны от отраженной волны составляет половину длины волны

( $\lambda/2$ ) или нечетное число ( $k$ ) полуволен:  $\Delta d = \left(2 \times k + 1\right) \times \frac{\lambda}{2} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$

СИ: м.

При прохождении монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  через дифракционную решетку с периодом решетки  $d$  максимальное усиление волн в направлении, определяемом углом  $\phi$ , происходит при условии:  $d \times \sin \phi = k \times \lambda$  ( $k=0, 1, 2, \dots$ )

**Задача 1** Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

**Дано:**

**Решение:**

$$D=10 \text{ дптр}$$

$$D=1/d+1/f,$$

$$1/f=D-1/d$$

$$d=12,5 \text{ см}=0,125 \text{ м}$$

$$1/f=10-1/0,125=10-8=2$$

**Найти:**  $f$ -?

$$f=1/2=0,5 \text{ м}$$

**Ответ:** 0,5 м

**Задача 2** Расстояние от предмета до экрана 105 см. Тонкая линза, помещенная между ними, дает на экране увеличенное изображение предмета. Если линзу переместить на 32 см, то на экране будет уменьшенное изображение. Найти фокусное расстояние линзы.

**Дано:**

$$L=105 \text{ см}$$

$$\Delta L=32 \text{ см}$$

**Найти:**  $F$ -?

**Решение:**

Введем обозначения:  $d$  – расстояние от предмета до линзы в первом случае,  $f$  – расстояние от линзы до экрана в первом случае,  $F$  – фокусное расстояние линзы. Тогда можно записать:

$$d + f = L. \quad (1)$$

Чтобы произошел переход от увеличенного изображения к уменьшенному при неизменном положении предмета и экрана, необходимо передвинуть линзу ближе к экрану. Поэтому во втором случае с учетом (1) соответствующие расстояния будут равны

$$d + \Delta L \text{ и } f - \Delta L.$$

Запишем формулу линзы для случая действительного изображения в обоих

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

случаях:

$$\frac{1}{d + \Delta L} + \frac{1}{f - \Delta L} = \frac{1}{F} \quad (3)$$

Решаем систему уравнений (1) – (3) относительно искомой величины  $F$ . Из равенства левых частей уравнений (2) и (3) следует:

$$d - f = \Delta L. \quad (4)$$

Рассматривая совместно (1) и (4), находим

$$d = \frac{L + \Delta L}{2}, \quad f = \frac{L - \Delta L}{2}. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (2), получаем ответ:

$$F = \frac{L^2 - \Delta L^2}{4L} = 23,8 \text{ см.}$$

**Ответ:** 23,8 см

**Задания для самостоятельной работы**

1. Угол падения луча света на поверхность подсолнечного масла  $60^\circ$ , а угол преломления  $36^\circ$ . Найти показатель преломления масла.
2. На какой угол отклонится луч света от первоначального направления, упав под углом  $45^\circ$  на поверхность стекла? На поверхность алмаза?
3. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

4. Выразить линейное увеличение  $\Gamma$  в зависимости от фокусного расстояния линзы  $F$  и расстояния предмета от линзы  $d$ .
5. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещённый перед ней на расстоянии 40 см, даёт мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.
6. Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчётливое изображение предмета?
7. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен  $8^\circ$ .
8. Определить угол отклонения лучей зелёного света (длина волны 0,55 мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решётки, период которой равен 0,02 мм.
9. Сколько времени идёт свет от Солнца до Земли?
10. Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде?

#### **Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

### **Практическое занятие №17**

#### **по теме «Определение энергии расщепления ядра»**

**Цель:** Совершенствование полученных знаний и умений; формирование представлений о постановке, классификации, приемах и методах решения задач по ядерной физике. Сформировать умения записывать ядерные реакции, уметь определять неизвестный продукт реакции с использованием законов сохранения массового числа и заряда, обосновать существование ядерной энергии как одной из форм энергии, формировать умение вычислять энергетический выход ядерных реакций.

#### **Теория:**

**Дефект массы и энергия связи ядра. Ядерные реакции.**

Энергия связи атомного ядра  $E_{св} = \Delta mc^2$ ,

где  $c$  – скорость света в вакууме;  $\Delta m$  – дефект массы ядра, численно равный разности суммарной массы протонов и нейтронов, входящих в состав ядра, и массы самого ядра

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

$Z$ -число протонов в ядре;  $N$ -число нейтронов

$m_p$  и  $m_n$  — массы свободных протонов и нейтронов;  $M_{\text{я}}$  — масса ядра, которая рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{я}} = M_a - Zm_e,$$

где  $M_a$  — масса нейтрального атома;  $m_e$  — масса покоя электрона.

$m_p$ ,  $m_n$  и  $m_e$  измеряются в атомных единицах массы (а. е. м.).

При расчете энергии связи в электрон-вольтах можно пользоваться следующим выражением:

$$E_{\text{св}} = 931,57 \Delta m \text{ (МэВ)}; 1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

### Энергетический выход ядерной реакции

Ядерная реакция характеризуется *энергией ядерной реакции  $\Delta E$  (энергетическим выходом реакции)*, равной разности энергий покоя ядра и частиц до реакции и после нее, т.е. энергетическим выходом ядерной реакции называется разность энергий покоя ядер и частиц до и после реакции.

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4),$$

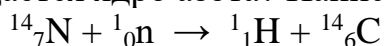
где  $(m_1 + m_2)$  — сумма масс частиц до реакции,  $(m_3 + m_4)$  — сумма масс частиц после реакции.

Если  $\Delta E > 0$ , то реакция идет с выделением энергии и называется *экзотермической*, если  $\Delta E < 0$ , то реакция идет с поглощением энергии и называется *эндотермической*.

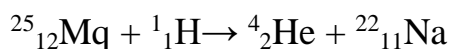
Данная энергия выражается в Джоулях, но нам предстоит ее выражать в МэВ. Для этого наша формула будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ / а.е.м}$$

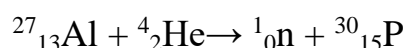
**Задача 1** При бомбардировке нейтронами атома азота-14 испускается протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота? Написать реакцию.



**Задача 2** Ядро изотопа магния-25 подвергается бомбардировке протонами. Ядро какого элемента при этом образуется, если реакция сопровождается излучением  $\alpha$  - частицы?



**Задача 3** При бомбардировке  $\alpha$ -частицами алюминия образуется новое ядро и нейтрон. Записать ядерную реакцию и определить ядро, какого элемента при этом образуется.



**Задача 4** Вычислите энергетический выход ядерной реакции  ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ .

### Решение:

Для вычисления энергетического выхода ядерной реакции необходимо найти разность масс частиц, вступающих в реакцию, и частиц – продуктов реакции. В реакции участвуют атомные ядра, но в справочных таблицах обычно даются сведения лишь о массах атомов. Можно найти массу каждого атомного ядра вычитанием массы электронов оболочки из массы атома. Можно поступить иначе. Если в уравнении ядерной реакции слева и справа пользоваться только массами атомов (т.е. массой атома водорода, а не массой протона слева, и массой атома гелия, а не массой альфа-частицы справа), то из-за одинаковости числа электронов в атомах, вступающих в реакцию, и в продуктах реакции их вычитание осуществляется автоматически при нахождении разности масс. Таким образом, для решения задачи можно воспользоваться сведениями из справочника о массах атомов.

$$M_{{}^6_3\text{Li}} = 6,01512 \text{ а. е. м.}$$

$$M_{{}^1_1\text{H}} = 1,00782 \text{ а. е. м.}$$

$$M_{{}^3_2\text{He}} = 3,01605 \text{ а. е. м.}$$

$$M_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260 \text{ а. е. м.}$$

---


$$\Delta E - ?$$

$$\Delta E = \Delta mc^2, \quad \Delta m = M_{\frac{6}{3}\text{Li}} + M_{\frac{1}{1}\text{H}} - M_{\frac{3}{2}\text{He}} - M_{\frac{4}{2}\text{He}}$$

$$\Delta m = 6,01512 \text{ а. е. м.} + 1,00782 \text{ а. е. м.} - 3,01605 \text{ а. е. м.} - 4,00260 \text{ а. е. м.} = 0,00429 \text{ а. е. м.}$$

Вычислим энергетический выход при изменении массы на 1 а.е.м.:

$$\Delta E = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \approx 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \approx 931 \text{ МэВ.}$$

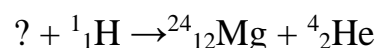
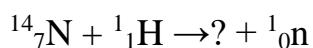
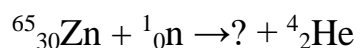
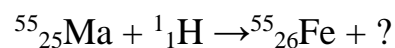
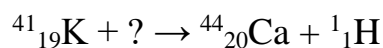
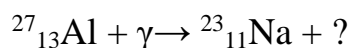
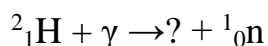
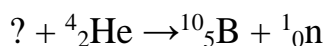
$$\Delta E = 0,00429 \text{ а. е. м.} \cdot 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а. е. м.}} = 4,0 \text{ МэВ.}$$

Выход ядерной реакции равен

**Ответ:** 4,0 МэВ.

### Задания для самостоятельного решения

1. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



2. Определите энергетический выход ядерной реакции  ${}_3\text{Li}^7 + {}^1_1\text{H}^2 \Rightarrow {}^4_2\text{He}^9 + {}^1_0\text{n}^1$ .

3. В какое ядро превращается торий  ${}^{234}_{90}\text{Th}$  при трех последовательных  $\alpha$ -распадах?

4. Определить энергетический выход ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$ , если энергия связи у ядер азота 115,6 МэВ, углерода - 92,2 МэВ, гелия -28,3 МэВ.

### Литература:

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10, 11 кл. 2010 г.
- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2010 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике. 2010 г

## Практическое занятие №18

### Радиоактивные излучения и их воздействие на живые организмы.

Цель работы: изучить биологическое действие радиоактивных излучений.

Выполните следующие задания:

1. Внимательно прочитайте §22.10 учебника Физика для профессий и специальностей технического профиля под ред. В.Ф.Дмитриевой.
2. Запишите, что называется экспозиционной дозой излучения, биологической дозой излучения.
3. Оцените воздействие излучения на организм.
4. Используя интернет – ресурсы, приведите примеры биологического действия радиоактивных излучений.

## Практическое занятие № 19

### *«Измерение времени. Определение географической широты и долготы»*

Цель: изучить основные понятия и термины, единицы времени, общие понятия о летоисчислении.

Главные вопросы:

1. Необходимость измерения времени, первые единицы меры времени.
2. Связь астрономии, географических координат и единиц времени.
3. Общие понятия о летоисчислении, календарь как система летоисчисления.
4. Нравственно-этические проблемы при обсуждении хронологических аспектов.

### *ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ*

1. Координаты – числа, с помощью которых указывают положение точки на поверхности. Выражаются, обычно, в угловых расстояниях (градусах, радианах и т.д.). Координаты определяются широтой и долготой.
2. Широта – величина, определяемая астрономически – высота полюса мира (Полярной звезды) над горизонтом. Одна из первых статических математических величин, применяемых в астрономии. Астрономы умели вычислять широту уже в III веке до н.э. Основа первых звездных каталогов.
3. Точки с одинаковыми значениями широты образуют параллели. Нулевая параллель – экватор (Полярная звезда на экваторе видна на линии горизонта).
4. Долгота – величина, которую невозможно определить только с помощью астрономических наблюдений. Долгота – разность времени на различных меридианах (в часовых угловых

расстояниях). Долготу достаточно уверенно научились определять во 2-й половине XVIII века, когда появились механические часы хронометры.

5. Меридиан – линия, соединяющая полюса и проходящая через заданную точку. За нулевой меридиан (мистическое название – «Линия Розы») с 1884 года взята линия, проходящая через Гринвичскую обсерваторию (окраина Лондона). До 1884 года нулевой меридиан проходил Парижский Лувр и Парижскую обсерваторию.

## ЕДИНИЦЫ ВРЕМЕНИ

1. Год – промежуток времени между двумя прохождением Солнца через основные точки Эклиптики (осеннее и весеннее равноденствие, летнее и зимнее солнцестояние) – равен 365, 24 суток.

2. Месяц – промежуток времени полного оборота Луны вокруг Земли (полный период смены фаз Луны) – равен 29, 53 суток.

3. Неделя – условное деление, основанное на религиозных традициях.

4. Сутки – промежуток времени между двумя последовательными положениями Солнца (как правило, верхними или нижними кульминациями – полднями или полночами) на одном и том же географическом меридиане. 5. Час – промежуток времени, равный  $1/24$  части суток, промежуток времени между положениями солнца на меридианах с расстоянием в  $15^\circ$ .

6. Минута –  $1/60$  часть часа ( $15'$  углового расстояния)

7. Секунда –  $1/60$  часть минуты,  $1/86400$  доля продолжительности солнечных суток, постоянная единица времени в Международной системе измерений, одна из 7 основных единиц системы СИ.

Основные термины, связанные со временем:

- Всемирное время – время на Гринвичском меридиане
- Московское время – время на меридиане г. Москвы
- Местное время – условное время, принятое для данного региона
- Поясное время – единое условное время между двумя меридианами с расстоянием в  $15^\circ$ .
- Зимнее время – перевод времени на 1 час назад по сравнению с поясным.

- Летнее время – поясное время в период с апреля по октябрь.
- ## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА «КАЛЕНДАРИ»

Календарь – система счисления длительных промежутков времени, основанная на периодичности таких явлений природы как смена дня и ночи (сутки), смена фаз Луны (месяц), смена времен года (год). Составлять календари, следить за летоисчислением всегда было обязанностью служителей церкви. Выбор начала летоисчисления (установление эры) является условным и связан чаще всего с религиозными событиями – сотворение Мира, всемирный потоп, рождение Христа и т.д. Месяц и год не содержат целого числа суток, все эти три меры времени несоизмеримы, и невозможно достаточно просто выразить одну из них через другую.

Лунный календарь (родина – Вавилон). В настоящее время существует в ряде арабских стран. Год состоит из 12 лунных месяцев по 29 или 30 дней, продолжительность года 354 или 355 дней.

Лунно-солнечный календарь (родина – Древняя Греция). Год делился на 12 месяцев, каждый из которых начинался с новолуния. Для связи же с временами года периодически вставлялся дополнительный 13-й месяц. В настоящее время такая система сохранилась в еврейском календаре. Солнечный календарь (родина – Древний Египет). В Египте периоды летнего солнцестояния связаны с первым предутренним восходом Сириуса и совпадают с началом разлива Нила. Наблюдения появления Сириуса позволили определить продолжительность года, которая была принята 365 суток. Год делится на 12 месяцев по 30 дней в каждом, дополнительные 5 дней прибавляются в конце года. Год также делится на 3 сезона по 4 месяца в каждом (время разлива Нила, время сева, время сбора урожая).

Римский солнечный календарь – известен с VIII века до н.э. Год включал сначала 10 месяцев и содержал 304 дня, затем добавились еще 2 месяца, а число дней увеличили до 355. Каждые 2 года вставлялся добавочный месяц по 22-23 дня. Средняя продолжительность года за 4 года составляла 366,25 суток.

Юлианский календарь – Римский солнечный календарь, реформированный в 46 году до н.э. римским государственным деятелем Юлием Цезарем. Счет начался с 1 января 45г. до н.э. 3 года подряд содержат по 365 суток и называются простыми, 4-й год – високосный – содержит 366 суток. Продолжительность года в среднем – 365, 25 суток. Но за каждые 128 лет весеннее равноденствие отступало на 1 сутки, что к XVI веку привело к расхождению в 10 дней и очень осложнило расчеты церковных праздников. Григорианский календарь – календарь, исправленный по указу главы католической церкви папы Григория XIII. Было решено после

четверга 4 октября 1582 года пропустить в счете 10 суток и следующий день считать пятницей 15 октября, а в будущем соблюдать «правило високосов» - годы, оканчивающиеся на два нуля, считать високосными только в случае, если они делятся на 400. Григорианская реформа проходила в тяжелейшей борьбе. Великий Коперник отказался принимать участие в ее подготовке, которая началась уже в 1514 году. Тридентский собор (международная конференция), где рассматривались вопросы реформы, длился, с перерывами, 18 лет, с 1545 по 1563 год. В Древней Руси год по языческим обычаям начинался весной. С введением Христианства православная церковь приняла

Юлианский календарь и эру от «сотворения мира» (5508 год до рождества Христова). С 19 декабря 7208 (1700) года по указу Петра I летоисчисление ведется от рождества Христова.

На Григорианский календарь Россия перешла в 1918 году. 1 февраля стали считать 14 февраля, так как расхождение с Юлианским календарем составило уже 13 суток.

Задание: КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ по теме «Основы измерения времени»  
Соотнесите понятия (А - Д) и определения (а - в)

I. А. Координаты Б. Широта В. Долгота Г. Параллели Д. Меридианы

а. высота полюса мира над горизонтом

б. числа, с помощью которых указывают положение точки на поверхности

в. линия, соединяющая полюса и проходящая через заданную точку

II. А. Секунда Б. Сутки В. Год Г. Полдень Д. Полночь

а. момент верхней кульминации Солнца

б. промежуток времени между двумя прохождением Солнца через точку равноденствия

в. постоянная единица времени

III. А. Всемирное время Б. Поясное время В. Московское время Г. Летнее время  
Д. Зимнее время

а. время на гринвичском меридиане

б. единое условное время между двумя меридианами с расстоянием в  $15^\circ$

в. перевод времени на 1 час назад по сравнению с поясным.

Контрольные вопросы:

- От какого события во времени и пространстве ведется начальный отсчет времени?
- Когда начинается год?
- Могут ли календари являться основой древней хронологии?
- Почему общепринятым календарем является Григорианский, где отсчет времени взят сначала «от сотворения мира» (Византийская дата), а затем – от рождения Христа.

Норма времени: 1 час

Критерии оценки: Выполнен тест и даны правильные ответы на вопросы.  
Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

## **Практическое занятие № 20**

***Тема: «Спутники планет. Малые тела солнечной системы»***

Цель работы: Обобщить знания о физических характеристиках и движении тел Солнечной системы. Методом сравнения выявить общие и отличительные параметры этих тел.

Пособия и оборудование: фотографии Солнца, планет и их крупных спутников, циркуль, транспортир, линейка, калькулятор.

Методические указания к работе. Данная Практическое занятие поможет учащимся систематизировать знания о телах Солнечной системы, выявить их различия и общие особенности в физических характеристиках и движении тел.

Первая часть практической работы посвящена физическим характеристикам тел Солнечной системы: диаметры, наклон оси вращения, наличие и геометрические характеристики колец, внешний вид поверхности. Для сравнительного анализа диаметров тел предлагается перевести линейные диаметры в относительные размеры с Землей  $D_{KM}/D_3$ . Далее выбрать удобный масштаб для нанесения окружностей на сравнительный рисунок. Следует отдельно выполнять рисунки для планет Земной группы и крупных спутников, и для планет гигантов с их кольцами. С помощью транспортира отмечается угол наклона оси вращения

планеты от перпендикуляра по часовой стрелке, полученную ось обозначают пунктиром. Каждое тело разукрашивается в соответствии с его внешним видом по предложенным преподавателем фотографиям. Чтобы нарисовать кольца планеты, необходимо провести перпендикуляр к оси вращения (экваториальная плоскость). На нем отметить внутренний и внешний радиус колец с обеих сторон. Провести концентрические эллипсы через эти точки. Видимая толщина колец более тонкая за планетой и более широкая перед ней. Вторая часть практической работы посвящена элементам орбиты тел Солнечной системы. Она включает в себя закрепление следующих понятий: большая полуось орбиты, эксцентриситет, афелий и перигелий. Используя значения этих элементов, строятся сравнительные схемы орбит, отдельно для Земной группы планет, для планет гигантов и больших спутников планет с гипотетической планетой в центре. Для сравнительной схемы орбит тел, рекомендуется сначала перевести данные таблицы в километрах в астрономические единицы, а затем выбрать удобный масштаб для рисунков. На схеме отметить вертикальную и горизонтальную оси. На вертикальной оси отметить большие полуоси (вверх и вниз), на горизонтальной оси отметить перигейное расстояние справа, а афелийное расстояние слева, через полученные точки провести орбиту.

### Общая таблица с данными параметрами, вычисление дополнительных параметров.

Таблица 1.

№ n/n	Небесное тело	D км	$\frac{\square}{\square \oplus}$	$\square^\theta$	R <sub>млн.</sub> км	R a.e.	e	P a.e.	A a.e.
1	Меркурий	4880	0,38	2	57,9	0,39	0,21	0,31	0,47
2	Венера	12100	0,94	2,7	108	0,72	0,01	0,71	0,73
3	Земля	12756	1	23,5	149,6	1	0,02	0,98	1,02
4	Марс	6794	0,53	25,2	228	1,52	0,09	1,38	1,66
5	Юпитер	113200	11,23	3,1	778,4	5,2	0,05	4,94	5,46
6	Сатурн	120000	9,4	26,7	1424,6	9,52	0,05	9	10
7	Уран	51800	4,06	97,9	2867	19,16	0,05	18,2	20,12
8	Нептун	49500	3,88	29,6	4486	29,99	0,01	29,7	30,3
9	Плутон	2600	0,2	57,5	5890	39,37	0,25	29,5	49,21
10	Астероиды	1003-1	0,08		330-540	2,2-3,6	≈0,3		
11	Луна	3476	0,27	18,3-28	0,384	0,00256	0,05	0,364	0,403
12	Ио	3830	0,28	0,04	0,421	0,0028	0	0,421	0,421
13	Европа	3138	0,25	0,47	0,64	0,00446	0	0,67	0,67

14	Ганимед	5260	0,41	0,19	1,07	0,0071	0	1,07	1,07
15	Каллисто	4880	0,38	0,28	1,883	0,0125	0	1,883	1,883
16	Титан	5150	0,4	0,35	1,221	0,0081	0,03	1,184	1,257
17	Тритон	2700	0,21	157	0,351	0,0023	0	0,351	0,351
18	Комета Галлея	16*8	0,001		18,13	27	0,96	0,58	35,31
19	Комета Энке	3,5	0,0005		2,22		0,84	0,34	4,1

Задаются следующие параметры:

Дкм – диаметр тела в километрах;

$\epsilon^\circ$  - наклон оси вращения тела;

R – большая полуось орбиты;

e – эксцентриситет орбиты;

Вычисляются следующие параметры:

D/Dз – диаметр тела по отношению к диаметру Земли;

Ra.e. - большая полуось орбиты в астрономических единицах;

Ra.e. = R/149600000 Ra.e. – перигелий орбиты в астрономических единицах;

Ra.e. = Ra.e.(1-e).

Aa.e. – афелий орбиты в астрономических единицах;

Aa.e. = Ra.e.(1+e).

Сравнительные размеры планет. Сравнительные размеры планет Земной группы.

Масштаб 1см – 15000км.

Таблица линейных размеров в масштабе:

Планета	R планеты	R кольца внешнего	R кольца внутреннего
Юпитер	48мм	82мм	82мм
Сатурн	40мм	91мм	51мм
Уран	17мм	33мм	20мм
Нептун	16мм	41мм	28мм

