

Министерство образования и науки Республики Дагестан  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Республики Дагестан  
«Кизлярский профессионально-педагогический колледж»

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по общеобразовательной дисциплине Физика**

образовательной программы

**УГПС 10.00.00 Информационная безопасность**

**по специальностям: 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности  
автоматизированных систем**

*Форма обучения очная*

Кизляр, 2022г.

Фонд оценочных средств по общеобразовательной дисциплине «Физика» разработан на основе требований ФГОС СОО с учетом профессиональной направленности образовательных программ среднего профессионального образования, реализуемых на базе основного общего образования.

Фонд оценочных средств представлен комплектом контрольно-оценочных средств по УГПС 10.00.00 Информационная безопасность.

Разработчик:

- Дильманбетова А.Б., преподаватель ГБПОУ РД «КППК»

Рассмотрено и одобрено ПЦК общеобразовательных и естественнонаучных дисциплин

Протокол № 1 от 30 августа 2022г.

Председатель ПЦК Генд- Дильманбетова А.Б.

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

### 3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ:

Лабораторное занятие № 1 «Определение коэффициента поверхностного натяжения»

Лабораторное занятие № 2 «Определение модуля упругости (модуля Юнга) материала»

Лабораторное занятие № 3 «Определение удельного сопротивления проводника»

Лабораторное занятие № 4 «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Лабораторное занятие № 5 «Определение электрохимического эквивалента меди»

Лабораторное занятие № 6 «Исследование температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников»

Лабораторное занятие № 7 «Исследование действия магнитного поля на ток»

Лабораторное занятие № 8 «Исследование явления электромагнитной индукции»

Лабораторное занятие № 9 «Определение ускорения свободного падения при помощи нитяного маятника»

Лабораторное занятие № 10 «Определение жесткости пружины при помощи пружинного маятника»

Лабораторное занятие № 11 «Определение показателя преломления стекла»

Лабораторное занятие № 12 «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»

Лабораторное занятие № 13 «Изучение интерференции и дифракции света»

Лабораторное занятие № 14 «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»

Лабораторное занятие № 15 «Исследование треков заряженных частиц по готовым фотографиям»

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате освоения учебной дисциплины ФИЗИКА обучающийся должен уметь:

- проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний;
- оценивать достоверность естественно научной информации.

В результате освоения учебной дисциплины ФИЗИКА студент должен знать:

- о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе

современной физической картины мира;

- наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- методах научного познания природы.

В результате освоения учебной дисциплины ФИЗИКА студент должен использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование общих компетенций.

Целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Лабораторные работы включает следующие структурные элементы:

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

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

Контроль и оценка результатов выполнения студентами лабораторных работ направлены на проверку освоения умений, практического опыта, развития общих компетенций, определённых программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения студентами заданий на лабораторных работах используются такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой студентов, анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий, самооценка деятельности.

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

#### ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

№ п/п	Темы по дисциплине	Темы лабораторных работ	Кол-во часов
1	<b>Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории.</b>	ЛР№1. Изучение одного из изопроцессов	2

	<b>Идеальный газ</b>		
2	<b>Тема 2.3. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы. Свойства паров.</b>	ЛРН№2. Определение относительной влажности воздуха. Подготовка отчета по лабораторной работе.	2
3	<b>Тема 3.2. Законы постоянного тока.</b>	ЛРН№3. Определение емкости батареи конденсаторов (или Определение удельного сопротивления проводника).	2
4	<b>Тема 5.2 Волновые свойства света.</b>	ЛРН№4. Измерение показателя преломления стекла. Определение главного фокусного расстояния и оптической силы линзы. Наблюдение спектров испускания и поглощения газов	2
5	<b>Тема 7.2 Физика атома</b>	ЛРН№5. Наблюдение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.	2
		Всего	10

Раздел 2.

### **Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ**

ЛРН№1. Изучение одного из изопроцессов.

### **Тема 2.3. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы. Свойства паров.**

ЛРН№2. Определение относительной влажности воздуха. Подготовка отчета по лабораторной работе.

### **Раздел 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

### **Тема 3.2. Законы постоянного тока.**

ЛРН№3. Определение емкости батареи конденсаторов (или Определение удельного сопротивления проводника).

### **Раздел 5. Оптика**

### **Тема 5.2 Волновые свойства света.**

ЛРН№4. Измерение показателя преломления стекла.  
Определение главного фокусного расстояния и оптической силы линзы.  
Наблюдение спектров испускания и поглощения газов

### **Раздел 7. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ**

### **Тема 7.2 Физика атома**

ЛРН№5. Наблюдение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

### **Тема 2.3 Взаимные превращения жидкостей и газов**

ЛР №1. Определение коэффициента поверхностного натяжения

#### **Тема 2.4 Твердые тела**

ЛР №2. Определение модуля упругости (модуля Юнга) материала 2ч

### **Раздел 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

#### **Тема 3.2**

##### **Законы постоянного тока**

ЛР №3 Определение удельного сопротивления проводника

2

ЛР №4

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

2

#### **Тема 3.3**

##### **Электрический ток в различных средах**

ЛР №5 Определение электрохимического эквивалента меди 2

ЛР №6 Исследование температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников 2

#### **Тема 3.4 Магнитное поле**

ЛР №7 Исследование действия магнитного поля на ток 2

#### **Тема 3.5 Явление электромагнитной индукции**

ЛР №8 Исследование явления электромагнитной индукции 2

### **Раздел 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

#### **Тема 4.1 Механические колебания**

ЛР №9 Определение ускорения свободного падения при помощи нитяного маятника 2

ЛР №10 Определение жесткости пружины при помощи пружинного маятника 2

### **Раздел 5. ОПТИКА**

#### **Тема 5.1 Световые волны**

ЛР №11 Определение показателя преломления стекла 2

ЛР №12 Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки 2

ЛР №13 Изучение интерференции и дифракции света 2

## Тема 5.2

### Излучение и спектры

ЛР №14 Наблюдение сплошного и линейчатого спектров 2

## Раздел 6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

### Тема 6.3 Физика атомного ядра

ЛР №15 Исследование треков заряженных частиц по готовым фотографиям 2

**Всего: 30**

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Лабораторная работа №1

#### «Определение коэффициента поверхностного натяжения»

Цель: экспериментально определить коэффициент поверхностного натяжения методом отрыва капель.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Какими свойствами обладает поверхностный слой жидкости?
2. Что называется поверхностным натяжением?
3. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа

Обеспечение лабораторной работы: штатив, бюретка, 2 стакана.

Теоретические сведения: В момент отрыва капли от бюретки сила поверхностного натяжения равна весу капли:  $mg = \sigma \pi d$ , где  $m$  — масса капли,  $\sigma$  — коэффициент поверхностного натяжения воды,  $d$  — внутренний диаметр пипетки.

Отсюда:

$$\sigma = \frac{mg}{\pi \cdot d}$$

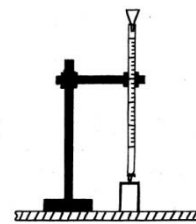
Для повышения точности измеряют массу  $M$  нескольких капель:  $M = m \cdot n$ ,

$$\sigma = \frac{Mg}{n \pi \cdot d}$$

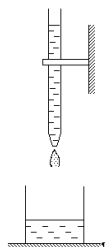
где  $n$  — число капель. Тогда расчетная формула принимает вид:

Указание к работе:

1. Открыть кран и добиться, чтобы капли падали медленно (для счета).



2.Отметить начальный объем воды в бюретке (в мл).



3.Отсчитать 100 капель.

4.Снова отметим уровень воды в бюретке (в мл).

5.Определить объем 100 капель воды ( $1\text{мл}=1\text{см}^3$ ).

6.Вычислить массу 100 капель с помощью формулы:  **$m=pV$** .

7. Определить плотность воды по таблице.

8.Записать результат в таблицу.

9.Вычислить коэффициент поверхностного натяжения.

9.Повторить опыт, определив объем 150 капель воды.

10.Определить абсолютную и относительную погрешности:

$\Delta$ , %

$E_{\text{ср}} =$ .

11.Сделать вывод с учетом абсолютной погрешности:

(Н/м).

N

п/п

n

g,

$\text{м/с}^2$

$V_1$ ,

Мл

$V_2$ ,

мл



V,

м<sup>3</sup>

m, кг

d,

м

,

Н/м

,

Н/м

Еср

1

100

2

150

Контрольные вопросы:

1. Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения.
2. Записать формулу для силы поверхностного натяжения.
3. Привести примеры действия сил поверхностного натяжения.
4. Найти коэффициент поверхностного натяжения воды, если в капилляре с диаметром 1 мм она поднимется на высоту 32,6 мм?

## **Лабораторная работа №2 «Определение модуля упругости (модуля Юнга) материала»**

Цель: определить модуль упругости резины; проверить в пределах упругости линейность связи деформации и нагрузки.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Дать определение деформации.
2. Каков физический смысл модуля Юнга?
3. Объяснить, что происходит с телом при его деформации.

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа

Обеспечение лабораторной работы: штатив, два шнура различного сечения, линейка, гири

Теоретические сведения:

Модуль Юнга (модуль упругости) (англ. *Young module*) — коэффициент, характеризующий сопротивление материала растяжению/сжатию при упругой деформации. Назван в честь английского физика XIX века Томаса Юнга.

Под влиянием внешних сил тела в той или иной степени деформируются, т. е. изменяют свою форму и объем. При деформации молекулы тела смещаются, и тело выводится из состояния равновесия, в котором оно находилось первоначально. При этом вследствие взаимодействия молекул в теле возникают силы, стремящиеся вернуть его в состояние равновесия. Эти силы действуют на каждый элемент поверхности некоторого объема тела со стороны окружающих его частей. Давление, возникающее в теле при деформации, обычно называют внутренним напряжением.

Если после прекращения действия сил тело принимает первоначальные размеры и форму, деформация называется упругой.

Упругие деформации наблюдаются в том случае, если сила, обусловившая деформацию, не превосходит некоторой, определенной для каждого конкретного тела предел (предел упругости).

Упругие деформации обычно невелики: величина относительного удлинения очень мала. Для достаточно малых деформаций относительное удлинение пропорционально напряжению, т. е. силе, действующей на единицу площади поперечного сечения стержня. Это утверждение называется законом Гука (1676 г.).

Закон Гука можно записать в виде:

, где постоянный коэффициент называется модулем Юнга. Модуль Юнга определяется только свойствами материала стержня. Его размерность совпадает с размерностью давления.

Из формулы закона Гука видно, что модуль Юнга равен такому нормальному напряжению, при котором относительное удлинение равно единице (т. е. приращение длины равно первоначальной длине), если бы столь большие упругие деформации были возможны (в действительности при значительно меньших напряжениях происходит разрушение тела, еще раньше достигается предел упругости).

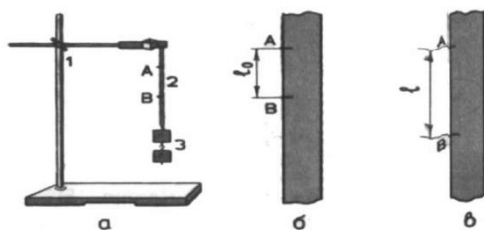
Относительное удлинение равно .

В динамических задачах механики модуль Юнга рассматривается в более общем смысле — как функционал среды и процесса. Модуль Юнга рассчитывается следующим образом:

$$E = \frac{F}{\Delta l} \frac{l_0}{S}$$

Ход работы:

- 1.Подвесить один из резиновых шнуров за конец на штативе.
- 2.Нанести на среднем участке шнура карандашом или чернилами две тонкие метки на расстоянии приблизительно 10 см друг от друга.
- 3.Измерить начальное расстояние  $l_0$  между метками.



4. Нагрузить шнур гирей весом 1 Н, и, выждав, пока не закончится растяжение шнура, измерить расстояние  $\ell$  между метками.

5. Увеличить нагрузку  $F_2 = 2\text{ Н}$  и снова измерить.

6. Для каждой нагрузки определить абсолютное удлинение резины.

7. Результаты измерений занести в таблицу:

1

2

1

2

8. Вычислить модуль упругости  $E$  резины по формуле:

$$E = \frac{F \ell_0}{\Delta \ell S}$$

и найти среднее значение  $E$  ср.:  $E_{\text{ср.}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$

2

9. Повторить опыт с резиновым шнуром другого сечения и снова определить модуль упругости при тех же значениях силы.

10. По полученным данным построить график растяжения резины, откладывая модуль  $F$  силы по вертикальной, а абсолютное удлинение  $\Delta \ell$  - по горизонтальной оси.

11. Сделать вывод.

### Контрольные вопросы:

1. Какая деформация имеет место в данном опыте: упругая или пластичная. Почему?

3. Вычислить модуль упругости для железа, если известно, что железная проволока длиной 1,5 м и сечением  $10^{-6}\text{ м}^2$  под действием силы в 200 Н удлинилась на 1,5 мм.

### Лабораторная работа № 3

#### «Определение удельного сопротивления проводника»

Цель: освоить приборы и метод определения сопротивления проводника; определить удельное сопротивление проводника; сравнить полученное значение с табличным.

### Предварительная подготовка к лабораторной работе:

#### Вопросы:

1. Что такое удельное сопротивление проводника?
2. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: сопротивление, амперметр, вольтметр, источник тока, соединительные провода.

#### Теоретические сведения:

Электрическое сопротивление характеризует противодействие проводника или электрической цепи упорядоченному перемещению носителей тока. Согласно закону Ома, сила тока в однородном участке цепи равна отношению напряжения  $U$  на его концах к сопротивлению этого участка  $R$ :

(1)

В этом случае электрическое сопротивление называют **активным**. Оно зависит от материала проводника, его размеров и формы. Для однородного по составу линейного проводника с поперечным сечением  $S$  и длиной  $l$

(2),

где  $\rho$  — коэффициент пропорциональности, характеризующий материал проводника. Называется этот коэффициент *удельным электрическим сопротивлением* и численно равен сопротивлению однородного цилиндрического проводника, изготовленного из данного материала, имеющего единичную длину и единичную площадь поперечного сечения.

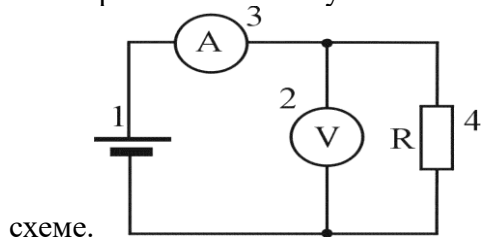
Из формулы (2) следует

(3)

то есть, чтобы определить удельное сопротивление однородного по химическому составу проводника, имеющего постоянную площадь поперечного сечения, необходимо измерить его сопротивление постоянному току и геометрические параметры.

#### Ход работы:

1. Начертить схему электрической цепи. Собрать цепь по



2. Начертить таблицу для записи измерений.
3. Записать показания амперметра и вольтметра в таблицу.
4. Используя закон Ома для участка цепи, вычислить  $R_x$ .
5. Найти удельное сопротивление из формулы (3)
6. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

7. Вычислить относительную и абсолютную погрешности измерений.

8. Сравните полученное опытным путем значение удельного сопротивления проводника с табличным.

Таблица удельных сопротивлений проводников

Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. Выразить полученное удельное сопротивление в  $\text{Ом}\cdot\text{мм}^2$

м

2. Что значит: удельное сопротивление алюминия  $0,028 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2$

м

удельное сопротивление цинка  $0,06 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2$

м

3. Найти сопротивление одного километра алюминиевой проволоки, если площадь поперечного сечения  $0,2 \text{ мм}^2$ .

4. Сила тока в проводнике увеличилась в 2 раза. Как изменилось его сопротивление?

## **Лабораторное занятие № 5**

### **«Определение электрохимического эквивалента меди»**

Цель: экспериментально определить электрохимический эквивалент меди.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Что такое электролитическая диссоциация?

2. Что такое электролиз?

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа.

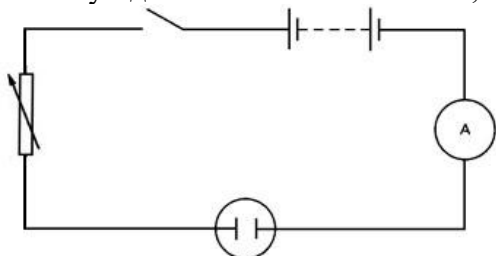
Обеспечение лабораторной работы: весы технические, набор гирь, амперметр школьный 2 А, часы, выпрямитель на 6 В, 2 А, реостат 6 Ом, 2 А, ключ, вольтметр 6 В, электролитическая ванна, раствор медного купороса, электроплита.

Теоретические сведения:

Представление об ионной проводимости хорошо и просто объясняет явление *электролиза*. Но откуда берутся ионы, внутри электролита, если до растворения молекулы

растворенного вещества в целом не были заряжены? Возникают ли эти ионы под действием тока, или же они имеются в электролите еще до включения тока?

Несложные опыты и рассуждения показывают, что разделение молекул на заряженные ионы не связано с наличием тока. Действительно, если бы молекулы разрывались электрическим полем, имеющимся при электролизе, то должна была бы существовать некоторая минимальная напряженность поля в электролите, необходимая для начала электролиза и зависящая от прочности молекул. Но электролиз начинается при любом, сколь угодно малом поле. Значит, ионы образуются в процессе растворения вещества.



Этот процесс носит название *электролитической диссоциации*. Растворение не всегда сопровождается диссоциацией на ионы, а поэтому и не все растворы проводят электрический ток.

Явление электролиза широко используется:

1. Электролитический метод получения чистых металлов (электролитическое очищение или рафинирование). Из неочищенного металла отливают электроды и помещают в электролит (для меди – раствор  $\text{CuSO}_4$ ) в качестве анода. На катоде будет выделяться чистая медь, а примеси из разрушающегося анода будут либо переходить в раствор, либо выпадать на дно ванны в виде осадка. Этот процесс для некоторых металлов происходит в расплавах. Так добывают алюминий во всем мире.

2. Гальваностегия – это метод покрытия металлических предметов слоем другого металла. Широкое применение имеет хромирование, никелирование, серебрение, золочение.

3. Гальванопластика – изготовление точных рельефных копий из металла со слепков из любого материала, поверхность которого делают токопроводящей, покрывая ее тонким слоем графита.

#### Ход работы:

- Медную пластину, которая будет катодом, если она мокрая, подсушить под электроплитой, тщательно взвесить с точностью до 10 мг и записать результат взвешивания в таблицу.
- Вставить электрод в электролитическую ванну и составить электрическую цепь согласно схеме.
- Отрегулировать реостатом ток, чтобы величина его не превышала 1 А на  $50 \text{ см}^2$  погруженной части катодной пластины.
- Замкнуть цепь на 10 минут.
- Разомкнуть цепь, вынуть катодную пластинку и просушить ее.
- Взвесить высушенную пластинку с точностью до 10 мг.
- Значение тока, время опыта, увеличение в массе катодной пластинки записать в таблицу и определить электрохимический эквивалент.

A

m,

кг

m,

кг

t,

c

m,

кг

K,

кг/Кл

1.

Сделать вывод( сравните полученный результат с табличным).

### **Контрольные вопросы:**

1. До каких пор будет происходить электролиз медного купороса, если:

- а) оба электрода медные;
- б) оба электрода угольные?

2. При никелировании детали в течении 50 минут сила тока, проходящего через ванну, равна 2А. Какова масса выделившегося вещества на детали.

### **Лабораторное занятие № 6**

#### **«Исследование температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников»**

Цель: определить температурный коэффициент сопротивления (ТКС) проводника и полупроводника.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

- 1. Что такое проводники? Какие вещества к ним относятся?
- 2. Что такое полупроводники? Какие вещества к ним относятся?

3. Чем обусловлена температурная зависимость  $R(t)$  для проводника?

4. Какие приборы используются для измерения сопротивления и температуры?

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: регулируемый источник постоянного напряжения; мини-блок «Исследование температурной зависимости сопротивления проводника и полупроводника»; мини-блок «Ключ»; мультиметры.

Теоретические сведения:

По электрическим свойствам вещества разделяют на три класса: проводники, диэлектрики и полупроводники. Типичными проводниками являются **металлы**, обладающие малым удельным сопротивлением - менее  $10^{-6}$  Ом•м. Удельное электрическое сопротивление **полупроводников**  $\rho$  обычно лежит в пределах  $10^{-6} \dots 10^{-14}$  Ом•м. Материалы, у которых величина  $\rho$  больше  $10^{-14}$  Ом•м, относятся к **диэлектрикам**. Полупроводниками является ряд элементов III—VI групп таблицы элементов Д.И. Менделеева (B, Ge, Si, As, Te и т.д.), а

также большое число химических соединений (GaAs, GaP, ZnS, SiC и др.). В зависимости от внешних условий (температура, давление) одно и то же вещество может относиться к разным классам. Например, германий при температуре жидкого азота 77 К - диэлектрик, при комнатной температуре - полупроводник, а жидкий Ge - проводник.

Если валентные электроны атомов, ответственные за электрические свойства вещества, образуют валентную зону так, что зона проводимости свободна, то электропроводность такого вещества равна нулю, и оно является диэлектриком.

Для того, чтобы перевести электроны из валентной зоны в зону проводимости, им следует сообщить энергию, не меньшую, чем ширина запрещенной зоны  $\Delta W$ . Часть электронов приобретает эту энергию при облучении вещества светом или за счет теплового движения атомов. Поэтому при обычных температурах ( $T \approx 300$  К) в зоне проводимости есть некоторое количество электронов. В зависимости от их концентрации вещество может быть либо диэлектриком, либо полупроводником, причем различие между этими классами определяется значениями ширины запрещенной зоны  $\Delta W$  и температуры  $T$ . Для полупроводников при комнатной температуре  $\Delta W$  составляет 0,02 - 2 эВ, а для диэлектриков - больше 2 эВ.

Температурная зависимость проводимости полупроводников определяется изменением концентрации носителей тока - электронов, перешедших в зону проводимости. При увеличении температуры их количество возрастает, поэтому сопротивление  $R$  чистых полупроводников уменьшается с ростом температуры  $T$ .

Проводники имеют другую зонную структуру. Валентные электроны заполняют зону примерно наполовину, при этом электроны могут свободно перемещаться под действием внешнего электрического поля. Валентная зона является зоной проводимости. В проводнике концентрация свободных электронов не зависит от температуры - в этом основное отличие проводника от полупроводника и диэлектрика. Для проводников зависимость сопротивления от температуры значительно слабее, чем для диэлектриков. Она определяется рассеянием энергии электронов при взаимодействии с ионами кристаллической решетки. С ростом температуры увеличивается амплитуда колебаний ионов, что ведет к снижению длины свободного пробега электронов проводимости в металле. При этом электрическое сопротивление  $R$  проводников увеличивается по линейному закону

$$R = R_0(1 + \alpha t), \quad (1)$$

где  $t$  - температура в градусах Цельсия;



$R_0$  - сопротивление проводника при  $0^\circ \text{C}$ ;

$\alpha$  -температурный коэффициент сопротивления (ТКС).

### Методика определения величины ТКС проводника и ширины запрещенной зоны полупроводника

Уравнение (1) температурной зависимости сопротивления проводника в координатах  $R - t$  изображается прямой линией, угловым коэффициент которой  $K_1 = R_0 \alpha$ . По величине  $K_1$  можно определить значение ТКС исследуемого проводника:

$$\alpha = K_1 / R_0, (2)$$

Величину углового коэффициента экспериментальной зависимости также определяют по графику.

Для полупроводника зависимость сопротивления от температуры нелинейная, поэтому для определения ее параметров используют функциональные шкалы  $\ln R - 1/T$ . Такая зависимость является линейной с угловым коэффициентом  $K_2 = \Delta W / 2k$ , что позволяет найти ширину запрещенной зоны полупроводника по формуле

$$\Delta W = 2k \cdot K_2 (3)$$

Таким образом, для определения величины ТКС проводника и ширины запрещенной зоны полупроводника  $\Delta W$  достаточно получить экспериментально температурные зависимости их сопротивления.

### Описание установки

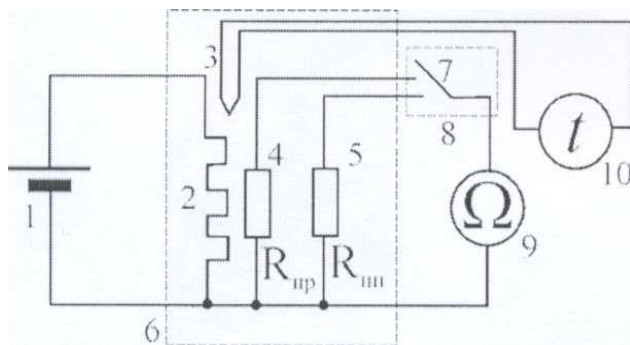


Рис.1. Электрическая схема

Электрическая схема включает:

- 1 - регулируемый источник постоянного напряжения (0...+15 В);
- 2- электронагреватель;
- 3 - термопара;
- 4, 5 - исследуемые образцы проводника и полупроводника;
- 6 - блок «Исследование температурной зависимости сопротивления проводника и полупроводника»;
- 7 – переключатель;
- 8 – мини-блок «Ключ»;
- 9 – цифровой мультиметр в режиме измерения сопротивления (режим 2 кОм, входы СОМ, );

10 - цифровой мультиметр в режиме измерения температуры (режим  $^{\circ}\text{C}$ , входы 5).

Электронагреватель 2 подсоединен к регулируемому источнику постоянного напряжения 1 (0...+15 В). При включении источника напряжения начинается нагрев исследуемых образцов. Для измерения сопротивления образцов 4, 5 в режиме непрерывного нагрева их поочередно подсоединяют к цифровому мультиметру 9 с помощью переключателя 7. Температуру образцов измеряют с помощью термопары 3, сигнал с которой подается на мультиметр 10 (разъем для подключения термопары).

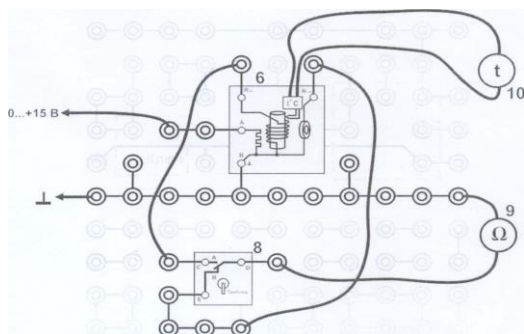


Рис. 2. Монтажная схема установки

#### Ход работы:

1.Соберите электрическую цепь по монтажной схеме, приведенной на рис.2. При подсоединении термопары к мультиметру необходимо учитывать полярность подсоединения проводов.

2.Включите кнопками «Сеть» питание блока генераторов напряжения и блока мультиметров. Нажмите кнопку «Исходная установка».

3.Установите необходимые режимы измерений мультиметров. Учтите, что при измерении сопротивления проводника переключатель диапазона ставится в положение 200 Ом, а полупроводника - 2 кОм.

4.Измерьте сопротивление проводника ( $R_{\text{пр}}$ ) и полупроводника ( $R_{\text{пп}}$ ) при комнатной температуре, подключая с помощью миниблока «Ключ» поочередно к мультиметру проводник (положение В) и полупроводник (положение А). Результаты измерений  $R_{\text{пр}}$ ,  $R_{\text{пп}}$  и температуры  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) запишите в таблицу 1.

5.Кнопками установки напряжения «0...15В» установите по индикатору 7-8 делений. По мере нагрева образцов измеряйте их сопротивление через каждые 5  $^{\circ}\text{C}$  до температуры 70  $^{\circ}\text{C}$ .  
Все результаты измерений записывайте в таблицу 1.

6.кнопками «Сеть» питание блока генераторов напряжения и блока мультиметров.

Таблица 1

#### **Результаты измерений и вычислений**

№ п/п

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

$R_{\text{III}}, \text{OM}$

$R_{\text{np}}, \text{OM}$

$T, \text{K}$

$1/T, 10^{-3}, \text{K}^{-1}$

$\ln R_{\text{III}}$

**1**

**2**

**3**

...

23

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

0.46

0.35

0.29

0.25

164

167

169

174

#### Обработка результатов измерений

1. По данным таблицы постройте график температурной зависимости сопротивления **проводника** от температуры в координатах  **$R-t$** . Ось температуры необходимо начать с  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. По графику определите сопротивление  **$R_0$**  при температуре  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также угловой коэффициент прямой  **$K_1$** .

3. По формуле (2) вычислите величину температурного коэффициента сопротивления а исследуемого **проводника**.

4. По данным таблицы 1 постройте два графика для **полупроводника**: один в координатах ( $R - t$ ), а второй - в координатах ( $\ln R - 1/T$ ) (*линейный характер второго графика показывает, что зависимость сопротивления полупроводника от температуры действительно экспоненциальная*).

5. Определите по второму графику угловой коэффициент прямой  **$K_2$** .

1). По формуле (3) вычислите ширину запрещенной зоны полупроводника  **$\Delta W$** .

2). Сформулируйте **вывод** (проведите сравнительный анализ полученных температурных зависимостей сопротивления проводника и полупроводника. Сравните величины ТКС проводника и ширины запрещенной зоны полупроводника с табличными значениями, выберите наиболее подходящие вещества).

#### Контрольные вопросы:

1. От каких величин зависит электрическое сопротивление проводника? Запишите зависимости  **$R$**  от размеров проводника и температуры.

2. Как можно объяснить сильную зависимость сопротивления полупроводника от температуры?

3. Укажите режимы и входы для подключения цифровых мультиметров в лабораторной работе.

## Лабораторное занятие № 7

### «Исследование действия магнитного поля на ток»

Цель: определить взаимодействия магнитного поля на ток.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Что такое магнитное поле?
2. Как можно обнаружить магнитное поле?

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: источник постоянного тока, дугообразный магнит, штатив, ключ, проволоочный моток, соединительные провода.

Указание к работе:

1. Подвесить проволоочный моток к штативу и через ключ присоединить к источнику тока.
2. Подвесить к висящему мотку магнит и, замыкая цепь, наблюдать движение мотка.
3. Выбрать несколько характерных вариантов относительно расположения мотка и магнита и зарисовать их, указав направление магнитного поля, направление тока и предполагаемое движение мотка.
4. Проверить на опыте правильность предположений о характере и направлении движения мотка.
5. Объяснить направление движения мотка в магнитном поле применяя правило для определения направления магнитного поля, магнитного поля катушки (правило «буравчика» или правило «обхвата правой руки») и правило для направления сил, действующих на моток (правило «левой руки» - закон Ампера).

Ход работы:

1. Зарисовать несколько характерных вариантов (3-4) относительно расположения мотка и магнита и указать на каждом рисунке:
  - а) направление магнитного поля постоянного магнита;
  - б) направление тока в мотке;
  - в) направление магнитного поля (по правилу «правого винта» или «буравчика» или правилу «обхвата правой руки»).
2. Записать все применяемые вами правила.
3. Запишите вывод о возможности практического применения наблюдаемого явления.

Контрольные вопросы:

1. Что такое вектор индукции магнитного поля?
2. Как взаимодействуют проводник с током и магнитного поля?
3. Как определить направление вектора индукции магнитного поля?

4.Решение упражнений: сборник задач А.П.Рымкевич №887.

## Лабораторное занятие № 8

### «Исследование явления электромагнитной индукции»

Цель: экспериментальное изучение явления электромагнитной индукции

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

- 1.Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
- 2.Какое явление называется электромагнитной индукцией?

Условия выполнения: время выполнения работы 2 часа.

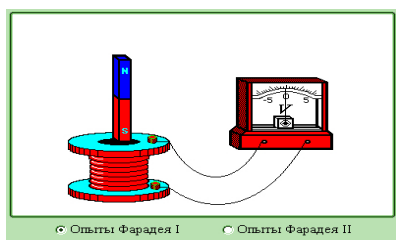
Обеспечение лабораторной работы: источник переменного тока, постоянный магнит, виток с лампочкой, алюминиевое кольцо, катушка, гальванометр, соединительные провода.

Теоретические сведения: В 1831 г. Фарадей экспериментально открыл явление электромагнитной индукции, состоящее в возникновении электродвижущей силы индукции в контуре при изменении потока магнитной индукции, охватываемого контуром. Если контур является замкнутым и проводящим, то в нем возникает индукционный ток. Правило, определяющее направление ЭДС индукции, было сформулировано в 1833 г. Ленцом: *индукционный ток направлен так, что создаваемое им поле препятствует изменению магнитного потока.*

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. В нашем случае разумнее было бы менять во времени магнитное поле, так как оно создается движущимися (свободно) магнитом. Согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван. В данном случае наблюдать это мы можем по отклонению стрелки гальванометра.

Ход работы:

Опыт 1: Получение индукционного тока при помощи магнита:

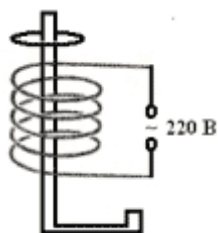


Пронаблюдать и ответить на вопросы:

Возникает ли индукционный ток, если:

- а). Магнит находится в катушке без движения;  
б). Магнит движется параллельно виткам катушки;  
в). Магнит движется перпендикулярно виткам катушки.  
Сформулировать явление электромагнитной индукции.

Опыт 2: Проверка правила Ленца.

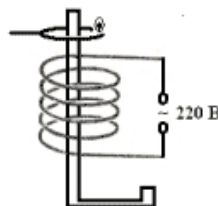


Объяснить опыт с алюминиевым кольцом.

Сформулировать правило Ленца.

Опыт 3: Виток с лампочкой в переменном магнитном поле.

Объяснить, почему загорается лампочка.



Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. Продолжить предложение:

- В замкнутом проводнике возникает индукционный ток тогда, когда он оказывается в области действия ....
- Правило, определяющее направление ЭДС индукции, было сформулировано ....
- Правило Ленца формулируется так: индукционный ток всегда имеет такое направление, при котором ....
- Единицей магнитного потока в СИ является ....
- Закон формулируется так: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна ....
- Математическая запись закона электромагнитной индукции....
- Возникновение вихревого электрического поля в проводящем контуре при изменении силы тока в нем же самом называется ....
- Коэффициентом самоиндукции (или индуктивностью) называется ....

2. За 5 мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно

убывает с 7 мВб до 3 мВб. Найдите величину ЭДС индукции в соленоиде.

Какой величины ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?

3. Найдите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.

## Лабораторное занятие № 9

### «Определение ускорения свободного падения при помощи нитяного маятника»

Цель: определить ускорение свободного падения при помощи нитяного маятника.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Какой маятник называется нитяным?
2. Что такое период, частота колебания?

Условия выполнения: выполнение работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: шарик на нити, штатив, линейка, секундомер.

Теоретические сведения:

Математический маятник — это материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити, находящейся в поле тяжести Земли. Математический маятник — это идеализированная модель, правильно описывающая реальный маятник лишь при определенных условиях. Реальный маятник можно считать математическим, если длина нити много больше размеров подвешенного на ней тела, масса нити ничтожна, мала по сравнению с массой тела, а деформации нити настолько малы, что ими вообще можно пренебречь.

Период свободных колебаний математического маятника

$$T=2\pi$$

Период свободных колебаний математического маятника не зависит от его массы, а определяется лишь длиной нити и ускорением свободного падения в том месте, где находится маятник.

Ход работы:

1. Установить штатив на краю стола. Шарик должен висеть на расстоянии 5-7 см, от пола.
2. Отклонить маятник с сторону на 10-15 см и, опустив его, дать ему колебаться.
3. Подсчитать число  $n$  колебаний за время  $t$ , равное 1 мин.
4. Измерить длину маятника.
5. Ввести расчетную формулу, пользуясь формулой периода колебания математического маятника:

$$T=, T=2\pi \Rightarrow g - ?$$

6. Вычислить ускорение свободного падения.



7. Повторить опыт, изменив длину маятника. Вычислить ускорение свободного падения.
8. Вычислить среднее значение ускорения свободного падения по результатам двух опытов.
9. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:
10. Расписать все буквенные обозначения, которые отмечены в таблице.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение колебательного движения.
2. Какие превращения энергии происходит при колебаниях математического маятника?
3. Определите период и частоту колебаний нитяного маятника, если его длина нити 1,6 м.

**Лабораторное занятие № 10**

**«Определение жесткости пружины при помощи пружинного маятника»**

Цель: определить жесткость пружины при помощи пружинного маятника.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Какой маятник называется пружинным?
2. Что называется амплитудой, периодом, частотой колебания?
3. От чего зависит период колебаний пружинного маятника?

Условия выполнения: выполнение работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: пружина, штатив, линейка, секундомер, набор грузов.

Теоретические сведения:

Пружинный маятник — это груз, колеблющийся на пружине. Он совершает возвратно-поступательное движение. Пружинный маятник подчиняется законам движения, по которым можно определить период его колебаний, зная массу груза и жесткость пружины. Период колебаний пружинного маятника может быть вычислен по следующей формуле:

$T=2\pi \sqrt{m/k}$ , где  $m$  — масса груза (кг),  $k$  — жёсткость пружины (Н/м)

Ход работы:

1. Определить массу груза  $m$ .
2. Установить штатив с маятником на краю стола.
3. Разтянуть пружину и, опустив ее, дать маятнику колебаться.
4. Подсчитать число  $n$  колебаний за время  $t$ , равное 1 мин.
5. Ввести расчетную формулу, пользуясь формулой периода колебания пружинного маятника:  $T=$  ,  $T=2\pi \sqrt{m/k} \Rightarrow k=$ ?
6. Вычислить жесткость пружины  $k$ .
7. Повторить опыт, изменив массы тела.
8. Вычислить среднее значение жесткости пружины по результатам двух опытов.
9. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:
10. Расписать все буквенные обозначения, которые отмечены в таблице.

Контрольные вопросы:

1. Какие превращения энергии происходят при колебаниях пружинного маятника?
2. Определите период и частоту колебаний пружинного маятника, если жесткость пружины 160Н/м, а масса груза 400г.
3. Груз массой 0,2 кг, подвешенный на пружине, совершает 30 колебаний за 1 мин. Определите жесткость пружины.

**Лабораторное занятие № 11**

**«Определение показателя преломления стекла»**

Цель: определить показатель преломления стекла и сравнить полученное значение с табличным значением.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

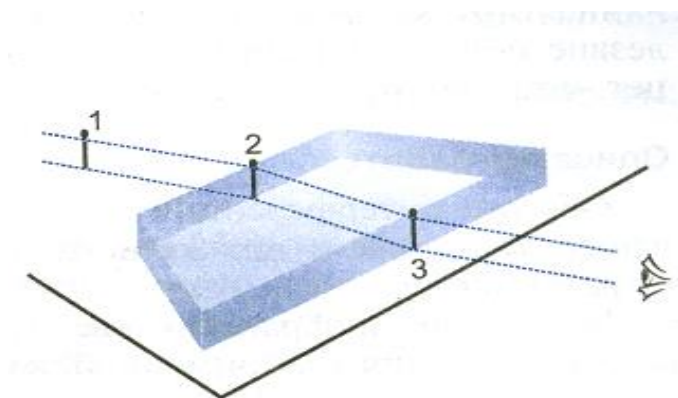
1. Что называют показателем преломления среды?
- 2.

Условия выполнения: работа выполняется 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: стеклянная пластина с двумя боковыми

Теоретические сведения:

После прохождения через стеклянную плоскопараллельную пластинку луч света смещается, однако его направление остается прежним.



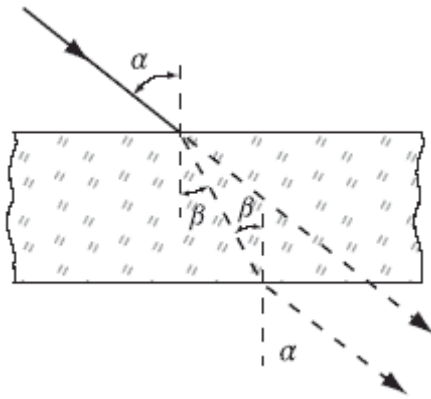
Анализируя ход луча света, можно с помощью геометрических построений определить показатель преломления стекла, где  $\alpha$  - угол падения и  $\beta$  - угол преломления светового луча.

Ход работы:

- Положить на лист бумаги пластинку (лист картона под листом бумаги), прочертить карандашом на бумаге линии вдоль преломляющих граней.
- С помощью двух булавок выбрать направление падающего луча на одну из граней.
- Расположив глаза на уровне стола, выколоть 3 и 4 булавки по другую сторону пластинки так, чтобы основания всех четырех булавок казались расположенными

на одной прямой.

- Провести карандашом луч, падающий на пластинку, и преломленные лучи, восстановить перпендикуляр в точке падения луча.
- Определить угол падения и преломления луча на границе раздела двух сред.



- Значения  $\sin$  углов определите по таблице Брадиса:

$$\sin \alpha_1 = \sin \alpha_1 =$$

$$\sin \alpha_2 = \sin \alpha_2 =$$

$$\sin \beta_1 = \sin \beta_1 =$$

$$\sin \beta_2 = \sin \beta_2 =$$

- Вычислить показатель преломления для стекла  $n_1$  и  $n_2$ , используя закон преломления:
- Определить среднее значение показателя преломления:

$$n_{cp} = (n_1 + n_2) : 2$$

9. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Чему равна скорость света в стекле?
2. Физический смысл абсолютного и относительного показателей преломления среды.
3. Луч света переходит из воды в стекло с показателем преломления 1,7. Определить угол падения луча, если угол преломления равен  $28^\circ$ . Показатель преломления воды равен 1,33.

**Лабораторное занятие № 12**

## «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»

Цель: определить длину световой волны с помощью дифракционной решетки и сравнить с табличными значениями.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Какое устройство имеет дифракционная решетка?
2. Какое явление называется дифракцией?
3. Приведите примеры дифракции в природе.

Условия выполнения: выполнение работы 2 часа.

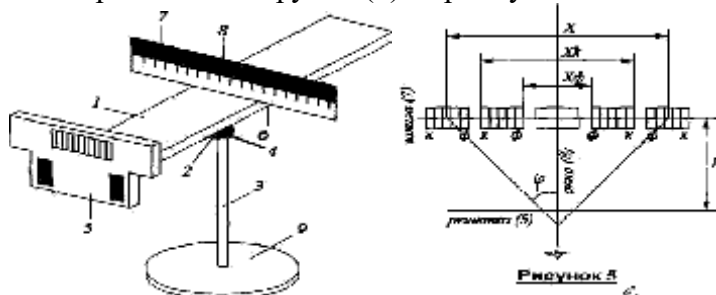
Обеспечение лабораторной работы: дифракционная решетка на подставке, свеча.

Теоретическое сведение:

*Дифракция* представляет собой явление отклонения световых лучей от прямолинейного распространения при прохождении световых волн вблизи непрозрачных препятствий и резких неоднородностей. Это явление свойственно всякому волновому процессу.

*Дифракционная решетка* представляет собой правильно чередующиеся прозрачные и непрозрачные полосы, поперечные размеры которых сравнимы с длиной световой волны. Это стеклянные пластинки, на которых нанесены при помощи специальной машины параллельные одинаковые штрихи, расположенные на строго одинаковых расстояниях друг от друга. Число штрихов доводит до нескольких тысяч на 1 мм.

Описание установки и метода измерения: В данной работе с помощью дифракционной решетки определяется длина световых волн, излучаемых обычной свечой. Прибор состоит из деревянного бруса (1) прямоугольного сечения, на верхней стороне которого



нанесена шкала с миллиметровыми делениями. На боковых сторонах бруска сделаны пазы. К торцу передней части бруска прикреплена рамка (5), в которую вкладывается дифракционная решетка (период 0.01мм). С другого конца на брусок надевается ползунок с вертикальным экраном (6), лапки которого могут перемещаться в пазах бруска (1) по всей длине. Верхняя часть экрана окрашена в черный цвет, а на нижней находится шкала (7) с миллиметровыми делениями. Нуль шкалы расположен посередине экрана, сантиметровые деления отмечены порядковыми цифрами вправо и влево от нуля. Над нулевым делением в экране сделано небольшое прямоугольное окно (8), оканчивающееся вдоль нулевого деления шкалы прорезью (щелью). Свеча на штативе устанавливается за шкалой (7), а наблюдатель располагает глаз перед решёткой. Хрусталик глаза является линзой, в фокальной плоскости которой (на сетчатке) будет наблюдаться дифракционная картина. Пучок света от свечи падает на окно и щель (8), дальше лучи идут практически параллельным пучком, проходят через дифракционную решётку.

Ход работы:

1. Установить ползунок прибора на расстояние 400 мм от дифракционной решетки.
2. Наблюдая через дифракционную решетку, установить свечу так, что бы она была видна через узкую щель в щитке на нулевом делении шкалы.
3. По обе стороны от окна на черном фоне наблюдать спектры 1-го и 2-го порядка.
4. Определив по шкале границы красного и фиолетового спектров 1-го и 2-го порядка.
5. Определить длину световой волны по формуле:  $\lambda =$
6. Повторить опыт, установив ползунок на расстояние 500 мм от дифракционной решетки.
7. Вычислить среднее значение длины красного и фиолетового цветов.
8. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

#### Границы спектра

Красный Фиолетовый

Длина световой волны

k

d, мм

S, мм

, мм

, мм

$\lambda$  кр.

$\lambda$  фиол.

1

0,01

500

2

0,01

500

1

0,01

400

2

0,01

400

Сделать вывод: (сравнить полученные значения с табличным)

Контрольные вопросы:

1. Почему при прохождении света через дифракционную решетку образуется спектр?
2. При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм получено дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решетки. Найди те длину световой волны.

**Лабораторное занятие № 13**

**«Изучение интерференции и дифракции света»**

Цель: экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

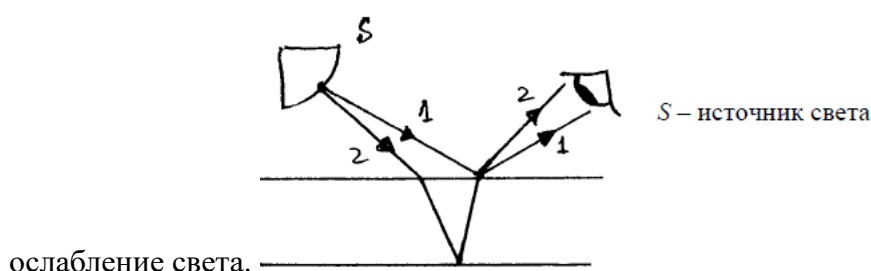
Вопросы:

1. Что называется интерференцией?

2. Что называется дифракцией?

Теоретические сведения:

*Интерференция световых волн* – сложение двух волн, вследствие которого наблюдается устойчивая во времени картина усиления или ослабления результирующих световых колебаний в различных точках пространства. Результат интерференции зависит от угла падения на пленку, ее толщины и длины волны. Усиление света произойдет в том случае, если преломляющая отстанет от отраженной на целое число длин волн. Если вторая волна отстанет от первой на половину длину волны или на нечетное число полуwave, то произойдет



*Дифракция* – сгибание волнами краев препятствий. Вследствие дифракции свет отклоняется от прямолинейного распространения (например, близи краев препятствий).

Обеспечение лабораторной работы: электрическая лампа (одна на группу), две стеклянные пластинки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, капроновая ткань, дифракционная решетка, темная бумага с отверстиями различного диаметра.

Ход работы:

Опыт 1. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдайте образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Ответьте на вопросы: 1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску? 2. Какую форму имеют радужные полосы? 3. Почему окраска пузыря все время меняется?

Опыт 2. Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, при отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы – кольцеобразные или неправильной формы. При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинку.

Ответьте на вопросы: 1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы? 2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

Опыт 3. Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись). Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления.



Опишите интерференционную картину.

Опыт 4. Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест. Объясните наблюдаемые явления.

Опыт 5. Пронаблюдать спектры, рассматривая источник света через дифракционную решетку. Зарисуйте увиденную вами картинку.

Опыт 6. Пронаблюдать спектры через отверстие разного диаметра, рассматривая источник света. Объясните наблюдаемые явления.

Сделать вывод. Укажите, в каких из сделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких дифракции. Дайте определение: интерференции и дифракции света.

Контрольные вопросы:

1. Если наблюдать на тонких пленках интерференцию света несколько минут, то можно заметить изменение очертания цветных полос. Почему

2. Происходит ли интерференция света при наложении световых пучков, источниками которых являются:

а) два прожектора;

б) звезды;

в) отраженный от двух зеркал свет, идущий от одной электрической лампы? Почему?

3. Почему перламутровые пуговицы приобретают радужную окраску, а обыкновенные нет?

4. Почему на опыте легче наблюдать дифракцию звука, чем света?

## **Лабораторная работа № 14**

### **«Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»**

Цель: с помощью необходимого оборудования наблюдать (экспериментально) сплошной спектр, неоновый, гелиевый или водородный.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Что такое спектр?

2. Перечислите типы спектров излучения.

3. Что называется спектральным анализом?

Условия выполнения: выполнение работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: спектральные трубки с водородом, неоном, гелием; проекционный аппарат; стеклянная пластинка со скошенными гранями

Теоретические сведения: Спектр электромагнитного излучения, упорядоченная по длинам совокупность монохроматических волн, на которую разлагается свет или иное

электромагнитное излучение.

Если в спектре представлены волны всех длин, то такой спектр называют *непрерывным или сплошным*. Это сплошная разноцветная полоса, без разрывов и промежутков. Спектральная плотность интенсивности излучения, различно для разных тел. Если температура увеличивается, то спектральная плотность излучения перемещается в коротковолновую область спектра.

*Непрерывные (сплошные) спектры*, дают тела, находящиеся в твердом или жидком состоянии, а также сильно сжатые газы и высокотемпературная плазма. В сплошном спектре проявляются не только свойства излучающих атомов, но также взаимодействия атомов друг с другом.

Цветные линии разной яркости, разделенные темными широкими промежутками, представляют собой *линейчатые спектры*.

Появление линейчатого спектра говорит о том, что вещество излучает свет только одних длин волн. Спектры линейчатые дают вещества в газообразном атомарном состоянии. Наблюдают линейчатые спектры с помощью спектроскопа, используя свечение газового разряда в трубке, заполненной газом или свечение паров вещества в пламени горелки.

#### Ход работы:

1. Расположить стеклянную пластинку горизонтально перед глазами. Наблюдать светлую вертикальную полосу на экране - изображение раздвижной щели проекционного аппарата.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра. Зарисовать и записать в наблюдаемой последовательности.
3. Наблюдать линейчатые спектры через стеклянную пластинку, рассматривая светящиеся трубки:
  - Гелий -
  - Неон -
  - Водород -
4. Выделить основные цвета линейчатого спектра, зарисовать и записать в наблюдаемой последовательности.
5. Сделать вывод.

#### Контрольные вопросы:

1. Какой спектр называется сплошным? В каком состоянии вещества дают сплошные спектры?
2. Какие спектры называются линейчатыми? В каком состоянии вещества дают линейчатые спектры?
3. В каком состоянии вещества дает полосатые спектры?
4. Какой спектр называется спектром поглощения?
5. В чем состоит главное свойство линейчатых спектров?
6. Опишите применение спектрального анализа в технике, в астрономии.
7. Какого типа спектр - линейчатый или сплошной будет получен от пламени свечи; пламени костра; нити электролампы; неоновой лампы; спирали электроплиты?

## Лабораторное занятие № 15

### «Исследование треков заряженных частиц по готовым фотографиям»

Цель: изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

Предварительная подготовка к лабораторной работе:

Вопросы:

1. Что называется треком?
2. Что можно сказать о частице по виду трека в камере Вильсона?

Условия выполнения: выполнение работы 2 часа.

Обеспечение лабораторной работы: фотография треков, калька, линейка.

Теоретические сведения:

При помощи камеры Вильсона наблюдают и фотографируют *треки* (следы) движущихся заряженных частиц. Трек частицы представляет собой цепочку из микроскопических капелек воды или спирта, образовавшихся в результате конденсации пересыщенных паров этих жидкостей на ионах. Ионы же образуются в результате взаимодействия заряженной частицы с атомами и молекулами паров и газов, находящихся в камере.

При взаимодействии частицы с электроном атома электрон получает импульс, прямо пропорциональный заряду частицы и обратно пропорциональный скорости частицы. При некоторой достаточно большой величине импульса электрон отрывается от атома и последний превращается в ион. На каждой единице пути частицы образуется тем больше ионов (а, следовательно, и капелек жидкости), чем больше заряд частицы и чем меньше ее скорость. Отсюда следуют выводы, которые необходимо знать, чтобы уметь «прочитать» фотографию треков частиц:

- при прочих равных условиях трек толще у той частицы, которая обладает большим зарядом. Например, при одинаковых скоростях трек  $\alpha$ -частицы толще, чем трек протона.
- если частицы имеют одинаковые заряды, то трек толще у той частицы, которая движется медленнее. Отсюда очевидно, что к концу движения трек частицы толще, чем в начале, т.к. скорость частицы уменьшается вследствие потери энергии на ионизацию атомов среды.
- для каждой частицы существует некоторое характерное расстояние, когда ее ионизирующее действие обрывается. Это расстояние называют пробегом частицы. Очевидно, пробег частицы зависит от ее энергии и плотности среды.

Если камера Вильсона помещена в магнитное поле, то на движущиеся в ней заряженные частицы действует сила Лоренца, которая равна (для случая, когда скорость частицы перпендикулярна магнитным линиям):  $F_L = qvB$ , где  $q$  – заряд частицы;  $v$  – скорость;  $B$  – магнитная индукция.

Правило левой руки показывает, что сила Лоренца направлена перпендикулярно скорости частицы и, следовательно, является центростремительной силой:  $F_L = \frac{mv^2}{R}$ , где  $m$  – масса частицы;  $R$  – радиус кривизны ее трека. Отсюда получаем:  $R = \frac{mv}{qB}$ .

Из полученных формул можно сделать выводы, которые необходимо тоже использовать для анализа фотографий треков частиц:

- Радиус кривизны трека зависит от массы, скорости и заряда частицы. Радиус тем меньше (т.е. кривизна трека больше), чем меньше масса и скорость частицы и чем больше ее заряд. Из соотношения между энергией частицы и кривизной ее трека видно, что отклонение от прямолинейного движения больше в том случае, когда энергия частицы меньше.

- Так как скорость частицы к концу пробега уменьшается, то уменьшается и радиус кривизны трека. По изменению радиуса кривизны можно определить направление движения частицы: начало ее движения там, где кривизна трека меньше. Измерив радиус кривизны трека и зная некоторые другие величины, можно вычислить для частицы отношение ее заряда к массе (удельный заряд): - это отношение является важнейшей характеристикой частицы и позволяет «идентифицировать» частицу, т.е. отождествить ее с известной частицей

Удельные заряды некоторых частиц: электрон  $1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг,

альфа-частица  $0,5 \cdot 10^8$  Кл/кг.

#### Ход работы:

1. Определить направление движущихся частиц, сравнивая радиусы кривизны.
2. Определить направление вектора магнитной индукции по правилу левой руки, если частица 1 – протон.
3. Зная, что 1 частица – протон, определить радиус кривизны 1 и 2 частицы в начале движения (пробега).
4. Вычислите удельный заряд 2 частицы по формуле:  
где  $Z_1$  - заряд протона, равный  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл,  
 $m_1$  - масса протона, равная  $1,6 \cdot 10^{-27}$  кг,  
 $r_1$  - радиус кривизны движения первой частицы,  
 $r_2$  - радиус кривизны движения второй частицы.
5. Определить по удельному заряду вторую частицу.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое протон, нейтрон и их символы?
2. Что такое  $\alpha, \beta, \gamma$  – лучи и их символы?
3. Решить упражнения: сборник задач по физике А.П.Рымкевич №1247, 1248, 1654

Министерство образования и науки Республики Дагестан  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение РД  
Кизлярский профессионально – педагогический колледж

Утверждаю  
Заместитель директора по УР  
ГБПОУ РД КППК  
\_\_\_\_\_ Е.Н. Шелкова  
от \_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Комплект  
контрольно- измерительные материалы (КИМ)**

**для проведения текущего контроля**

**по учебной дисциплине**

**ОУД п 09. Физика**

**основной профессиональной образовательной программы**

**по специальности**

**09.02.07 Информационные системы и программирование**

**входящей в состав УГС 09.00.00 Информатика и вычислительная техника**

**Квалификация выпускника: Программист**

2022 г.

Комплект контрольно-измерительного материала разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности профильной подготовки по специальности 09.02.07

Информационные системы и программирование, входящей в состав УГС  
09.00.00 Информатика и вычислительная техника.

Квалификация выпускника: программист

Разработчик:

Дильманбетова А.Б, преподаватель ГБПОУ РД КППК

Рассмотрено и одобрено ПЦК общеобразовательных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Председатель ПЦК Амлаева И.А. / \_\_\_\_\_  
(ФИО) (подпись)

Кизляр,  
2022

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для студентов ГБПОУ РД КППК по выполнению практических работ  
по учебной дисциплине

### **ОУД п. 09 ФИЗИКА**

основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального  
образования по специальности

#### **09.02.07 Информационные системы и программирование**

входящей в состав УГС **09.00.00 Информатика и вычислительная техника**

Квалификация выпускника: **Программист**

Кизляр, 2022

Методические указания по выполнению практических работ разработаны для студентов ГБПОУ РД КППК на основе требований ФГОС среднего общего образования, предъявляемых к структуре, содержанию и результатам освоения учебной дисциплины ФИЗИКА, в соответствии с Рекомендациями по организации получения среднего общего образования в пределах освоения образовательных программ среднего профессионального образования на базе основного общего образования с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов и получаемой профессии или специальности среднего профессионального образования (письмо Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО Минобрнауки России от 17.03.2015 № 06-259).

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании ПЦК

общеобразовательных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г

**Организация-разработчик:**

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение РД

**Кизлярский профессионально – педагогический колледж**

**Разработчики:**

Дильманбетова Арухан Байтемировна – преподаватель 1КК КППК, ГБПОУ РД КППК



## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ:

**Практическое занятие №1 «Изучение видов механического движения»**

**Практическое занятие №2 «Изучение законов Ньютона»**

**Практическое занятие № 3 «Изучение сил в природе»**

**Практические занятия № 4 «Изучение закона сохранения импульса и закона сохранения механической энергии»**

**Практическое занятие № 5 «Расчет траектории автомобиля, движущегося по закругленному участку»**

**Практическое занятие № 6«Изучение связи между давлением и средней кинетической энергией»**

**Практическое занятие № 7«Определение массы воздуха в учебном кабинете»**

**Практическое занятие № 8«Решение задач с использованием газовых законов»**

**Практическое занятие №9 «Измерение влажности воздуха в кабинете»**

**Практическое занятие № 10«Решение задач с использованием первого закона термодинамики»**

**Практическое занятие № 11«Исследование электрических цепей с различными типами соединений конденсаторов»**

**Практическое занятие № 12«Исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединения проводников»**

**Практическое занятие № 13 «Решение задач с использованием закона Фарадея»**

**Практическое занятие № 14 «Решение задач»**

**Практическое занятие № 15 «Исследование механических волн»**

**Практические занятия № 16«Решение задач»**

**Практические занятия № 17 «Изучение действия трансформатора»**

**Практическое занятие № 18 «Решение задач»**

**Практическое занятие № 19«Определение фокусных расстояний тонких собирающих и рассеивающих линз»**

**Практическое занятие № 20 «Изучение дисперсии света»**

**Практическое занятие № 21«Изучение свойств электромагнитных излучений»**

**Практическое занятие № 22«Решение задач с использованием уравнения фотоэффекта»**

**Практическое занятие № 23 «Решение задач»**

**Практическое занятие № 24«Решение задач на определение энергия связи атомных ядер»**

**Практическое занятие № 25 «Исследование законов радиоактивного распада»**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина Физика является профильной учебной дисциплиной общеобразовательного цикла. В профильную составляющую входит профессионально направленное содержание, необходимое для формирования у обучающихся профессиональных умений. Такой составляющей для ОПОП СПО Квалификация выпускника: **программист**, относящейся к техническому профилю, является раздел «Электродинамика».

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «ФИЗИКА» отводится 214 час, в том числе 84 часа – на практические занятия.

Выполнение студентами заданий на практических занятиях направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование общих компетенций;
- формирование элементов профессиональных компетенций.

Целью практических занятий является формирование умений необходимых в последующей учебной и профессиональной деятельности.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете «Физика».

Практическое занятие включает следующие структурные элементы:

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

Выполнению заданий на практических занятиях 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 заданий на практических занятиях направлены на проверку освоения умений, определённых программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения студентами заданий на практических занятиях используются такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой студентами, анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий, самооценка деятельности.

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

## **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»**

### **Тема 1.2 Динамика**

ПЗ №2 Изучение законов Ньютона 2

ПР №3 Изучение сил в природе 2

### **Тема 1.3 Законы сохранения**

ПР №4 Изучение закона сохранения импульса и закона сохранения механической энергии

**Тема 1.4**

**Прикладные задачи механики**

ПР№5 Расчет траектории автомобиля, движущегося по закругленному участку

**Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика**

**Тема 2.1**

**Основы МКТ. Температура. Энергия теплового движения молекул**

ПР№6 Изучение связи между давлением и средней кинетической энергией 2

**Тема 2.2 Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы**

ПР№7 Определение массы воздуха в учебном кабинете 2

ПР№8 Решение задач с использованием газовых законов 2

**Тема 2.3 Взаимные превращения жидкостей и газов**

ПР№9 Измерение влажности воздуха в кабинете 2

**Тема 2.5 Основы термодинамики**

ПР№10 Решение задач с использованием первого закона термодинамики 2

**Раздел 3. Электродинамика**

**Тема 3.1 Электростатика**

ПР№11 Исследование электрических цепей с различными типами соединений конденсаторов 2

**Тема 3.2 Законы постоянного тока**

ПР№12 Исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении проводников 2

**Тема 3.3 Электрический ток в различных средах**

ПР№13 Решение задач с использованием закона Фарадея 2

**Тема 3.5 Явление электромагнитной индукции**

ПР№14 Решение задач 2

**Раздел 4. Колебания и волны**

**Тема 4.2 Упругие волны**

ПР№15 Исследование механических волн 2

**Тема 4.3**

**Электромагнитные колебания**

ПР№16 Решение задач 2

ПР№17 Изучение действия трансформатора 2

**Раздел 5. Оптика**

**Тема 5.1 Световые волны**

ПР№18 Решение задач

2

ПР№19 Определение фокусных расстояний тонких собирающих и рассеивающих линз 2

ПР№20 Изучение дисперсии света 2

### **Тема 5.2 Излучение и спектры**

ПР№21 Изучение свойств электромагнитных излучений 2

## **Раздел 6 . Элементы квантовой физики**

### **Тема 6.1 Световые кванты**

ПР №22 Решение задач с использованием уравнения фотоэффекта 2

### **Тема 6.2 Атомная физика**

ПР№23 Решение задач 2

### **Тема 6.3 Физика атомного ядра**

ПР №24 Решение задач на определение энергии связи атомных ядер 2

ПР№25 Исследование законов радиоактивного распада 2

Всего: **50**

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ**

## **ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **Практическая работа №1 «Изучение видов механического движения»**

Цель работы: определить время полета шарика, брошенного горизонтально, применяя закон сохранения механической энергии.

Приборы и материалы: два штатива универсальных с муфтой и лапкой; динамометр; металлический шарик; нить; весы с гирьками.

Теоретические сведения

Движение тела, брошенного горизонтально, является комбинацией горизонтального равномерного и вертикального равноускоренного движения. Поэтому время движения определяется свободным падением тела с высоты  $H$ :

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}},$$

а дальность полета  $S$  зависит от времени полета и горизонтальной скорости  $v$ :

$$S = vt.$$

В этой работе металлический шарик толкается растянутой пружиной динамометра. Крючок динамометра привязан к шарiku нитью длиной 60-80 см (рис. 1).

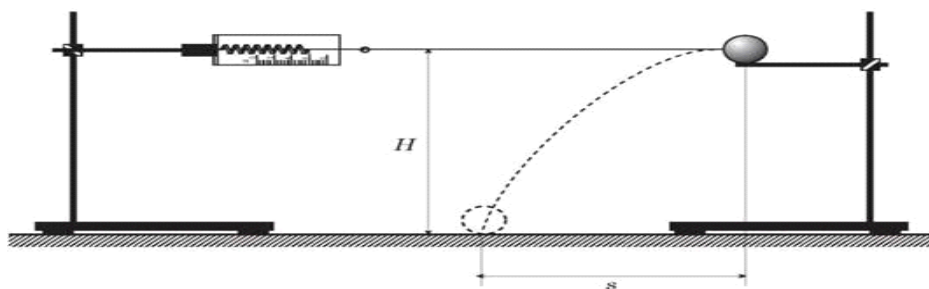


Рис. 1

В лапке одного из штативов закрепляют динамометр. Во втором штативе на такой же высоте, как и динамометр, закрепляют лапку. Установив шарик на краю лапки, штатив вместе с шариком отодвигают на такое расстояние, чтобы растянуть пружину динамометра до 4 Н, и отпускают шарик. Под действием силы упругости шарик приобретает скорости  $v$ .

Согласно закону сохранения механической энергии кинетическая энергия шарика  $\frac{mv^2}{2}$  изменяется от 0 до  $\frac{mv^2}{2}$  за счет работы силы упругости  $F_{\text{уп.ср}} \cdot x$  (где  $F_{\text{уп.ср}} = \frac{F_{\text{уп.}}}{2}$  - среднее значение переменной силы упругости и  $x$  - величина растяжения пружины):

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{F_{\text{уп}} x}{2}.$$

$$t = \frac{s}{v} \text{ так } v = \sqrt{\frac{F_{\text{уп}} x}{m}}, \text{ тому } t = s \sqrt{\frac{m}{F_{\text{уп}} x}}.$$

Таким образом,

### ХОД РАБОТЫ

1. Закрепить на штативах динамометр и лапку для шарика на одинаковой высоте  $H = 15,75$  дюйма от поверхности стола. Зацепить за крючок динамометра нитку с привязанным шариком.
2. Удерживая шарик на лапке, отодвигай штатив до тех пор, пока показатель динамометра равна 4 Н. Отпустить шарик с лапки и заметить место ее падения на столе. Опыт повторить 5 раз и определить среднее значение дальности полета шарика:

$$s_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5}{5}.$$

3. Измерить массу шарика  $m$  с помощью весов.
4. Измерить значение растяжения пружины  $x$  при силе упругости 4 Н.
5. Вычислить среднюю продолжительность полета шарика по формуле:

$$t_{\text{ср}} = s_{\text{ср}} \sqrt{\frac{m}{F_{\text{уп}} x}}.$$

6. Вычислить относительную погрешность продолжительности полета  $\delta t$ :

$$\epsilon_t = \frac{\Delta s}{s_{\text{сеп}}} + \frac{\Delta m}{2m} + \frac{\Delta F}{2F} + \frac{\Delta x}{2x},$$

где  $\Delta s = 0,5$  мм,  $\Delta m = 0,1$  г,  $\Delta F = 0,05$  Н,  $\Delta x = 0,5$  мм.

7. Вычислить абсолютную погрешность продолжительности полета  $\Delta t$ :

$$\Delta t = \epsilon_t t_{\text{сеп}}.$$

8. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

9. Результат записать в виде:

$$t = t_{\text{сеп}} \pm \Delta t.$$

Контрольные вопросы

1. При каком условии работу переменной силы можно вычислять, взяв за среднее значение силы начального и конечного ее значения?
2. Границы применения закона сохранения полной механической энергии.
3. Изменится ли результат, если вместо металлического шарика взять пластмассовую?

Объединить изученные законы в систему представлений о причине механического движения, систематизировать известные знания; продолжить формирование умений выделять, описывать явления, сформулировать принцип относительности.

Показать значение опытных фактов и экспериментов в создании теоретических основ классической физики.

## Практическая работа № 2 «Изучение законов Ньютона»

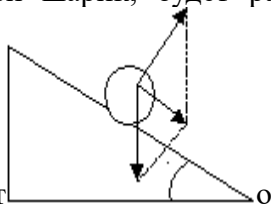
Цель работы: Проверить выполнение второго закона Ньютона.

Приборы и материалы: штатив, желоб, линейка шарик, шарик, весы, секундомер.

Теоретическая часть Согласно формулировке второго закона Ньютона, ускорение тела пропорционально силе действующей на это тело и обратно пропорционально массе этого тела. Проверку закона, поэтому логично проводить в два этапа. На первом этапе, оставив силу без изменения проверить зависимость ускорения тела от его массы. Очевидно, если

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} (*)$$

закон выполняется, то должно выполняться равенство  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$ . Из рисунка ясно, что силой скатывающей шарик, будет равнодействующая сил тяжести и реакции опоры.



Можно показать, что

$$F = mg \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{S}$$

$$F = \frac{mgh}{S} \quad \text{если } F_1 = F_2, \text{ то } \frac{m_1 gh_1}{S} = \frac{m_2 gh_2}{S} \quad m_1 h_1 = m_2 h_2 (***)$$

Далее, необходимо проверить зависимость ускорения тела от величины силы действующей на него. Если массу тела оставить неизменной, то должно выполняться

соотношение:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2} (**)$ . Поэтому, если работать с одним шариком,  
 $m_1 = m_2; \frac{a_1}{a_2} = \frac{mgh_1 S}{mgh_2 S} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{h_1}{h_2} (****)$   
 то или

### Ход работы

Установите желоб под углом к столу. Выберите шарик меньшей массы. Запустите шарик без толчка вниз по желобу. Измерьте время движения шарика. Скатив шарик не менее 6<sup>ти</sup> раз, найдите среднее время спуска и занесите его в таблицу. Измерьте высоту и длину наклонной плоскости.

Согласно формуле (\*\*\*) определите высоту поднятия желоба для запуска второго шарика. Для этого взвесьте шарики на весах.

Произведите действия п. 1.

Рассчитайте отношение ускорений шариков и проверьте верность соотношения (\*) с учётом погрешностей.

Результаты расчётов занесите в таблицу:

Теперь запустите один (лучше более тяжёлый) шарик с разных высот, измерьте отношение его ускорений и занесите результат в таблицу.

Проверьте выполнимость формулы (\*\*\*\*) с учётом погрешностей.

Сделайте выводы и ответьте на дополнительные вопросы:

- действительно ли верно выведенное выше выражение для ускорения в данном случае (скатывание шарика) и как отразится поправка (если она есть) на дальнейших рассуждениях?
- почему полученные равенства выполняются неточно?
- как при расчёте результата учесть конечный радиус шарика?

## Практическая работа № 3 «Изучение сил в природе»

Цель: научиться работать динамометром

Оборудование: динамометр, 3 тела, трибометр, деревянный брусок, набор грузов по 100г, резинка

Указания к работе:

1. Возьмите динамометр и определите цену деления шкалы динамометра (значение самого маленького деления).

C = \_\_\_\_\_ Н

2. Определите максимальную силу, которую можно измерить с помощью динамометра.  
 $F_{\text{макс.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  Н

Определение зависимости силы тяжести от массы тела

1. Определите, с помощью динамометра силу тяжести, действующую на тела.
2. Зная силу тяжести, найдите массу тел. (Расчеты сделайте после таблицы)

Сделайте вывод, как зависит сила тяжести от массы тела?

Определение зависимости силы трения от веса тела

1. С помощью динамометра определите вес бруска.
2. Определите силу, с которой надо двигать брусок по столу с постоянной скоростью. Запишите результаты в таблицу .
3. Поставьте грузик на брусок и повторите предыдущее измерение. Запишите в таблицу

Определение зависимости силы упругости от веса тела

1. Возьмите резинку и измерьте её длину.  $L = \underline{\hspace{2cm}}$  см.
2. Зацепите динамометром один конец резинки , а свободный конец прижмите к нулевому делению шкалы линейки.
3. Растяните резинку на 0,5 см. Запишите показания динамометра в таблицу
4. Растяните резинку на 1 см. Запишите показания динамометра в таблицу
5. Растяните резинку на 2 см. Запишите показания динамометра в таблицу

Сделайте вывод, как зависит сила упругости, возникающая в резинке от удлинения?

#### **Практическая работа № 4 «Изучение закона сохранения импульса и закона сохранения механической энергии»**

Цель работы: *научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и деформированной пружины; сравнить два значения потенциальной энергии системы..*

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой; динамометр лабораторный; линейка; груз массой  $m$  на нити длиной  $l$ .

Теоретическая часть

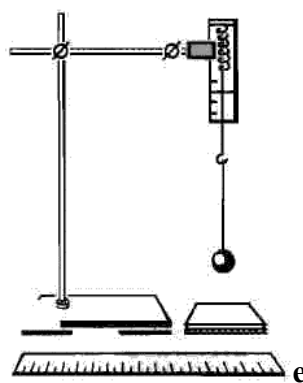
Эксперимент проводится с грузом, прикрепленным к одному концу нити



длиной  $l$ . Другой конец нити привязан к крючку динамометра. Если поднять груз, то пружина динамометра становится недеформированной и стрелка динамометра показывает ноль, при этом потенциальная энергия груза обусловлена только силой тяжести. Груз отпускают и он падает вниз растягивая пружину. Если за нулевой уровень отсчета потенциальной энергии взаимодействия тела с Землей взять нижнюю точку, которую он достигает при падении, то очевидно, что потенциальная энергия тела в поле силы тяжести переходит в потенциальную энергию деформации пружины динамометра:

$mg(l + \Delta l) = k\Delta l^2/2$ , где  $\Delta l$  — максимальное удлинение пружины,  $k$  — ее жесткость.

*Трудность эксперимента состоит в точном определении максимальной деформации пружины, т. к. тело движется быстро.*



#### Указания к работ

Для выполнения работы собирают установку, показанную на рисунке. Динамометр укрепляется в лапке штатива.

1. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза  $F_T = mg$  (в данном случае вес груза равен его силе тяжести).
2. Измерьте длину  $l$  нити, на которой привязан груз.
3. Поднимите груз до точки 0 (отмеченной на динамометре).
4. Отпустите груз, измерьте динамометром максимальную силу упругости  $F_{упр}$  и линейкой максимальное растяжение пружины  $\Delta l$ , отсчитывая его от нулевого деления динамометра.
5. Вычислите высоту, с которой падает груз:  $h = l + \Delta l$  (это высота, на которую смещается центр тяжести груза).
6. Вычислите потенциальную энергию поднятого груза  $E'_n = mg(l + \Delta l)$ .
7. Вычислите энергию деформированной пружины  $E''_n = k\Delta l^2/2$ , где  $k = F_{упр}/\Delta l$

Подставив, выражение для  $k$  в формулу для энергии  $E''_n$  получим  $E''_n = F_{упр}\Delta l/2$

8. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.
9. Сравните значения энергий  $E'_n$  и  $E''_n$ . Подумайте, почему значения этих энергий совпадают не совсем точно.
10. Сделайте вывод о проделанной работе.

### **Практическая работа № 5 «Расчет траектории автомобиля, движущегося по закругленному участку»**

Задание: Выполнить расчет параметров движения автомобиля по кривым.

На автомобиль, движущий по криволинейному участку дороги, в точке кривой, радиус кривизны которой равен  $R$ , действует центробежная сила  $C$ , которая вычисляется по формуле:

$$C = mv^2/R \quad (2.1)$$

где  $m$  — масса автомобиля, кг.:

$V$  - его скорость, м/с.

Центробежная сила, перпендикулярная направлению движения оказывает на автомобиль, водителя и пассажиров опрокидывающее и сдвигающее действия. Перераспределяя давление, между правыми и левыми колесами и вызывая явление бокового увода шин, она осложняет также условия управления автомобилем. На кривых малых радиусов увеличивается расход топлива и повышается износ шин. В ночное время проезд криволинейных участков осложняется тем, что свет фар освещает дорогу перед автомобилем на меньшее расстояние, чем на прямых участках.

Все указанные отрицательные факты проявляются тем сильнее, чем меньше радиус кривой, а плане. Поэтому безопасность, удобство и экономичность движения автомобилей с расчетной скоростью возможны только при назначении достаточно больших радиусов кривых.

При движении по кривой на автомобиль действуют две силы, приложенные к его центру тяжести: центробежная сила  $C$ , направленная во внешнюю сторону закругления (уравнение 2.1);  $G$  — вес автомобиля.

Проектируя обе силы на направление поперечного уклона проезжей части автомобильной дороги, получаем:

$$Y = \frac{mv^2}{R} \cos a \pm mgi \quad (2.2)$$

где Y — результирующая сила, стремящаяся сдвинуть автомобиль с дороги, называемая поперечной силой.

В зависимости от направления поперечного уклона дороги составляющая веса автомобиля, равная  $G = mgi$ , может иметь знак «+» или «-».

Поскольку угол  $a$  мал ( $\cos a = 1$ ), его влиянием можно пренебречь, тогда:

$$(2.3)$$

Поделив все члены уравнения на вес автомобиля, получим:

$$(2.4)$$

Отношение  $\frac{Y}{G}$ , обозначаемое  $\mu$ , принято называть коэффициентом поперечной силы. Задаваясь допустимыми значениями коэффициента поперечной силы, можно определить радиус круговых кривых по формуле:

$$(2.5)$$

где  $V$  - скорость, м/с;

$g$ -ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$i$  - поперечный уклон [1].

Для практического использования этого выражения необходимо нормировать допустимые значения коэффициентов поперечной силы  $\mu$  (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Предельно допустимые значения  $\mu$

Показатели

Предельно допустимые значения  $\mu$  на покрытии

сухом

$$\varphi = 0,6$$

мокром

$$\varphi = 0,4$$

покрытом льдом

$$\varphi = 0,2$$

Устойчивость против опрокидывания

0,60

0,60

0,60

Устойчивость против заноса

0,36

0,24

0,12

Обеспечение удобства поездки для пассажира

0,15

0,15

0,15

Экономичность

эксплуатации автомобиля

0,10

0,10

0.10

Контрольные вопросы:

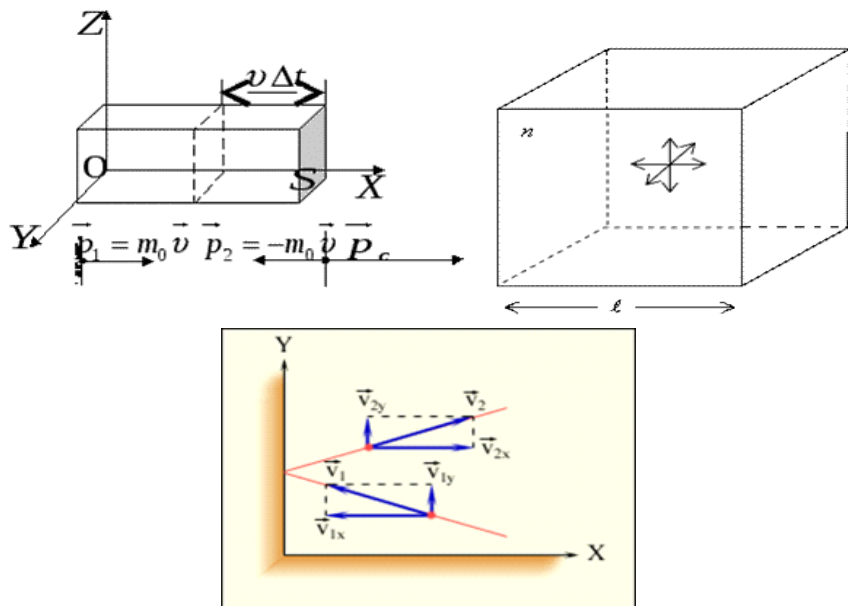
1. Какие силы действуют на автомобиль при его движении по криволинейному участку дороги?
2. Какие действия оказывает на автомобиль, водителя и пассажиров центробежная сила?
3. Какие отрицательные факты проявляются при уменьшении радиуса кривой?
4. Что такое коэффициент поперечной силы?
5. От чего зависят допустимые значения коэффициентов поперечной

силы?

## Практическая работа № 6 «Изучение связи между давлением и средней кинетической энергией»

В сосуде находится идеальный газ. Газ оказывает давление при соударении молекул, массой  $m_0$  каждая, со стенками сосуда площадью  $S$ . Вычислим, какое давление газ оказывает на стенку сосуда. Каждая молекула при соударении передает стене импульс  $2m_0v_x$ ;  $v_x$  — это проекция вектора скорости  $v$  на ось  $OX$ , перпендикулярную стенке.

От всех молекул за одну секунду стенка получит суммарный импульс, который равен  $2m_0v_xZ$ ;  $Z$  — число столкновений всех молекул со стенкой за одну секунду.  $Z$  пропорциональна концентрации молекул  $n$ , площади стенки  $S$  и проекции скорости  $v_x$ .



### Формулы и вычисления

Молекулы газа движутся хаотично, поэтому все направления движения молекул равновероятны. Значит, из всех молекул, имеющих составляющую скорости  $v_x$ , половина молекул движется в сторону стенки  $AB$ , другая половина, в противоположную ей сторону, в сторону стенки  $CD$ .

$$Z = \frac{1}{2} n v_x S$$

Переданный стенке за одну секунду полный импульс будет равен:

$$2m_0 v_x S = m_0 n v_x^2 S$$

За секунду изменение импульса точки (тела) равно действующей на него

силе

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \Delta(mv)_{\text{то}} \quad F = m_o n v_x^2 S$$

Поскольку в сосуде содержится достаточно большое количество молекул и движутся они с разными скоростями, то следует усреднить силу

$$\bar{F} = \overline{m_o n v_x^2 S}$$

Видим, что сила зависит от среднего квадрата

скорости  $\overline{v_x^2}$

Так как движение хаотично, то все направления проекции квадрата скорости равны

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$$

Также известно, что квадрат модуля любого вектора равен сумме квадратов его проекций на оси координат, поэтому

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$$

Усредним это выражение по всем молекулам, с учетом выше представленных формул получим

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} = 3\overline{v_x^2}$$

Откуда можно получить:

$$\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

Силу тогда можно определить по следующей формуле:

$$\bar{F} = \frac{1}{3} n m_o \overline{v^2} S$$

Зная силу, определяем давление на стенку сосуда

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} m_o n \overline{v^2}$$

Это выражение называется **основным уравнением молекулярно-кинетической теории.**

С помощью данного уравнения можно получить связь между средней кинетической энергией молекул и давлением.

$$\overline{E_{\epsilon}} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}, \text{ тогда } p = \frac{2}{3} n \overline{E_{\epsilon}}$$

$\overline{E_{\epsilon}}$ , средняя кинетическая энергия молекул газа

**Вывод:** Давление газа равно двум третям средней кинетической энергии поступательного движения молекул, содержащихся в единице объема.

### **Практическая работа № 7 «Определение массы воздуха в учебном кабинете»**

Определите, как изменится масса воздуха в кабинете площадью **20 м<sup>2</sup>** и высотой **3 м** при повышении температуры от **0 °С** до **27 °С** при нормальном атмосферном давлении.

**Решение:**

Для решения задачи воспользуемся уравнением Менделеева - Клапейрона:

где  $p_0$  — нормальное атмосферное давление.

При увеличении температуры:

Объем комнаты  $V$  равен:

$$V = Sd$$

Выразим массы из уравнений (1) и (2) и вычтем из первой массы вторую, подставив формулу для объема:

Здесь

$$T_1 = t_1 + 273 = 273 \text{ К.}$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 300 \text{ К.}$$

После подстановки численных значений в формулу (3) получаем  $\Delta m = 6,9$  кг.

**Ответ:** уменьшится на **6,9 кг**.

## Практическая работа № 8 «Решение задач с использованием газовых законов»

### Задание 1:

В сосуде емкостью **10 л** при нормальных условиях находится азот. Определить: число молей азота, массу азота и концентрацию молекул в сосуде.

#### Решение:

Вначале определим нормальные условия:  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$  — нормальное атмосферное давление,  $T_0 = 273 \text{ К}$  — нормальная температура,  $V_0 = 22.4 \text{ л}$  — молярный объем.

Воспользуемся уравнением Менделеева - Клапейрона в виде:

Отсюда выразим искомое количество молей (количество вещества  $\nu$ ): Из уравнения (1) выразим также массу азота. Концентрация молекул в сосуде  $n = N/V$ , тогда из (1) Учитывая, что молярная масса  $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ , по формулам (2) - (4) найдем:  $\nu = 0,44 \text{ моль}$ ,  $m = 0,012 \text{ кг}$ ,  $n = 2,65 \cdot 10^{25} \text{ 1/м}^3$ .

**Ответ: 0.44 моль; 0.012 кг;  $2.65 \cdot 10^{25} \text{ 1/м}^3$ .**

### Задание 2:

Какое количество кислорода выпустили из баллона емкостью **10 л**, если давление уменьшилось от **14 атм** до **7 атм**, а температура понизилась от **27 °C** до **7 °C**?

#### Решение:

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона для первого состояния:

и для второго состояния: Выразим массы из уравнений (1) и (2) и вычтем из первой массы вторую: Учтем, что

$$T_1 = t_1 + 273 = 300 \text{ К},$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 280 \text{ К}.$$

Молярная масса  $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ . После вычислений получим  $\Delta m = 0,083 \text{ кг}$ .

**Ответ: 0.083 кг.**

### Задание 3:

Компрессор подает сжатый воздух в резервуар, причем за время работы компрессора давление в резервуаре повышается от атмосферного до 0,7



МПа, а температура — от 20 до 25° С. Объем резервуара  $V = 56 \text{ м}^3$ .  
Барометрическое давление, приведенное к 0° С,  $P_0 = 100 \text{ кПа}$ .

Определить массу воздуха, поданного компрессором в резервуар.

**Ответ:  $M = 391,7 \text{ кг}$ .**

### **Практическая работа № 9 «Измерение влажности воздуха в кабинете»**

#### **Задача:**

Практическое занятие № 24

#### **Дефект масс. Энергия связи**

##### Вариант 1.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме бериллия  ${}^9_4\text{Be}$
- Найдите дефект масс атома бериллия в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е. м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома бериллия 9,00998 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома бериллия в Джоулях и в МэВ

##### Вариант 2.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме углерода  ${}^{12}_6\text{C}$
- Найдите дефект масс атома углерода в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома углерода 12,0077 а. е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома углерода в Джоулях и в МэВ

##### Вариант 3.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме фтора  ${}^{19}_9\text{F}$
- Найдите дефект масс атома фтора в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома фтора 18,99345 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома фтора в Джоулях и в МэВ.

##### Вариант 4 \*

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме кислорода  $^{16}_8\text{O}$
- Найдите дефект масс атома кислорода в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса атома кислорода 15,9994 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома кислорода в Джоулях и в МэВ.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов ГБПОУ РД КППК по выполнению практических работ

по учебной дисциплине **ОУД п. 09 ФИЗИКА**

основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование,

входящей в состав УГС 09.00.00 Информатика и  
вычислительная техника

Кизляр, 2022

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны для студентов ГБПОУ РД Кизлярский профессионально-педагогический колледж в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов по специальности 09.02.07

Информационные системы и программирование

(укрупненная группа специальностей — 09.00.00. Информатика и  
вычислительная техника ).

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании

ПЦК общеобразовательных дисциплин

Протокол №\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2022г

**Организация-разработчик:**

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение РД  
**Кизлярский профессионально – педагогический колледж**

**Разработал преподаватель:**

**Дильманбетова А.Б. -преподаватель 1КК ГБПОУ РД КППК**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ:**

**Практическое занятие №1 «Изучение видов механического движения»**

**Практическое занятие №2 «Изучение законов Ньютона»**

**Практическое занятие № 3 «Изучение сил в природе»**

**Практические занятия № 4 «Изучение закона сохранения импульса и  
закона сохранения механической энергии»**

**Практическое занятие № 5 «Расчет траектории автомобиля,  
движущегося по закругленному участку»**

**Практическое занятие № 6«Изучение связи между давлением и средней**

кинетической энергией»

**Практическое занятие № 7** «Определение массы воздуха в учебном кабинете»

**Практическое занятие № 8** «Решение задач с использованием газовых законов»

**Практическое занятие № 9** «Измерение влажности воздуха в кабинете»

**Практическое занятие № 10** «Решение задач с использованием первого закона термодинамики»

**Практическое занятие № 11** «Исследование электрических цепей с различными типами соединений конденсаторов»

**Практическое занятие № 12** «Исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединения проводников»

**Практическое занятие № 13** «Решение задач с использованием закона Фарадея»

**Практическое занятие № 14** «Решение задач»

**Практическое занятие № 15** «Исследование механических волн»

**Практические занятия № 16** «Решение задач»

**Практические занятия № 17** «Изучение действия трансформатора»

**Практическое занятие № 18** «Решение задач»

**Практическое занятие № 19** «Определение фокусных расстояний тонких собирающих и рассеивающих линз»

**Практическое занятие № 20** «Изучение дисперсии света»

**Практическое занятие № 21** «Изучение свойств электромагнитных излучений»

**Практическое занятие № 22** «Решение задач с использованием уравнения фотоэффекта»

**Практическое занятие № 23** «Решение задач»

**Практическое занятие № 24** «Решение задач на определение энергии связи атомных ядер»

## **Практическое занятие № 25 «Исследование законов радиоактивного распада» ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Учебная дисциплина «ФИЗИКА» входит в естественнонаучный цикл обучения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по специальности/профессии среднего профессионального образования «Станочник».

В результате освоения учебной дисциплины «ФИЗИКА» студент должен уметь:

- проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний;
- оценивать достоверность естественно научной информации.

В результате освоения учебной дисциплины «ФИЗИКА» студент должен знать:

- о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира;
- наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- методах научного познания природы.

В результате освоения учебной дисциплины «ФИЗИКА» студент должен использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «ФИЗИКА» отводится 201 час, в том числе 42 часа – на практические занятия.

Выполнение студентами заданий на практических занятиях направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование общих компетенций;

- формирование элементов профессиональных компетенций.

Целью практических занятий является формирование умений необходимых в последующей учебной и профессиональной деятельности.

Содержание практических занятий по учебной дисциплине «ФИЗИКА» направлено на реализацию требований Федерального государственного образовательного стандарта по профессии среднего профессионального образования «Техник-программист».

Практические занятия проводятся в учебном кабинете «Физика».

Практическое занятие включает следующие структурные элементы:

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

Выполнению заданий на практических занятиях 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 заданий на практических занятиях направлены на проверку освоения умений, практического опыта, развития общих и формирование профессиональных компетенций, определённых программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения студентами заданий на практических занятиях используются такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой студентами, анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий, самооценка деятельности.

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

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

### Тема 1.2

### Динамика

### ПЗ №2

Изучение законов Ньютона

2

ПР №3

Изучение сил в природе

2

**Тема 1.3**

**Законы сохранения**

ПР№4

Изучение закона сохранения импульса и закона сохранения  
механической энергии

2

**Тема 1.4**

**Прикладные задачи механики**

ПР№5

Расчет траектории автомобиля, движущегося по закругленному  
участку

2

**Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика**

**Тема 2.1**

**Основы МКТ. Температура. Энергия теплового движения  
молекул**

ПР№6

Изучение связи между давлением и средней кинетической энергией

2

## **Тема 2.2**

**Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы**

ПР№7

Определение массы воздуха в учебном кабинете

2

ПР№8

Решение задач с использованием газовых законов

2

## **Тема 2.3**

**Взаимные превращения жидкостей и газов**

ПР№9

Измерение влажности воздуха в кабинете

2

## **Тема 2.5**

**Основы термодинамики**

ПР№10

Решение задач с использованием первого закона термодинамики

2

## **Раздел 3. Электродинамика**

### **Тема 3.1**



## **Электростатика**

ПРН№11

Исследование электрических цепей с различными типами соединений конденсаторов

2

### **Тема 3.2**

## **Законы постоянного тока**

ПРН№12

Исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединения проводников

2

### **Тема 3.3**

## **Электрический ток в различных средах**

ПРН№13

Решение задач с использованием закона Фарадея

2

### **Тема 3.5**

## **Явление электромагнитной индукции**

ПРН№14

Решение задач

2

## **Раздел 4. Колебания и волны**

### **Тема 4.2 Упругие волны**

ПРН№15

Исследование механических волн

2

### **Тема 4.3**

### **Электромагнитные колебания**

ПР№16

Решение задач

2

ПР№17

Изучение действия трансформатора

2

## **Раздел 5. Оптика**

### **Тема 5.1**

### **Световые волны**

ПР№18

Решение задач

2

ПР№19

Определение фокусных расстояний тонких собирающих и  
рассеивающих линз

2

ПР№20

Изучение дисперсии света

2

### **Тема 5.2**

### **Излучение и спектры**

ПР№21

Изучение свойств электромагнитных излучений

2

## **Раздел 6 . Элементы квантовой физики**

### **Тема 6.1**

#### **Световые кванты**

ПР№22

Решение задач с использованием уравнения фотоэффекта

2

### **Тема 6.2**

#### **Атомная физика**

ПР№23

Решение задач

2

### **Тема 6.3**

#### **Физика атомного ядра**

ПР№24

Решение задач на определение энергии связи атомных ядер

2

ПР№25

Исследование законов радиоактивного распада

2

Всего:

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

### Практическое занятие №1 «Изучение видов механического движения»

Цель: \_\_\_\_\_.

Предварительная подготовка к практическому занятию:

Вопросы:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Условия выполнения: \_\_\_\_\_.

Обеспечение практического занятия: \_\_\_\_\_.

Ход работы:

- \_\_\_\_\_.
- \_\_\_\_\_.

Отчет о работе: \_\_\_\_\_.

Критерии оценки выполнения практической работы:

\_\_\_\_\_

### Практическое занятие

№2.

Цель: \_\_\_\_\_.

Предварительная подготовка к практическому занятию:

Вопросы:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Условия выполнения: \_\_\_\_\_.

Обеспечение практического занятия: \_\_\_\_\_.

Ход работы:

- \_\_\_\_\_.
- \_\_\_\_\_.

Отчет о работе: \_\_\_\_\_.

Критерии оценки выполнения практической работы:

Практическое занятие №

### Задача:

В сосуде емкостью **10 л** при нормальных условиях находится азот. Определить: число молей азота, массу азота и концентрацию молекул в сосуде.

### Решение:

Вначале определим нормальные условия:  **$p_0 = 10^5$  Па** — нормальное атмосферное давление,  **$T_0 = 273$  К** — нормальная температура,  **$V_0 = 22.4$  л** — молярный объем.

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона в виде:

Отсюда выразим искомое количество молей (количество вещества  **$\nu$** ): Из уравнения (1) выразим также массу азота Концентрация молекул в сосуде  **$n = N/V$** , тогда из (1) Учитывая, что молярная масса  **$M = 28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль**, по формулам (2) - (4) найдем:  **$\nu = 0,44$  моль,  $m = 0,012$  кг,  $n = 2,65 \times 10^{25}$  1/м<sup>3</sup>.**

**Ответ: 0.44 моль; 0.012 кг;  $2.65 \times 10^{25}$  1/м<sup>3</sup>.**

**Задача:**

Какое количество кислорода выпустили из баллона емкостью **10 л**, если давление уменьшилось от **14 атм** до **7 атм**, а температура понизилась от **27 °С** до **7 °С**?

**Решение:**

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона для первого состояния:

и для второго состояния: Выразим массы из уравнений (1) и (2) и вычтем из первой массы вторую: Учтем, что

$$T_1 = t_1 + 273 = 300 \text{ К},$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 280 \text{ К}.$$

Молярная масса  **$M = 32 \times 10^{-3} \text{ кг/моль}$** . После вычислений получим  **$\Delta m = 0,083 \text{ кг}$** .

**Ответ: 0.083 кг.**

**Задача:**

Определите, как изменится масса воздуха в комнате площадью **20 м<sup>2</sup>** и высотой **3 м** при повышении температуры от **0 °С** до **27 °С** при нормальном атмосферном давлении.

**Решение:**

Для решения задачи воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона:

где  **$p_0$**  — нормальное атмосферное давление.

При увеличении температуры:

Объем комнаты  **$V$**  равен:

$$V = Sd$$

Выразим массы из уравнений (1) и (2) и вычтем из первой

массы вторую, подставив формулу для объема:

Здесь

$$T_1 = t_1 + 273 = 273 \text{ К.}$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 300 \text{ К.}$$

После подстановки численных значений в формулу (3)  
получаем  $\Delta m = 6,9 \text{ кг.}$

**Ответ: уменьшится на 6,9 кг.**

#### Практическое занятие № 24

#### «Дефект масс. Энергия связи»

##### Вариант 1.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме бериллия  ${}^9_4\text{Be}$
- Найдите дефект масс атома бериллия в а.е.м. и в кг.  
Масса протона 1,00728 ае. м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома бериллия 9,00998 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома бериллия в Джоулях и в МэВ

##### Вариант 2.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме углерода  ${}^{12}_6\text{C}$
- Найдите дефект масс атома углерода в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома углерода 12,0077 а. е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома углерода в Джоулях и в МэВ

##### Вариант 3.

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме фтора  $^{19}_9\text{F}$
- Найдите дефект масс атома фтора в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса ядра атома фтора 18,99345 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома фтора в Джоулях и в МэВ.

#### Вариант 4 \*

- Укажите число электронов, протонов и нейтронов в атоме кислорода  $^{16}_8\text{O}$
- Найдите дефект масс атома кислорода в а.е.м. и в кг. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона 1,00866 а.е.м., масса атома кислорода 15,9994 а.е.м..
- Найдите энергию связи ядра атома кислорода в Джоулях и в МэВ.

### **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Примерные нормы оценки знаний и умений учащихся по физике**

При оценке ответов учащихся учитываются следующие знания:

##### **о физических явлениях:**

- признаки явления, по которым оно обнаруживается;
- условия, при которых протекает явление;
- связь данного явления с другими;
- объяснение явления на основе научной теории;
- примеры учета и использования его на практике;

##### **о физических опытах:**

- цель, схема, условия, при которых осуществлялся опыт, ход и результаты опыта;

##### **о физических понятиях, в том числе и о физических величинах:**

- явления или свойства, которые характеризуются данным понятием (величиной);
- определение понятия (величины);



- формулы, связывающие данную величину с другими;
- единицы физической величины;
- способы измерения величины;

**о законах:**

- формулировка и математическое выражение закона;
- опыты, подтверждающие его справедливость;
- примеры учета и применения на практике;
- условия применимости (для старших классов);

**о физических теориях:**

- опытное обоснование теории;
- основные понятия, положения, законы, принципы;
- основные следствия;
- практические применения;
- границы применимости (для старших классов);

**о приборах, механизмах, машинах:**

- назначение; принцип действия и схема устройства;
- применение и правила пользования прибором.

**Физические измерения.**

- Определение цены деления и предела измерения прибора.
- Определять абсолютную погрешность измерения прибора.
- Отбирать нужный прибор и правильно включать его в установку.
- Снимать показания прибора и записывать их с учетом абсолютной погрешности измерения. Определять относительную погрешность измерений.

Следует учитывать, что в конкретных случаях не все требования могут быть предъявлены учащимся, например знание границ применимости законов и теорий, так как эти границы не всегда рассматриваются в курсе физики СПО.

**Оценке подлежат умения:**

- применять понятия, законы и теории для объяснения явлений природы, техники; оценивать влияние технологических процессов на экологию окружающей среды, здоровье человека и других организмов;
- самостоятельно работать с учебником, научно-популярной литературой, информацией в СМИ и Интернете ;
- решать задачи на основе известных законов и формул;
- пользоваться справочными таблицами физических величин.

Следует обращать внимание на овладение учащимися правильным употреблением, произношением и правописанием физических терминов, на развитие умений связно излагать изучаемый материал.

## **Текущий контроль:**

### **Оценка устных ответов учащихся**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;
- правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает рассказ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов.

Оценка «4» ставится, если ответ удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку «5», но учащийся не использует собственный план ответа, новые примеры, не применяет знания в новой ситуации, не использует связи с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других предметов.

Оценка «3» ставится, если большая часть ответа удовлетворяет требованиям к ответу на оценку «4», но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; учащийся умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач, требующих преобразования формул.

Оценка «2» ставится в том случае, если учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы.

Оценка «1» ставится, если ученик не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

В письменных контрольных работах учитывается также, какую часть работы выполнил ученик.

### **При оценке лабораторных работ учитываются умения:**

- планировать проведение опыта;
- собирать установку по схеме;
- пользоваться измерительными приборами;
- проводить наблюдения, снимать показания измерительных приборов, составлять таблицы зависимости величин и строить графики;
- оценивать и вычислять погрешности измерений;
- составлять краткий отчет и делать выводы по проделанной работе.

### **Оценка лабораторных работ:**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

- самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда;
- в отчете правильно и аккуратно выполнял все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графика, вычисления;
- правильно выполнил анализ погрешностей

Оценка «4» ставится в том случае, если были выполнены требования к оценке «5», но учащийся допустил недочеты или негрубые ошибки

Оценка «3» ставится, если результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» ставится, если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требования безопасности труда

### **Оценка письменных контрольных работ**

**Оценка 5** ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**Оценка 4** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии не более одной ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**Оценка 3** ставится за работу, выполненную на 2/3 всей работы правильно или при допущении не более одной грубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

**Оценка 2** ставится за работу, в которой число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 работы.

**Оценка 1** ставится за работу, невыполненную совсем или выполненную с грубыми ошибками в заданиях.

## **Итоговый контроль по дисциплине (дифференцированный зачет)**

Вопросы:

Билет № 1

1. Механическое движение. Относительность движения. Равномерное и равноускоренное движение.
2. Задача на применение законов сохранения массового числа и электрического заряда.

Билет № 2

1. Взаимодействие тел. Сила. Законы динамики Ньютона.
2. Лабораторная работа «Измерение показателя преломления стекла».

Билет № 3

1. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Проявление закона сохранения импульса в природе и его использование в технике.
2. Задача на определение периода и частоты свободных колебаний в колебательном контуре.

Билет № 4

- 1.. Закон Всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость.

2. Задача на применение первого закона термодинамики.

Билет № 5

1. Превращение энергии при механических колебаниях. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.

2. Задача на расчет сопротивления двух параллельно соединенных резисторов.

Билет № 6

1. Опытное обоснование основных положений молекулярно-кинетической теории строения вещества. Масса и размеры молекул.

2. Задача на движение или равновесие заряженной частицы в электрическом поле.

Билет № 7

1. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Температура и её измерение. Абсолютная температура.

2. Задача на определение индукции магнитного поля (по закону Ампера или по формуле Лоренца).

Билет № 8

1. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева - Клайперона). Изопроцессы.

2. Задача на применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.

Билет № 9

1. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. Измерение влажности воздуха.

2. Лабораторная работа «Измерение длины световой волны с использованием дифракционной решетки».

Билет № 10

1. Кристаллические и аморфные тела. Упругие и пластические деформации твердых тел.

2. Задача на определение показателя преломления прозрачной среды.

Билет № 11

1. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс.

2. Задача на применение закона электромагнитной индукции.

Билет № 12

1. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.

2. Задача на применение закона сохранения энергии.

Билет № 13

1. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Применение конденсаторов.

2. Задача на применение уравнения состояния идеального газа.

Билет № 14

1. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.

2. Лабораторная работа «Измерение массы тела».

Билет № 15

1.. Магнитное поле. Действие магнитного поля на электрический заряд и опыты, подтверждающие это действие.

2. Лабораторная работа « Измерение влажности воздуха ».

Билет № 16

1. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы.

2. Задача на применение графиков изопроцессов.

Билет № 17

1.. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.

2. Задача на определение работы газа с помощью графика зависимости давления газа от его объема.

Билет № 18

1. Явление самоиндукции. Индуктивность, Электромагнитное поле.

2. Задача на определение модуля Юнга материала, из которого изготовлена проволока.

Билет № 19

1. Свободные и вынужденные электромагнитные колебания. Колебательный контур и превращение энергии при электромагнитных колебаниях.

2 Задача на применение закона Джоуля - Ленца.

Билет № 20

1. Электромагнитные волны и их свойства. Принципы радиосвязи и примеры их практического использования.

2. Лабораторная работа « Измерение мощности лампочки накаливания».

Билет № 21

1. Волновые свойства света. Электромагнитная природа света.

2. Задача на применение закона Кулона.

Билет № 22

1. Опыты Резерфорда по рассеиванию альфа частиц. Ядерная модель атома. Квантовые постулаты Бора.

2. Задача на измерение удельного сопротивления материала, из которого сделан проводник.

Билет № 23

1. Испускание и поглощение света атомами. Спектральный анализ.

2. Задача на вычисление ЭДС или внутреннего сопротивления источника тока.

Билет № 24

1. Фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Применение фотоэффекта в технике.

2. Задача на применение закона сохранения импульса.

Билет № 25

1. Состав ядра атома. Изотопы. Энергия связи ядра атома. Цепная ядерная реакция. Условия её протекания. Термоядерные реакции.

2. Задача на расчет общего сопротивления двух последовательно соединенных резисторов.

1. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений и методы их регистрации. Биологическое действие ионизирующих излучений.
2. Лабораторная работа « Оценка массы воздуха в классной комнате при помощи необходимых измерений и расчетов».

## Глоссарий

### Механика

1. **Абсолютное движение** - движение тела относительно условно неподвижной системы отсчета.
2. **Абсолютно твердое тело** - система материальных точек, расстояние между которыми не изменяются в данной задаче. Абсолютно твердое тело обладает только поступательными и вращательными степенями свободы.
3. **Автоколебания** — это незатухающие *колебания* под действием постоянной силы. Незатухающие колебания в автоколебательной системе поддерживаются за счет источника энергии, подключаемого в нужные моменты времени к колебательной системе (маятнику, колебательному контуру и пр.) через клапан, регулирующий поступление энергии в эту систему. Роль клапана может играть, анкерный механизм в часах, радиолампа, транзистор и пр.
4. **Вес тела** - в физике - *сила*, с которой тело, находящееся в силовом (гравитационном) поле, действует на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес. Значит, вес приложен к опоре, к подвесу, но не к телу.
5. **Вращательное движение вокруг оси** – движение, при котором *траектории* всех точек тела являются окружностями с центрами, расположенными на одной прямой (оси вращения), и лежащими в плоскостях, перпендикулярных этой прямой.
6. **Вторая космическая скорость** - минимальная *скорость*, которую необходимо сообщить телу, находящемуся на поверхности Земли (или иного массивного тела), чтобы оно вышло из сферы гравитационного действия планеты (т. е. удалилось на такое расстояние, при котором притяжение к Земле пренебрежимо мало). У поверхности Земли вторая космическая скорость равна 11.2 км/с. Вторая космическая скорость не зависит от направления, в котором запускается тело.
7. **Второй закон Ньютона** - физический закон, в соответствии с которым ускорение, приобретаемое материальной точкой в инерциальной системе отсчета, прямо пропорционально действующей на тело (равнодействующей) силе, обратно пропорционально массе тела, и направлено в сторону действия силы. В такой форме закон применим только для тел, масса которых при движении не меняется. Более общая формулировка второго закона Ньютона гласит: скорость изменения импульса тела прямо пропорциональна действующей силе.
8. **Вынужденными колебаниями** называются незатухающие *колебания* под действием периодически меняющейся вынуждающей силы. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний зависят от частоты вынуждающей силы (см. также *Резонанс*).
9. **Динамика** - раздел механики, изучающий влияние взаимодействий между телами на их *механическое движение*. Динамика отвечает на вопрос: почему движется тело? Это причинная часть механики.
10. **Динамические уравнения движения** — это *второй закон Ньютона*, записанный для данного тела. Эти уравнения можно записать в векторном виде и в проекциях на оси координат. Составление и решение таких уравнений – главная задача *динамики*.
11. **Закон всемирного тяготения** (открыт Ньютоном) гласит: сила взаимодействия двух материальных точек прямо пропорциональна массам этих точек, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена вдоль прямой соединяющей точки. Масса, фигурирующая в этом законе, называется гравитационной.
12. **Законы Ньютона** - три закона, лежащие в основе классической механики. Законы Ньютона не доказываются в математическом смысле, а являются обобщением опыта. Впервые эти законы были сформулированы Ньютоном в знаменитом труде «Математические начала натуральной философии»

(1687).

**13.Закон сохранения импульса** - закон механики, в соответствии с которым: векторная сумма импульсов тел замкнутой системы остается постоянной при любых взаимодействиях этих тел между собой. Импульс может только перераспределяться между телами системы. В механике этот закон

выводится из законов Ньютона. За пределами механики закон сохранения импульса нужно рассматривать как самостоятельный опытный принцип, не сводящийся к законам Ньютона. Закон сохранения импульса есть следствие однородности пространства.

**14.Закон сохранения массы** - закон классической механики, в соответствии с которым при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной. В *специальной теории относительности* этот закон после открытия взаимосвязи массы и энергии подвергся переосмыслению. Как выяснилось, всякое выделение или поглощение энергии сопровождается изменением масс.

**15.Закон сохранения механической энергии** - физический закон, в соответствии с которым: в замкнутой системе, в которой не действуют силы трения и сопротивления, сумма кинетической и потенциальной энергии всех тел системы остается величиной постоянной.

**16.Закон сохранения момента импульса** - физический закон, в соответствии с которым момент импульса замкнутой системы относительно любой неподвижной точки не изменяется со временем. Закон сохранения момента импульса есть проявление изотропности пространства.

**17.Закон сохранения электрического заряда** - физический закон, в соответствии с которым в замкнутой системе взаимодействующих тел алгебраическая сумма электрических зарядов (полный электрический заряд) остается неизменной при всех взаимодействиях.

**18.Импульс** - произведение массы (точечного) тела на скорость в конкретной системе отсчета. Импульс механической системы равен векторной сумме импульсов всех частей системы. В системе СИ единицей импульса является килограмм-метр в секунду.

**19.Инерция** - явление сохранения скорости прямолинейного равномерного движения или состояния покоя при компенсации внешних воздействий. Инерция присуща всем материальным объектам в одинаковой степени. Движение по инерции - движение тела, происходящее без внешних воздействий.

**20.Инертность** - свойство материальных объектов приобретать разные ускорения при одинаковых внешних воздействиях со стороны других тел. Мерой инертности тела в поступательном движении является его *масса*, а при вращательном движении – *момент инерции*.

**21.Инерциальная система отсчета** - *система отсчета*, в которой тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно до тех пор, пока на него не действуют другие тела или это действие скомпенсировано. Смысл *первого закона Ньютона* в утверждении существования таких систем отсчета.

**22.Кинематика** - раздел механики, изучающий геометрические свойства движения тел без учета их масс и действующих на них сил. Кинематика исследует способы описания движений и связей между величинами, характеризующими эти движения. Кинематика отвечает на вопрос: как движется тело?

**23.Кинетическая энергия** — энергия механической системы, зависящая от скоростей ее точек. Если тело массы  $m$  движется со скоростью  $v$ , то его кинетическая энергия равна  $mv^2/2$ .

**24.Колебания** — это периодически повторяющиеся движения. Колебания, описываемые законом синуса  $x = A \sin(\omega t + \varphi)$  или косинуса  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ , называются гармоническими. Величина, стоящая под знаком гармонической функции  $(\omega t + \varphi)$ , называется фазой;  $\omega$  называется круговой (или циклической)

частотой;  $\varphi$  — начальной фазой. Колебания разной природы описываются математически совершенно одинаково.

**25.Коэффициент трения** — отношение силы трения к силе нормальной реакции (или к силе нормального давления, прижимающей трущиеся поверхности друг к другу). Выражается отвлеченным безразмерным числом (см. также *Трение*).

**26.Линейная скорость** - скорость отдельной точки вращающегося тела, зависящая от угловой скорости и расстояния от точки до оси вращения. Линейная скорость материальной точки численно равна расстоянию, которое точка проходит в единицу времени.

**27.Масса** — мера инертных и гравитационных свойств тела (см. *Инертность, Закон всемирного тяготения*). Масса не зависит от скорости.

**28.Математический маятник** - механическая колебательная система, состоящая из материальной точки, подвешенной на тонкой, невесомой и нерастяжимой нити или на невесомом стержне в поле сил тяжести. Период малых колебаний математического маятника не зависит от амплитуды и определяется по формуле:  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ .

**29.Материальной точкой** называется тело, размеры и форма которого в данной задаче не существенны. Материальную точку часто называют телом.

**30.Мгновенная скорость** - предел средней скорости за бесконечно малый промежуток времени. Мгновенная скорость направлена по касательной в данной точке *траектории*.

**31.Мгновенная угловая скорость** - предел, к которому стремится средняя угловая скорость при бесконечном уменьшении промежутка времени. Мгновенную угловую скорость можно найти, таким образом, как производную от угла поворота по времени.

**32.Механика** - основной раздел физики; наука о механическом движении материальных тел и происходящих взаимодействиях между ними. В результате взаимодействия изменяются скорости тел или тела деформируются. Механика подразделяется на *статику, кинематику и динамику*.

**33.Механическая картина мира** сформировалась к середине 19-го века. Согласно этой картине все тела состоят из мельчайших частиц, «кирпичиков» мироздания, атомов и молекул. Основой картины мира являются законы Ньютона. Мир представляет собой гигантскую машину, построенную по законам механики. Микромир считался подобным макромиру. Природа абсолютно неизменна. В мире господствуют однозначные причинно-следственные связи (лапласовский детерминизм). В 19-м веке механическая картина мира сменилась электромагнитной.

**34.Работа** в механике есть мера изменения полной механической энергии систем. Элементарная работа определяется как скалярное произведение *силы* на элементарное *перемещение*.

**35.Полная механическая энергия** - сумма кинетической и потенциальной энергии тела (или системы тел). Полная механическая энергия характеризует движение и взаимодействие тел и зависит от скоростей тел и их взаимного расположения. В релятивистской механике полной энергией называется сумма кинетической энергии и энергии покоя частицы (тела) (см. также *Релятивистская механика*).

**36.Механическое движение** - изменение с течением времени положения одного тела относительно другого или положения частей тела друг относительно друга. Механическое движение в этом смысле относительно.

**37.Механические колебания** - обладающие периодичностью отклонения тела от положения равновесия. Возбуждение незатухающих механических колебаний происходит путем воздействия на колебательную систему постоянной или переменной силы.

**38.Момент силы** относительно точки *O* определяется как векторное произведение радиус-вектора тела на вектор силы. Момент силы относительно оси вращения (не путать с моментом силы относительно точки!) это – произведение силы на плечо (кратчайшее расстояние от линии действия силы до оси вращения, другими словами, длина перпендикуляра, опущенного из точки *O* на линию действия силы). Можно показать, что момент силы относительно оси вращения, проходящей через точку *O*, есть проекция момента силы относительно точки *O* на эту ось. (Ср. понятием *Момент импульса*!)

**39.Неинерциальная система отсчета** - система отсчета, в которой не выполняется первый закон Ньютона. Неинерциальная система отсчета движется с ускорением относительно некоторой *инерциальной системы отсчета*. Важным классом неинерциальных систем являются вращающиеся системы отсчета.

- Относительное движение - движение *точки* или тела относительно движущейся *системы отсчета*.
- Парой сил называется система, состоящая из двух сил равных по модулю и противоположных по направлению, линии действия которых в общем случае не совпадают.

**42.Первая космическая скорость** - минимальная *скорость*, которую необходимо сообщить телу, находящемуся в гравитационном поле Земли (или иного массивного тела), чтобы оно стало искусственным спутником планеты, т. е. двигалось по круговой орбите. Вблизи поверхности Земли первая космическая скорость равна 7.91 км/с.



- 43.Первый закон Ньютона (открыт Галилеем) - *физический закон*, в соответствии с которым материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного движения до тех пор, пока внешние воздействия не изменят это состояния.
- 44.Перемещением называется вектор, проведенный из начальной в конечную точку *траектории* в случае прямолинейной траектории модуль вектора перемещения равен пройденному пути.
- 45.Потенциальная энергия - часть *механической энергии* тела, зависящая от взаимного расположения ее частей и от их положений во внешнем *силовом поле*. Численно потенциальная энергия системы в данном состоянии равна работе, которую произведут действующие на систему силы при переходе системы из этого положения в то, где потенциальная энергия условно принимается равной нулю.
- 46.Принцип относительности классической механики - постулат Г.Галилея, согласно которому в любых инерциальных системах отсчета все механические явления протекают одинаково при одних и тех же условиях.
- 47.Принцип относительности релятивистской механики – постулат впервые сформулированный А.Пуанкаре (1902), согласно которому в любых инерциальных системах отсчета все физические явления протекают одинаково. В такой формулировке принцип относительности является обобщением *принципа относительности Галилея* на все физические явления (механические, электромагнитные, оптические и т. д.).
- 48.Пространство и время - основные формы существования материи. Это философские категории, в физике они не определяются. Согласно *теории относительности* геометрические свойства пространства и скорость течения времени зависят от распределения и движения материи.
- 49.Равнодействующая сила - *сила*, действие которой эквивалентно действию на тело нескольких сил. Система сил имеет равнодействующую только в том случае, если для нее существует точка, относительно которой главный момент сил системы равен нулю. Равнодействующая сила равна геометрической сумме всех сил системы и приложена в центре приведения. *Пара сил* не имеет равнодействующей.
- 50.Равномерное вращательное движение - движение, при котором углы поворота материальной точки за любые равные промежутки времени одинаковы.
- 51.Равномерное движение - движение, при котором за любые равные промежутки времени материальная точка проходит одинаковые пути.
- 52.Равномерное прямолинейное движение – то же самое, что и *Равномерное движение*, если траектория тела – прямая линия.
- 53.Равномерное движение материальной точки по окружности - движение материальной точки по окружности, при котором модуль ее скорости не меняется. Меняется только направление скорости. При таком движении материальная точка обладает центростремительным ускорением. Центростремительное ускорение – частный случай *нормального ускорения*.
- 54.Резонансом называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы и частоты собственных колебаний колебательной системы.
- 55.Релятивистская механика - раздел теоретической физики, рассматривающий классические законы механического движения тел при скоростях, сравнимых со скоростью света в вакууме. Релятивистская механика основана на *специальной теории относительности*.
- 56.Свободное вращение твердого тела - вращение твердого тела, при котором неподвижной точкой является *центр тяжести* тела.
- 57.Сила - мера механического действия на материальную точку или тело других тел или полей. Сила вызывает изменение *скорости* тела или его деформацию. В механике различают силы, возникающие при непосредственном контакте тел или на расстоянии посредством создаваемых телами полей. Можно показать, что на микроскопическом уровне все силы (например, сила упругости) обусловлены полями. Сила - векторная величина, поэтому в каждый момент времени она характеризуется числовым значением, направлением и точкой приложения. В механике природа сил не рассматривается. Единица силы в СИ – 1 Ньютон.
- 58.Силовое поле. Если в каждой точке пространства на тело действует сила, то говорят, что в пространстве существует силовое поле. Если работа сил поля не зависит от формы траектории, то поле называется потенциальным, а сила консервативной. Примеры потенциальных полей: гравитационное поле, электростатическое (кулоновское) поле, поле упругих сил.

**59. Система отсчета** – *тело отсчета*, система координат, связанная с телом отсчета, и часы (прибор для измерения времени движения с указанием на начало его отсчета). Система отсчета используется для определения положения в пространстве физических объектов в различные моменты времени. Различают *инерциальные и неинерциальные системы отсчета*.

**60. Скорость тела** - кинематическая характеристика *материальной точки*. Это векторная величина, определяемая как предел отношения *перемещения* точки к промежутку времени, за который это перемещение произошло, когда этот промежуток времени стремится к нулю. Скорость можно найти, таким образом, взяв производную от радиус-вектора по времени. Вектор скорости всегда направлен по касательной к траектории тела. В СИ единицей скорости является метр-в-секунду (м/с). Одно и то же тело может одновременно двигаться и находиться в покое в разных системах отсчета. Если рассматривается конечный промежуток времени  $\Delta t$ , то скорость называется средней.

**61. Статика** - раздел механики, изучающий условия равновесия материальных точек или их системы, находящихся под действием сил.

**62. Тело отсчета** - тело, относительно которого рассматривается движение всех остальных тел.

**63. Траекторией** называется воображаемая линия, описываемая телом при движении. В зависимости от формы траектории движения бывают криволинейные и прямолинейные. Примеры криволинейного движения: движение тела, брошенного под углом к горизонту (траектория – парабола), движение материальной точки по окружности.

**64. Трение** - явление сопротивления тел относительному перемещению. Возникает между двумя телами в плоскости соприкосновения их поверхностей и сопровождается диссипацией (рассеиванием) энергии. *Механическая энергия* системы, в которой есть трение, может только уменьшаться. Наука, изучающая трение, называется трибологией. Опытным путем установлено, что максимальная сила трения покоя и сила трения скольжения не зависит от площади соприкосновения тел и пропорциональна силе нормального давления, прижимающей поверхности друг к другу. Коэффициент пропорциональности при этом называется *коэффициентом трения* (покоя или скольжения).

**65. Третий закон Ньютона** - физический закон, в соответствии с которым силы взаимодействия двух материальных точек равны по модулю, противоположны по направлению и действуют вдоль прямой, соединяющей эти точки. Как и прочие законы Ньютона, третий закон справедлив только для *инерциальных систем отсчета*. Краткая формулировка третьего закона: действие равно противодействию.

**66. Третья космическая скорость** - минимальная *скорость*, необходимая для того, чтобы космический аппарат, запущенный с Земли, преодолел притяжение Солнца и покинул Солнечную систему. Если бы Земля в момент запуска была неподвижна и не притягивала тело к себе, то третья космическая скорость была бы равна 42 км/с. С учетом скорости орбитального движения Земли (30 км/с) третья космическая скорость равна  $42-30 = 12$  км/с (при запуске в направлении орбитального движения) или  $42+30 = 72$  км/с (при запуске в противоположном направлении). Если учесть еще и силу притяжения к Земле, то для третьей космической скорости получим значения от 17 до 73 км/с.

**67. Ускорение** - векторная величина, характеризующая быстроту изменения *скорости*. При произвольном движении ускорение определяется как отношение приращения скорости к соответствующему промежутку времени. Если устремить этот промежуток времени к нулю, получим мгновенное ускорение. Значит, ускорение есть производная от скорости по времени. Если рассматривается конечный промежуток времени  $\Delta t$ , то ускорение называется средним. При криволинейном движении полное ускорение складывается из *тангенциального (касательного)* и *нормального ускорения*.

**68. Ускорение свободно падающего тела** - ускорение, с которым движется тело под действием силы тяготения. Ускорение свободного падения одинаково для всех тел, независимо от их *массы*. На Земле ускорение свободно падающего тела зависит от высоты над уровнем моря и от географической широты и направления к центру Земли. На широте  $45^\circ$  и на уровне моря ускорение свободно падающего тела  $g = 9.80665$  м/с<sup>2</sup>. В учебных задачах обычно полагают  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

**69. Физический маятник** - *абсолютно твердое тело*, имеющее ось вращения. В поле тяготения физический маятник может совершать колебания около положения равновесия, при этом *массу* системы нельзя считать сосредоточенной в одной точке. Период колебаний физического маятника зависит от *момента инерции* тела и от расстояния от оси вращения до *центра масс*.

**70. Центробежная сила** - *сила*, которая меняет направление скорости и сообщает материальной

точке центростремительное *ускорение*. Роль центростремительной силы могут играть сила упругости, гравитационная сила, кулоновская сила, магнитная сила Лоренца и др. Центростремительная сила, как и прочие силы, приложена к движущейся материальной точке и направлена к центру вращения.

**71. Центр тяжести тела** - точка твердого тела, через которую проходит равнодействующая всех сил тяжести, действующих на частицы этого тела при любом его положении в пространстве. Центр тяжести тела совпадает с *центром масс* (в однородном поле тяжести).

**72. Энергия** - скалярная физическая величина, являющаяся общей мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Основные виды энергии: механическая, внутренняя, электромагнитная, химическая, гравитационная, ядерная. Одни виды энергии могут превращаться в другие в строго определенных количествах.

### Термодинамика и молекулярная физика

**1. Адиабатический процесс.** Адиабатическим называется процесс, происходящий в условиях теплоизоляции (без теплообмена со *средой*).

**2. Аморфное твердое тело.** Аморфными называются твердые тела, частицы которых расположены неупорядоченно. Аморфные тела изотропны (свойства одинаковы по всем направлениям) и могут рассматриваться как переохлажденные вязкие жидкости. Примеры аморфных тел: стекло, смола и др.

**3. Вакуум.** Вакуумом называется состояние разрежения, когда соударения молекул друг с другом немногочисленны по сравнению с соударениями со стенками сосуда. Степень разрежения зависит от соотношения среднего свободного пробега и линейных размеров сосуда.

**4. Вакуумные насосы.** Вакуумные насосы применяются для создания *вакуума*. Различают насосы предварительного вакуума (для создания давления порядка  $10^{-3}$  мм рт. ст.) и насосы высокого вакуума (для создания давления порядка  $10^{-7}$  мм рт. ст. и ниже).

**5. Вечный двигатель второго рода.** Вечным двигателем второго рода называется устройство, превращающее в полезную работу все *количество теплоты*, полученное от нагревателя (без передачи некоторого количества теплоты холодильнику). Утверждение о невозможности вечного двигателя второго рода – одна из возможных формулировок *второго начала термодинамики*.

**6. Вечный двигатель первого рода.** Вечным двигателем первого рода называется устройство, создающее энергию из ничего. Невозможность такого двигателя вытекает из *первого начала термодинамики* (закона сохранения энергии).

**7. Взаимодействия.** Взаимодействия системы со средой могут быть: механические (деформационные), теплообмен, электрические, магнитные и т. д. Благодаря взаимодействиям в системе происходят изменения (процессы).

**8. Внутреннее трение (вязкость).** Внутренним трением называется возникновение силы трения между слоями жидкости или газа, движущимися с разными скоростями. Причиной внутреннего трения является хаотическое тепловое движение. См. также *Явления переноса*.

**9. Внутренняя энергия.** Внутренней энергией ( $U$ ) называется общий запас энергии *системы* за вычетом кинетической энергии системы как целого и потенциальной энергии системы как целого во внешнем потенциальном поле. Внутренняя энергия *идеального газа* равна суммарной кинетической энергии молекул.

**10. Второе начало термодинамики.** Существует свыше 20 формулировок второго начала термодинамики. Первая формулировка: теплота может самопроизвольно передаваться только от более нагретых тел к менее нагретым. Еще одна формулировка: в замкнутой (изолированной) системе при неравновесном *теплообмене* *энтропия* системы возрастает, достигая максимума при достижении системой равновесия. Второе начало указывает, таким образом, на направление процессов.

**11. Динамическое равновесие.** Фазы (агрегатные состояния) вещества находятся в динамическом равновесии, если количество молекул, переходящих из первой фазы во вторую в единицу времени, равно числу молекул, переходящих за то же время из второй фазы в первую. Равновесие может быть на границе «жидкость-пар», «твердое тело-жидкость» и «твердое тело-пар». Давление, соответствующее равновесию, зависит от температуры.

- 12. Диффузия.** Диффузией называется процесс выравнивания концентраций соприкасающихся слоев жидкости или газа вследствие хаотического (теплового) движения молекул. Диффузия приводит к тому, что примеси в жидкости или газе распространяются от места их введения.
- 13. Закон Бойля-Мариотта.** Закон Бойля-Мариотта утверждает, что для данной массы газа, при постоянной температуре, произведение давления на объем есть величина постоянная:  $pV = \text{const}$ .
- 14. Закон Гей-Люссака.** Закон Гей-Люссака утверждает, что для данной массы газа, при постоянном давлении, объем газа прямо пропорционален абсолютной температуре:  $(V_1/V_2) = (T_1/T_2)$ .
- 15. Закон Гука.** Закон Гука выражает линейную зависимость между напряжениями и малыми деформациями в упругой среде. Английский ученый Р.Гук обнаружил (1660), что при растяжении стержня длиной  $l$  и площадью поперечного сечения  $S$  удлинение стержня  $\Delta l$  пропорционально растягивающей силе  $F$ . Еще одна форма записи закона Гука:  $\sigma = E\epsilon$ , где  $\sigma = F/S$  – нормальное напряжение в поперечном сечении,  $\epsilon = \Delta l/l$  – относительное удлинение стержня. Коэффициент пропорциональности  $E$  называется модулем Юнга.
- 16. Закон Шарля.** Закон Шарля утверждает, что для данной массы газа, при постоянном объеме, давление газа прямо пропорционально абсолютной температуре:  $(p_1/p_2) = (T_1/T_2)$ .
- 17. Идеальная тепловая машина.** Идеальной называется тепловая машина, работающая по *циклу Карно*.
- 18. Идеальная холодильная машина.** Идеальной холодильной машиной называется холодильная машина, работающая по обратному *циклу Карно*.
- 19. Идеальный газ.** Идеальным газом называют систему, свойства которой описываются уравнением Клапейрона-Менделеева  $pV = (m/\mu)RT$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объем,  $T$  – температура,  $m$  – масса,  $\mu$  – масса одного киломоля,  $R = 8,31 \cdot 10^3$  Дж/кмоль·К – универсальная газовая постоянная. С точки зрения молекулярно-кинетической теории идеальный газ – это газ, молекулы которого имеют нулевой собственный объем и не взаимодействуют на расстоянии. Реальный газ при условиях, близких к нормальным, можно приближенно считать идеальным.
- 20. Изобарный процесс.** Изобарным называется процесс, происходящий при постоянном давлении ( $p = \text{const}$ ).
- 21. Испарение.** Испарение это процесс *парообразования*, происходящий при любой температуре с поверхности жидкости.
- 22. Изотермический процесс.** Изотермическим называется процесс, происходящий при постоянной температуре ( $T = \text{const}$ ).
- 23. Конвекция.** Конвекцией называется процесс перемешивания слоев жидкости или газа, имеющих разную *температуру* и находящихся в поле тяготения. Причиной конвекции является зависимость плотности жидкости или газа от температуры. Конвекция – один из способов *теплообмена*.
- 24. Краевой угол.** Краевым углом называется угол  $\theta$  между касательной к поверхности жидкости в точке соприкосновения с твердым телом и поверхностью твердого тела. В случае смачивания краевой угол острый, в случае несмачивания – тупой.
- 25. Критическая температура.** Критическая температура – *температура*, выше которой газ невозможно сжатием превратить в жидкость. При температуре ниже критической изотерма сжатия в координатах ( $p$ ,  $V$ ) имеет горизонтальный участок – линию плавления.
- 26. Изохорный процесс.** Изохорным называется процесс, происходящий при постоянном объеме ( $V = \text{const}$ ).
- 27. Капилляры (от лат. capillus – волос).** Капилляры – тонкие трубки диаметром 0,01 – 0,1 мм. При опускании их в смачивающую жидкость уровень жидкости в капилляре оказывается выше уровня жидкости в сосуде, а при опускании в несмачивающую жидкость – ниже. Высота подъема жидкости в капилляре определяется по формуле Жюрена:  $h = 4\sigma \cos\theta / \alpha d \rho g$ , где  $\theta$  – краевой угол,  $\alpha$  – коэффициент поверхностного натяжения,  $d$  – диаметр капилляра,  $\rho$  – плотность жидкости,  $g$  – ускорение свободного падения.

**28. Кипение.** Кипением называется процесс парообразования, происходящий не только со свободной поверхности жидкости, но и во всем объеме, внутри образующихся пузырьков пара. Пузырьки пара увеличиваются в размерах и всплывают на поверхность и лопаются, создавая характерную картину кипения. Температура кипения соответствует равенству давления насыщенного пара жидкости внешнему давлению.

**29. Количество теплоты.** Количество теплоты – это энергия, полученная (или отданная) системой при *теплообмене*.

**30. Коэффициент поверхностного натяжения.** Коэффициент поверхностного натяжения  $\alpha$  определяется как отношение силы поверхностного натяжения, действующей на контур, ограничивающий свободную поверхность жидкости, к длине этого контура.

**31. Кристалл.** Кристалл – твердое тело, частицы которого расположены упорядоченно. Главным отличием кристаллов от аморфных твердых тел является анизотропия физических свойств (зависимость свойств от направления).

**32. Кристаллическая решетка.** Кристаллическая решетка - изображение положения центров атомов или молекул в кристалле. Элементарная ячейка – наименьшая часть решетки, отображающая структуру *кристалла*. Повторение элементарной ячейки путем параллельного переноса можно получить решетку в целом.

**33. Критическая температура.** Критической называется температура, выше которой газ нельзя превратить в жидкость увеличением давления. Критическая температура у разных веществ может быть довольно высокой и очень низкой. Например, у водяного пара она равна 647 К, а у молекулярного водорода 33 К, а у гелия 5,2 К.

**34. Макросостояние.** Макросостояние – состояние термодинамической *системы*, задаваемое набором макроскопических параметров (давление, объем, температура и пр.), характеризующих систему в целом. Одно макросостояние может быть реализовано большим (даже очень большим) числом *микросостояний*.

**35. Микросостояние.** Микросостояние – состояние термодинамической системы, задаваемое набором величин, характеризующих каждую микрочастицу (координата, импульс, энергия и т. д.).

**36. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ).** МКТ – теория тепловых явлений, основанная на представлении о мельчайших частицах вещества – атомах и молекулах. Современное название МКТ – статистическая физика.

**37. Насыщенный пар.** Насыщенным называется пар, находящийся в *динамическом равновесии* с жидкостью.

**38. Неравенство Клаузиуса.** Неравенство Клаузиуса есть математическая запись *второго начала термодинамики* для необратимых процессов в неизолированной системе: если система совершает *цикл* (*круговой процесс*), то изменение ее *энтропии* равно нулю. Алгебраическая сумма приведенных *количеств теплоты*, сообщенных при этом системе, равно нулю в *обратимом процессе* и меньше нуля в необратимом процессе. Приведенное количество теплоты – это количество теплоты, полученное системой от нагревателя (или отданное холодильнику), отнесенное к соответствующей температуре.

**39. Нормальные условия.** Нормальными называются условия, когда система (например, газ) находится при давлении  $p = 1,013 \cdot 10^5$  Па (760 мм рт. ст.) и температуре  $T = 273$  К ( $0^\circ\text{C}$ ).

**40. Обратимый процесс.** Обратимым называется процесс, который можно провести в прямом и обратном направлении через одни и те же промежуточные состояния без изменения в окружающих телах. Обратимыми являются *равновесные процессы*.

**41. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).** Основные положения МКТ:

- все тела состоят из мельчайших частиц, атомов и молекул;
- частицы эти находятся в состоянии непрерывного хаотического движения, называемого тепловым;

- между частицами имеются силы притяжения и отталкивания;
- движение каждой частицы подчиняется законам классической механики.

**42. Пар.** Пар – это газ при температуре ниже критической. Пар можно превратить в жидкость простым сжатием. Всякий пар – это газ, но не всякий газ есть пар.

**43. Параметры состояния.** *Координаты и потенциалы* называются параметрами состояния. Например, для термомеханической системы параметрами состояния будут: объем ( $V$ ), *энтропия* ( $S$ ), давление ( $-p$ ) и *температура* ( $T$ ).

**44. Парциальное давление.** Парциальным давлением газа называется давление, которое было бы, если бы этот газ занимал объем, занимаемый смесью газов.

**45. Первое начало термодинамики.** Первое начало термодинамики – закон сохранения энергии, записанный в чрезвычайно общей форме, включающий изменение энергии за счет *теплообмена*. В стандартных обозначениях:  $\Delta Q = \Delta U + A$  – количество теплоты, сообщаемое системе ( $\Delta Q$ ), идет на повышение внутренней энергии системы ( $\Delta U$ ) и на совершение работы ( $A$ ). Закон сохранения механической энергии – частный случай первого начала термодинамики.

**46. Потенциалы.** Для любого *взаимодействия* существует величина, называемая потенциалом. Условием возникновения взаимодействия является разность потенциалов *системы и среды*. Для механического взаимодействия потенциалом является давление, для теплообмена – температура. Давление, рассматриваемое как термодинамический потенциал, берется со знаком минус.

**47. Работа.** Работой называется макрофизический способ изменения *внутренней энергии системы*, сопровождающийся макроскопическим движением. Ср.: *Теплообмен*. Энергия, которую система получает (или отдает) при этом процессе, называется так же работой ( $A$ ).

**48. Равновесный процесс.** Равновесным называется процесс, протекающий бесконечно медленно и представляющий собой последовательность равновесных состояний. Равновесный процесс протекает при наличии бесконечно малой разности *потенциалов системы и среды*. Равновесные процессы изучает раздел *термодинамики – термостатика*. Реальный процесс можно считать равновесным, если он протекает достаточно медленно.

**49. Свободный пробег.** Свободный пробег есть расстояние, которое проходит молекула между двумя соударениями. В *молекулярно-кинетической теории* вводится понятие среднего свободного пробега.

**50. Температура** – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической *системы*. С точки зрения *термодинамики* температура есть мера отклонения данного тела от состояния термодинамического равновесия с другим телом. Общее определение: температура есть производная от *внутренней энергии* системы по *энтропии*. Для *идеального газа* температура есть мера средней кинетической энергии молекулы.

**51. Тепловое расширение твердых тел.** Тепловое расширение твердых тел (увеличение размеров при нагревании) объясняется асимметрией потенциальной кривой зависимости потенциальной энергии от расстояния между атомами.

**52. Тепловые машины.** Тепловыми машинами называются устройства для преобразования *внутренней энергии* в механическую работу. Любая тепловая машина состоит из нагревателя, холодильника и рабочего тела. К тепловым машинам относятся паровые машины, паровые и газовые турбины, двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели и т. д.

**53. Теплоемкость.** Теплоемкостью тела (системы) называется *количество теплоты*, необходимое для нагревания тела (*системы*) на один кельвин. Если расчет ведется на один килограмм, теплоемкость называется удельной, если на один (кило)моль – (кило)молярной.

**54. Теплопроводность.** Теплопроводностью называется процесс выравнивания температур при соприкосновении тел (твердых, жидких или газообразных), имеющих разную температуру.

Теплопроводность объясняется переходом энергии от более нагретых к менее нагретым областям при отсутствии (если это газ или жидкость) перемешивания или *конвекции*.

**55. Теплообмен.** Теплообменом (или теплопередачей) называется микрофизический способ изменения *внутренней энергии системы*, не связанный с макроскопическим движением. См. также *Количество теплоты*.

**56. Термодинамика.** Термодинамика – наука о самых разнообразных процессах и сопровождающих их энергетических превращениях. Термодинамика относится к области макрофизики, она отвлекается от подразумеваемого молекулярного строения вещества и учитывает лишь поведение *системы* в целом. Делится на *термостатику* и собственно термодинамику.

**57. Термодинамическое равновесие.** Термодинамическим равновесием называется состояние, при котором макроскопические *параметры состояния* всюду постоянны и не изменяются с течением времени.

**58. Термостатика.** Термостатика – раздел *термодинамики*, изучает свойства систем в состоянии равновесия. Это наиболее разработанная ветвь термодинамики. В уравнениях термостатики не фигурирует время.

**59. Третье начало термодинамики.** Третье начало термодинамики утверждает, что *энтропия* системы при абсолютном нуле температуры равна нулю (теорема Нернста, 1906).

**60. Упругие деформации.** Деформация называется упругой, если при снятии деформирующей силы размеры и форма тела восстанавливаются.

**61. Уравнение Клапейрона-Менделеева.** Уравнение Клапейрона-Менделеева – уравнение состояния *идеального газа*:  $pV = (m/\mu)RT$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объем,  $T$  – температура,  $m$  – масса,  $\mu$  – масса одного киломоля,  $R = 8,31 \cdot 10^3$  Дж/кмоль·К – универсальная газовая постоянная.

**62. Уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) для давления (уравнение Клаузиуса)**

Уравнение МКТ для давления имеет вид:  $p = (1/3)m_0n_0v_{\text{кв}}^2$ . Здесь  $m_0$  – масса одной молекулы,  $n_0$  – концентрация молекул,  $v_{\text{кв}}$  – средняя квадратичная скорость.

**63. Уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) для энергии (уравнение Больцмана)**

Уравнение МКТ для энергии имеет вид:  $E_{\text{ср}} = (i/2)kT$ . Здесь  $E_{\text{ср}}$  – средняя кинетическая энергия одной молекулы,  $T$  – температура,  $i$  – число степеней свободы,  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – постоянная Больцмана.

**64. Уравнение состояния.** Уравнением состояния называется уравнение, связывающее *параметры состояния*. Для *идеального газа* уравнением состояния является *уравнение Клапейрона-Менделеева*.

**65. Фазовые переходы 1-го рода.** Фазовым переходом первого рода называется превращение, сопровождающееся выделением или поглощением энергии (скрытой теплоты перехода) и изменением удельного объема. К таким переходам, в частности, относятся: плавление и кристаллизация, испарение и конденсация, сублимация (испарение твердых тел) и конденсация.

**66. Фазовые переходы 2-го рода.** Фазовым переходом второго рода называется превращение, происходящее без поглощения или выделения теплоты и изменения удельного объема. Примеры фазовых переходов второго рода: переход ферромагнетика в парамагнитное состояние при температуре Кюри, переход металла в сверхпроводящее состояние и пр.

**67. Цикл Карно.** Циклом Карно называется *цикл*, состоящий из двух изотерм и двух адиабат.

КПД цикла Карно зависит только от температур нагревателя ( $T_1$ ) и холодильника ( $T_2$ ):  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ . Этот коэффициент максимальный из всех циклов, осуществляемых с данным нагревателем и холодильником и не зависит от природы рабочего тела.

## Электромагнетизм

- 1. Вихревые электрические токи** - индукционные *токи*, возникающие в сплошных *проводниках*, находящихся в переменном *магнитном поле*. Иногда с ними борются для уменьшения потерь



(например, сердечники *трансформаторов* набирают из отдельных пластин), а иногда используют в металлургии и машиностроении (индукционные печи для плавки металлов, закалки стали, сварки и пр.).

**2. Гальванический элемент** - источник электрического тока, который при разряде выделяет электрическую энергию за счет протекания электрохимических реакций. Принцип действия гальванического элемента основан на явлении взаимодействия металла с электролитом, приводящем к возникновению в замкнутой цепи электрического тока. ЭДС гальванического элемента зависит от материала электродов и состава электролита.

**3. Диамагнетизм** (от слова *dia* — поперек, греч.) называется свойство веществ (диамагнетиков) намагничиваться навстречу силовым линиям действующего на него внешнего магнитного поля. С точки зрения электронной теории диамагнетизм объясняется *законом электромагнитной индукции* и *правилом Ленца*. Диамагнетики – слабомагнитные вещества. Диамагнетизм – универсальное свойство всех веществ, однако в ряде случаев оно перекрывается более сильным *пара-* и *ферромагнетизмом*.

**4. Диэлектрик** - вещество, обладающее низкой удельной электрической проводимостью. Идеальный диэлектрик вообще не проводит ток, его проводимость равна нулю. К диэлектрикам относятся пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, *электреты* и др.

**5. Диэлектрическая проницаемость**  $\epsilon$  показывает, во сколько раз *напряженность электростатического поля* в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

**6. Домены** называют области спонтанной (самопроизвольной) намагниченности в ферромагнетике. Размеры доменов порядка 1 мкм. См. также *Ферромагнетизм*.

**7. Дуговой разряд.** Дугой называется разряд в газе, происходящий при атмосферном давлении и сопровождающийся очень высокой температурой. При этом напряжение на электродах составляет 30-40 В, а ток – десятки или сотни ампер. Одно из важнейших применений дуги – дуговая сварка и резка металлов.

**8. Закон Ампера** устанавливает связь силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, с силой тока и индукцией магнитного поля:  $F_A = IBdl \sin \alpha$ , где  $I$  — сила тока,  $B$  – индукция магнитного поля,  $dl$  — длина элементарного участка проводника. Направление вектора  $F_A$  определяется с помощью правила левой руки.

**9. Закон Кулона** - основной закон *электростатики*, выражающий зависимость силы взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов от расстояния между ними. Два неподвижных точечных заряда взаимодействуют с силой прямо пропорциональной произведению величин этих зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними и зависящей от *диэлектрической проницаемости* среды, в которой находятся заряды (Кулон, 1785). Закон Кулона подтверждается опытом вплоть до расстояний порядка  $10^{-15}$  м (размеры ядра атома).

**10. Закон Джоуля-Ленца** позволяет найти количество теплоты, выделяющееся в *проводнике* при протекании *электрического тока*: количество теплоты прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени протекания тока.

**11. Закон Ленца.** Закон Ленца – то же самое, что и *правило Ленца*.

**12. Закон Ома** для участка цепи связывает *силу тока* с разностью потенциалов на концах проводника и сопротивлением проводника:  $I = (\varphi_1 - \varphi_2)/R$ . Закон Ома для замкнутой (полной) цепи связывает электродвижущую силу источника с полным сопротивлением цепи:  $I = E/(R_n + R_0)$ . Здесь  $R_n$  и  $R_0$  — соответственно сопротивление нагрузки и внутреннее сопротивление источника.

**13. Закон сохранения электрического заряда** - физический закон, в соответствии с которым в замкнутой системе взаимодействующих тел алгебраическая сумма электрических зарядов (полный электрический заряд) остается неизменной при всех взаимодействиях.

**14. Закон электромагнитной индукции** - ЭДС индукции в замкнутом контуре прямо пропорциональна скорости изменения *магнитного потока* через поверхность, ограниченную контуром. Электронный механизм закона электромагнитной индукции состоит в том, что переменное магнитное поле порождает (индуцирует) вихревое *электрическое поле* с замкнутыми силовыми линиями. Открыт Фарадеем (1831). В



обобщенном виде закон входит в систему уравнений Максвелла.

**15. Индуктивность** Индуктивность - физическая величина, характеризующая связь между скоростью изменения тока в проводнике (катушке) и возникающей при этом ЭДС самоиндукции. Индуктивность проводника (катушки) зависит от его размеров и формы, числа витков, а также от материала магнитопровода. Единицей индуктивности в СИ является 1 Генри.

**16. Индукционный ток** - электрический ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре при изменении потока магнитной индукции, пронизывающего этот контур. Величина и направление индукционного тока определяются законом электромагнитной индукции и законом Ома.

**17. Индукция магнитного поля  $\mathbf{B}$**  — векторная величина, измеряемая отношением максимального вращающего момента, действующего на небольшой контур с током в магнитном поле к *магнитному моменту* этого контура. Направление вектора  $\mathbf{B}$  совпадает с направлением нормали к контуру в состоянии равновесия.

**18. Искровой разряд.** При высокой напряженности *электрического поля* в воздухе происходит пробой воздушного промежутка. Разряд, который происходит при этом, называется искровым. Электроды при искровом разряде остаются холодными. Искровой разряд в природе – молния. В технике искра применяется в системах зажигания двигателей внутреннего сгорания.

**19. Источник тока** - источник электрической энергии, в котором действуют *сторонние силы*, разделяющие *электрические заряды*. Источник тока характеризуется *электродвижущей силой* и внутренним сопротивлением. Источниками тока являются *гальванические элементы, аккумуляторы*, машины постоянного тока и др.

**20. Источник электродвижущей силы** источник электрической энергии, характеризующийся *электродвижущей силой* и внутренним электрическим сопротивлением. То же, что *источник тока*.

**21. Классическая электродинамика** - раздел *электродинамики*, рассматривающий изменяющееся или стационарное *электромагнитное поле* в неподвижной системе отсчета. Основу классической электродинамики составляют уравнения Максвелла.

**22. Квантовая электродинамика** - квантовая теория *электромагнитного поля*. Изучает взаимодействие поля с заряженными частицами.

**23. Колебательный контур.** Колебательным контуром называется цепь, состоящая из параллельно включенных катушки индуктивности и конденсатора. При разряде конденсатора на катушку в контуре возникают электромагнитные колебания, частота которых зависит от емкости и индуктивности контура.

**24. Конденсатор.** Конденсатор состоит из двух или проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика. Толщина диэлектрика обычно мала по сравнению с размерами проводников. В зависимости от формы обкладок конденсаторы бывают плоские, цилиндрические, сферические и др. По типу диэлектрика различают воздушные, бумажные, слюдяные, керамические и др. конденсаторы.

**25. Коронный разряд.** Корона возникает при атмосферном давлении вблизи заряженных проводников с большой положительной кривизной поверхности. Электрическое поле при этом оказывается очень неоднородным и настолько большим, что возникает ударная ионизация молекул газа, сопровождаемая слабым фиолетовым свечением. Свечение связано с тем, что электроны не только ионизируют, но и возбуждают молекулы газа. При переходе молекулы из возбужденного в основное состояние происходит испускание фотонов, и газ светится. Явление приводит к нежелательным потерям электроэнергии.

**26. Коэффициент электропроводности.** Коэффициентом электропроводности называется величина обратная *удельному сопротивлению*.

**27. Магнитная проницаемость.** Магнитной проницаемостью  $\mu$  называется величина, показывающая, во сколько раз *индукция магнитного поля* в *магнетике* больше индукции в вакууме. Можно показать, что  $\mu = 1 + \chi$ , где  $\chi$  – *магнитная восприимчивость*.

**28. Магнитное поле** — одна из сторон единого *электромагнитного поля*. Магнитное поле создается движущимися *зарядами (током проводимости)* и переменным электрическим полем (*током смещения*). Действует магнитное поле только на движущиеся заряды.

**29. Магнитный момент.** Магнитным моментом называется векторная величина, модуль которой равен произведению силы *электрического тока* в контуре на площадь обтекаемую этим током. Направление магнитного момента связано с направлением тока правилом буравчика.

**30. Магнитный поток.** Магнитный поток (или поток вектора **B**) – это поток  $\Phi_B$  вектора магнитной индукции через какую-либо поверхность. В случае однородного магнитного поля и плоской поверхности  $\Phi_B = BS \cos \alpha$ , где **B** — индукция магнитного поля, **S** — площадь поверхности,  $\alpha$  – угол между вектором **B** и нормалью к поверхности.

**31. Макроток.** Макротоком называется *электрический ток*, текущий в проводнике (катушке).

**32. Металлы.** К металлам относятся вещества, имеющие свободные электроны, т. е. валентные электроны, оторвавшиеся от своих атомов и принадлежащие всему коллективу атомов металла (коллективизированные электроны). С точки зрения *зонной теории* твердого тела признаком металла является наличие не полностью заполненной зоны, которая носит название зоны проводимости.

**33. Микроток.** Микротоком называется движущиеся в атомах и молекулах мельчайшие заряженные частицы (прежде всего – электроны).

**34. Намагниченность.** Намагниченностью называется магнитный момент единицы объема *магнетика*.

**35. Напряжение.** Напряжение – то же самое, что и разность потенциалов.

**36. Напряженность магнитного поля.** Напряженностью магнитного поля называется вспомогательная величина, характеризующая *магнитное поле макротоков*.

**37. Напряженность электрического поля** — силовая характеристика поля, измеряется отношением силы, действующей на положительный пробный заряд, к значению этого заряда.

**38. Несамостоятельный разряд.** Разрядом называется протекание тока в газе. Несамостоятельным разрядом в газе называется разряд, который происходит только при наличии внешнего ионизирующего фактора. Роль такого фактора может играть рентгеновское или ультрафиолетовое облучение, нагревание и т. д.

**39. Опыт Эрстеда.** Эрстед обнаружил магнитное поле *тока проводимости*: магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника с током, при включении тока отклонялась от направления магнитного меридиана.

**40. Парамагнетизм (от слова *para* — вдоль, греч.).** Парамагнетизмом называется свойство веществ (парамагнетиков) намагничиваться в направлении силовых линий внешнего *магнитного поля*. Атомы парамагнетиков имеют отличный от нуля *магнитный момент* и ведут себя в магнитном поле подобно микроскопическим магнитным стрелкам.

**41. Плазма.** Плазмой называется электронейтральная смесь электронов и положительных ионов. Плазма, возникающая при разряде в газах, называется газоразрядной.

**42. р-п-переход.** р-п-переходом называется область вблизи контакта двух полупроводников с разным типом проводимости. Вследствие рекомбинации дырок и электронов вблизи контакта образуется область, обедненная носителями тока и называемая запирающим слоем. Поскольку р-п-переход обладает односторонней проводимостью, то он используется для выпрямления переменного тока низкой частоты и детектирования радиосигналов.

**43. Поляризация диэлектрика.** Поляризацией диэлектрика называется процесс смещения связанных зарядов диэлектрика в *электрическом поле*. В результате поляризации грани диэлектрической пластины, помещенной в *электрическое поле*, оказываются заряженными зарядами противоположного знака.

**44. Потенциал.** Потенциал электростатического поля - энергетическая характеристика поля. Определяется как величина, измеряемая работой сил поля по переносу единичного положительно заряда из данной точки в другую, фиксированную точку. В качестве фиксированной часто берут бесконечно удаленную точку. Другими словами, потенциал электростатического поля равен потенциальной энергии единичного положительного заряда, помещенного в эту точку. Единица потенциала в СИ 1 Вольт.

**45. Правило Ленца** - правило, определяющее направление индукционных токов, возникающих при

электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца индукционный ток всегда имеет такое направление, что его собственный магнитный поток компенсирует изменения внешнего магнитного потока, вызвавшего этот ток. Правило Ленца есть следствие закона сохранения энергии. Э.Х.Ленц (1804-1865) - русский физик.

**46. Полупроводники.** Полупроводниками называется класс веществ, занимающих по своей способности проводить *электрический ток* промежуточное положение между *металлами* и *диэлектриками*. С точки зрения зонной теории твердого тела вещество относится к полупроводникам, если ширина запрещенной зоны, отделяющей валентную зону от зоны проводимости, меньше 2 эВ.

**47. Полупроводниковый диод.** Устройство, в котором используется нелинейность вольтамперной характеристики р-п-перехода. Применяются для выпрямления переменного тока низкой частоты (в выпрямителях) и детектирования радиосигналов.

**48. Постоянный ток.** Постоянным называется *электрический ток*, не меняющийся с течением времени. В случае постоянного тока при определении силы тока  $I = \Delta q / \Delta t$  можно брать любой промежуток времени  $\Delta t$ .

**49. Правила (законы) Кирхгофа** применяются для расчета сложных (разветвленных) цепей постоянного тока. Метод комплексных токов позволяет распространить эти правила для расчета цепей переменного тока.

**50. Примесная проводимость полупроводника.** Проводимость называется примесной, если в химически чистый полупроводник добавлена примесь. Если при этом преобладает электронная проводимость, примесь называется донорной, если дырочная – акцепторной.

**51. Проводники.** Проводниками называются вещества, содержащие в достаточной концентрации свободные *заряды*. К проводникам относятся металлы, ионизированные газы, водные растворы *электролитов* и расплавы солей. В *электрическом поле* свободные заряды перераспределяются так, что *напряженность* электрического поля внутри проводника оказывается равна нулю, а *потенциал* проводника всюду одинаков.

**52. Релятивистская электродинамика** - раздел электродинамики, изучающий электромагнитные явления в движущихся средах, опираясь на инвариантность заряда в различных системах отсчета и инвариантность основных законов относительно преобразований Лоренца.

**53. Самоиндукция** - явление возникновения *электродвижущей силы* в проводнике (катушке) при изменении протекающего в ней *электрического тока*. Величина и знак ЭДС самоиндукции определяются *законом электромагнитной индукции*.

**54. Сверхпроводимость.** Явление сверхпроводимости открыл голландский физик Камерлинг-Оннес (1911): сопротивление ртути при температуре, близкой к абсолютному нулю, скачком уменьшалось до нуля. В дальнейшем сверхпроводимость была обнаружена и у других металлов и сплавов (свинец, олово, железо и др.). Сверхпроводимость, как и электрическое сопротивление, объясняется взаимодействием коллективизированных электронов металла с кристаллической решеткой. В 1986 году обнаружена высокотемпературная сверхпроводимость, теория которой находится в стадии разработки.

**55. Сила Лоренца.** Силой Лоренца называется сила, действующая на *заряд* в *электрическом* и *магнитном поле* (электрическая и магнитная сила Лоренца):  $\mathbf{F} = q\{\mathbf{E} + [\mathbf{v}, \mathbf{B}]\}$ . Первое слагаемое в последнем выражении называется электрической, а второе – магнитной силой Лоренца.

**56. Сила тока.** Силой тока называется величина, измеряемая *зарядом*, протекающим через поперечное сечение проводника в одну секунду. Единица силы тока в СИ: 1 Ампер – четвертая основная единица этой системы (наряду с метром, килограммом и секундой).

**57. Собственная проводимость полупроводника.** Собственной называется проводимость химически чистого полупроводника. В этом случае *электроны* и *дырки* возникают в равных количествах, и проводимость носит наполовину электронный, наполовину дырочный характер.

**58. Соленоид.** Соленоидом называется катушка цилиндрической формы.

**59. Сторонняя сила** - сила неэлектростатической природы, вызывающая перемещение положительных электрических зарядов внутри источника постоянного тока от точки с низким к точке с высоким потенциалом (отрицательных – от точки с высоким к точке с низким потенциалом). Сторонними считаются все силы отличные от кулоновских сил. Удельная работа сторонних сил (работа по переносу единичного заряда) называется *электродвижущей силой* источника тока.

**60. Термоэлектродвижущая сила** - *электродвижущая сила*, возникающая в электрической цепи, состоящей из нескольких разнородных *проводников*, контакты между которыми имеют разные температуры.

- 61. Термоэлектронная эмиссия** — испускание электронов металлами, нагретыми до высокой температуры.
- 62. Тлеющий разряд** — разряд, возникающий в разрядной трубке, наполненной газом при низком давлении (около 0,1 мм рт. ст.), при *напряжении* порядка нескольких тысяч вольт. Применяется, в частности, в лампах дневного света.
- 63. Токи Фуко.** Токами Фуко называются индукционные токи, возникающие в массивном проводнике, помещенном в переменное *магнитное поле*.
- 64. Ток проводимости.** Током проводимости называется *электрический ток*, обусловленный движением заряженных частиц.
- 65. Торойд.** Торойдом называется катушка, имеющая форму бублика.
- 66. Точечный электрический заряд** — заряженное тело, размерами которого можно пренебречь в условиях конкретной задачи.
- 67. Транзисторы** — полупроводниковые триоды. Предложены в США (1948). Применяются для усиления и генерации электрических колебаний. По сравнению с вакуумными триодами обладают рядом ценных преимуществ (малый вес и габариты, прочность, отсутствие накальных цепей, высокий к. п. д., большой срок службы).
- 68. Трансформатор.** Трансформатором называется устройство для преобразования переменного тока и напряжения. Принцип действия основан на *законе электромагнитной индукции*.
- 69. Удельное сопротивление** - это величина, характеризующая способность вещества проводить *электрический ток*, и численно равная сопротивлению проводника длиной в 1 метр и площадью поперечного сечения  $1 \text{ м}^2$ . Удельное сопротивление зависит от температуры. У металлов оно растет с ростом температуры, у полупроводников и водных растворов электролитов – уменьшается.
- 70. Ферромагнетизм (от слова ferrum — железо, лат.).** Ферромагнетизмом называется свойство некоторых веществ (ферромагнетиков) спонтанно намагничиваться. *Магнитные моменты* атомов ферромагнетика в пределах микроскопических областей (*доменов*) спонтанно ориентируются параллельно друг другу. Процесс намагничивания можно рассматривать как процесс ориентации магнитных моментов доменов вдоль силовых линий *магнитного поля*. При выключении магнитного поля ферромагнетик остается намагниченным (остаточная намагниченность). Ферромагнетизм наблюдается только при условии, что температура не превышает так называемую температуру (или точку) Кюри. Самые известные ферромагнетики – железо, кобальт и никель.
- 71. Шкала электромагнитных волн.** Свойства *электромагнитных волн* сильно зависят от длины волны (частоты). Шкала электромагнитных волн включает волны разных диапазонов, от радиоволн до  $\gamma$ -лучей, испускаемых радиоактивными ядрами. По мере увеличения частоты (уменьшения длины волны) усиливаются квантовые свойства электромагнитного излучения, так как энергия и импульс фотона пропорциональны частоте.
- 72. Электрет.** Электрет - *диэлектрик*, способный длительное время находиться в наэлектризованном состоянии после снятия внешнего воздействия, вызвавшего *поляризацию*. Электрет создает в окружающем пространстве *электростатическое поле* за счет предварительной *электризации* или остаточной поляризации. Обычно электреты образуются путем нагревания диэлектриков до температуры, близкой к температуре их плавления, и последующего охлаждения в сильном внешнем *электрическом поле*.
- 73. Электризация тела** - сообщение *электрических зарядов* телу или наведение зарядов на нем. На микроскопическом уровне электризация сопровождается переходом очень небольшого числа электронов от одного тела к другому.
- 74. Электрическая емкость.** Электрическая емкость (электроемкость) проводника - скалярная величина, характеризующая способность проводника накапливать *электрический заряд*, и равная отношению заряда проводника к его потенциалу (в предположении, что все другие проводники бесконечно удалены и что потенциал бесконечно удаленной точки принят равным нулю). Единицей электрической емкости проводника в СИ является 1 Фарад.

**75. Электрический аккумулятор** - химический *источник тока* многоразового действия. Электрические аккумуляторы используются для накопления энергии и питания различных потребителей. Различают свинцово-кислотные, щелочные и серебряно-цинковые аккумуляторы.

**76. Электрический диполь** - система двух точечных зарядов одинаковых по абсолютной величине и противоположных по знаку, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. На диполь, находящийся в электрическом поле, действует пара сил, стремящихся установить его вдоль силовых линий. Молекулы многих веществ по своим свойствам подобны электрическому диполю.

**77. Электрический заряд** - физическая величина, характеризующая свойство тел или частиц вступать в *электромагнитное взаимодействие* и определяющая значения сил и энергий при таких взаимодействиях. Электрическим зарядам приписывают положительный или отрицательный знак. Единица заряда в системе СИ – 1 Кл (кулон).

**78. Электрический ток** — это направленное (упорядоченное) движение *электрических зарядов*. Различают ток проводимости (движение заряженных микрочастиц движутся внутри макроскопического тела), конвекционный ток (движение заряженных макроскопических тел или частиц, например, частиц пыли) и ток в вакууме (пучки электронов или ионов в вакууме).

**79. Электродвижущая сила (ЭДС)** - характеристика источника энергии в электрической цепи. Электродвижущая сила измеряется отношением работы *сторонних сил* по перемещению заряда вдоль цепи к значению этого заряда. Можно сказать, что ЭДС есть удельная работа сторонних сил. ЭДС, как и *потенциал*, измеряется в вольтах.

**80. Электродинамика** - раздел физики, изучающий свойства *электромагнитного поля* и его взаимодействие с *зарядами*, связь электрических и магнитных явлений, а также *электрический ток*. Различают *классическую*, релятивистскую и *квантовую* электродинамику. Основой классической электродинамики являются уравнения Максвелла.

**81. Электролиз.** Электролизом называется выделение вещества на электродах при пропускании электрического тока через раствор электролита.

**82. Электролитическая диссоциация.** Электролитической диссоциацией называется распад молекул кислот, щелочей и солей в водном растворе на противоположно заряженные ионы. Положительные ионы называются катионами, отрицательные – анионами. Причина диссоциации – воздействие полярных молекул воды.

### **83. Электролиты**

Электролитами называются вещества (соли, кислоты, основания), водные растворы которых проводят электрически ток. Молекулы электролитов под действием полярных молекул воды диссоциируют – распадаются на противоположно заряженные ионы.

**84. Электромагнитная индукция** - явление возникновения ЭДС в проводнике при его движении в магнитном поле; или при изменении окружающего его магнитного поля. При этом в замкнутом проводящем контуре, помещенном в переменное магнитное поле, возникает индукционный ток. См. также *Закон электромагнитной индукции*.

**85. Электромагнитное взаимодействие** — это взаимодействие заряженных тел. Характер электромагнитного взаимодействия зависит от выбора системы отсчета. В некоторых системах отсчета магнитная компонента электромагнитного взаимодействия не наблюдается и наблюдается электрическое взаимодействие, в других, наоборот, маскируется электрическое, а наблюдается только магнитное взаимодействие.

**86. Электромагнитное поле** - особая форма существования материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между покоящимися или движущимися *электрическими зарядами*.

**87. Электромагнитная волна** – это свободное (оторвавшееся от токов и зарядов) переменное *электромагнитное поле*. Существование электромагнитных волн вытекает из *уравнений Максвелла*. Переменные электрическое и магнитное поле могут отрываться от породивших их токов и зарядов и, поддерживая друг друга, распространяться в пространстве со скоростью света. Поэтому говорят, что Максвелл предсказал существование электромагнитных волн. Герц получил эти волны экспериментально, а



Попов построил первый радиоприемник.

**88. Электромагнитная картина мира** возникла во второй половине 19-го века на основе исследований в области *электромагнетизма*. Особенно большое значение в ее формировании имели работы Фарадея и Максвелла, в которых вводилось понятие физического поля.

**89. Электроны и дырки** — носители тока в *полупроводниках*. Электрон, переходя из валентной зоны в зону проводимости, оставляет в валентной зоне нарушенную валентную связь, по своим свойствам эквивалентную положительному *электрическому заряду*.

**90. Электростатика** - раздел *электродинамики*, изучающий поле неподвижных зарядов и их взаимодействие. Основу электростатики составляет *закон Кулона*.

**91. Электростатическое поле** - электрическое поле неподвижных электрических зарядов. Это частный случай электромагнитного поля. Характеристиками электростатического поля являются напряженность и потенциал.

**92. Элементарный электрический заряд** - наименьший положительный или отрицательный электрический заряд, равный по абсолютному значению заряду электрона. Заряд любого тела или частицы есть величина, кратная элементарному заряду. Частицы с дробным зарядом в свободном состоянии не наблюдаются.

**93. Энергия магнитного поля.** Энергия, запасенная в *магнитном поле* катушки, равна  $W = LI^2/2$ , где  $I$  – сила тока,  $L$  – индуктивность катушки (ср. с формулой кинетической энергии!).

**94. Энергия электрического поля.** Энергия, запасенная в электрическом поле *конденсатора*, равна  $W = CU^2/2$ , где  $U$  – напряжение на конденсаторе,  $C$  – емкость конденсатора.

**95. Энергия Ферми** – энергия электронов, занимающих при абсолютном нуле температуры верхний уровень в зоне проводимости металла. Расчет показывает, что электроны, находящиеся на уровне Ферми, даже при абсолютном нуле обладают огромной кинетической энергией. Но движение электронов при этом носит не тепловой характер. При нормальных условиях вклад теплового движения в общую кинетическую энергию составляет величину не более 1 %.

**96. Эффект Холла.** Эффектом Холла называется возникновение разности *потенциалов (электродвижущей силы)* между гранями полупроводниковой или металлической пластинки с током при помещении ее в *магнитное поле*. Эффект Холла применяется для определения знака и концентрации носителей тока, а также в измерительной технике (для измерения *индукции магнитного поля*).

## Оптика и строение атома

**1. Абсолютный показатель преломления.** Абсолютный показатель преломления света - отношение скорости света в вакууме к фазовой скорости света в данной среде. Абсолютный показатель преломления света показывает во сколько раз скорость света в вакууме больше скорости света в данной среде.

**2. Адроны (от греч. *adros* — крупный, массивный).** Адронами называются частицы, которые могут участвовать в *сильном взаимодействии*. К адронам относятся *протоны, нейтроны, мезоны* и некоторые др. частицы.

**3. Аннигиляция.** Аннигиляцией называется взаимное уничтожение частиц и античастиц, в результате которого образуются *фотоны*. Например, аннигиляция электрона и позитрона приводит к образованию двух фотонов.

**4. Бозоны.** См. *Спин*.

**5. Видимое излучение (видимый свет).** Видимое излучение - электромагнитное излучение, вызывающее зрительное ощущение и занимающее участок спектра от 380 до 780 нм. Световые излучения различных частот воспринимаются человеком как разные цвета.

**6. Геометрическая оптика.** Геометрическая оптика - раздел оптики, в котором изучаются законы распространения света в прозрачных средах, основанные на представлении о *световых лучах*. Основными законами *геометрической оптики* являются:

- закон прямолинейного распространения света;
- закон независимых световых пучков;
- закон отражения;
- закон преломления.

**7. Глюоны.** Глюоны – квазичастицы, переносчики *сильного взаимодействия*.

**8. Гравитационное взаимодействие.** Гравитационное взаимодействие – одно из четырех *фундаментальных взаимодействий*, самое слабое по интенсивности. Присуще всем телам Вселенной. Самое известное его проявление – всемирное тяготение. Согласно наиболее распространенной точке зрения, носит обменный характер: механизм сводится к обмену квазичастицами – *гравитонами*.

**9. Взаимопревращаемость элементарных частиц.** Взаимопревращаемость - фундаментальное свойство элементарных частиц. При распаде частицы происходит не разложение частицы на составные части, а рождение новых частиц. Так, например, в результате распада *нейтрона* на *протон*, *электрон* и *антинейтрино* происходит именно рождение протона, электрона и антинейтрино. Нельзя сказать, что нейтрон состоит из этих частиц.

**10. Волновая оптика.** Волновая оптика - раздел *оптики*, изучающий явления, в которых проявляется волновые свойства *света*.

**11. Голография** (от греч. *holos* – полный и *graphie* – пишу). Голография – способ получения объемных изображений предметов на фотопластинке (голограмме) при помощи когерентного излучения лазера. Голограмма фиксирует не само изображение предмета, а структуру отраженной от него световой волны (ее амплитуду и фазу). Для получения голограммы необходимо, чтобы на фотографическую пластинку одновременно попали два когерентных световых пучка: предметный, отраженный от снимаемого объекта, и опорный – приходящий непосредственно от лазера. Свет обоих пучков интерферирует, создавая на пластинке чередование очень узких темных и светлых полос – картину интерференции. На экспонированной таким образом и проявленной пластинке отсутствует какое-либо изображение, но его в зашифрованном виде содержит система интерференционных полос. Если голограмму просветить, как диапозитив, лазерным светом той же частоты, что была использована при записи, возникнет «*восстановленная голограмма*» – объемное изображение снятого предмета, словно висящего в пространстве. Меняя точку наблюдения, можно заглянуть за предметы на первом плане и увидеть детали, ранее скрытые от взгляда. Свет, проходя сквозь систему черно-белых полос голограммы, испытывает дифракцию и воспроизводит волновой фронт, исходивший от снятого предмета.

**12. Дефект массы.** Дефектом массы называется разность суммы масс *нуклонов*, входящих в состав ядра, и массы ядра.

**13. Дисперсия света** – зависимость фазовой скорости света от частоты (или длины волны). Дисперсия *показателя преломления* – зависимость показателя преломления *n* от частоты *ν*.

**14. Дифракционная решетка** - оптическое устройство, имеющее большое число щелей, разделенных непрозрачными промежутками, на которых происходит дифракция света. Обычно дифракционная решетка представляет собой совокупность большого числа параллельных штрихов одинаковой ширины, нанесенных на прозрачную или отражающую поверхность на одинаковом расстоянии друг от друга. Дифракционная решетка является основным элементом многих спектральных приборов.

**15. Дифракция света** (от лат. *diffractus* – разломленный) - отклонение от законов геометрической оптики, выражающееся в огибании светом малых препятствий. Дифракция наблюдается при распространении света в среде с резко выраженными неоднородностями.

**16. Закон отражения света.** Закон отражения света - закон, определяющий взаимное расположение при зеркальном отражении падающего и отраженного лучей, а также перпендикуляра, восстановленного к границе раздела двух сред в точке падения: -1- оба луча и перпендикуляр лежат в одной плоскости; -2- угол падения равен углу отражения.

**17. Закон преломления света** (закон Снеллиуса) – один из законов геометрической оптики, согласно

которому падающий луч, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости; отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данных двух сред и равная относительному показателю преломления второй среды по отношению к первой. См. также *Геометрическая оптика*.

**18. Закон прямолинейного распространения света.** Закон прямолинейного распространения света - постулат геометрической оптики, в соответствии с которым в однородной среде свет распространяется прямолинейно. Закон прямолинейного распространения света является следствием *принципа Ферма*.

**19. Закон Стефана-Больцмана** - утверждает, что *излучательность черного тела* прямо пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры.

**20. Закон Столетова.** Закон Столетова – один из законов внешнего *фотоэффекта*: фототок насыщения прямо пропорционален световому потоку.

**21. Законы геометрической оптики.** См. *Геометрическая оптика*.

**22. Излучательность** - полная мощность (на всех частотах и по всем направлениям) излучения с единицы поверхности нагретого тела. Излучательность зависит от температуры тела и от коэффициента поглощения его поверхности. Старые названия этой величины – энергетическая светимость или лучеиспускательная способность. См. также *Закон Стефана-Больцмана*.

**23. Интерференция света** - оптическое явление, возникающее при сложении двух или нескольких когерентных световых волн, линейно поляризованных в одной плоскости. Интерференция представляет собой устойчивую во времени картину усиления или ослабления результирующих световых колебаний в различных точках пространства.

**24. Источник света** - излучатель электромагнитной энергии в видимой части спектра. Источники света подразделяются на естественные (Солнце, Луна и т. д.) и искусственные (лампы накаливания, газоразрядные лампы и др.).

**25. Квантовая механика** - механика объектов атомного и ядерного масштаба. Нерелятивистская квантовая механика создана в 1923-26 гг. Шредингером и Гейзенбергом. В основе квантовой механики лежит несколько постулатов, в том числе утверждение о том, что состояние частицы (микрообъекта) описывается  $\Psi$ -функцией – комплексной функцией координат и времени, квадрат модуля которой интерпретируется как плотность вероятности обнаружить частицу в данном месте пространства.

**26. Квантовая оптика** – раздел оптики, изучающий явления, в которых обнаруживаются квантовые свойства электромагнитного излучения (света). Это *тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона*.

**27. Квантовая теория** возникла в 1900 году при объяснении закономерностей *теплового излучения* (М.Планк). Как выяснилось, эти закономерности можно объяснить, только приписав электромагнитному излучению корпускулярные свойства (излучение происходит отдельными порциями – квантами, энергия кванта пропорциональна частоте излучения).

**28. Кварки** – частицы, из которых построены *адроны*. В свободном состоянии не наблюдаются. Переносчики взаимодействия между кварками – *глюоны*.

**29. Когерентность.** Слово «когерентность» буквально означает «согласованность». Волны называются когерентными, если разность фаз возбуждаемых ими колебаний в любой точке пространства остается постоянной в течение времени наблюдения.

**30. Кольца Ньютона** - интерференционная картина, возникающая в проходящем или отраженном свете в окрестности точки соприкосновения выпуклой поверхности линзы со стеклянной пластинкой. После отражения лучей на границах раздела стекло - воздух и воздух - стекло световые волны интерферируют и образуют интерференционную картину в виде концентрических колец.

**31. Лазеры** (от от первых букв англ. фразы **L**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation) – квантовые генераторы света, принцип действия которых основан на явлении вынужденного



(стимулированного) излучения. Излучение лазеров поляризовано, обладает монохроматичностью, большой мощностью в узком спектральном диапазоне и малой расходимостью светового пучка. Находят широкое применение в технике и экспериментальной физике.

**32. Лептоны** (от греч. leptos — легкий). К лептонам относятся легкие частицы, не участвующие в *сильном взаимодействии* и имеющие *спин*  $1/2$ . К лептонам относятся электроны, мюоны, таоны и соответствующие им античастицы.

**33. Нейтрино** — элементарная частица, не участвующая в сильном и в электромагнитном взаимодействии. Может преодолевать огромные расстояния, не взаимодействуя с веществом.

**34. Нейтроны** — тяжелые электрически нейтральные частицы, входящие в состав атомного ядра.

**35. Нуклоны** — общее название *протонов* и *нейтронов*.

**36. Оптика** (от греч. optos — видимый, зримый) - раздел физики, в котором изучаются закономерности оптических явлений, природа света и его взаимодействия с веществом.

**37. Опыт Резерфорда** по рассеиванию  $\alpha$ -частиц тонкой золотой фольгой (1911) позволил подтвердить ядерную модель атома. Говорят, что Резерфорд открыл атомное ядро.

**38. Относительный показатель преломления** - отношение фазовой скорости света в первой среде к фазовой скорости света во второй среде. Численно относительный показатель преломления света равен отношению синуса угла падения к синусу угла преломления.

**39. Период дифракционной решетки** - расстояние между серединами двух соседних щелей дифракционной решетки. Другое название – шаг или постоянная решетки.

**40. Плоскость поляризации** - плоскость, в которой колеблется вектор напряженности электрического поля электромагнитной (световой) волны.

**41. Поглощение света** - явление ослабления яркости света при его прохождении через вещество или при отражении от поверхности.

**42. Показатель преломления света** - мера оптической плотности среды, равная отношению *скорости света* в вакууме к скорости света в среде. Показатель преломления света зависит от частоты света и от параметров состояния среды. Различают абсолютные и относительные показатели преломления.

**43. Поляризация света** - ориентация векторов напряженности электрического поля и магнитной индукции световой волны в плоскости, перпендикулярной световому лучу. Обычно поляризация возникает при отражении и преломлении света, а также при распространении света в анизотропной среде. Различают линейную, круговую и эллиптическую поляризацию света.

**44. Поляроид** - оптическая система, предназначенная для поляризации света. Представляет собой эластичную пленку, на которую нанесены соответствующим образом ориентированные маленькие кристаллики двоякопреломляющего вещества (герапатита). Поляроид изготавливается в виде светофильтра, линейно поляризующего проходящий через него свет (дешевый *поляризатор*).

**45. Постоянная Планка  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж/с** – одна из фундаментальных физических констант, введенная М.Планком в 1900 году для объяснения законов теплового излучения. Присутствует во многих соотношениях *квантовой механики*. Постоянную  $\hbar = h/2\pi$  также называют постоянной Планка.

**46. Преломление света** - явление, заключающееся в изменении направления распространения световой волны при переходе из одной среды в другую, отличающуюся *показателем преломления света*.

**47. Принцип Паули.** Простейшая формулировка принципа Паули: в атоме не может быть двух электронов, находящихся в двух одинаковых *стационарных состояниях*.

**48. Принцип Ферма** - принцип геометрической оптики, согласно которому луч света, проходящий через две

точки, идет между ними по такому пути, для прохождения которого требуется наименьшее или наибольшее (экстремальное) время по сравнению с другими возможными путями.

**49. Протоны** – положительно заряженные тяжелые частицы, входящие в состав атомных ядер. Число протонов в ядре определяет его заряд и химические свойства атома.

**50. Радиоактивностью** называется процесс самопроизвольного превращения атомного ядра в другое ядро, сопровождающийся испусканием *элементарных частиц*. Радиоактивность ядер, существующих в природе, называется естественной, а радиоактивность ядер, полученных в результате *ядерной реакции*, называется искусственной.

**51. Рассеяние света** - отклонение распространяющегося в среде светового пучка во всевозможных направлениях. Рассеяние света обусловлено неоднородностью среды и взаимодействием света с частицами вещества, при котором изменяется направление распространения, частота и плоскость колебаний световой волны.

**52. Рентгеновское излучение** — электромагнитное излучение очень высокой частоты (или очень короткой длины волны,  $\lambda = 10^{-4} - 10^3$  Å. Открыто немецким физиком В.Рентгеном (1895). Различают *тормозное* и *характеристическое* рентгеновское излучение. В рентгеновском диапазоне на передний план выступают квантовые свойства электромагнитного излучения. Находит широкое применение в медицине, в дефектоскопии, в структурных исследованиях и пр.

**53. Свет.** Термином «свет» обозначают не только *видимый свет*, но и электромагнитное излучение других диапазонов (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, *рентгеновские лучи*). Таким образом, этот термин используется как синоним выражения «электромагнитное излучение».

**54. Световой луч** - линия, вдоль которой распространяется поток энергии, испущенный *источником света*. В прозрачной однородной среде световой луч всегда прямолинеен. В среде с плавно изменяющимися оптическими характеристиками световой луч искривляется.

**55. Сильное взаимодействие** присуще тяжелым частицам (протонам, нейтронам и т. д.). Наиболее известное его проявление – ядерные силы, удерживающие нуклоны в ядрах атомов и *кварки в адронах*. Носит обменный характер: механизм сводится к обмену *глюонами*. Сильное взаимодействие – короткодействующее, действует на расстояниях порядка  $10^{-15}$  м.

**56. Скорость света в вакууме** - скорость распространения света в вакууме  $c = 299'792'458$  м/с. Скорость света в вакууме - предельная скорость распространения любых физических взаимодействий.

**57. Слабое взаимодействие** присуще всем частицам, кроме фотона. Носит обменный характер: механизм сводится к обмену *промежуточными бозонами*. Наиболее известное его проявление – бета-распад нейтрона.

Слабое взаимодействие – короткодействующее, действует на расстояниях порядка  $10^{-18}$  м

**58. Спин** – собственный механический момент частицы. Частицы с целым спином (в единицах  $\hbar$ ,  $\hbar$  – *постоянная Планка*) называются *бозонами*, с полуцелым – *фермионами*. Например, электрон (спин 1/2) – типичный фермион, фотон (спин равен 0) – типичный бозон.

**59. Теория Бора** (1913) – первая примитивная квантовая механика водородного атома и водородоподобных ионов. Бор проквантовал атом Резерфорда. Теория объясняла водородный спектр (позволяла рассчитать положения спектральных линий), но не могла объяснить спектры более сложных атомов. Теория Бора была эклектичной, так как содержала квантовые (неклассические) постулаты и в то же время использовала представления и законы классической физики (понятие «орбита», «траектория», использовала второй закон Ньютона и пр.).

**60. Тепловое излучение** — это электромагнитное излучение нагретых тел. Законы теплового излучения объясняет *квантовая теория* М.Планка (1900).

**61. Термоядерными реакциями** называются экзотермические *ядерные реакции* синтеза легких ядер, в

результате которого образуются более тяжелые ядра. Например, при синтезе изотопов водорода образуется гелий. Протекают такие реакции при очень высоких температурах порядка  $10^7 - 10^9$  К.

**62. Угол падения** — угол между падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным в точке падения.

**63. Угол преломления** - угол между преломленным лучом света и перпендикуляром, восстановленным в точке падения (преломления).

**64. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта** представляет собой следствие закона сохранения энергии:  $h\nu = A_{\text{в}} + (mv^2/2)$  — энергия фотона ( $h\nu$ ) идет на совершение работы выхода ( $A_{\text{в}}$ ) и частично переходит в энергию фотоэлектрона ( $mv^2/2$ ).

**65. Фермионы.** См. *Спин*.

**66. Фотон** - квазичастица, введенная для того, чтобы объяснить корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Фотону приписывается энергия  $\epsilon = h\nu$  и импульс  $p = h\nu/c$ , где  $\nu$  — частота света,  $c$  — скорость света в вакууме, а  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж/с — *постоянная Планка*. Фотоны — *кванты* электромагнитного поля. *Электромагнитное взаимодействие* осуществляется путем обмена фотонами.

**67. Фотоэлектроны** — электроны, вырванные светом из металла при внешнем *фотоэффекте*.

**68. Фотоэффектом** называется группа явлений, возникающих при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Различают внешний фотоэффект (вырывание электронов из металла при облучении), внутренний фотоэффект (увеличение электропроводности полупроводника при облучении) и фотогальванический эффект (возникновение ЭДС при облучении p-n-перехода). Фотоэффект объясняется на основе квантовых представлений. Первую теорию внешнего фотоэффекта создал А.Эйнштейн (1905).

**69. Черное тело.** Черным называется идеализированное тело, поглощающее всю падающую на его поверхность энергию. Устаревшее название черного тела — абсолютно черное тело. Реальные тела не являются черными; поверхность, хорошо поглощающая свет в видимом диапазоне, может плохо поглощать в инфракрасном.

**70. Электромагнитное взаимодействие** — одно из четырех *фундаментальных взаимодействий*. Действует только между электрически заряженными частицами. Носит обменный характер: механизм связан с обменом *фотонов*. Самое известное его проявление — кулоновские силы.

**71. Электрон** — мельчайшая отрицательно заряженная частица, входящая в состав атомов.

**72. Элементарные частицы** - большая группа субъядерных частиц, которые уже не рассматриваются как бесструктурные образования («кирпичики» мироздания). В настоящее время известно около 400 элементарных частиц.

**73. Энергия связи** — энергия, которую надо затратить, чтобы разделить ядро атома на составляющие его частицы. Расчет энергии связи производится с помощью соотношения  $\Delta E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2$ , где  $\Delta m$  — *дефект массы*,  $c$  — *скорость света в вакууме*.

**74. Ядерная модель атома** предполагает наличие в атоме положительно заряженного массивного ядра, в котором сосредоточена почти вся масса атома, и отрицательно заряженных электронов, вращающихся вокруг ядра по круговым или эллиптическим орбитам. Размеры ядра порядка  $10^{-15}$  м, размеры атома —  $10^{-10}$  м. Модель внутренне противоречива: вращающийся электрон должен излучать электромагнитные волны, терять энергию и, в конце концов, упасть на ядро. Выход из положения был найден Бором.

**75. Ядерная реакция** - процесс сильного взаимодействия атомного ядра с элементарной частицей или другим ядром, приводящий к превращению атомных ядер.

**76. Ядерные силы** - удерживают *нуклоны* в ядрах атомов. Это не силы в ньютоновском понимании, поэтому лучше говорить о *сильном взаимодействии* между нуклонами. Обладают свойством зарядовой

независимости, т. е. действуют одинаково в системах *протон-протон*, *нейтрон-нейтрон*, *протон-нейтрон*.

**77. Ядерный реактор** – установка, в которой осуществляется управляемая цепная реакция деления ядер. Ядерные реакторы – мощные источники *нейтронов* и *нейтрино*. В реакторах получают искусственные радиоактивные элементы.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основные источники

1. Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. - 10-е изд. - М.: Просвещение, 2002. - 336 с.
2. Физика: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. - 1-е изд. - М.: Просвещение, 2003. - 336 с.
3. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин «Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. Базовый и профильный уровни» - М.: Просвещение, 2010.
4. Л.А. Кирик «Физика 11. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы» - М.: «Илекса», 2002.
5. Л.А. Кирик «Физика 10. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы» - М.: «Илекса», 2002.
6. Е.А. Марон «Опорные конспекты и дифференцированные задачи по физике 10 кл» - М.: Просвещение, 2007.
7. Е.А. Марон «Опорные конспекты и дифференцированные задачи по физике 11 кл» - М.: Просвещение, 2007.
8. А.П. Рымкевич «Сборник задач. Физика 10-11». - М.: Дрофа, 2010.
9. И.П. Самойленко « Физика» - М.: Академия, 2010.
10. В.Ф. Дмитриева Физика - М. Академия

### Дополнительная литература:

1. Мякишев Г.Я., Сияков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл.: Учебник для угл. изучения физики – М.; Дрофа, 2008
2. Мякишев Г.Я., Сияков А.З. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: учебник для угл. изучения физики: 3-е изд. – М.; Дрофа, 2008
3. Мякишев Г.Я., Сияков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика 10-11 кл.: Учебник для угл. изучения физики: 3-е изд. – М.; Дрофа, 2008
4. Мякишев Г.Я., Сияков А.З. Физика: Колебания и волны. 11 кл.: Учебник для угл. изучения физики: 3-е изд. – М.; Дрофа, 2008
5. Мякишев Г.Я., Сияков А.З. Механика. 10 кл.: Учебник для угл. изучения физики: 3-е изд. – М.; Дрофа, 2008

