

Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**


ОУП.11 ФИЗИКА

для студентов специальности 35.02.05 Агронмия
базовой подготовки

2023 г.

Рассмотрено и одобрено
на заседании методической комиссии
естественнонаучных дисциплин
Протокол № __1__
от 30.08. 2023 г.

Председатель МК

 _____ В.Н. Чернышёва

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора

 _____

Составитель: Волынкина.М.В., преподаватель ГБПОУ «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Практическая работа № 1 Перевод величин в систему СИ.....	6
Практическая работа № 2 Применение законов Ньютона, расчет сил, действующих на тело...8	
Практическая работа № 3 Законы сохранения в механике.....	12
Практическая работа № 4 Уравнение состояние идеального газа.....	16
Практическая работа № 5 Первое начало термодинамики.....	22
Практическая работа № 6 КПД тепловых машин.....	25
Практическая работа № 7 Определение влажности воздуха.....	27
Практическая работа № 8 Тепловое расширение твёрдых тел.....	30
Практическая работа № 9 Закон Ома для участка цепи.....	34
Практическая работа № 10 Параллельное и последовательное соединение проводников.....	36
Практическая работа № 11 Закон Ома для полной цепи.....	38
Практическая работа № 12 Расчёт силы Ампера.....	41
Практическая работа № 13 Явление электромагнитной индукции.....	43
Практическая работа № 14 Самоиндукция. Энергия магнитного поля.....	45
Практическая работа № 15 Гармонические колебания. Параметры колебательного движения.....	47
Практическая работа № 16 Математический и пружинный маятник	49
Практическая работа № 17 Ёмкость в цепи переменного тока.....	52
Практическая работа № 18 Трансформатор.....	54
Практическая работа № 19 Законы отражения и преломления света.....	56
Практическая работа № 20 Шкала эл. магнитных излучений.....	57
Практическая работа № 21 Фотоэффект.....	58

Пояснительная записка

Методические рекомендации к выполнению практических работ по дисциплине «Физика» предназначены для организации самостоятельной работы студентов первого курса очного отделения специальности 35.02.05 Агрономия

Согласно учебного плана обязательная аудиторная учебная нагрузка составляет 108 часов, в том числе 42 часа составляют практические занятия. В связи с практической направленностью дисциплины разработано 21 практическая работа.

Практические работы позволяют закрепить, систематизировать и определить уровень знаний и умений по следующим темам дисциплины:

- Кинематика.
- Динамика.
- Молекулярно-кинетическая теория.
- Термодинамика.
- Механические колебания.
- Электромагнитные колебания и волны.
- Природа света.
- Волновые свойства света.
- Квантовая оптика.
- Физика атома.
- Физика атомного ядра.

Перед выполнением студентами практической работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, время выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки теста и практического выполнения задания.

Время выполнения практической работы составляет от 45 до 90 минут.

Критерии оценивания при выполнении теста:

% набранных баллов	Оценка
91 – 100	5
71 – 90	4
51 – 70	3
0 – 50	2

Критерии оценивания при выполнении практического задания:

- *Оценка «5»* - ставится в том случае, если студент обнаруживает верное понимание сущности рассматриваемых операций, правильно и в полном объеме выполняет задания, заданий и предлагает наиболее рациональное решение.
- *Оценка «4»* - задания выполнены в полном объеме, но допущены незначительные неточности.
- *Оценка «3»* - при выполнении заданий обнаруживаются неточности, выполнено правильно не менее 60% заданий, предлагаемый вариант решения не рационален.

- Оценка «2» - учащийся не овладел основными умениями в соответствии с требованиями программы.

В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Практическая работа № 1

Перевод величин в систему СИ

Задание 1

Перевести в систему СИ следующие величины токов и напряжений:

№ вар	Электрические величины										
1	481 мВ	5,7 кВ	440 В	0,4 кВ	23 мВ	45 мкА	480 А	6,4 кА	40 мА	0,3 кА	0,8 мА
2	57 кВ	4400 В	54 кВ	681 мВ	0,9 кВ	400 мкА	32 кА	3,8 мА	4,5 мА	51 А	3,4 кА
3	4,8 мВ	6,75 кВ	4 В	1,4 кВ	230 мВ	5 мкА	11,8А	35 кА	400мА	1,3 кА	25 мА
4	5,7 кВ	4,4 мВ	54 В	6,1 мВ	12,9 кВ	78 мкА	151кА	0,8 мА	45 мА	5,1 кА	0,4 кА
5	481 мВ	5,7 кВ	440 В	0,4 кВ	23 мВ	45 мкА	480 А	6,4 кА	40 мА	0,3 кА	0,8 мА
6	518 мВ	0,75 кВ	4 кВ	1,45 кВ	2,3 мВ	125 мкА	1,8 кА	35 А	79 мА	135кА	2,5 мА
7	481 В	5,7мВ	1,4кВ	0,5 кВ	105 мВ	4,5 мкА	48 мА	0,1 кА	40 кА	0,3 мА	80мкА
8	481 мВ	5,7 В	40кВ	0,4 кВ	23 мВ	45 мкА	480 А	6,4 кА	40 мА	0,3 кА	0,8 мА
9	5.8 мВ	75 кВ	50кВ	1,5 кВ	789 мВ	725 мкА	0,04 А	35 кА	790мА	935кА	1,5 мА
10	1,8 мВ	254 кВ	0,15В	1,05 кВ	23 мВ	1,5 мкА	18 кА	35мкА	179мА	13 кА	2,5 кА
11	18 мВ	75 кВ	0,2 В	1 кВ	200 мВ	100 мкА	1 кА	3,5 А	790мА	535кА	2,5 мА
12	48 мВ	57 кВ	4 В	0,1 кВ	830 мВ	450 мкА	4,8 кА	2,2 кА	10 мА	3 кА	0,1 мА
13	81 мВ	56,7 кВ	0,1кВ	0,01 кВ	1 мВ	7,1 мкА	48 мА	6,0 кА	100мА	0,9 кА	100мА
14	41 мВ	100 В	40кВ	0,41 кВ	2,3 мВ	4,5 мкА	4,8 А	6,6кА	400мА	0,3 кА	8 мА
15	58 мВ	7,5 кВ	50 В	1,52 кВ	125 мВ	72 мкА	0,01 А	33 кА	190мА	985кА	15 мА
16	18 мВ	25,4 кВ	0,5В	1,05 кВ	74 мВ	15 мкА	1,8 кА	87мкА	17мА	12 кА	25 кА
17	180 мВ	0,75 кВ	2м В	10 кВ	250 мВ	180 мкА	4 кА	3,5 А	590мА	565кА	87 мА
18	0,4 мВ	5,7 кВ	40мВ	0,12 кВ	800 мВ	45 мкА	5,8 кА	22 кА	18 мА	9 кА	1,1 мА
19	8,1 мВ	9,7 кВ	0,3В	0,25 кВ	100 мВ	520 мкА	95 мА	1,5 кА	150мА	0,4 кА	190мА
20	50 мВ	0,8 кВ	20 В	0,3В	20 мВ	250 мкА	2,5 кА	45мкА	14 мА	5А	38мА
21	0,68мВ	30В	12кВ	0,02кВ	750мВ	20А	18 кА	35мкА	590мА	565кА	1,5 мА
22	485 В	5,07мВ	2,4кВ	1,5 кВ	155 мВ	25 мкА	1,04 А	25 кА	90мА	965кА	2,5 мА
23	181 мВ	66,7 кВ	0,1кВ	2,01 кВ	1 В	2,1 мкА	1,8 А	0,6кА	40мА	2,3 кА	59 мА
24	81 мВ	5,7 В	44 кВ	0,4 кВ	3 мВ	0,5 мкА	48 А	2,4 кА	4 мА	2,3 кА	8 мА
25	4 мВ	10 В	0,4кВ	1,41 кВ	0,3 мВ	45 мкА	48 А	2,6кА	40мА	1,3 кА	12 мА

Задание 2

Перевести в систему СИ следующие величины мощностей и сопротивлений:

№ вар	Электрические величины										
1	48 кВт	4,4 Вт	0,4 кВт	23 мОм	45 кОм	48 Ом	6,4 кОм	4 МОм	0,3 кОм	2МОм	
2	57 кВт	0.5кВт	0,3 Вт	0,9 Ом	400мОм	3 МОм	0,3кОм	4,5 Ом	51 кОм	4 кОм	
3	3,2кОм	6,4 Ом	40мОм	0,3 МОм	2кОм	0,8кОм	4,8 кВт	0,4 Вт	0,4 кВт	0,2МВт	
4	30кОм	0,4 Ом	4МОм	0,3 кОм	2кОм	1МОм	48 кВт	0,4 кВт	320 кВт	0,1МВт	
5	48 кОм	4,8кВт	0,4 Вт	23 МОм	45 Ом	48 кОм	6,9 кОм	1 МОм	300мОм	1кОм	
6	98 кВт	0,4 Вт	9,4 кВт	230 мОм	450 кОм	480 Ом	6,43 кОм	9МОм	0,83 кОм	2МОм	
7	32кОм	64 Ом	4мОм	0,1 МОм	200кОм	0,5кОм	4,82 кВт	0,44 Вт	0,45 кВт	0,1МВт	
8	45 Ом	48 кОм	6,9кОм	1 МОм	300мОм	1кОм	48 кВт	4,4 Вт	0,4 кВт	23мОм	
9	4МОм	0,3кОм	2кОм	0,3 МОм	2кОм	0,8кОм	4,8 кВт	5,4 кВт	3280 кВт	0,1МВт	
10	0,4 Вт	20кОм	45 Ом	32кОм	64 Ом	4мОм	98 кВт	4,45 Вт	0,32 кВт	03МВт	
11	1 МОм	30мОм	1кОм	48 кВт	450 кОм	480 Ом	6,43 кОм	9МОм	0,83 кОм	2МОм	
12	0,3 Вт	0,9 Ом	4МОм	3 МОм	0,3кОм	4,5 Ом	51 кОм	4 кОм	400мОм	30кВт	
13	45 Ом	48 кОм	6,9кОм	1 МОм	300мОм	1кОм	4,8кВт	0,4 Вт	3 МВт	10 кВт	
14	48 кОм	4,4к Вт	0,4 Ом	23 Вт	45 кВт	48 Ом	6,4 кОм	4 МОм	0,3 кОм	2МОм	
15	0,3 Вт	0,9 Ом	40мОм	3 МОм	0,3кОм	48 кВт	4,4 Вт	0,4 кВт	0,3 кОм	2МОм	
16	40мОм	0,3кОм	2кОм	0,8кОм	2кОм	1МОм	48 кВт	0,4 кВт	320 кВт	0,1МВт	

17	0,8кОм	4,8 кВт	0,4 Вт	0,4 кВт	0,2МВт	3,2кОм	6,4 Ом	40мОм	0,3 МОм	2кОм
18	0,3 Вт	2кОм	0,8кОм	4,8 кВт	30кОм	0,4 Ом	4МОм	50мОм	2кОм	32 кВт
19	45 кОм	48 Ом	6,4кОм	4 МОм	0,3кОм	2МОм	48 кВт	4,4 Вт	0,4 кВт	23 Ом
20	1МОм	1,3кОм	5Ом	1,3 МОм	5кОм	1,8кОм	4 кВт	1,4 кВт	328 кВт	1,1МВт
21	0,2 кВт	0,4 Вт	2,4 кВт	2 мОм	4 кОм	4 Ом	2,4 кОм	9 МОм	0,2 кОм	1МОм
22	3 Вт	0,1 Ом	5МОм	1 МОм	5,3кОм	2,5 Ом	20 кОм	9 кОм	457мОм	26кВт
23	8 кОм	2,8кВт	1,4 Вт	93 МОм	5 Ом	33 кОм	6 кОм	3 МОм	320мОм	4кОм
24	4мОм	0,1кОм	4кОм	1,8кОм	5кОм	7МОм	22 кВт	0,7 кВт	120 кВт	0,6МВт
25	12кОм	54 Ом	7мОм	0,5 МОм	250кОм	1,5кОм	4,8 кВт	0,22 Вт	1,45 кВт	0,2МВт

Задание 3

Записать сопротивление в кОм и МОм (округление до десятых долей)

№ вар	1	2	3	4	5	6	7
R, Ом	45621589	78459219	45621789	45621789	7854219154	124587912	1542682
№ вар	8	9	10	11	12	13	14
R, Ом	128579,6	78666232	456217,8	17856536	78542191,5	1245879,1	154268256
№ вар	15	16	17	18	19	20	21
R, Ом	5621589	1845921	6562579	1561789	585321914	12358752	6532682
№ вар	22	23	24	25	26	27	28
R, Ом	62859,6	8262232	25215,8	4734653	1832131,5	324579,1	35426256

Практическая работа № 2

Тема: Применение законов Ньютона, расчет сил, действующих на тело, законы сохранения импульса и энергии

Цель: применять законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии при решении задач

Краткая теория:

Первый закон Ньютона. Если на тело не действуют силы или их действие скомпенсировано, то данное тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.

Свойство тел сохранять свою скорость при отсутствии действия на него других тел называется **инерцией**. **Масса** тела – количественная мера его инертности. В СИ она измеряется в килограммах.

Системы отсчета, в которых выполняется первый закон Ньютона, называются **инерциальными**. Системы отсчета, движущиеся относительно инерциальных с ускорением, называются **неинерциальными**.

Сила – количественная мера взаимодействия тел. Сила – векторная величина и измеряется в ньютонах (Н). Сила, которая производит на тело такое же действие, как несколько одновременно действующих сил, называется **равнодействующей** этих сил.

Второй закон Ньютона. Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \vec{F} = m \vec{a}.$$

или

Если два тела взаимодействуют друг с другом, то ускорения этих тел обратно пропорциональны их массам.



Третий закон Ньютона. Силы, с которыми тела взаимодействуют друг с другом, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны.

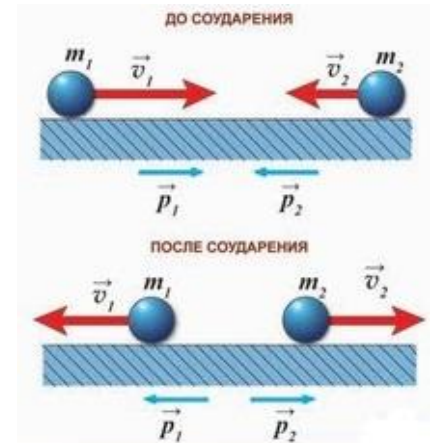
Закон сохранения импульса — Векторная сумма импульсов двух тел до взаимодействия равна векторной сумме их импульсов после взаимодействия

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1^l + m_2 v_2^l$$

$$p_1 + p_2 = p_1^l + p_2^l$$

Докажем закон сохранения импульса.

Возьмем и обозначим массы двух тел m_1 и m_2 и скорости до взаимодействия \vec{v}_1, \vec{v}_2 , а после взаимодействия (столкновения) \vec{v}_1^l, \vec{v}_2^l



По третьему закон Ньютона силы, действующие на тела при их взаимодействии, равны по модулю и противоположны по направлению; поэтому их можно обозначить $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Для изменений импульсов тел при их взаимодействии на основании Импульса силы можно записать так

Для первого тела:

$$\vec{F}t = m_1 \vec{v}_1^l - m_1 \vec{v}_1$$

Для второго тела:

$$-\vec{F}t = m_2 \vec{v}_2^l - m_2 \vec{v}_2$$

И тогда у нас получается, что закон сохранения импульсов выглядит так:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1^l + m_2 v_2^l$$

Экспериментальные исследования взаимодействий различных тел — от планет и звезд до атомов и элементарных частиц — показали, что в любой системе взаимодействующих между собой тел при отсутствии действия сил со стороны других тел, не входящих в систему, или равны нулю, сумма импульсов тел остается неизменной.

Необходимым условием применимости **закона сохранения импульса** к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета

В Формуле мы использовали :

t — Время взаимодействия тел

$p_1 = m_1 v_1$ — Импульс 1 тела до взаимодействия

$p_2 = m_2 v_2$ — Импульс 2 тела до взаимодействия

$p_1^l = m_1 v_1^l$ — Импульс 1 тела после взаимодействия

$p_2^l = m_2 v_2^l$ — Импульс 2 тела после взаимодействия

Вариант 1

1. Автомобиль движется равномерно и прямолинейно со скоростью v (рис. 1). Какое направление имеет равнодействующая всех сил, приложенных к автомобилю?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. $\vec{F} \square 0$.



Рис. 1

2. На рисунке 2 представлены направления векторов скорости v и ускорения a мяча. Какое из представленных на рисунке 3 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил, приложенных к мячу?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

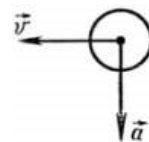


Рис. 2

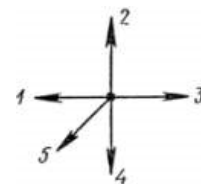


Рис. 3

3. Как будет двигаться тело массой 2 кг под действием силы 4 Н?

- А. Равномерно, со скоростью 2 м/с. Б. Равноускоренно, с ускорением 2 м/с².
В. Равноускоренно, с ускорением 0,5 м/с². Г. Равномерно, со скоростью 0,5 м/с.
Д. Равноускоренно, с ускорением 8 м/с².

4. Две силы $F_1=3$ Н и $F_2=4$ Н приложены к одной точке тела. Угол между векторами F_1 и F_2 равен 90°. Чему равен модуль равнодействующей этих сил?

- А. 7 Н. Б. 1 Н. В. 5 Н. Г. 4 Н. Д. Среди ответов А—Г нет правильного.

5. Шар, подвешенный на нити, движется равномерно по окружности в горизонтальной плоскости (рис. 4). Какое направление имеет вектор равнодействующей всех приложенных к нему сил?

- А. $\vec{F} \square 0$. Б. 1. В. 2. Г. 3. Д. 4.

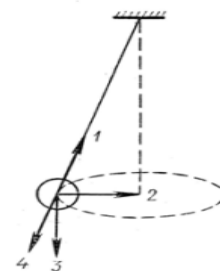


Рис. 4

6. На рисунке 5 показаны направление и точка приложения вектора силы F_1 , действующей при ударе мяча. На каком из рисунков (рис. 6) правильно показаны направление и точка приложения силы F_2 , возникающей при взаимодействии по третьему закону Ньютона?

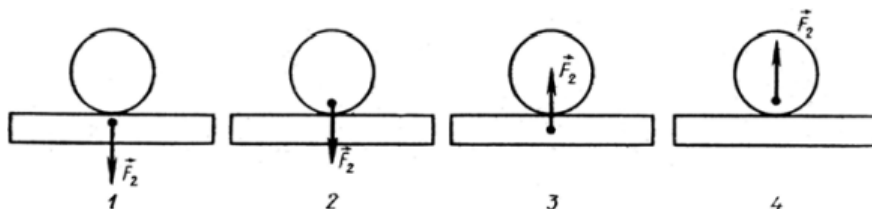


Рис. 6

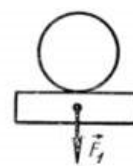


Рис. 5

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Среди рисунков 1—4 нет правильного.

7. У поверхности Земли (т. е. на расстоянии R от ее центра) на тело действует сила всемирного тяготения 36 Н. Чему равна сила тяготения, действующая на это тело на расстоянии $2R$ от центра Земли?

- А. 18 Н. Б. 12 Н. В. 4 Н. Г. 9 Н. Д. 36 Н.

8. Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами массами $m_1=m_2=1$ кг на расстоянии R равна F . Чему равна сила гравитационного взаимодействия между шарами массами 2 и 1 кг на таком же расстоянии R друг от друга?

- А. F . Б. $3F$. В. $2F$. Г. $4F$. Д. $9F$.

9. Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равна жесткость пружины?

- А. 2 Н/м. Б. 0,5 Н/м. В. 0,02 Н/м. Г. 50 Н/м. Д. 0,08 Н/м.

10. Брусок лежит неподвижно на горизонтальной платформе, движущейся равномерно и прямолинейно со скоростью v (рис. 7). Какое направление имеет вектор силы трения, действующей на брусок?

- А. $F_{тр} \square 0$. Б. 1. В. 2. Г. 3. Д. 4

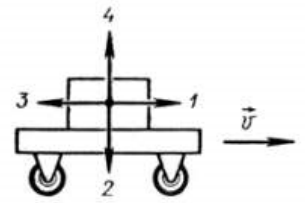


Рис. 7

11. Как изменится сила трения скольжения при движении бруска по горизонтальной поверхности, если при неизменном значении силы нормального давления площадь соприкасающихся поверхностей увеличить в 2 раза?

- А. Не изменится. Б. Увеличится в 2 раза. В. Уменьшится в 2 раза.

- Г. Увеличится в 4 раза. Д. Уменьшится в 4 раза.

12. Один кирпич положили на другой и подбросили вертикально вверх. Когда сила давления верхнего кирпича на нижний будет равна нулю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- А. Только во время движения вверх. Б. Только во время движения вниз.
В. Только в момент достижения верхней точки. Г. Во время всего полета не равна нулю.
Д. Во время всего полета после броска равна нулю.

13. Модуль скорости тела, движущегося прямолинейно, изменялся со временем по закону, представленному графически на рисунке 8. Какой из графиков, приведенных на рисунке 9, выражает зависимость от времени модуля равнодействующей F всех сил, действующих на тело?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. $F=0$.

14. Какова должна быть начальная скорость v_0 тела, направленная параллельно поверхности Земли в точке, находящейся за пределами атмосферы, чтобы оно двигалось вокруг Земли по траектории 2 (рис. 10)?

- А. $v_0 < 7,9$ км/с. Б. $v_0 \approx 7,9$ км/с. В. $7,9$ км/с $< v_0 < 11,2$ км/с.
Г. $v_0 \approx 11,2$ км/с. Д. $v_0 > 11,2$ км/с.



15. Лифт поднимается с ускорением 1 м/с^2 , вектор ускорения направлен вертикально вверх. В лифте находится тело, масса которого 1 кг. Чему равен вес тела? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

- А. 10 Н. Б. 1 Н. В. 11 Н. Г. 9 Н. Д. Среди ответов А—Г нет правильного.

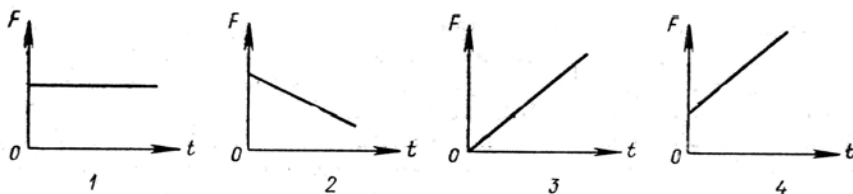
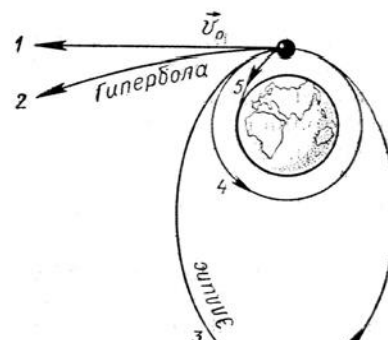


Рис. 9



Вариант 2

1. При движении парашютиста сумма векторов всех сил, действующих на него, равна нулю. Какой из графиков зависимости модуля скорости парашютиста от времени (рис. 1) соответствует этому движению?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Среди графиков 1—4 такого нет.

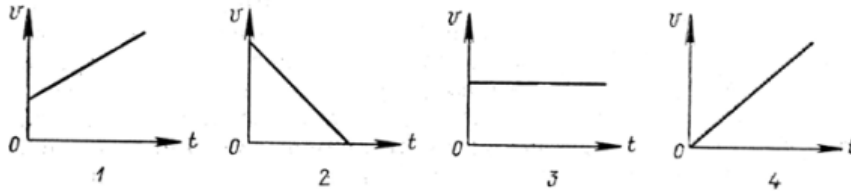


Рис. 1

2. На рисунке 2 представлены направления векторов, скорости v и ускорения a мяча. Какое из представленных на рисунке 3 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил, приложенных к мячу?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

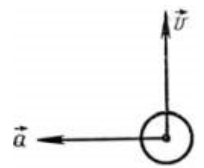


Рис. 2

3. Как будет двигаться тело массой 8 кг под действием силы 4 Н?
 А. Равномерно, со скоростью 2 м/с. Б. Равноускоренно, с ускорением 2 м/с²
 В. Равноускоренно, с ускорением 0,5 м/с². Г. Равномерно, со скоростью 0,5 м/с.
 Д. Равноускоренно, с ускорением 32 м/с².

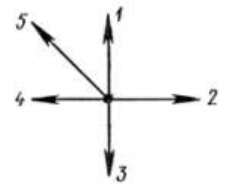


Рис. 3

4. Две силы $F_1=2$ Н и $F_2=4$ Н приложены к одной точке тела. Угол между векторами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равен 0° . Чему равен модуль равнодействующей этих сил?

- А. 6 Н. Б. 2 Н. В. Н. Г. 20 Н. Д. Среди ответов А—Г нет правильного.

5. Самолет во время выполнения «мертвой петли» движется равномерно по окружности (рис. 4). Какое направление имеет вектор равнодействующей всех приложенных к нему сил?

- А. $\vec{F} \square 0$. Б. 1. В. 2. Г. 3. Д. 4.

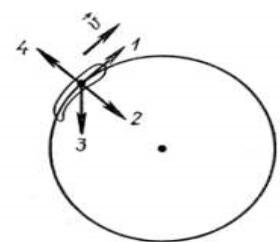


Рис. 4

6. На рисунке 5 показаны направление и точка приложения

вектора силы F_1 , с которой Земля



Рис. 5

действует на Луну по закону всемирного тяготения. На каком из рисунков (рис. 6) правильно показаны направление и точка приложения силы F_2 , возникающей при взаимодействии по третьему закону Ньютона?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Среди рисунков 1—4 нет правильного.

7. У поверхности Земли (т.е. на расстоянии R от ее центра) на тело действует сила всемирного тяготения 36 Н. Чему равна, сила тяготения, действующая на это тело на расстоянии $2R$ от поверхности Земли?

- А. 9 Н. Б. 12 Н. В. 18 Н. Г. 36 Н. Д. 4 Н.

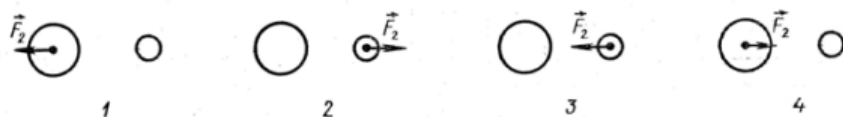


Рис. 6

8. Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами массами $m_1=m_2=1$ кг на расстоянии R равна F . Чему равна сила гравитационного взаимодействия между шарами массами 3 и 4 кг на таком же расстоянии R друг от друга?

- А. $7F$. Б. $49F$. В. $144F$. Г. F . Д. $12F$.

9. Пружина жесткостью 100 Н/м растягивается силой 20 Н. Чему равно удлинение пружины?

- А. 5 см. Б. 20 см. В. 5 м. Г. 0,2 см. Д. Среди ответов А — Г нет правильного.

10. Брусок движется равномерно вверх по наклонной плоскости

(рис. 7). Какое направление имеет вектор силы трения $\vec{F}_{тр}$?

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. $F_{тр}=0$.

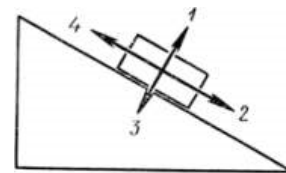


Рис. 7

11. Как изменится сила трения скольжения при движении бруска по горизонтальной поверхности, если силу нормального давления увеличить в 3 раза?

- А. Увеличится в 3 раза. Б. Уменьшится в 3 раза. В. Увеличится в 9 раз.

- Г. Уменьшится в 9 раз. Д. Не изменится.

12. Космический корабль после выключения ракетных двигателей движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и: затем движется вниз. На каком участке этой траектории сила давления космонавта на кресло имеет максимальное значение? Соппротивлением воздуха пренебречь.

А. При движении вверх. Б. В верхней точке траектории.

В. При движении вниз. Г. Во время всего полета сила давления одинакова и не равна нулю.

Д. Во время всего полета сила давления равна нулю.

13. Модуль скорости тела, движущегося прямолинейно, изменялся со временем по закону, график которого представлен на рисунке 8. Какой из графиков, приведенных на рисунке 9, выражает зависимость от времени модуля равнодействующей F всех сил, действовавших на тело?

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. $F=0$.

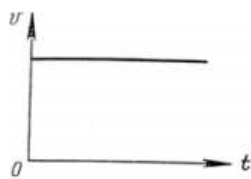


Рис. 8

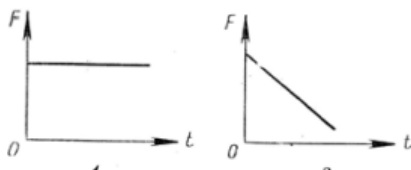


Рис.

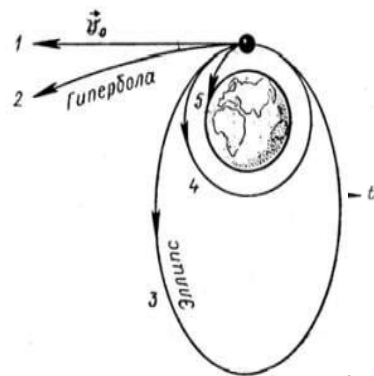


Рис. 10

элами

14. Какова должна быть начальная скорость \vec{v}_0 поверхности Земли, в v_0 тела, направленная параллельно атмосферы, чтобы оно двинулось по траектории 3 (рис. 10)?

- А. $v_0 < 7,9$ км/с. Б. $v_0 \approx 7,9$ км/с. В. $7,9$ км/с $< v_0 < 11,2$ км/с.
 Г. $v_0 \approx 11,2$ км/с. Д. $v_0 > 11,2$ км/с.

15. Лифт опускается с ускорением 10 м/с² вертикально вниз. В лифте находится тело, масса которого 1 кг. Чему равен вес тела? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

- А. 0 Н. Б. 10 Н. В. 20 Н. Г. 1 Н. Д. Среди ответов А—Г нет правильного.

Практическая работа № 3

Тема: Законы сохранения в механике

Цели:

- на примере конкретных задач рассмотреть понятия работы, потенциальной кинетической энергии;
- проанализировать границы применимости законов сохранения на конкретных примерах.

Качественные задачи

1. В каком случае расходуется меньше энергии при запуске спутника Земли: при запуске вдоль меридиана или вдоль экватора в сторону вращения Земли?

2. Два одинаковых тела падают с высоты H : одно в воздухе, другое – в вакууме. Одинаковы ли потенциальные энергии тел в начале падения? Одинаковы ли их кинетические энергии в конце падения?

3. Шофер автомобиля, едущего со скоростью v , внезапно увидел перед собой на расстоянии a широкую стену. Что ему выгоднее: затормозить или повернуть?

4. И свинец, и тяжелая вода практически не поглощают нейтроны. Почему же в атомных реакторах для торможения нейтронов тяжелую воду используют, а свинец – нет?

5. Как будут двигаться два одинаковых шарика после центрального упругого удара в отсутствие внешних сил, если один из них до удара покоился?

6. Почему при попадании пули в баллистический маятник нельзя применять закон сохранения механической энергии ко всему процессу в целом?

Примеры решения расчетных задач

Задача 1. Цепочка длиной l лежит на гладком горизонтальном столе, свешиваясь ровно наполовину. Цепочку без толчка отпускают. Найдите скорость цепочки в момент, когда ее верхний конец соскользнет со стола.

Решение:

Поскольку при движении цепочки сила трения отсутствует, то полная механическая энергия системы будет сохраняться. В качестве начального состояния выбираем цепочку в начальный момент времени, конечного – в момент, когда ее верхний конец соскользнет со стола. Будем считать потенциальную энергию цепочки в конечном состоянии равной нулю (рис. 1). Величина потенциальной энергии определяется положением центра массы тела. Поэтому в начальном состоянии полная механическая энергия системы

$$E_1 = \frac{m}{2} g \frac{l}{2} + \frac{m}{2} g \frac{l}{4} = \frac{3}{8} mgl$$

В конечном состоянии полная механическая энергия $E_2 = \frac{mv^2}{2}$, так как $E_1 = E_2$,

то $v = \sqrt{\frac{3gl}{4}}$.

Ответ: $v = \sqrt{\frac{3gl}{4}}$.

Задача 2. Человек массы m переходит с одного конца лодки массой M на другой. Длина лодки равна l . Найдите перемещение лодки. Сопротивлением воды движению лодки пренебречь.

Решение:

Поскольку система «лодка–человек» является замкнутой, то для решения задачи можно использовать закон сохранения импульса. В качестве тела отсчета выберем Землю. В начальный момент времени импульс системы «лодка–человек» равен нулю, следовательно, он будет таковым и во все последующие моменты времени:

$$m\vec{v}_ч + M\vec{v}_л = 0, \quad (1)$$

где $\vec{v}_ч$ – скорость человека относительно берега, а $\vec{v}_л$ – скорость лодки.

Согласно закону сложения скоростей $\vec{v}_ч = \vec{v}'_ч + \vec{v}_л$, где $\vec{v}'_ч$ – скорость движения человека относительно лодки. Подставим $\vec{v}_ч$ в (1):

$$m(\vec{v}'_ч + \vec{v}_л) + M\vec{v}_л = 0$$

Из последнего выражения

$$\vec{v}_л = -\frac{m}{M+m}\vec{v}'_ч$$

Обозначим время движения человека через t , тогда перемещение лодки относительно берега будет равно

$$\vec{L} = \vec{v}_л \cdot t = -\frac{m}{M+m}\vec{v}'_ч \cdot t = -\frac{m}{M+m}\vec{l}$$

где \vec{l} – перемещение человека вдоль лодки.

Ответ:
$$\vec{L} = \vec{v}_л \cdot t = -\frac{m}{M+m}\vec{v}'_ч \cdot t = -\frac{m}{M+m}\vec{l}$$

Задачи для самостоятельной работы

1. На тело действуют две силы $\vec{F}_1 = \{3, -1\}$ и $\vec{F}_2 = \{-5, 3\}$. Тело переместилось из точки с координатами $(1, 0)$ в точку с координатами $(-2, 3)$. Определите работу, совершенную каждой силой. Все величины дайте в системе СИ.

Ответ: $A_1 = -12$ Дж. $A_2 = 24$ Дж.

2. Стоящий на льду человек массой $M = 60$ кг ловит мяч массой $m = 0,5$ кг, который летит горизонтально со скоростью $v_1 = 20$ м/с. На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения μ равен 0,03?

Ответ:
$$S = \left(\frac{mv_1}{m+M}\right)^2 \frac{1}{2\mu g} \approx 4 \text{ см.}$$

3. Человек на Земле прыгает на высоту $h_3 = 1$ м. На какую высоту $h_л$, затратив ту же энергию, он прыгнет на Луне? Радиус Луны $R_л = 0,27R_3$, а ее плотность $\rho_л = 0,6\rho_3$.

Ответ:
$$h_л = \frac{\rho_3 R_3}{\rho_л R_л} = 6,17 \text{ м.}$$

4. Тело массой $m_1 = 1$ кг, движущееся со скоростью v , налетает на покоящееся второе тело и после упругого столкновения отскакивает от него под углом $\frac{\pi}{2}$ к первоначальному направлению со скоростью $v_1 = \frac{2}{3}v$. Найдите массу m_2 второго тела.

Ответ:
$$m_2 = \frac{13}{5}m_1 = 2,6 \text{ кг.}$$

5. Шарик массой m соскальзывает по желобу, имеющему на конце горизонтальный участок с высотой $H = 1,4$ м. В конце желоба он сталкивается с

таким же шариком, установленным на подставке на высоте $h = 0,7$ м (рис. 5). Считая удар абсолютно упругим, определите дальность полета второго шарика.

Ответ: $S = 2\sqrt{h(H-h)} = 1,4$ м.

6. На конце соломинки, лежащей на гладком столе, сидит маленький кузнечик массы m . С какой наименьшей скоростью относительно неподвижного наблюдателя должен прыгнуть кузнечик, чтобы попасть на другой конец соломинки? Масса соломинки M , ее длина l .

Ответ: $v = \sqrt{\frac{M}{M+m}}gl$.

7. На группу из трех гладких одинаковых кубиков, лежащих на гладкой горизонтальной поверхности, как показано на рисунке, налетает со скоростью v гладкая шайба (рис. 6). Масса каждого кубика равна массе шайбы. Диаметр шайбы и ее высота равны ребру кубика. Определите скорости всех тел после соударения.

Ответ: после удара шайба останавливается, средний кубик остается неподвижным, крайние кубики будут двигаться со скоростью $v_1 = v\sqrt{2}$ под углом 45° к направлению скорости движения шайбы.

8. Груз массой m_1 падает на плиту массой m_2 , укрепленную на пружине жесткостью k . Определите наибольшее сжатие пружины x_{\max} , если в момент удара груз обладал скоростью v . Удар неупругий.

Ответ: $x_{\max} = \frac{g(m_1 + m_2)}{k}$

9. Веревка длины $l = 20$ м переброшена через блок. В начальный момент веревка висит симметрично относительно вертикальной прямой, проходящей через ось блока, и покоится, а затем в результате незначительного толчка начинает двигаться по блоку. Будет ли движение веревки равноускоренным? Какова будет скорость веревки, когда она сойдет с блока? Массой и размерами блока пренебречь.

$$v = \sqrt{\frac{gl}{2}} \approx 10 \text{ м/с}$$

Ответ: движение веревки не будет равноускоренным.

10. В пробирке массы M , закрытой пробкой массы m , находится капля эфира. При нагревании пробирки пробка вылетает под давлением паров эфира. Пробирка подвешена на невесомом жестком стержне длины L (рис. 7). С какой минимальной скоростью должна вылететь пробка, чтобы пробирка сделала полный оборот вокруг точки подвеса?

Ответ: $v = \frac{2M\sqrt{gL}}{m}$.

Практическая работа № 4

Тема: Уравнение состояния идеального газа

Цель:

– закрепить умения учащихся определять опытным путем параметры состояния газа, проверить знание уравнения состояния газа.

Ответить на вопросы:

1. Что такое идеальный газ?
2. Объясните с помощью модели «идеальный газ», почему газы легко сжимаются, оказывают давление на стенки сосудов любой формы и размера, занимают любой предоставленный объем
3. Чему равен абсолютный нуль по шкале Цельсия?
4. Назовите 3 макроскопических параметра, характеризующих состояние данной массы разреженного газа
5. Что такое температура и что она характеризует?
6. Какие физические величины входят в уравнение Менделеева – Клапейрона?

Практические задачи

Пользуясь уравнением Менделеева – Клапейрона, вычислите, чему равна масса воздуха, заполняющего стакан.

- Какие данные нужны для этого расчета?
- Какие приборы потребуются для выполнения этой работы?

Какова масса воздуха в кабинете физики?

- Какие данные нужны для этого расчета?
- Какие приборы нужны для выполнения этой работы?
- До какой температуры надо нагреть воздух в комнате, чтобы половина массы воздуха вышла через открытую форточку?

Тест		Тест	
1 вариант	ответы	2 вариант	ответы
1. Какая из приведенных ниже величин не относится к макроскопическим параметрам?		1. Разность температуры тел указывает ...	
1. Давление	Давл	1. ... на плотность тел	
2. Масса молекулы	Масс	2. ... направление теплообмена между ними	
3. Объем	Объе	3. ... на объем тел	
4. Температура	Темп		
2. При какой температуре прекращается движение молекул?		2. Чему равна температура по шкале Цельсия, если абсолютная температура равна 300К?	
1. 273 К		4. -	
2. -273 К		273° С	
3. 0° К		5. 0°С	
4. 0 С		6. 27° С	
		7. 300 К	

III. Подставить недостающие величины в ...		3. Подставить недостающие величины в ...	
1. ...t 2. ...v 3. ...T		8. ... m 9. ... v 10. ... M	
4. Универсальная газовая постоянная - ...		IV. Степень нагретости тела характеризует ...	
1. ... $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К 2. ... $N_A = 6,31 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹ 3. ... $R = 8,31$ Дж/(моль·К)		11. ... 12. ... 13. ... работа молекула температура	
V.*Как изменится давление идеального газа при увеличении его объема в 2 раза и при уменьшении абсолютной температуры в 2 раза?		V.*Как изменится давление идеального газа при увеличении его объема в 4 раза и при уменьшении абсолютной температуры в 2 раза?	
1. Уменьшится в 4 раза 2. Уменьшится в 2раза 3. Останется неизменным 4. Увеличится в 4 раза		1. Уменьшится в 8 раза 2. Уменьшится в 4 раза 3. Останется неизменным 4. Увеличится в 4 раза	

Практическая работа № 5

Тема. Первый закон термодинамики

Цели:

- *помочь учащимся осмыслить физическое содержание первого закона термодинамики;*
- *рассматривая качественные задачи, показать, что проявления действия первого закона термодинамики имеют место в окружающем мире;*
- *на примере решения конкретных расчетных задач научить учащихся применять первое начало термодинамики к описанию изопроцессов в идеальном газе.*

Качественные задачи

1. Можно ли передать системе некоторое количество теплоты, не вызывая при этом повышения ее температуры?
2. Почему при холостых выстрелах ствол пушки нагревается сильнее, чем при стрельбе снарядами?
3. После сильного шторма вода в море становится теплее. Почему?
4. Один поэт так писал о капле: "Она жила и по стеклу текла, но вдруг ее морозом оковало, и неподвижной льдинкой капля стала, а в мире поубавилось тепла". Вы согласны с поэтом?
5. Мука из жерновов выходит горячей, хлеб вынимают из печи также горячим. Чем вызывается увеличение энергии в каждом из этих случаев?
6. Почему климат островов умереннее и ровнее, чем климат материков?

Примеры решения расчетных задач

Задача 1.

Идеальный газ с показателем адиабаты γ расширили по закону $P = \alpha V$, где $\alpha = \text{const}$. Первоначальный объем газа V_1 . В результате расширения объем увеличился в η раз. Найдите приращение внутренней энергии газа.

Решение:

Изменение внутренней энергии идеального газа равно

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{m}{\mu} C_V (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Начальное состояние газа подчиняется уравнению

$$P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1 \quad (2)$$

Конечное состояние - соответственно, уравнению

$$P_2 V_2 = \frac{m}{\mu} R T_2 \quad (3)$$

Принимая во внимание, что $P = \alpha V$ и $V_2 = \eta V_1$, уравнения (2) и (3) можно записать в виде

$$\alpha V_1^2 = \frac{m}{\mu} R T_1 \quad (4)$$

$$\alpha \eta^2 V_1^2 = \frac{m}{\mu} R T_2 \quad (5)$$

Вычитая из (5) (4), находим

$$T_2 - T_1 = \frac{\alpha V_1^2 (\eta^2 - 1)}{\frac{m}{\mu} R} \quad (6)$$

Подставляя (6) в (1), получаем

$$\Delta U = \frac{C_V}{R} \alpha V_1^2 (\eta^2 - 1) \quad (7)$$

Найдем C_V через γ , используя соотношения

$$\frac{C_P}{C_V} = \gamma \quad (8)$$

$$C_p = C_v + R \quad (9)$$

Из (8) и (9) для C_v находим

$$C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \quad (10)$$

Подставляя (10) в (7), получаем

$$\Delta U = \frac{1}{\gamma - 1} \alpha V_1^2 (\eta^2 - 1) \quad (11)$$

$$\Delta U = \frac{1}{\gamma - 1} \alpha V_1^2 (\eta^2 - 1)$$

Ответ: изменение внутренней энергии равно

Очевидно, что $\Delta U = U_2 - U_1 > 0$, то есть внутренняя энергия газа в этом процессе увеличивается.

Задача 2.

Газ, занимающий объем $V_1 = 2 \text{ м}^3$ при давлении $P_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, совершает круговой процесс, состоящий из нескольких этапов. Сначала газ изохорически охлаждается до температуры, при которой его давление равно $P_2 = 10^5 \text{ Па}$. Затем он изобарически охлаждается до состояния, из которого возвращается в начальное состояние таким образом, что его давление изменяется с изменением объема по закону $P = \alpha V$ (α - постоянная величина). Нарисуйте график данного кругового процесса на PV -диаграмме и найдите совершенную газом работу.

Решение:

Как следует из условия задачи, состояния газа 1 и 3 изображаются точками, лежащими на прямой $P = \alpha V$, проходящей через начало координат (рис. 1). Это означает, что

$$P_1 = \alpha V_1 \text{ и } P_3 = \alpha V_3$$

С учетом того, что $P_2 = P_3$, получаем

$$V_3 = \frac{P_2 V_1}{P_1} = 0,5 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Работа при круговом процессе численно равна площади фигуры, ограниченной графиком этого процесса, в данном случае - площади треугольника 123.

$$A = \frac{1}{2} (P_1 - P_2) (V_1 - V_3)$$

подставляя V_3 , получаем

$$A = \frac{(P_1 - P_2)^2 V_1}{2P_1} = 2,25 \cdot 10^5 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: работа в данном круговом процессе равна $2,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

Задачи для самостоятельной работы

1. Над газом совершают два тепловых процесса, переводя его из одного и того же начального состояния и нагревая до одинаковой конечной температуры (рис. 5). При каком процессе газу сообщается большее количество теплоты?

Ответ: большее количество теплоты подводится в том процессе, где конечный объем газа больше.

2. Один моль идеального газа, находящийся при нормальных условиях, переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя способами: 1→3→2 и 1→4→2 (рис. 6). Найдите отношение количеств теплоты, которые необходимо сообщить 1 моллю газа в этих двух процессах.

Ответ: $\frac{Q_I}{Q_{II}} = \frac{13}{11}$



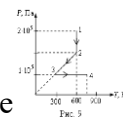
3. Некоторое количество одноатомного газа занимает объем $V_1 = 0,1 \text{ м}^3$ при давлении $P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Если газ переходит из этого состояния в конечное состояние 2 сначала при изобарическом, а затем при изохорическом нагревании, то он совершает работу $A_1 = 4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$. Если же переход осуществляется непосредственно по прямой 1-2, то работа газа $A_2 = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$. Найдите давление и объем газа в конечном состоянии 2, а также количества теплоты, полученные газом в обоих случаях (рис. 7).

Ответ: $V=0,3(\text{м}^3), P=3 \cdot 10^5(\text{Па}), Q_I=5,05 \cdot 10^4(\text{Дж}), Q_2=6,05 \cdot 10^4(\text{Дж})$.



4. Идеальный одноатомный газ, занимавший при давлении $P_1 = 10^5 \text{ Па}$ объем $V_1 = 2 \text{ м}^3$, расширяется таким образом, что график процесса расширения изображается на PV -диаграмме отрезком прямой (рис. 8). Найдите объем и давление газа в конце расширения, если известно, что газ в этом процессе получил количество теплоты $Q = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ и совершил работу $A = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

Ответ: $P_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}, V_2 = 3 \text{ м}^3$.



5. Четыре моля газа совершают процесс, изображенный на рис. 9. На каком участке работа газа максимальна?

Ответ: работа газа максимальна на участке 3-4.

Практическая работа № 6

Тем.: КПД тепловых машин

Цели:

- помочь учащимся сформулировать принципы работы тепловой машины, разобраться в ее принципиальном, с точки зрения физики, устройстве;
- научить вычислять полезную работу, совершенную тепловой машиной за цикл;
- освоить методы расчета к.п.д. тепловых двигателей.

Качественные задачи

1. Восходящий от поверхности земли поток воздуха представляет собой своеобразный тепловой двигатель. Укажите в нем основные части, присущие любому тепловому двигателю.
2. Что является нагревателем и холодильником в ракетном двигателе?
3. Станет ли к.п.д. тепловой машины равным 100 %, если трение в частях машины свести к нулю?
4. Какие пути вы можете указать для повышения к.п.д. тепловых двигателей?
5. Почему в качестве источников энергии затруднительно использовать внутреннюю энергию вод мирового океана и земной атмосферы?

Примеры решения расчетных задач

Задача 1.

Рабочее вещество, внутренняя энергия которого U связана с давлением P и объемом V соотношением $U = kPV$, совершает термодинамический цикл, состоящий из изобары, изохоры и адиабаты (рис. 1). Работа, совершенная веществом во время изобарного процесса, в $m = 5$ раз превышает работу внешних сил по сжатию вещества, совершенную при адиабатическом процессе. К.п.д. цикла $\eta = 1/4$. Определите k .

Решение:

К.п.д. цикла по определению равен

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad (1)$$

Полезная работа, совершенная веществом за цикл

$$A = A_{12} - A_{31} \quad (2)$$

где A_{12} - работа, совершаемая веществом на изобаре $1 \rightarrow 2$, A_{31} - работа, совершенная над рабочим веществом на адиабате $3 \rightarrow 1$ ($A_{31} < 0$).

В данном цикле тепло Q_1 подводится к рабочему веществу только на изобарическом участке цикла. Согласно 1-му началу термодинамики

$$Q_1 = \Delta U_{12} + A_{12} \quad (3)$$

где ΔU_{12} - изменение внутренней энергии рабочего вещества на участке цикла $1 \rightarrow 2$.

Используя заданную в условии задачи связь внутренней энергии рабочего вещества с давлением и объемом на изобаре $1 \rightarrow 2$, можно записать

$$\Delta U_{12} = kP(V_2 - V_1) = kP\Delta V = kA_{12} \quad (4)$$

Тогда

$$Q_1 = (k+1)A_{12} \quad (5)$$

Учитывая, что, согласно условию задачи, $A_{31} = \frac{A_{12}}{m}$, уравнение (2) можно представить в виде

$$A = A_{12} - \frac{A_{12}}{m} = \frac{(m-1)}{m} A_{12} \quad (6)$$

Подставляя (5) и (6) в (1) и решая относительно k , находим

$$k = \frac{m-1-\eta m}{\eta m} = 2,2$$

Ответ: $k=2,2$.

Задача 2.

Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$) (рис. 2). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 200$ К ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество теплоты, отдаваемое в единицу времени холодильнику, $q = \alpha(T - T_2)$, где $\alpha = 1$ кВт/К. Теплообмен рабочего вещества с нагревателем происходит непосредственно при $T_1 = 800$ К. Полагая, что продолжительность изотермических процессов одинакова, а адиабатических - весьма мала, найдите температуру "холодной" изотермы T , при которой мощность тепловой машины наибольшая. Определите наибольшую мощность тепловой машины.

Решение:

За время τ холодильник получает количество теплоты

$$Q_x = \alpha(T - T_2)\tau \quad (1)$$

К.п.д. цикла Карно

$$\eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = \frac{T_1 - T}{T_1} \quad (2)$$

Полезная работа тепловой машины за цикл равна

$$A = Q_H - Q_x = Q_H \left(1 - \frac{T}{T_1}\right) \quad (3)$$

Преобразуем (3), выразив Q_H через Q_x , используя (2):

$$A = Q_x \left(1 - \frac{T}{T_1}\right) \frac{T_1}{T} \quad (4)$$

Подставив в (4) Q_x из (1), получаем

$$A = \alpha(T - T_2)\tau \left(\frac{T_1}{T} - 1\right) \quad (5)$$

Полное время цикла, за которое совершается эта работа, равно 2τ , следовательно, мощность равна

$$N = \frac{A}{2\tau} = \frac{\alpha\tau(T - T_2)\left(\frac{T_1}{T} - 1\right)}{2\tau} = \frac{\alpha}{2} \left(T_1 - \frac{T_2 T_1}{T} - T + T_2\right) \quad (6)$$

$$N = N_{\max} \text{ при } \frac{dN}{dt} = 0 \text{ и } \frac{d^2 N}{dt^2} < 0$$

$$\frac{dN}{dt} = \frac{T_2 T_1}{T^2} - 1 = 0 \quad (7)$$

Из (7) видно, что $N = N_{\max}$ при $T = \sqrt{T_2 T_1} = 400$ К.

$$N_{\max} = \frac{a}{2} (T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2} + T_2) = 100 \text{ кВт.}$$

Ответ: наибольшая мощность машины равна 100 кВт.

Задачи для самостоятельной работы

1. Тепловая машина имеет коэффициент полезного действия (к.п.д.) $\eta = 20\%$. Каким станет ее к.п.д., если количество теплоты, потребляемое за цикл, увеличится на 40%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшится на 20%?

Ответ: к.п.д. машины стал $\eta' \cong 0,54$, то есть увеличился, и составляет примерно 54%.

2. Рассчитайте к.п.д. циклов, представленных на рис. 4.

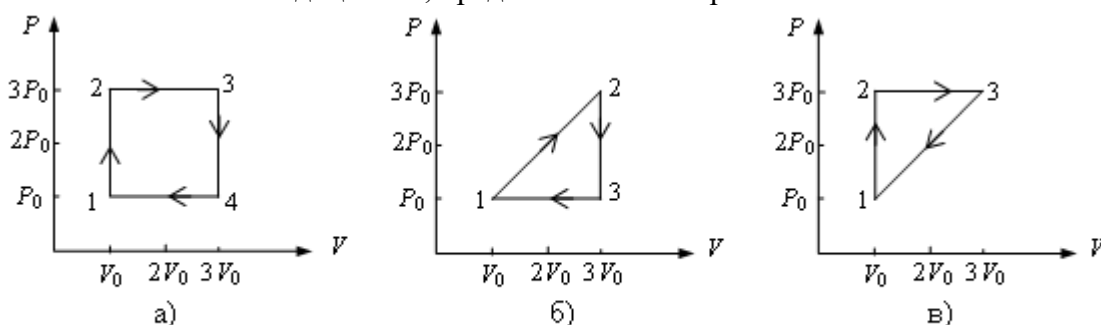


Рис. 4

Ответ: $\eta_1 = \frac{(3V_0 - V_0)(3P_0 - P_0)}{12P_0V_0 + 6P_0V_0} = 0,22 \quad \eta_1 = 22\%$

$$\eta_2 = \frac{2P_0V_0}{16P_0V_0} = 0,125 \quad \eta_2 = 12,5\%$$

$$\eta_3 = \frac{2P_0V_0}{12P_0V_0 + 6P_0V_0} = \frac{2P_0V_0}{18P_0V_0} = \frac{1}{9} = 0,11 \quad \eta_3 = 11\%$$

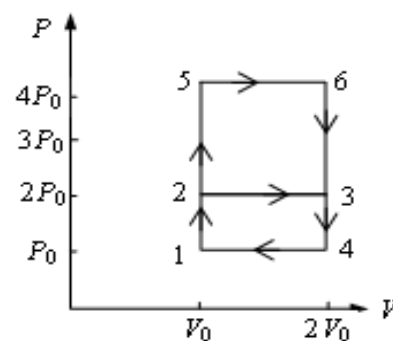


Рис. 5

3. На рис. 5 показаны два замкнутых термодинамических цикла, произведенных с идеальным одноатомным газом $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 1$. У какого из циклов коэффициент полезного действия выше? Во сколько раз?

Ответ: для второго цикла к.п.д. выше, $\eta_1 = 0,74\eta_2$.

4. Найдите к.п.д. цикла, состоящего из двух изохор и двух адиабат (рис. 6). Рабочим веществом является азот. Известно, что в пределах цикла объем газа изменяется в 10 раз, то есть $V_{\max} / V_{\min} = 10$.

Ответ: к.п.д. цикла равен 60%.

5. Определите к.п.д. цикла, показанного на рис. 7. Газ идеальный одноатомный. Участки $2 \rightarrow 3$ и $4 \rightarrow 5$ на чертеже представляют собой дуги окружностей с центрами в точках O_1 и O_2 .

Ответ: к.п.д. цикла равен 19 %.

Практическая работа № 7

Тема: Влажность воздуха

Цель: применять формулы абсолютной и относительной влажности при решении задач

Краткая теория:

Для того чтобы количественно оценить влажность воздуха, пользуются понятиями **абсолютной** и **относительной влажности**.

Абсолютная влажность — это количество граммов водяного пара, содержащееся в 1 м³ воздуха при данных условиях, т. е. это плотность водяного пара ρ , выраженная в г/м³.

Относительная влажность воздуха φ — это отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного пара при той же температуре. Относительную влажность выражают в процентах:

$$\varphi = (\rho/\rho_0) \cdot 100 \%$$

Концентрация пара связана с давлением ($p_0 = nkT$), поэтому относительную влажность можно определить как процентное отношение **парциального давления p** пара в воздухе к давлению p_0 насыщенного пара при той же температуре:

$$\varphi = (p/p_0) \cdot 100 \%$$

Под **парциальным давлением** понимают давление водяного пара, которое он производил бы, если бы все другие газы в атмосферном воздухе отсутствовали.

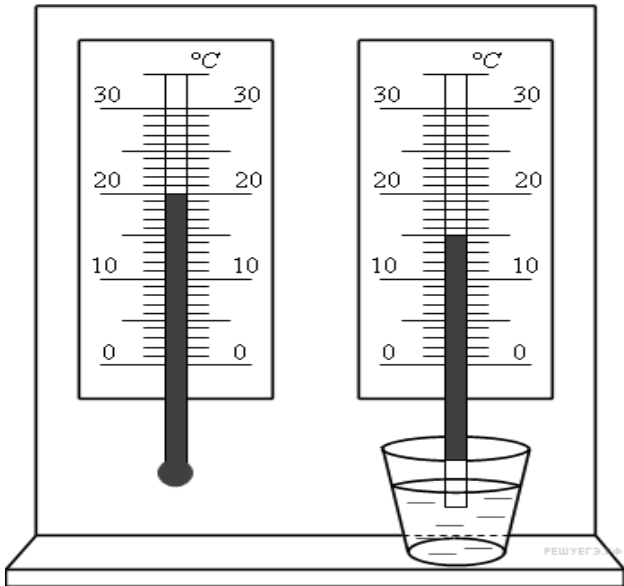
Если влажный воздух охлаждать, то при некоторой температуре находящийся в нем пар можно довести до насыщения. При дальнейшем охлаждении водяной пар начнет конденсироваться в виде росы.

1 вариант

1. На рисунке представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность воздуха указана в процентах. Психрометрическая таблица представлена ниже.

	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40

23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44



Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

2. Относительная влажность воздуха равна 42%, парциальное давление пара при температуре равно 980 Па. Давление насыщенного пара при заданной температуре равно (ответ округлить до целых)
3. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Относительная влажность воздуха стала:

4. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,

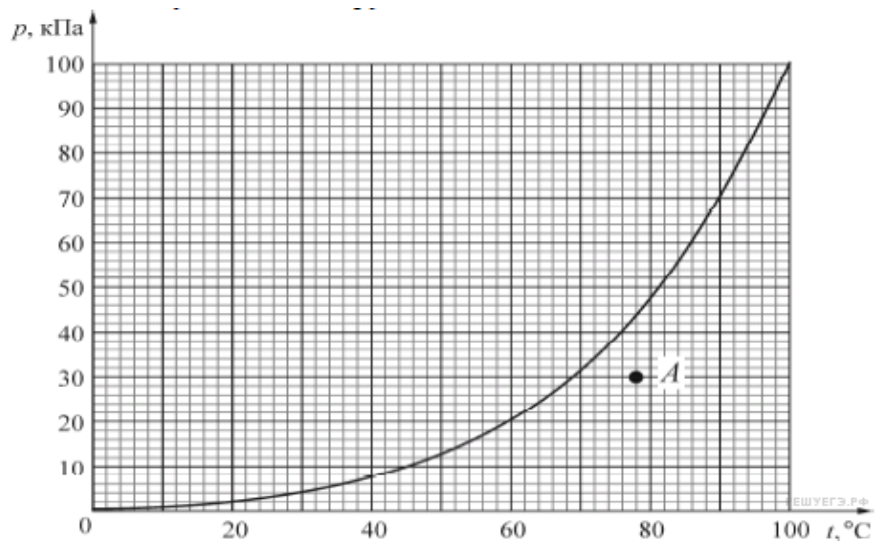
- 1) изобарно повышая температуру 2) добавляя в сосуд другой газ
 3) увеличивая объем пара 4) уменьшая объем пара

5. Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Каково соотношение концентрации n молекул воды в воздухе комнаты и концентрации $n_{н.п.}$ молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?

- 1) n меньше в 2,5 раза 2) n больше в 2,5 раза
 3) n меньше на 40% 4) n больше на 40%

6. Какова относительная влажность воздуха при температуре 20С , если точка росы 12С . Давление насыщенного водяного пара при 20С равно 2,33 кПа, а при 12С — 1,40 кПа. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

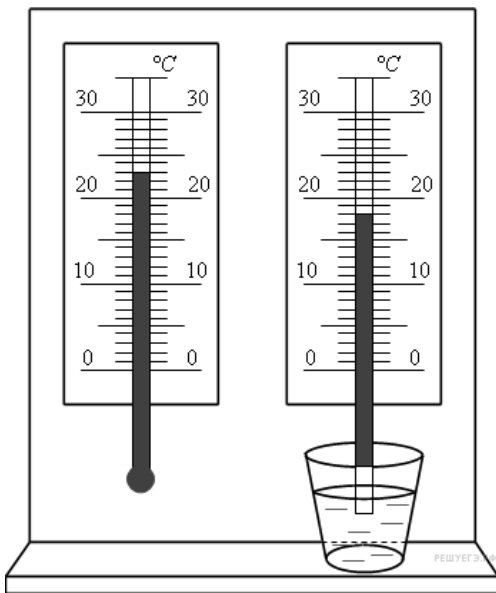
7. На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры T . Точкой A на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде? Ответ округлите до целого процента.



8. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза? (Ответ дать в процентах.)
9. Днём при температуре 19 °С относительная влажность воздуха была 70%. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура ночью понизилась до 7 °С?
10. Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре 100 °С равна 62%. Какова плотность этого пара? (Ответ дать в кг/м³, округлив до сотых долей.)

2 вариант

1. На рисунке представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах. Психрометрическая таблица представлена ниже.



Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съёмка? (Ответ дайте в процентах.)

	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

2. Давление насыщенного пара при температуре 15 °С равно 1,71 кПа. Если относительная влажность воздуха равна 59 % то каково парциальное давление пара при температуре 15 °С? (Ответ дайте в паскалях.)

3. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах.)

4. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,

- 1) добавляя в сосуд другой газ
- 2) уменьшая объем пара
- 3) увеличивая объем пара
- 4) изобарно повышая температуру

5. Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Чему равно отношение — концентрации молекул воды в воздухе комнаты к концентрации молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?

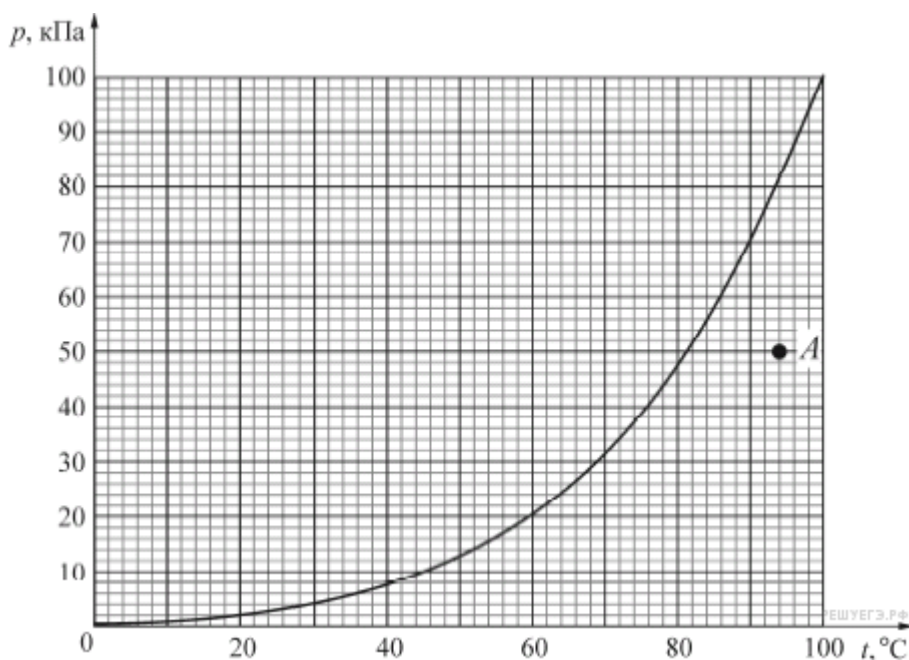
6. Какова относительная влажность воздуха при температуре 19 °С, если точка росы 7 °С? Давление насыщенного водяного пара при 19 °С равно 2,2 кПа, а при 7 °С — 1,00 кПа. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

7. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза? (Ответ дать в процентах.)

8. В комнате при температуре 20 °С относительная влажность воздуха 20%. Сколько нужно испарить воды для увеличения влажности до 50%? Объем комнаты 40 м³.

9. Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре 100 °С равна 81 %. Какова плотность этого пара? Ответ выразите в кг/м³ и округлите до сотых долей.

10. На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры T . Точкой A на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха (в процентах) в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.



Практическая работа № 8

Тема: Тепловое расширение тел

Цели: познакомить учащихся с основными типами задач и методами их решения.

Ход занятия

Прежде всего, рассматриваются силы взаимодействия атомов в твердом теле. Выясняется связь между потенциальной энергией и силами взаимодействия атомов. Вводятся понятия линейного и объемного коэффициентов расширения. Обсуждается необходимость учета теплового расширения при решении задач строительства, транспорта и машиностроения.

Качественные вопросы

1. Почему атомы твердого тела находятся на вполне определенных расстояниях друг от друга?
2. Как объяснить расширение тел при нагревании?
3. Что такое коэффициент линейного расширения?
4. Что такое коэффициент объемного расширения?
5. Какова связь между коэффициентами линейного и объемного расширения?

Примеры решения задач

Задача 1. Под действием подвешенного груза медная проволока диаметром 4 мм получила такое же удлинение, как при нагревании на 20 °С. Найти вес груза. Для меди: $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; $E = 10 \cdot 10^{10} \text{ Па}$.

Решение

Удлинение, получаемое проволокой под действием веса груза, равно $\Delta \ell = \frac{\ell P}{ES}$; удлинение, которое будет испытывать проволока при нагревании, равно $\Delta \ell_1 = \alpha t \ell$. По условию $\Delta \ell = \Delta \ell_1$,

тогда
$$P = \alpha E S t \ell = \frac{\pi d^2}{4} \alpha E t \ell ;$$

$$P = \frac{3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 10^{10} \cdot 20 \cong 500 \text{ Н.}$$

Ответ: $P = 500 \text{ Н}$.

Задача 2. Железная линейка при 15 °С имеет длину 1 м. На сколько изменится длина линейки при охлаждении до -35 °С? $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Решение

По закону линейного расширения

$$\ell_1 = \ell_0 [1 + \alpha(T_1 - T_0)], \quad (1)$$

$$\ell_2 = \ell_0 [1 + \alpha(T_2 - T_0)], \quad (2)$$

где ℓ_2 – длина линейки после ее охлаждения до температуры T_2 ; α – коэффициент расширения железа.

Тогда изменение длины линейки

$$\Delta \ell = \ell_1 - \ell_2 = \ell_0 [1 + \alpha(T_1 - T_0)] - \ell_0 [1 + \alpha(T_2 - T_0)] = \ell_0 \alpha (T_1 - T_2). \quad (3)$$

Найдя ℓ_0 из уравнения (1) и подставляя его в выражение (3), получаем

$$\Delta \ell = \frac{\alpha(T_1 - T_2)\ell_1}{1 + \alpha(T_1 - T_0)}. \quad (4)$$

Учитывая, что $\alpha(T_1 - T_0) \ll 1$, выражение (4) можно приближенно записать в виде

$$\Delta \ell \approx \alpha \ell_1 (T_1 - T_2) [1 - \alpha(T_1 - T_0)],$$

$$\Delta \ell \approx 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot (288 - 238) [1 - 1,2 \cdot 10^{-5} (288 - 273)] \approx 6 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Ответ: $6 \cdot 10^{-4}$ м.

Задача 3. Медная проволока, нагретая до температуры $t_1 = 150^\circ\text{C}$, натянута между двумя неподвижными стенками. При какой температуре, остывая, разорвется проволока (считать, что закон Гука справедлив вплоть до разрыва проволоки)? Предел прочности меди $\sigma_B = 2 \cdot 10^8$ Па. Модуль Юнга $E = 10 \cdot 10^{10}$ Па, $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Решение

Закон Гука для деформации растяжения:

$$\frac{\Delta \ell}{\ell_1} = \frac{1}{E} \sigma,$$

где $\Delta \ell$ – удлинение проволоки при нагревании; ℓ_1 – ее первоначальная длина; E – модуль Юнга; σ – напряжение.

Для разрыва проволоки необходимо, чтобы $\sigma \geq \sigma_B$, где σ_B – предел прочности. Таким образом,

$$\frac{\Delta \ell}{\ell_1} = \frac{1}{E} \sigma_B. \quad (1)$$

При остывании длина проволоки изменяется по закону

$$\ell = \ell_1 (1 - \alpha \Delta t),$$

где ℓ_1 – длина проволоки при $t_1 = 150^\circ\text{C}$.

Отсюда

$$\Delta \ell = \ell_1 - \ell = \alpha \Delta t \ell_1;$$

$$\frac{\Delta \ell}{\ell_1} = \alpha \Delta t. \quad (2)$$

Приравняв правые части (1) и (2), получаем

$$\frac{1}{E} \sigma_B = \alpha \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{\sigma_B}{\alpha E} = \frac{2 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{11}} \approx 130^\circ \text{ С.}$$

Температура, при которой разорвется проволока, равна

$$t = t_1 - \Delta t = 20^\circ \text{ С.}$$

Ответ: $t = t_1 - \Delta t = 20^\circ \text{ С.}$

Задача 4. На нагревание железного бруска израсходовано 1,68 МДж теплоты. Как изменился объем бруска? $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$.

Решение

По закону объемного расширения, $V = V_0(1 + \beta \Delta T)$, откуда

$$\Delta V = V - V_0 = V_0 \beta \Delta T \approx 3\alpha V_0 \Delta T.$$

Здесь $\beta = 3\alpha$ – коэффициент объемного расширения железа, где α – коэффициент линейного расширения.

Количество теплоты, необходимое для нагревания бруска на ΔT , равно

$$Q = cm\Delta T,$$

откуда $\Delta T = Q/(cm)$. Поскольку масса бруска $m = \rho V_0$, то

$$\Delta T = Q/(c\rho V_0).$$

Изменение объема бруска

$$\Delta V = \frac{V_0 3\alpha Q}{c\rho V_0} = \frac{3\alpha Q}{c\rho}; \quad \Delta V = \frac{3 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 1,68 \cdot 10^6}{0,46 \cdot 10^3 \cdot 7,8 \cdot 10^3} \text{ м}^3 \approx 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Ответ: $\Delta V \approx 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$.

Задания для самостоятельной работы

Вариант 1

1. Насколько изменится длина кирпичного дома при повышении температуры на 80К, если первоначальная длина 100м и средний коэффициент линейного расширения кирпичной кладки равен $6 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$?
2. Внутри чугунной отливки имеется полость, объём которой при 10 °С равен 200см³. Найти объём этой полости при температуре 310 °С.
3. При отсутствии смазки и охлаждения двигателя внутреннего сгорания возможно заклинивание поршня в цилиндре. Объяснить это явление.

Вариант 2

1. Стеклообразная капиллярная трубка имеет длину 50см при температуре 20⁰ С. Определить длину этой трубки при температуре 60⁰ С.
2. Внутри бронзовой отливки имеется полость, объём которой при 273 К равен 400см³. Определить объём этой полости при температуре 313К.
3. Почему металл не даёт трещин при резких колебаниях температуры, а камень при тех же условиях даёт трещины?

Вариант 3

1. Стальная трубка при температуре 273 К имеет длину 500мм. При нагревании её до 373К она удлинилась на 0,6мм. Определить средний коэффициент линейного расширения стали.
2. Площадь стекла, установленного в витрине магазина, равна 6 м² при температуре 273 К. На сколько увеличится площадь этого стекла при нагревании до 313К?
3. Почему не рекомендуется есть очень горячую пищу?

Вариант 4

1. Алюминиевая проволока при температуре 0 °С имеет длину 1м, насколько удлинится проволока при нагревании на 20 °С.
2. Площадь железной пластины при температуре 20 °С 0,5м². Как изменится площадь этой пластины при температуре 30 °С.
3. Как изменится высота тона струны при повышении температуры окружающего воздуха?

Практическая работа № 9

Тема: Закон Ома для участка цепи. Расчёт сопротивления проводника

Цель: применять закон Ома для участка цепи и формулы сопротивления проводника при решении задач, развивать логическое мышление

Основные формулы:

Сила тока: $I = \frac{q}{t}$.

Плотность тока: $j = \frac{I}{S}$, $j = qnV$.

Закон Ома для однородного участка цепи: $I = \frac{U}{R}$.

Сопротивление проводника: $R = \rho \frac{l}{S}$.

Зависимость удельного сопротивления от температуры: $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$.

Закон Ома для неоднородного участка цепи: $I = \frac{(\phi_1 - \phi_2) \pm \varepsilon_{12}}{R + r}$.

Сила тока короткого замыкания: $I = \frac{\varepsilon}{r}$.

Закон Ома для замкнутой цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$.

Работа электрического поля на участке цепи: $A = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$.

Закон Джоуля-Ленца: $Q = I^2 Rt$.

Мощность тока: $P = IU$.

Полная мощность, выделяемая в цепи: $P = I \varepsilon$.

Первый закон Кирхгофа: $\sum I_i = 0$.

Второй закон Кирхгофа: $\sum I_i R_i = \sum \varepsilon_i$

Вариант 1

1. Определите площадь поперечного сечения и длину никелинового провода, затраченного на изготовление реостата, если при допустимой плотности электрического тока $5,0 \cdot 10^6$ А/м² он рассчитан на напряжение 12 В и силу тока 2,0 А.
2. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и площадь поперечного сечения увеличить в 2 раза? Дать объяснение.
3. Определите силу тока в контактном проводе трамвайной сети, если за 5 с через поперечное сечение проводника проходит $1,55 \cdot 10^{22}$ свободных электронов.
4. Что такое сопротивление проводника?
5. Определить напряжение в проводнике. Сопротивление 0,5 Ом, сила тока 5А.

Вариант 2

1. Определите температуру накала вольфрамовой нити лампы, если при включении ее в сеть с напряжением 220 В через лампу проходит ток 0,67А. электрическое сопротивление нити накала этой лампы в холодном состоянии при 0°С равно 36 Ом..
2. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и площадь поперечного сечения увеличить в 2 раза? Дать объяснение.
3. Определите силу тока в контактном проводе трамвайной сети, если за 5 с через поперечное сечение проводника проходит $1,55 \cdot 10^{22}$ свободных электронов.
4. Что такое сопротивление проводника?
5. Определить напряжение в проводнике. Сопротивление 0,5 Ом, сила тока 5А.

Вариант 3

1. Не разматывая с катушки покрытую изоляцией нихромовую проволоку, определите ее длину, если при включении катушки с напряжением 120 В, в ней возникнет ток 1,2А. сечение проволоки $5,5 \cdot 10^{-7}$ м².

2. Чему равна сила тока, протекающего по медному проводнику сечением $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если скорость направленного движения электронов равна $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$, а их концентрация составляет $8,2 \cdot 10^{28} \text{ 1/м}^3$?
3. Через поперечное сечение проводника за 5 с проходит заряд электричества 30 Кл. определите величину силы тока.
4. Что такое электрический ток?
5. От чего зависит сопротивление проводника?

Вариант 4

1. При температуре 20°C сопротивление обмотки двигателя, выполненной из медной проволоки равно $0,15 \text{ Ом}$. В процессе работы электродвигателя сопротивление обмотки увеличилось до $0,17 \text{ Ом}$. Определите, до какой температуры нагрелась обмотка двигателя.
2. От чего зависит удельное сопротивление проводника?
3. Определите величину заряда прошедшего через поперечное сечение проводника за час. Сила тока постоянная и равна 10 А .
4. Что такое явление сверхпроводимости?
5. что такое сопротивление проводника?

Практическая работа № 10

Тема: Параллельное и последовательное соединение проводников.

Цель работы: Определить общий ток и токи в ветвях при смешанном соединении приемников электрической энергии. Определить эквивалентное сопротивление. Проверить баланс мощности рассматриваемой цепи.

Теория:

Неразветвленная электрическая цепь это последовательное соединение приемников электрической энергии.

Последовательным называется такое соединение приемников электрической энергии, при котором по всем элементам протекает один и тот же ток.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Эквивалентное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений последовательно включенных резисторов : $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + R_3$

Эквивалентным называется такое сопротивление, которое будучи включенным вместо данных резисторов, не изменяет режима работы электрической цепи.

Закон Ома для всей замкнутой цепи имеет вид:

$$I = U / (R_1 + R_2 + R_3) \quad I = U / R_{\text{экв}}$$

$P = P_1 + P_2 + P_3$ – уравнение баланса мощностей.

Общая мощность равна сумме мощностей последовательно включенных резисторов.

Мощности на последовательно включенных резисторах распределяются прямо пропорционально сопротивлениям резисторов.

Напряжение на последовательно включенных резисторах распределяется прямо пропорционально сопротивлениям резисторов.

Разветвленная электрическая цепь это параллельное соединение приемников электрической энергии.

Параллельным называется такое соединение приемников электрической энергии, при котором на зажимах всех элементов имеется одно и то же напряжение.

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Согласно первого закона Кирхгофа: $I = I_1 + I_2 + I_3$

Обратная величина эквивалентного сопротивления равна сумме обратных величин сопротивлений резисторов, включенных параллельно: $1/R_{\text{экв}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

Величина обратная сопротивлению является проводимостью.

$$G_{\text{экв}} = 1/R_{\text{экв}} \quad G_{\text{экв}} = G_1 + G_2 + G_3$$

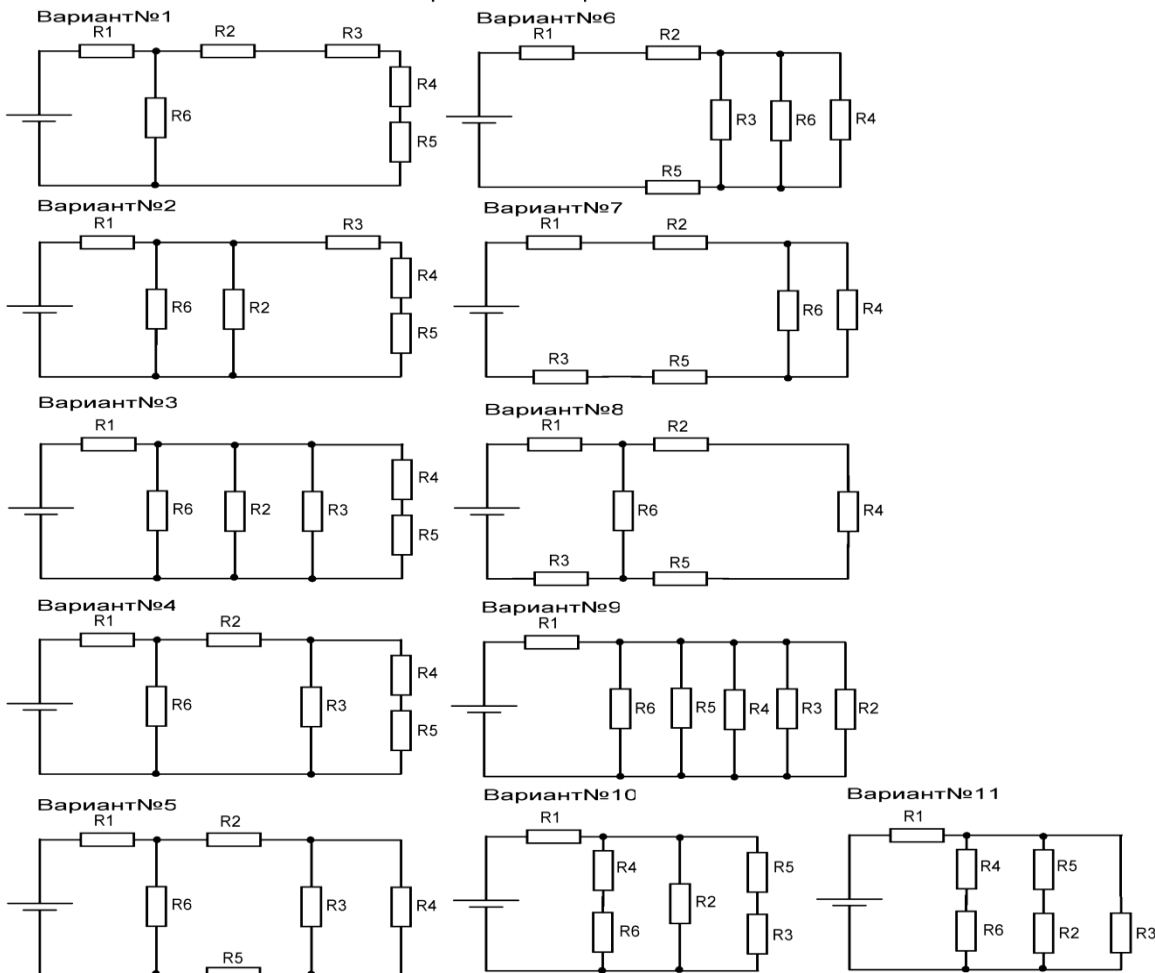
Эквивалентное сопротивление двух резисторов, включенных параллельно, определяется по формуле: $R_{\text{эКВ}} = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

Смешанное соединение – это такое соединение, при котором в электрической схеме имеются одновременно участки с последовательно и параллельно включенными элементами. К этим участкам применяются формулы последовательного и параллельного соединения приемников электрической энергии, а данный метод называется методом эквивалентного сопротивления или методом «свертывания».

Задание:

1. В практической работе необходимо определить общий ток и токи в ветвях при смешанном соединении приемников электрической энергии. Определить эквивалентное сопротивление. Проверить баланс мощности рассматриваемой цепи.
2. Начертить принципиальную схему своего варианта.

Практическая работа №5



Практическая работа № 11

Тема: Закон Ома для полной цепи.

Цель: применять закон Ома для полной цепи при решении задач

Краткая теория:

Закон Ома для полной цепи

Закон Ома для полной цепи – эмпирический (полученный из эксперимента) закон, который устанавливает связь между силой тока, электродвижущей силой (ЭДС) и внешним и внутренним сопротивлением в цепи.

При проведении реальных исследований электрических характеристик цепей с постоянным током необходимо учитывать сопротивление самого источника тока. Таким образом в физике осуществляется переход от идеального источника тока к реальному источнику тока, у которого есть свое сопротивление (см. рис. 1).

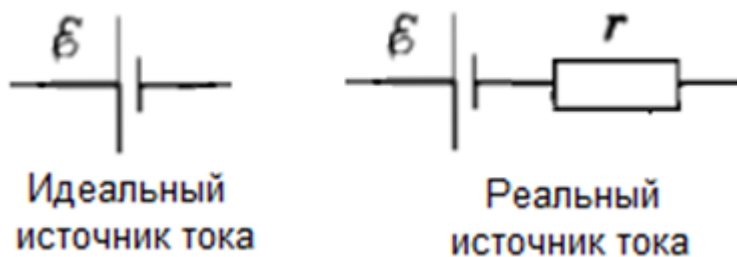


Рис. 1. Изображение идеального и реального источников тока

Рассмотрение источника тока с собственным сопротивлением обязывает использовать закон Ома для полной цепи.

Сформулируем закон Ома для полной цепи так (см. рис. 2): сила тока в полной цепи прямо пропорциональна ЭДС и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи, где под полным сопротивлением понимается сумма внешних и внутренних сопротивлений.

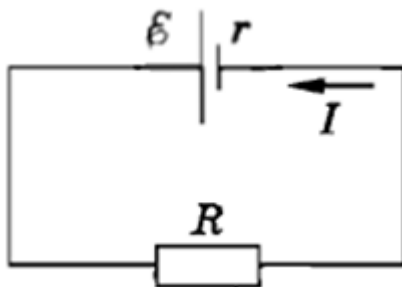


Рис. 2. Схема закона Ома для полной цепи.

Формула закона Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r'}$$

2. R – внешнее сопротивление [Ом];
3. r – сопротивление источника ЭДС (внутреннее) [Ом];
4. I – сила тока [А];
5. ε – ЭДС источника тока [В].

Рассмотрим некоторые задачи на данную тему.

1. Определите силу тока в цепи с лампочкой, сопротивлением 2,4 Ом и источником тока, ЭДС которого равно 10 В, а внутреннее сопротивление 0,1 Ом.

По определению закона Ома для полной цепи, сила тока равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{10 \text{ В}}{2,4 \text{ Ом} + 0,1 \text{ Ом}} = 4 \text{ А.}$$

II. Определить внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС 52 В. Если известно, что при подключении этого источника тока к цепи с сопротивлением 10 Ом амперметр показывает значение 5 А.

Запишем закон Ома для полной цепи и выразим из него внутреннее сопротивление:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{I} - R = \frac{52 \text{ В}}{5 \text{ А}} - 10 \text{ Ом} = 0,4 \text{ Ом.}$$

III. Однажды школьник спросил у учителя по физике: «Почему батарейка садится?» Как грамотно ответить на данный вопрос?

Мы уже знаем, что реальный источник обладает собственным сопротивлением, которое обусловлено либо сопротивлением растворов электролитов для гальванических элементов и аккумуляторов, либо сопротивлением проводников для генераторов. Согласно закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r'}$$

следовательно, ток в цепи может уменьшаться либо из-за уменьшения ЭДС, либо из-за повышения внутреннего сопротивления. Значение ЭДС у аккумулятора почти постоянный. Следовательно, ток в цепи понижается за счет повышения внутреннего сопротивления. Итак, «батарейка» садится, так как её внутреннее сопротивление увеличивается.

Вариант 1

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 9 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 3 Ом ток в цепи равен 2 А.

3. Аккумулятор мотоцикла имеет ЭДС 6 В и внутреннее сопротивление 0,5 Ом. К нему подключён реостат сопротивлением 5,5 Ом. Найдите силу тока в реостате.

4. Элемент с ЭДС 2,1 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата железную проволоку, если площадь сечения 0,75 мм². Удельное сопротивление железа 0,1 $\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 18 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 2

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,5 В, внутреннее сопротивление 1,2 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 10,8 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 6 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 2 Ом ток в цепи равен 1 А.

3. Источник тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом замкнут никелиновой проволокой длиной 2,1 м и сечением 0,21 мм². Определите напряжение на зажимах источника тока.

4. Элемент с ЭДС 2,5 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата никелиновую проволоку, если площадь сечения 0,4 мм². Удельное сопротивление никелина 0,4 $\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 9 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 4 Ом сила тока стала 1,5 А. Найти ЭДС и

внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 3

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,5 В, внутреннее сопротивление 1,2 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 10,8 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 18 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 4 Ом ток в цепи равен 4 А.

3. Напряжение на зажимах генератора 36 В, а сопротивление внешней цепи в 9 раз больше внутреннего сопротивления. Какова ЭДС генератора?

4. Элемент с ЭДС 3,5 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,7 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата никелиновую проволоку, если площадь сечения 0,8 мм². Удельное сопротивление никелина $0,4 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 15 Ом сила тока в цепи была 0,8 А, а при подключении резистора сопротивлением 6 Ом сила тока стала 1,2 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 4

1. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 4,1 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 2,6 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

2. Определите силу тока при коротком замыкании батарейки с ЭДС 9 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 3 Ом ток в цепи равен 1,5 А.

3. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 18 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

4. Элемент с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2,8 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата медную проволоку, если площадь сечения 0,8 мм². Удельное сопротивление меди $0,017 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи была 1,8 А, а при подключении резистора сопротивлением 4 Ом сила тока стала 2,2 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Практическая работа № 12

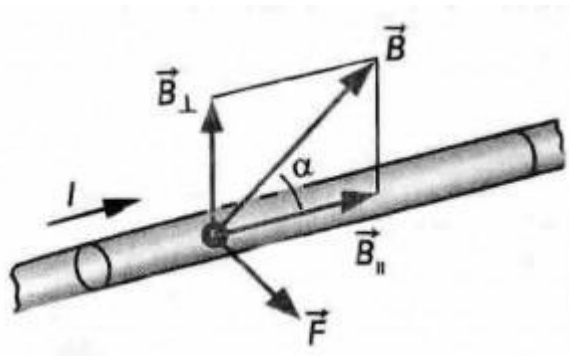
Тема: Расчёт силы Ампера и магнитной индукции

Цель: научиться применять закон Ампера и формулу силы Лоренца при решении задач.

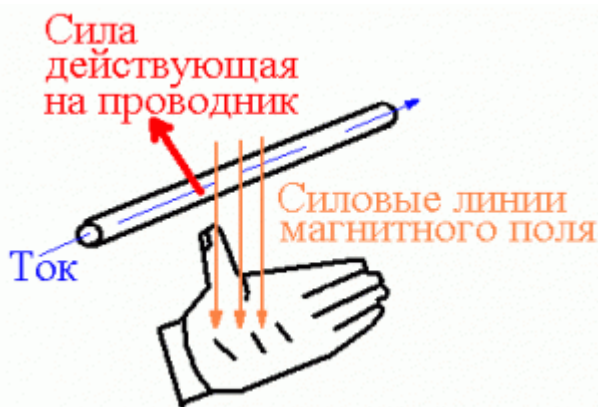
Краткая теория:

Закон Ампера устанавливает, что на проводник с током, помещённый в однородное магнитное поле, индукция которого В, действует сила, пропорциональная силе тока и индукции магнитного поля:

$$F_A = I l B \sin \alpha$$



Сила Ампера направлена перпендикулярно плоскости, в которой лежат векторы $d\vec{l}$ и \vec{B} . Для определения направления силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле, применяется правило левой руки.



Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют силой Лоренца.

$$F_L = qvB \sin \alpha,$$

где q – модуль заряда, v – скорость движения заряженной частицы, α – угол между вектором скоростью и вектором магнитной индукции.

Вариант 1.

1. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10^6 м/с в магнитном поле с индукцией 0.2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

2. Определите модуль силы, действующей на проводник длиной 20 см при силе тока 10 А в магнитном поле с индукцией 0.13 Тл, если угол α между вектором \vec{B} и проводником равен а) 90° ; б) 30° .

3. Определите, с какой силой магнитное поле, созданное током, действует на проводник, если магнитная индукция поля 1.5 Тл, рабочая длина проводника 0.4 м и по нему протекает ток 50 А.

4. Вычислите магнитную индукцию поля, если оно действует на проводник с силой 6 Н. Рабочая длина проводника, помещенного в магнитное поле, составляет 60 см, а ток, протекающий в нем, равен 15 А.

5. Параллельно пластинам плоского конденсатора создано однородное магнитное поле индукцией $B = 4$ мТл. Между пластинами перпендикулярно направлению магнитного поля и параллельно пластинам движется электрон со скоростью $v = 5\,000$ км/с. Определите напряженность E электрического поля между пластинами.

6. Заряженная частица электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 2 Тл в вакууме со скоростью 10^5 м/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вычислим силу, действующую на электрон.

7. Проводник с током удерживается в магнитном поле, индукция которого равна 2 Тл, силой 4 Н. Определить длину проводника, если его сопротивление 3 Ом, разность потенциалов на концах составляет 20 В, а направление тока с линиями индукции образует угол, равный 90° .

8. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

Вариант 2.

1. По проводнику длиной 45 см протекает ток силой 20 А. Чему равна индукция магнитного поля, в которое помещен проводник, если на проводник действует сила 9 мН?

2. Сила тока в проводнике 4 А, длина активной части проводника 0.2 м, магнитное поле действует на проводник с силой 0.1 Н. Определите индукцию магнитного поля, если линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

3. Индукция магнитного поля, созданная прямолинейным проводником в точке, находящейся на расстоянии 20 см от проводника, равна $2 \cdot 10^{-5}$ Тл. Какой ток проходит по проводнику?

4. С какой силой взаимодействуют два параллельных проводника длиной 1 м каждый, по которым текут токи силой 10 и 40 А в одном направлении, если они находятся в воздухе на расстоянии 0.5 м друг от друга?

5. На проводник длиной 50 см, находящийся в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0.1 Тл, действует сила 0.05 Н. Вычислите угол между направлением силы тока и вектором магнитной индукции, если сила тока равна 2 А.

6. С какой скоростью должен двигаться проводник длиной 20 см в магнитном поле с индукцией $8 \cdot 10^{-2}$ Тл, чтобы в нем возникла ЭДС индукции 40 мВ. Проводник движется под углом 90° к вектору магнитной индукции.

7. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией $5 \cdot 10^{-3}$ Тл. Радиус окружности, по которой он движется, равен 1 см. Определите модуль скорости движения электрона, если она направлена перпендикулярно к линиям индукции.

8. В однородном магнитном поле, индукция которого равна 0.5 Тл, движется равномерно проводник длиной 10 см. По проводнику течет ток в 2 А. Скорость движения проводника 20 см/с и направлена перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти работу перемещения проводника за 10 с движения.

Практическая работа № 13

Тема: Явление электромагнитной индукции

Цели:

- рассмотреть явление электромагнитной индукции;
- показать на нескольких примерах методы решения задач на использование законов электромагнитной индукции.

Качественные задачи

1. В кольцо из диэлектрика вдвигают магнит. Что при этом происходит с кольцом?
2. В вертикальной плоскости подвешено на нити медное кольцо. Сквозь него в



горизонтальном направлении вдвигается один раз стержень, а другой раз магнит (рис. 1). Повлияет ли движение стержня и магнита на положение кольца?

3. После удара молнии иногда обнаруживается повреждение чувствительных электроизмерительных приборов, а также перегорание плавких предохранителей в осветительной сети. Почему?

4. Почему при включении электромагнита в электрическую цепь полная сила тока устанавливается не сразу?

5. Почему отключение от сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостатов?

6. Одинаковое ли время потратит магнит на падение внутри узкой медной трубы и рядом с ней? В обоих случаях магнит не касается трубы.

Ответ: в трубе магнит будет падать дольше.

7. Вертикальный проводник перемещают в магнитном поле Земли с запада на восток. Будет ли в нем возбуждаться электродвижущая сила индукции?

Ответ: будет.

8. Изолированное сверхпроводящее кольцо, по которому течет ток, изгибается в две окружности в виде восьмерки и затем складывается вдвое. Как меняется ток в кольце?

9. Два круговых проводника расположены перпендикулярно друг другу, как показано на рис. 2. Будет ли возникать индукционный ток в горизонтальном проводнике при изменении тока в вертикальном проводнике?

Ответ: не будет.

10. Как будут зависеть от времени показания гальванометра, включенного в цепь расположенного горизонтально кругового контура, если вдоль оси этого контура будет падать заряженный шарик?

Примеры решения расчетных задач

Задача 1. Как будут меняться показания амперметра, если соленоид быстро распрямить, потянув его за концы проволоки (рис. 3)?

Решение:

При распрямлении соленоида сцепленный с ним магнитный поток будет уменьшаться, а значит, в цепи возникнет электродвижущая сила индукции, которая, согласно правилу Ленца, будет препятствовать уменьшению магнитного потока. Следовательно, в цепи появится индукционный ток, направленный так же, как ток, создаваемый источником электродвижущей силы, включенным в цепь. Поэтому сила тока в цепи сначала будет возрастать, а спустя некоторое время станет равной первоначальному значению.

Задача 2. Имеются две катушки, расположенные коаксиально. В одной из катушек сила тока I_1 , создаваемого внешним источником, изменяется со временем так, как показано на рис. 4. Вторая катушка замкнута накоротко. Изобразите график зависимости силы тока во второй катушке от времени.

Решение:

Для первой катушки индукция магнитного поля, создаваемого током I_1 , пропорциональна силе тока ($B \sim I_1$). Магнитный поток, создаваемый первой катушкой, пронизывает вторую катушку и при его изменении в ней появляется электродвижущая сила индукции, величина которой

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{S \Delta B}{\Delta t} \sim \frac{\Delta I_1}{\Delta t}.$$

Ток во второй катушке, согласно закону Ома для полной цепи, $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R}$, где R - сопротивление второй катушки, то есть

$$I_2 \sim \frac{\Delta I_1}{\Delta t}.$$

Для $t < t_1$ $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ будет постоянной величиной, а для $t > t_2$ - равной нулю. Следовательно, зависимость силы тока I_2 во второй катушке от времени будет иметь вид, представленный на рис. 5.



Задачи для самостоятельной работы

1. Проволочный виток диаметром $d = 5$ см и сопротивлением $R = 0,02$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл. Плоскость витка составляет угол $\alpha = 40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд Q протечет по витку при выключении магнитного поля?

Ответ: $Q = B \frac{\pi d^2}{4R} \sin \alpha = 0,019$ Кл.

2. Кольцо радиуса $r = 50$ мм из тонкой проволоки поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ мТл так, что плоскость его перпендикулярна вектору индукции. Индуктивность кольца $L = 0,26$ мкГн. Кольцо охладили до сверхпроводящего состояния и выключили магнитное поле. Найдите ток в кольце.

Ответ: $I = \frac{B \pi r^2}{L} = 15,104$ А.

3. По двум гладким медным шинам, установленным под углом α к горизонту, скользит под действием силы тяжести медная перемычка массы m (рис. 8). Шины замкнуты на сопротивление R . Расстояние между шинами равно l . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найдите установившуюся скорость перемычки.

Ответ: $v = \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 l^2}.$

4. Горизонтально расположенный проводящий стержень, сопротивление которого R и масса m , может скользить без нарушения электрического контакта по двум вертикальным медным шинам. Расстояние между шинами l . Снизу их концы соединены



с источником тока, электродвижущая сила которого равна \mathcal{E} (рис. 9). Перпендикулярно плоскости, в которой находятся шины, приложено однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Найдите постоянную скорость, с которой будет подниматься стержень. Сопротивлением шин и источника тока, а также трением пренебречь.

Ответ: $v = \frac{\mathcal{E}}{Bl} - \frac{Rmg}{B^2 l^2}$.

5. На горизонтальных проводящих стержнях лежит металлическая перемычка массой $m = 50$ г (рис. 10). Коэффициент трения между рельсами и перемычкой $\mu = 0,15$. Стержни замкнуты на резистор сопротивлением $R = 5$ Ом. Система находится в магнитном поле, магнитная индукция которого направлена вертикально вверх, а ее модуль изменяется со временем по закону $B = \alpha t$, где $\alpha = 5$ Тл/с. Определите момент времени, в который перемычка начнет двигаться по стержням. Сопротивлением перемычки и проводящих стержней пренебречь. Геометрические размеры: $l = 1$ м, $h = 0,3$ м.

Ответ: $t = \frac{\mu mg R}{\alpha^2 l^2 h} = 5 \cdot 10^{-2}$ с.

6. Металлическое кольцо, диаметр которого d и сопротивление R , расположено в однородном магнитном поле так, что плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции \vec{B} . Кольцо вытягивают в сложенный вдвое отрезок прямой, при этом площадь, ограниченная контуром проводника, уменьшается равномерно. Определить заряд q , который пройдет по проводнику.

Ответ: $q = \frac{B \pi d^2}{4R}$.

7. Катушка индуктивностью $L = 2$ мкГн и сопротивлением $R_0 = 1,0$ Ом подключена к источнику постоянного тока с электродвижущей силой $\mathcal{E} = 3,0$ В. Параллельно катушке включен резистор с сопротивлением $R = 2,0$ Ом (рис. 11). Ключ K первоначально замкнут. После того как в катушке устанавливается постоянный ток, источник тока отключают, размыкая ключ. Определите количество теплоты Q , выделившееся в системе после размыкания ключа. Сопротивление источника тока и соединительных проводов пренебрежительно мало.

Ответ: $Q = \frac{\mathcal{E}^2 RL}{2R_0(R + R_0)} = 6 \cdot 10^{-6}$ Дж.

Практическая работа № 14

Тема: Самоиндукция. Индуктивность

цель: рассмотреть возникновение самоиндукции, как частный случай явления электромагнитной индукции.

Теоретическое обоснование

В 1831 г. английский физик Майкл Фарадей доказал, что изменяющееся магнитное поле «рождает» электрический ток. В 1864 г. Джеймс Максвелл его соотечественник пришёл к выводу, что переменное магнитное поле, которое возбуждается изменяющимся током, создаёт в

окружающем пространстве электрическое поле, которое возбуждает магнитное поле. Теоретически доказал существование электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

В 1887 г. экспериментально электромагнитные волны были обнаружены Г. Герцем в Берлинском университете – вибратор Герца. Явление электромагнитной индукции лежит в основе устройства генераторов электростанций, превращающих механическую энергию в электрическую. ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, взятой со знаком

«минус»: $\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ Знак «минус» обусловлен Правилом Ленца определяющим направление индукционного тока: магнитное поле индукционного тока в каждый момент времени противодействует изменению магнитного потока, породившего этот ток. Правило Ленца подтверждает ЗСЭ в электромагнитных процессах.

Важный частный случай электромагнитной индукции – самоиндукция.

При самоиндукции изменяющееся магнитное поле индуцирует ЭДС в том проводнике, по которому течёт ток, создающий это поле.

ЭДС самоиндукции прямо пропорциональна скорости изменения силы тока в проводнике:
 $\varepsilon = L \Delta I / \Delta t$ Коэффициент пропорциональности L называют индуктивностью. Индуктивность зависит от размеров и формы проводника, от свойств среды, в которой находится проводник.

Магнитное поле без электрического, так же как электрическое без магнитного, могут существовать только в определённой системе отсчёта.

Они являются проявлением единого целого – электромагнитного поля особой формой материи. Фундаментальное свойство электромагнитного поля- изменяясь во времени, магнитное поле порождает переменное электрическое поле и наоборот.

Основные формулы

$$B = \frac{M_{\max}}{IS}$$

B – модуль вектора магнитной индукции, Тл

S - площадь контура, м²

I - сила тока, А

M_{\max} – максимальный момент силы, Н·м

$$W_{\text{м}} = \frac{LI^2}{2} \text{ энергия магнитного поля тока, Дж}$$

Задание 1. Ответить на вопросы:

1. В чём состоит явление электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Запишите его математическое выражение.
3. Сформулируйте правило Ленца. Приведите примеры его применения.
1. Какие токи называют вихревыми (или токи Фуко). Промышленное применение. Тормозящее действие вихревых токов. Гашение колебаний стрелок в измерительных приборах. В Индукционных печах для сильного нагревания или плавления металлов, детекторах металла на входах аэровокзалов, театров. В быту СВЧ- печи. Вред вихревых токов. Потери энергии,

на выделение тепла.

Какое явление называется самоиндукцией? Математическая запись ЭДС самоиндукции, единица измерения.

2. Что такое индуктивность контура? От чего она зависит.
3. Что такое магнитная проницаемость среды, что она характеризует?
4. Как математически записать ЭДС взаимной индукции? Единица измерения
5. От чего зависит коэффициент пропорциональности взаимной индукции контуров?
6. На каком явлении основано действие трансформатора?

Задание 2

Задача 1в

Определить индуктивность катушки, если при уменьшении в ней силы тока на 2,8А за 62мс среднее значение ЭДС самоиндукции составляет 14В (0,31Гн)

Задача 2в

Определить индуктивность катушки L, если при изменении в ней силы тока от 2 до 10А за 0.1с в катушке возникает ЭДС самоиндукции 40 В. (0,5Гн)

Задача 3в

Сколько витков провода должна содержать обмотка на стальном сердечнике с поперечным сечением 150 см², чтобы в ней при изменении магнитной индукции с 0,2 до 2,2 Тл в течение 15 мс возникла ЭДС, равная 200В?

Практическая работа № 15

Тема: Гармонические колебания. Параметры колебательного движения.

Цель работы:

- закрепить умение применять формулы, описывающие колебательное движение при решении задач;
- способствовать развитию умения логического мышления;
- способствовать развитию познавательных способностей, самостоятельности, ответственности.

Задание 1. Повторите основные понятия и формулы

Колебания и волны – раздел физики, изучающий закономерности колебательного движения и распространения волн.

Механическими колебаниями называют движения тел, повторяющиеся точно через одинаковые промежутки времени. Примерами простых колебательных систем могут служить груз на пружине или математический маятник. Для существования в системе гармонических колебаний необходимо, чтобы у нее было положение устойчивого равновесия, то есть такое положение, при выведении из которого на систему начала бы действовать возвращающая сила.

Механические колебания, как и колебательные процессы любой другой физической природы, могут быть свободными и вынужденными. Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы, после того, как система была выведена из состояния равновесия. Колебания груза на пружине или колебания маятника являются свободными

колебаниями. Колебания, происходящие под действием внешних периодически изменяющихся сил, называются вынужденными.

Простейшим видом колебательного процесса являются колебания, происходящие по закону синуса или косинуса, называемые **гармоническими колебаниями**.

Минимальный интервал времени, через который происходит повторение движения тела, называется периодом колебаний T . Если же количество колебаний N , а их время t , то период находится как:

$$T = \frac{t}{N}$$

Физическая величина, обратная периоду колебаний, называется частотой колебаний:

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

Частота колебаний ν показывает, сколько колебаний совершается за 1 с. Единица частоты – Герц (Гц). Частота колебаний связана с циклической частотой ω и периодом колебаний T соотношениями:

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

Следует обратить внимание на то, что:

- физические свойства колебательной системы определяют только собственную частоту колебаний ω_0 или период T .
- Такие параметры процесса колебаний, как амплитуда $A = x_m$ и начальная фаза φ_0 , определяются способом, с помощью которого система была выведена из состояния равновесия в начальный момент времени, т.е. начальными условиями.
- При колебательном движении тело за время, равное периоду, проходит путь, равный 4 амплитудам. При этом тело возвращается в исходную точку, то есть перемещение тела будет равно нулю. Следовательно, путь равный амплитуде тело пройдет за время равное четверти периода.

Чтобы определить, когда в уравнение колебаний подставлять синус, а когда косинус, нужно обратить внимание на следующие факторы:

- Проще всего, если в условии задачи колебания названы синусоидальными или косинусоидальными.
- Если сказано, что тело толкнули из положения равновесия – берем синус с начальной фазой, равной нулю.
- Если сказано, что тело отклонили и отпустили – косинус с начальной фазой, равной нулю.
- Если тело толкнули из отклоненного от положения равновесия состояния, то начальная фаза не равна нулю, а брать можно и синус и косинус.

Математическим маятником называют тело небольших размеров, подвешенное на тонкой, длинной и нерастяжимой нити, масса которой пренебрежимо мала по сравнению с массой тела. Только в случае малых колебаний математический маятник является гармоническим осциллятором, то есть системой, способной совершать гармонические (по закону \sin или \cos) колебания. Практически такое приближение справедливо для углов порядка $5-10^\circ$. Колебания маятника при больших амплитудах не являются гармоническими.

Циклическая частота колебаний математического маятника рассчитывается по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Период колебаний математического маятника:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы после того, как система была выведена из положения равновесия. Для того, чтобы свободные колебания совершались по гармоническому закону, необходимо, чтобы сила, стремящаяся вернуть тело в положение равновесия, была пропорциональна смещению тела из положения равновесия и направлена в сторону, противоположную смещению. Таким свойством обладает сила упругости.

Таким образом, груз некоторой массы m , прикрепленный к пружине жесткости k , второй конец которой закреплен неподвижно, составляют систему, способную совершать в отсутствие трения свободные гармонические колебания. Груз на пружине называют **пружинным маятником**.

Циклическая частота колебаний пружинного маятника рассчитывается по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Период колебаний пружинного маятника:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

При свободных механических колебаниях кинетическая и потенциальная энергии периодически изменяются. При максимальном отклонении тела от положения равновесия его скорость, а, следовательно, и кинетическая энергия обращаются в нуль. В этом положении потенциальная энергия колеблющегося тела достигает максимального значения. Для груза на пружине потенциальная энергия – это энергия упругой деформации пружины. Для математического маятника – это энергия в поле тяготения Земли.

Когда тело при своем движении проходит через положение равновесия, его скорость максимальна. Тело проскакивает положение равновесия по инерции. В этот момент оно обладает максимальной кинетической и минимальной потенциальной энергией (как правило, потенциальную энергию в положении равновесия полагают равной нулю). Увеличение кинетической энергии происходит за счет уменьшения потенциальной энергии. При дальнейшем движении начинает увеличиваться потенциальная энергия за счет убыли кинетической энергии и так далее.

Таким образом, при гармонических колебаниях происходит периодическое превращение кинетической энергии в потенциальную и наоборот. Если в колебательной системе отсутствует трение, то полная механическая энергия при свободных колебаниях остается неизменной. При этом, максимальное значение кинетической энергии при механических гармонических колебаниях задаётся формулой:

$$E_{k \max} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2}$$

Максимальное значение потенциальной энергии при механических гармонических колебаниях пружинного маятника:

$$E_{p \max} = \frac{kA^2}{2}$$

Взаимосвязь энергетических характеристик механического колебательного процесса (полная механическая энергия равна максимальным значениям кинетической и потенциальной энергий, а также сумме кинетической и потенциальной энергий в произвольный момент времени):

$$E = E_{k \max} = E_{p \max} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. Точка колеблется с периодом T и частотой ν . За период времени Δt она совершает количество полных колебаний N . Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T , с	5	?	4	?	0,2	?	2	?	4	?
ν , Гц	?	2	?	0,5	?	2	?	0,125	?	2,5
Δt , с	125	?	132	?	85	?	116	?	148	?
N , число колебаний	?	136	?	62	?	226	?	21	?	325

Задача 2. Точка колеблется с амплитудой X_m , частотой ν , начальная фаза колебаний φ_0 . Составьте уравнение колебательного движения. Циклическую частоту и начальную фазу представьте в радианах.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_m , см	30	25	10	5	15	40	20	30	45	32
ν , Гц	0,5	1	0,25	0,5	1	0,25	0,5	1	0,5	0,25
φ_0 , °	30	60	45	90	180	30	60	45	90	180
$X(t)$?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Задача 3. Пружинный маятник с массой груза m и жесткостью пружины k колеблется с циклической частотой ω_0 и периодом T . Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k , Н/м	19,7	?	300	?	1,476	?	31,52	?	19,68	?
m , кг	?	5	?	0,4	?	0,05	?	2	?	2,5
ω_0 , рад/с	2π	π	10π	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	2π	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$
T , с	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Задача 4. Тело массой m колеблется на пружине с амплитудой X_m и максимальной скоростью U_{\max} , максимальным ускорением a_{\max} , максимальная кинетическая энергия $E_{k \max}$ и максимальная потенциальная энергия $E_{п \max}$. Определите значение величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_m , м	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ω_0 , рад/с	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	π	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
U_{\max} , м/с	3,14	0,628	12,56	31,4	3,14	12,56	6,28	12,56	3,14	3,14
a_{\max} , м/с ²	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
m , кг	2	3	4	2	3	5	2	4	5	3

$E_{к\ max}$, Дж	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
$E_{п\ max}$, Дж	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Практическая работа № 16

Тема: Математический и пружинный маятник

Для выполнения работы требуются следующие знания и умения: понятия периода колебания, формул периода колебаний математического и пружинного маятников; определять период колебаний расчетным и экспериментальным способом.

Цель: рассчитать и экспериментально определить период колебаний маятников различного типа.

Оборудование: штатив, линейка, пружины различной жёсткости, набор грузов, нить, секундомер.

Теория:

Период колебания (T) – это время, за которое совершается одно полное колебание.

	Формула	Физические величины	Единицы измерения
Математический маятник		T -период l - длина нити g - ускорение свободного падения	T - (с) l - (м) g – (м/с ²)
Пружинный маятник		T -период m - масса груза k - жёсткость пружины	T (с) m - (кг) k – (Н/м)
	$T = t/n$	t - время n -количество колебаний	t –(с)

Задание № 1: Определить период колебаний математического маятника расчётным и экспериментальным способом, заполнить таблицу

№	L (м)	g (м/с ²)	T (с) расчётное	t (с)	n	$T = t/n$ (с) экспериментальное
1	30					
2	20					
3	10					

Задание № 2: Определить период колебаний пружинного маятника расчётным и экспериментальным способом, заполнить таблицу.

№	m (кг)	k (Н/м)	T (с) расчётное	t (с)	n	$T = t/n$ (с) экспериментальное
1	100г					
2	200г					
3	300г					

Сделать вывод о проделанной работе.

Задание № 3:

Математический маятник на Земле имеет период колебаний, равный 1с. Каким будет его период колебания на Луне? (ускорение свободного падения

Практическая работа № 17

Тема: Ёмкость в цепи переменного тока

Цели:

- рассмотреть методы решения задач на использование закона Ома в цепях переменного тока.

Примеры решения расчетных задач

Задача 1. Определите сдвиг фаз колебаний напряжения $U = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$ и силы тока $I = I_0 \sin \omega t$ для электрической цепи, состоящей из последовательно включенных проводников с активным сопротивлением $R = 1000$ Ом, катушки индуктивностью $L = 0,5$ Гн и конденсатора емкостью $C = 1$ мкФ. Определите мощность, которая выделяется в цепи, если амплитуда напряжения $U_0 = 100$ В, а частота $\nu = 50$ Гц.

Решение:

Сдвиг фаз между током и напряжением в цепях переменного тока определяется соотношением

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}, \quad (1)$$

здесь $\omega = 2\pi\nu$ - циклическая частота. Следовательно,

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}}{R}.$$

Мощность, которая выделяется в цепи, определится по формуле

$$P = \frac{I_0 U_0}{2} \cos \varphi.$$

Для цепи переменного тока справедливо соотношение

$$I_0 = \frac{U_0}{Z},$$

где Z - полное сопротивление (импеданс) цепи:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}.$$

Следовательно, мощность, которая выделяется в цепи

$$P = \frac{U_0^2 \cos \varphi}{2 \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}} \quad (2)$$

Подставив численные значения в (1), получим $\operatorname{tg} \varphi = -3$, $\varphi \cong -72^\circ$ (минус означает, что напряжение отстает по фазе). Тогда $\cos \varphi \cong 0,3$. Подставив численные значения в (2), получим $P = 0,5$ Вт.

$$P = \frac{U_0^2 \cos \varphi}{2 \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}} = 0,5 \text{ Вт.}$$

Ответ:



Задача 2. Конденсатор неизвестной емкости, катушка с индуктивностью L и сопротивлением R подключены к источнику переменного напряжения $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cos \omega t$ (рис.

1). Сила тока в цепи равна $I = \frac{\mathcal{E}_0 \cos \omega t}{R}$. Определите амплитуду напряжения между обкладками конденсатора.

Решение:

Из условия задачи видно, что сила тока и напряжение в цепи меняются синфазно. Это означает, что совпадают индуктивное и емкостное сопротивления.

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L. \quad (3)$$

Напряжение на конденсаторе будет равно

$$U_C = \frac{q}{C}. \quad (4)$$

Поскольку $I = \frac{dq}{dt}$, то

$$q = \frac{\mathcal{E}_0}{R \omega} \sin \omega t. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получим:

$$U_C = \frac{\mathcal{E}_0}{R \omega C} \sin \omega t. \quad (6)$$

С учетом (3) соотношение (6) примет вид:

$$U_C = \frac{\mathcal{E}_0 \omega L}{R} \sin \omega t = U_{C0} \sin \omega t.$$

Поэтому амплитудное значение напряжения между обкладками конденсатора будет равно

$$U_{C0} = \frac{\mathcal{E}_0 \omega L}{R}.$$

Ответ: $U_{C0} = \frac{\mathcal{E}_0 \omega L}{R}.$



Задача 3. Имеются два колебательных контура с одинаковыми катушками и конденсаторами. В катушку одного из контуров вставили железный сердечник,

увеличивший ее индуктивность в $n = 4$ раза. Найдите отношение резонансных частот контуров и их энергий, если максимальные заряды на конденсаторах одинаковы.

Решение:

Резонансные частоты контуров могут быть определены по формуле Томсона:

$$\nu_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \nu_2 = \frac{1}{\sqrt{nLC}}.$$

Отсюда

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \sqrt{\frac{1}{n}} = \frac{1}{2}.$$

Ответ: $\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{1}{2}.$

Задачи для самостоятельной работы

1. Три одинаковых резистора 1, 2, 3, имеющих сопротивление R , включены в цепь с диодом, как показано на рис. 4. Определите мощность, выделяющуюся на резисторе 3. Напряжение источника переменного тока равно U .



Ответ: $P = \frac{U^2}{18R}.$

2. На какую длину волны настроен колебательный контур, если он состоит из катушки с индуктивностью $L = 2 \cdot 10^{-3}$ Гн и плоского конденсатора? Расстояние между пластинками конденсатора $d = 1$ см, диэлектрическая проницаемость вещества, заполнившего пространство между пластинами, $\epsilon = 11$. Площадь каждой пластины $S = 800$ см².

Ответ: $\lambda = 2\pi c \sqrt{L \frac{\epsilon S}{4\pi k d}} \cdot \lambda = 2,4 \cdot 10^3$ м, здесь c - скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

3. Электродпечь сопротивлением $R = 22$ Ом питается от генератора переменного тока. Определите количество теплоты Q , выделяемое печью за время $t = 1$ час, если амплитуда силы тока $I_0 = 10$ А.

Ответ: $Q = \frac{I_0^2 R t}{2} = 4 \cdot 10^6$ Дж.

4. Заряженный конденсатор емкостью $C = 0,2$ мкФ подключили к катушке с индуктивностью $L = 8$ мГн. Через какое время от момента подключения энергия электрического поля конденсатора станет равной энергии магнитного поля катушки?

Ответ: $t = \frac{\pi\sqrt{LC}}{4} = 3 \cdot 10^{-5}$ с.

5. В колебательном контуре индуктивность катушки $L = 2,5$ мГн, а емкости конденсаторов $C_1 = 2,0$ мкФ, $C_2 = 3,0$ мкФ. Конденсаторы зарядили до напряжения $U = 180$ В и замкнули ключ K (рис. 5). Определите период T собственных колебаний и амплитудное значение силы тока I_0 через катушку. Активное сопротивление контура пренебрежимо мало.



$$T = 2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)} = 0,7 \text{ мс},$$

Ответ: $I_0 = U\sqrt{\frac{C_1 + C_2}{L}} = 8,0 \text{ А}.$

6. Колебательный контур через ключ K подключен к источнику электродвижущей силы с некоторым внутренним сопротивлением r (рис. 6). Первоначально ключ K замкнут. После установления стационарного режима ключ размыкают и в контуре возникают колебания с периодом T . При этом амплитуда напряжения на конденсаторе в n раз больше электродвижущей силы батареи. Определите индуктивность L катушки и емкость C конденсатора. Активное сопротивление контура пренебрежимо мало.

Ответ: $L = \frac{Tnr}{2\pi}; C = \frac{T}{2\pi nr}.$

7. Заряженный конденсатор емкости C замыканием ключа K подключают к двум параллельно соединенным катушкам с индуктивностями L_1 и L_2 (рис.7). Максимальный ток, протекающий через катушку L_1 , равен I_1 . Определите первоначальный заряд q_0 на конденсаторе. Сопротивление катушек и подводящих проводов пренебрежимо мало.

Ответ: $q_0 = I_1\sqrt{\frac{L_1}{L_2}C(L_1 + L_2)}.$

Практическая работа № 18

Тема: Трансформаторы

Цель работы: изучить устройство, типы, принцип действия, назначение трансформатора.

Оборудование: учебная модель трансформатора, учебник Дмитриева В.Ф. Физика 11 класс, §15.12 стр 257.

Пользуясь параграфами учебника, дайте ответы на следующие вопросы и выполните задания.

1. Назначение, устройство, обозначение на схемах и принцип действия трансформатора.
2. Что такое коэффициент трансформации? Типы трансформаторов.
3. С какой целью магнитопровод трансформатора набирается из тонких изолированных пластин электротехнической стали?
4. С какой целью для передачи электроэнергии используют трансформатор?
5. Как осуществляется передача электроэнергии на большие расстояния?
6. По имеющимся данным выполните расчеты и заполните таблицу. Определите типы трансформатора.

	N_2	U_1	U_2	I_1	I_2	k
		220	660		15	
	1200	440	110	36		
	600	110			20	
	300	380		30		5
		35000			15	0,2
	5000		10000		20	4

Практическая работа № 19

Тема: законы отражения и преломления света.

Цель: применять законы отражения и преломления света при решении задач.

Краткая теория

Закон прямолинейного распространения света: в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Закон отражения света: падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Угол отражения β равен углу падения α .

Закон преломления света: падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла преломления к синусу угла падения α есть величина, постоянная для двух данных сред:

$$n = \frac{\sin i}{\sin \beta}$$

Постоянную величину n_{21} называют *относительным показателем преломления* второй среды относительно первой. Показатель преломления среды относительно вакуума называют *абсолютным показателем преломления*.

Абсолютный показатель преломления – величина, равная отношению скорости распространения электромагнитной волны в вакууме к скорости распространения в данной среде: $n = \frac{c}{v}$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Абсолютный показатель преломления для некоторых веществ

Алмаз	2,42
Вода	1,33
Глицерин	1,47
Кварц	1,54
Лед	1,31
Плексиглас	1,50
Скипидар	1,47
Стекло	1,57

При некотором угле α , стремящемся к $\alpha_{\text{пр}}$ ($\alpha_{\text{пр}}$ называется **предельным углом**), угол преломления стремится к $\frac{\pi}{2}$, а интенсивность преломленного луча практически равна нулю. При $\alpha_{\text{пр}} < \alpha < \frac{\pi}{2}$ происходит **полное отражение**.

Явление полного отражения имеет место только при падении света из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную.

Таблица значений основных тригонометрических функций

Функция	Аргумент t																
	0	$\frac{\pi}{6}$ 30°	$\frac{\pi}{4}$ 45°	$\frac{\pi}{3}$ 60°	$\frac{\pi}{2}$ 90°	$\frac{2\pi}{3}$ 120°	$\frac{3\pi}{4}$ 135°	$\frac{5\pi}{6}$ 150°	π 180°	$\frac{7\pi}{6}$ 210°	$\frac{5\pi}{4}$ 225°	$\frac{4\pi}{3}$ 240°	$\frac{3\pi}{2}$ 270°	$\frac{5\pi}{3}$ 300°	$\frac{7\pi}{4}$ 315°	$\frac{11\pi}{6}$ 330°	2π 360°
$\sin t$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0
$\cos t$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\operatorname{tg} t$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	-	$-\sqrt{3}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	-	$-\sqrt{3}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	0
$\operatorname{ctg} t$	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	-1	$-\sqrt{3}$	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	-1	$-\sqrt{3}$	-

Задание для самостоятельной работы

Вариант 1

- $\alpha=60^\circ$ и $\gamma=30^\circ$. Определить показатель преломления вещества n .
- Чему равен угол падения, если он вместе с углом отражения составляет 70° ?
- Найти скорость распространения света в стекле.
- Луч света падает на плоское зеркало перпендикулярно. Определите, на какой угол повернется отраженный луч, если зеркало повернуть на 30° .
- Начертить ход лучей, которые падают на границу стекло-воздух под углом 30° .

Вариант 2

- $\alpha=45^\circ$ и $\gamma=30^\circ$. Определить показатель преломления вещества n .
- Под каким углом должен падать луч на плоское зеркало, чтобы угол между отражённым и падающим лучами был равен 86° .
- Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления.
- Найти скорость распространения света в воде.
- Начертить ход лучей, падающих на границу воздух-лед под углом 45° .

Контрольные вопросы

- Сформулируйте законы отражения и преломления света.
- Что показывает абсолютный показатель преломления?
- Что показывает относительный показатель преломления?
- На дне чашки, наполненной водой, находится монета. Почему, глядя на монету, она кажется приподнятой?

5. Может ли наблюдаться полное отражение при падении света из глицерина в алмаз, из алмаза – в воду, из стекла – в воду? Ответ пояснить.

Практическая работа № 20

Тема: Шкала электромагнитных волн

Цель:

- повторение и закрепление знаний по теме «Электромагнитные волны».
- Повторить, обобщить и систематизировать знания учащихся по теме " Электромагнитные волны ".
- Доказать единство материального мира.
- Показать, что материальные объекты имеют множество различных физических свойств, которые имеют количественные и качественные изменения, связанные друг с другом;

1Задание. “Ключ”

- 1) Способ передачи тепла с помощью инфракрасных волн (из ответа возьмите вторую букву и запишите ее в первую клетку ключа). (ИЗлучение.)
- 2) Цвет, стоящий в спектре рядом с жёлтым цветом (из ответа возьмите пятую букву и запишите её во вторую клетку ключа).(ЗелёНый)
- 3) Как называется учение о свете? (из ответа возьмите шестую букву и запишите её в третью клетку ключа).(Оптика)
- 4) Учёный, открывший явление дисперсии света (из ответа возьмите первую букву и запишите её в четвёртую клетку ключа).(Ньютон)
- 5) Явление, огибания волнами препятствий (из ответа возьмите вторую букву и девятую буквы и запишите их в пятую и шестую клетки ключ).(Дифракция)

Задание 2. заполнить таблицу.

Вид излучения	источник	приемник	диапазон	свойства	применение
---------------	----------	----------	----------	----------	------------

Радиоволны	Открытый колебательный контур	Антенна	3кГц- 3*10 ¹² Гц	Несет информацию, отражается от ионосферы	Радиосвязь
Инфракрасное	Нагретое тело	Болометр, тепловизор	10 ¹² Гц -10 ¹⁴ Гц	Нагревает поверхность	Сушка, приборы ночного видения
Видимое	Нагретое тело до 800С	Глаз	4*10 ¹⁴ 8*	Вызывает зрительные образы	Оптические приборы
Ультрафиолетовое	Солнце, кварцевые лампы	Фотопластинки	10 ¹⁴ Гц 10 ¹⁴ Гц 10 ¹⁶ Гц	Ионизация, загар, дезинфекция, фотосинтез	Медицина, дактилоскопия
Рентгеновское	Рентгеновская трубка	Фотопленка	10 ¹⁵ - 10 ²⁰ Гц	Высокая проникающая способность	Диагностика, лечение
Гамма излучение	Радиоактивные ядра	Дозиметры, счетчик Гейгера	Более 10 ²⁰ Гц	Наибольшая проникающая способность	Диагностика, лечение, астрономия

Деление электромагнитных излучений по диапазонам условное. Четкой границы между областями нет. Названия областей сложились исторически, они лишь служат удобным средством классификации источников излучений.

Все диапазоны шкалы электромагнитных излучений имеют общие свойства:

- Физическая природа всех излучений одинакова
- Все излучения распространяются в вакууме с одинаковой скоростью, равной $3 \cdot 10^8$ м/с
- Все излучения обнаруживают общие волновые свойства (отражение, преломление, интерференцию, дифракцию, поляризацию)

3. качественные задачи:

1. Каким образом ориентируются змеи в темноте? Удивительным органом обладают змеи. Это - две ямки на голове, внешне напоминающие вторую пару ноздрей. Когда биологи занялись их изучением, оказалось, что это исключительно чувствительный орган, при помощи которого гремучая змея "видит" инфракрасные лучи. А зоркость такова, что змея улавливает разницу в тысячную долю градуса. Достаточно появиться ночью полевой мышью на расстоянии в 200 метрах от змеи, и ее чувствительный прибор подскажет присутствие мыши.

2. Каково воздействие ультрафиолетовых лучей на человека? В ткани организма ультрафиолет проникает на глубину от 0,1 до 1 мм, но вызывает при этом химическую реакцию, следствием которой является покраснение кожи. Биологическое действие зависит от длины волны. Волны длиной от 400 до 350 мкм отличаются укрепляющим, закалывающим действием на организм. Поэтому эти волны используются в оздоровительных целях. Излучения с длиной волны от 315 до 280 мкм используют в лечебных целях (в основном для людей которые живут на севере). Волны длиной 280-200 мкм убивают бактерий, поэтому это излучение используют для дезинфекции.

3. Не так давно датская фирма "Лего" стала добавлять в свою продукцию сульфат бария, хорошо заметный в рентгеновских лучах. Для чего? Чтобы при рентгеновском исследовании обнаружить игрушку, проглоченную малышом.

4. Как используют ультрафиолет для определения качества продуктов? Некоторые продукты под действием ультрафиолетовых лучей люминесцируют в затемненном помещении разным цветом (с.205 А.И.Семке Нестандартные задачи по физике)

4.Тест

1. Инфракрасное излучение имеет длину волны:

А. Меньше $4 \cdot 10^{-7}$ м.

Б. Больше $7,6 \cdot 10^{-7}$ м

В. Меньше 10^{-8} м

2. Ультрафиолетовое излучение:

А. Возникает при резком торможении быстрых электронов.

Б. Интенсивно испускается нагретыми до высокой температуры телами.

В. Испускается любым нагретым телом.

3. Каков диапазон длин волн видимого излучения?

А. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ м.

Б. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ см.

В. $4 \cdot 10^{-7}$ - $7,5 \cdot 10^{-7}$ мм.

4. Наибольшую проникающую способность имеет:

А. Видимое излучение

Б. Ультрафиолетовое излучение

В. Рентгеновское излучение

5. Изображение предмета в темноте получают при помощи:

А. Ультрафиолетового излучения.

Б. Рентгеновского излучения.

В. Инфракрасного излучения.

6. Кем впервые было открыто γ -излучение?

А. Рентгеном

Б. Вилларом

В. Юнгом

7. С какой скоростью распространяется инфракрасное излучение?

А. Больше чем $3 \cdot 10^8$ м/с

Б. Меньше чем $3 \cdot 10^8$ м/с

В. $3 \cdot 10^8$ м/с

8. Рентгеновское излучение:

А. Возникает при резком торможении быстрых электронов

Б. Испускается твердыми телами, нагретыми до большой температуры

В. Испускается любым нагретым телом

9. Какие излучения используются в медицине?

1. Инфракрасное излучение

2. Ультрафиолетовое излучение

3. Видимое излучение

4. Рентгеновское излучение

А. 1,2,4 Б. 1,3 В. Все излучения

10. Обычное стекло практически не пропускает:

А. Видимое излучение.

Б. Ультрафиолетовое излучение.

В. Инфракрасное излучение

Правильные ответы:

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ответ	Б	Б	А	Е	Е	Б	В	А	в	Б
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Практическая работа № 21

Тема: Фотозффект

Цель: повторить законы фотозффекта, уметь решать задачи на использование формулы Эйнштейна.

Краткая теория:

Фотозффектом (внешним) называется явление испускания веществом электронов под действием света. Фотозффект был открыт Генрихом Герцем в 1887 году. Первые экспериментальные исследования фотозффекта были проведены русским ученым Столетовым. В evacuated баллон помещены два электрода – анод А и катод К. При освещении катода ультрафиолетовыми лучами (через кварцевое окошко) из него вырываются фотозэлектроны и перемещаются под действием электрического поля к аноду. Изменяя напряжение между анодом и катодом с помощью потенциометра П можно получить зависимость силы фототока от напряжения – вольт-амперную характеристику (ВАХ).

Законы фотозффекта:

Первый закон Максимальная скорость фотозэлектронов не зависит от интенсивности падающего излучения, а зависит только от его частоты. С увеличением скорости фотозэлектронов возрастает. **Число электронов, выбиваемых за 1с из вещества пропорционально интенсивности света, падающего на вещество.**

Второй закон. Кинетическая энергия фотозэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты. Если к освещенному электроду подключить положительный полюс батареи, то при некотором U фототок прекратится. Это явление не зависит от величины светового потока.

По закону сохранения энергии: $mv^2/2 = U_{\text{з.е.}}$

Кинетическая энергия фотозэлектронов линейно возрастает с частотой света.

Третий закон. Для каждого металла существует красная граница фотозффекта – предельная наименьшая частота ν_{min} (или наибольшая длина волны λ_{max}), при которой еще возможен фотозффект. Частоту ν_{min} называют **красной границей фотозффекта.**

При меньшей частоте ни при какой интенсивности волны падающего света на фотокатод фотозффект не произойдет.

Четвертый закон.

Фотозффект практически безынерционен. ($t = 10^{-9}$ с)

1. Теория фотозффекта.

Эйнштейн, развив теорию Планка (1905) показал, что законы фотозффекта могут быть объяснены при помощи квантовой теории.

Явление фотозффекта экспериментально доказывает **свет имеет прерывистую структуру.**

Излученная порция $E = h\nu$ сохраняет свою индивидуальность и поглощается веществом только целиком.

На основании закона сохранения энергии: $h\nu = A + mv^2/2$ – уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Не все кванты энергии падающего излучения поглощаются электронами. Из тысячи поглощенных квантов энергии в среднем лишь один вызывает фотоэффект, оставшаяся часть энергии излучения идет на нагревание металла.

2. Из уравнения Эйнштейна следует, что для наблюдения фотоэффекта необходимо, чтобы энергия кванта была хотя бы равна работе выхода, ииаче нельзя вырвать электрон из металла, то есть $h\nu_{\min} = A_{\text{вых}}$. Отсюда

$$\nu_{\min} = A_{\text{вых}} / h.$$

Это и есть красная граница фотоэффекта.

3. Фотон – это элементарная частица, энергия которой $h\nu$. Из формулы теории относительности $E = mc^2$, можно найти массу фотона $mc^2 = h\nu$.

$$m = h\nu / c^2.$$

Фотон не обладает массой покоя. Фотон существует только в движении со скоростью c .

Импульс фотона равен $p = h/\lambda$. Направление импульса фотона совпадает с направлением распространения света, которое характеризуется волновым вектором k , его численное значение определяется выражением $k = 2\pi/\lambda$.

4. Внутренний фотоэффект – явление увеличения концентрации свободных зарядов в полупроводнике (электронов и дырок) под действием облучения.

Используя табличные данные определить:

- Импульс, массу, энергию фотона для _____ цвета
- Определить длину волны электрона для _____ металла, если скорость _____
- Определить работу выхода при частоте _____ и напряжении _____ В
- Определить скорость вырывания электронов для _____ металла для _____ цвета
- Определить напряжение для _____ металла для _____ цвета

Красный	Оранжевый	Жёлтый	Зелёный	Голубой	Синий	Фиолетовый	Цвет
625—740	590—625	565—590	500—565	485—500	440—485	380—440	Диапазон длин волн, нм
480—400	510—480	530—510	600—530	620—600	680—620	790—680	Диапазон частот, ТГц

Работа выхода электронов из металлов

Скорости Металл

W, эВ

Алюминий	4,25
Вольфрам	4,54
Железо	4,31
Медь	4,4
Никель	4,5
Олово	4,39
Платина	5,32
Серебро	4,3
Цинк	4,24

скорость

	М/с
1.	1.6*106
2.	2*106
3.	2.2*106
4.	2.6*106
5.	2.1*106
6.	1.8*106
7.	2.5*106
	напряжение
1.	2В
2.	5 В
3.	2.5В

4.	4В
5.	3В
6.	1.8В
7.	4.5 В

Например:

№	цвет	Работа выхода	скорость	напряжени е	Длин а волн ы	частот а
1	красный	алюмини я	1.6*106	2В	625н м	480ТГ ц