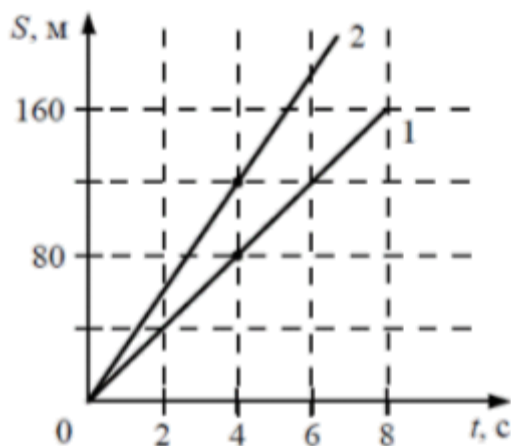
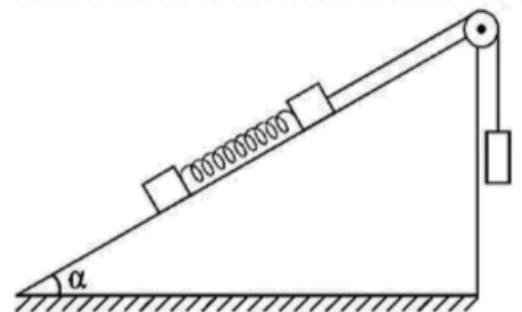
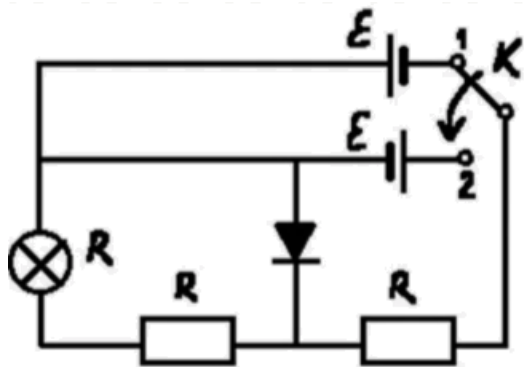




# Физика

*Навигатор самостоятельной  
подготовки к ЕГЭ-2026*





# Оглавление

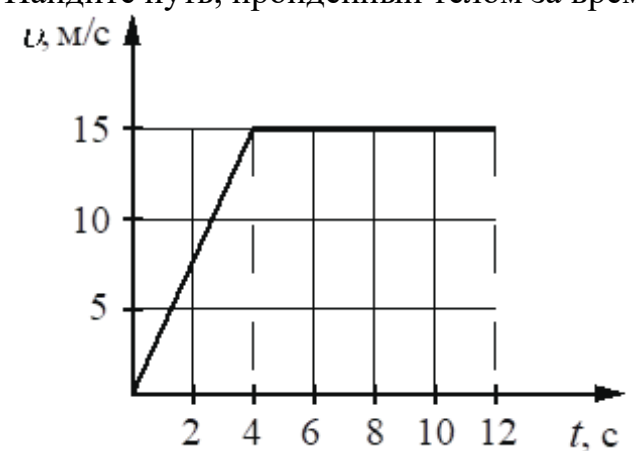
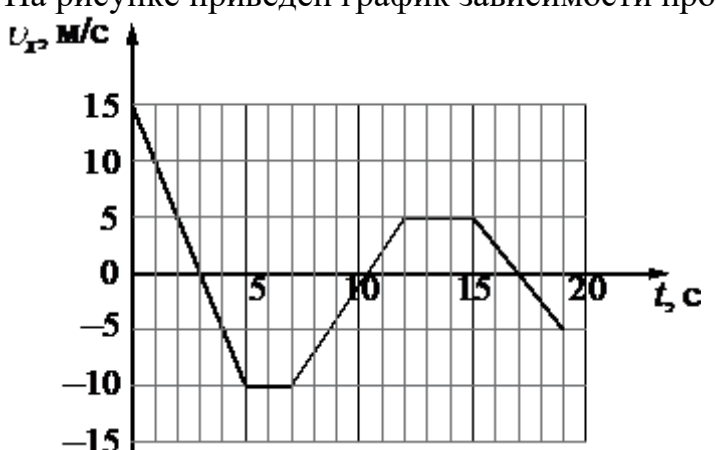
- [Линия 1](#)
- [Линия 2](#)
- [Линия 3](#)
- [Линия 4](#)
- [Линия 5](#)
- [Линия 6](#)
- [Линия 7](#)
- [Линия 8](#)
- [Линия 9](#)
- [Линия 10](#)
- [Линия 11](#)
- [Линия 12](#)
- [Линия 13](#)
- [Линия 14](#)
- [Линия 15](#)
- [Линия 16](#)
- [Линия 17](#)
- [Линия 18](#)
- [Линия 19](#)
- [Линия 20](#)
- [Линия 21](#)
- [Линия 22](#)
- [Линия 23](#)
- [Линия 24](#)
- [Линия 25](#)
- [Линия 26](#)



# Задание 1

## КИНЕМАТИКА

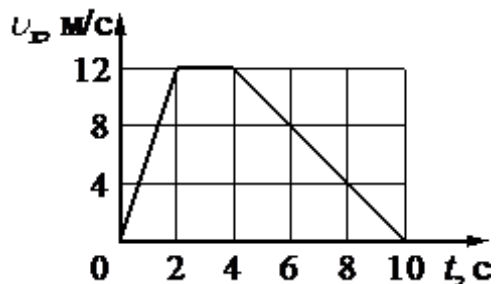
Надо знать	Надо уметь
Равномерное прямолинейное движение	Определять по графику зависимости координаты тела от времени $x(t)$ проекцию скорости движения тела и её модуль, путь и перемещение тела на заданном интервале времени. Вычислять перемещение и путь тела по графику зависимости $v_x(t)$
Равноускоренное прямолинейное движение	По графику зависимости проекции скорости движения тела от времени $v_x(t)$ определять проекцию ускорения тела, путь и перемещение тела на заданном интервале времени

№	Кинематика Впишите правильный ответ
1.1	<p>Впишите правильный ответ.</p> <p>На рисунке представлен график зависимости модуля скорости <math>v</math> тела от времени <math>t</math>. Найдите путь, пройденный телом за время от 0 до 12 с.</p>  <p><math>v, \text{ м/с}</math></p> <p>15 10 5</p> <p>2 4 6 8 10 12 <math>t, \text{ с}</math></p> <p><input type="text"/> м</p>
1.2	<p>На рисунке приведён график зависимости проекции <math>v_x</math> скорости тела от времени <math>t</math>.</p>  <p><math>v_x, \text{ м/с}</math></p> <p>15 10 5 0 -5 -10 -15</p> <p>5 10 15 20 <math>t, \text{ с}</math></p>

Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.

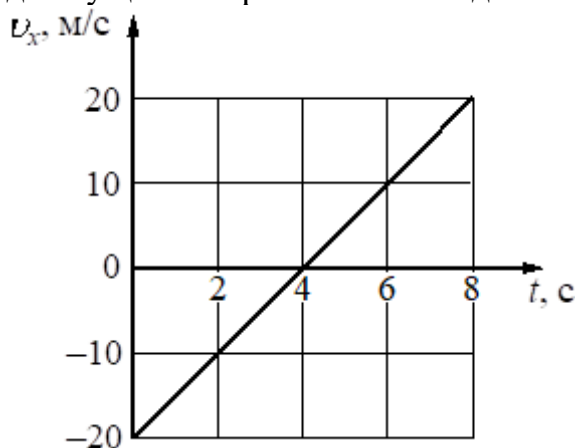
м

- 1.3 На рисунке показан график зависимости от времени для проекции  $v_x$  скорости тела. Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 8 с?



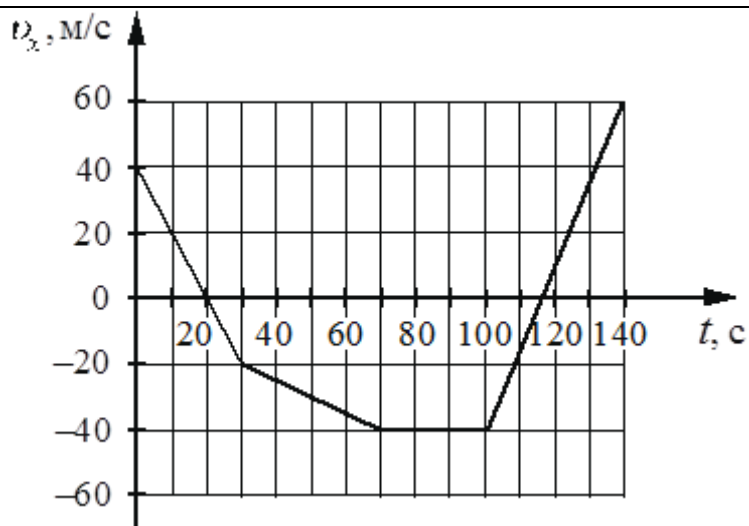
м/с<sup>2</sup>

- 1.4 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси  $Ox$ . Определите проекцию  $a_x$  ускорения тела.



м/с<sup>2</sup>

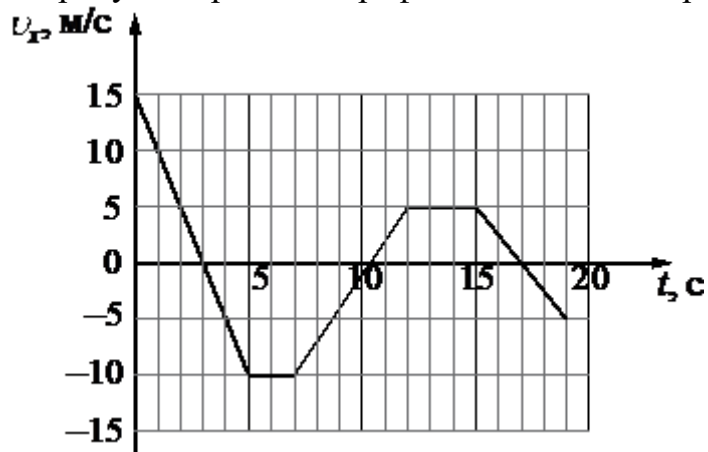
- 1.5 На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .



Определите проекцию  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 40 до 60 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

м/с<sup>2</sup>

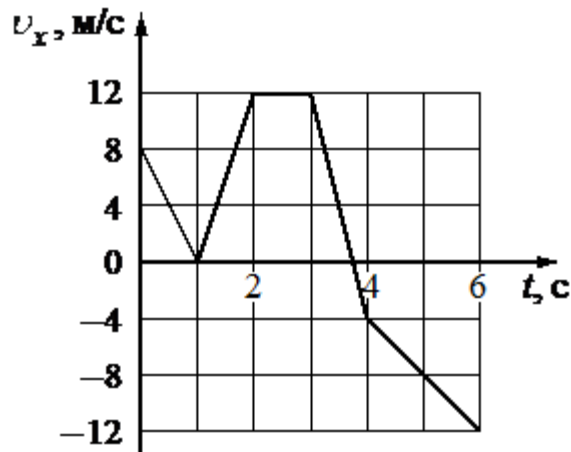
1.6 На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 15 до 19 с.

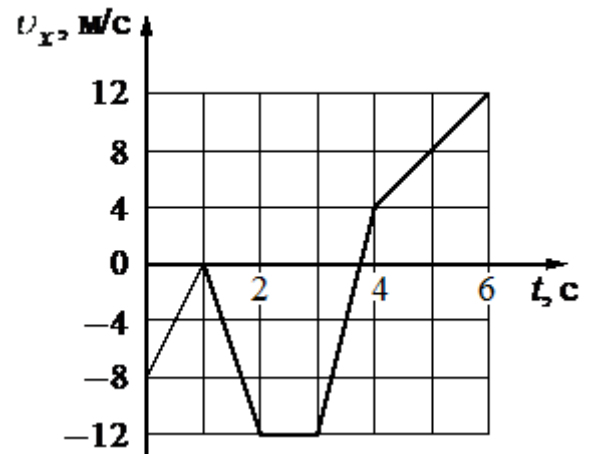
м

1.7 На рисунке показан график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ . Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 3 до 4 с?



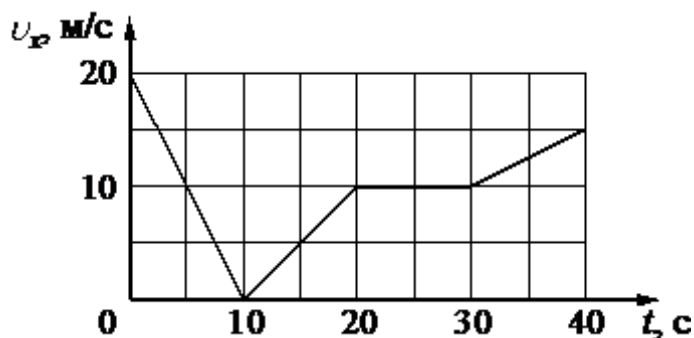
м/с<sup>2</sup>

- 1.8 На рисунке показан график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ . Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 6 с?



м/с<sup>2</sup>

- 1.9 Автомобиль движется по прямой улице, параллельной оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость проекции его скорости  $v_x$  от времени  $t$ .

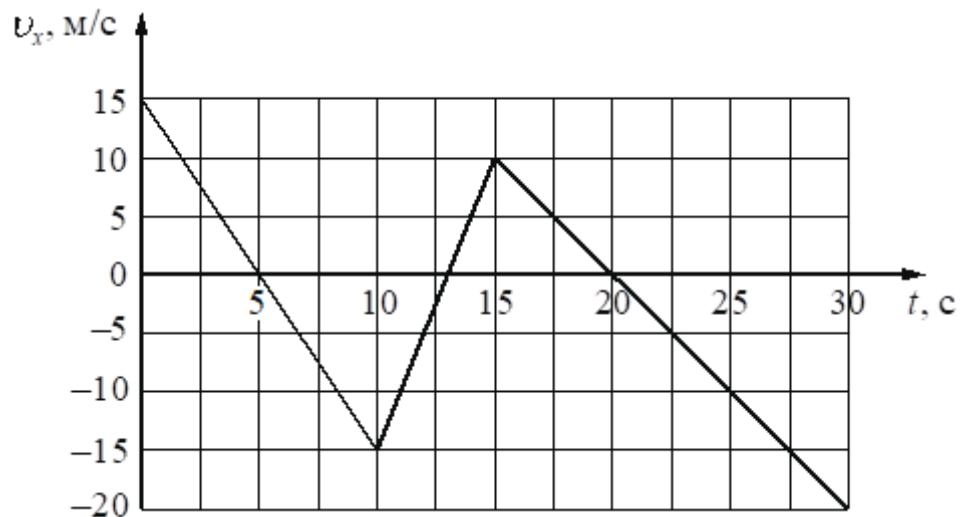


Определите проекцию ускорения автомобиля  $a_x$  в интервале времени от 0 до 10 с.

м/с<sup>2</sup>

1.10

На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .




Определите проекцию  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 20 до 30 с.

м/с<sup>2</sup>

## ОТВЕТЫ

№ задания	ответ
1.1	150
1.2	32,5
1.3	-2
1.4	5
1.5	-0,5
1.6	10
1.7	-16
1.8	4
1.9	-2
1.10	

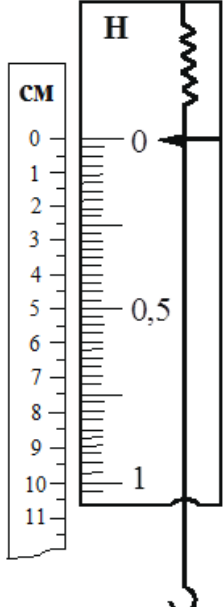
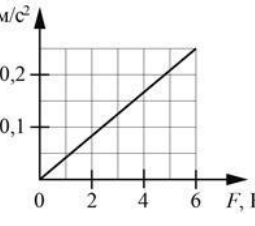
Задание 2.

ДИНАМИКА	
1	Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея
2	Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \frac{m}{V}$
3	Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{РАВНОД.} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$
4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО $\vec{F} = ma$ $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ $puF = const$
5	Третий закон Ньютона для материальных точек $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ 
6	Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны $F = G \frac{(m_1 m_2)}{R^2}$ Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты над поверхностью планеты радиусом 0: $mg = \frac{G M m}{(R_0 + h)^2}$
7	Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$ Вес тела
8	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$ Сила трения покоя: $F_{тр} \leq -kx$ Коэффициент трения
9	Давление: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$

Второй закон Ньютона	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Определять графически и аналитически равнодействующую сил, действующих на тело.</li> <li>➤ Применять второй закон Ньютона для определения ускорения тела, движущегося в инерциальной системе отсчета.</li> </ul>
Закон всемирного тяготения	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Применять закон всемирного тяготения для сравнения гравитационных сил, действующих между материальными точками или однородными телами сферической формы</li> </ul>
Закон Гука	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Применять закон Гука.</li> <li>➤ По графикам зависимости силы упругости от удлинения определять жёсткость пружины.</li> </ul>

Сила трения	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Различать силу трения покоя и скольжения. Использовать выражение для силы трения скольжения для расчета физических величин.</li> <li>➤ По графикам зависимости силы трения скольжения от нормальной составляющей силы реакции опоры (или массы тела) определять коэффициент трения скольжения между трущимися поверхностями</li> </ul>
-------------	---

№	Задание
2.1	Два маленьких шарика массой $m$ каждый находятся на расстоянии 40 см друг от друга. Каково расстояние между шариками вдвое большей массы, если модуль сил гравитационного взаимодействия между ними такой же, как и между первыми двумя шариками?
2.2	В инерциальной системе отсчёта некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение $5 \text{ м/с}^2$ . Какова масса тела, которому та же сила сообщает в той же системе отсчёта ускорение $4 \text{ м/с}^2$ ?
2.3	Два одинаковых маленьких шарика притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю $0,16 \text{ пН}$ . Каким станет модуль сил их гравитационного взаимодействия, если расстояние между шариками уменьшить в 1,5 раза?
2.4	В инерциальной системе отсчёта сила величиной $70 \text{ Н}$ сообщает телу массой $10 \text{ кг}$ некоторое ускорение. Сила, какой величины сообщит телу массой $9 \text{ кг}$ в этой же системе отсчёта такое же ускорение?
2.5	Под действием силы величиной $6 \text{ Н}$ пружина удлинилась на $3 \text{ см}$ . Чему равна величина силы, под действием которой удлинение этой пружины составит $4,5 \text{ см}$ ?

2.6	<p>На рисунке изображены лабораторный динамометр и линейка. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах, шкала линейки проградуирована в сантиметрах. Какой должна быть масса груза, подвешенного к пружине динамометра, чтобы пружина растянулась на 7,5 см?</p>										
2.7	<p>На графике приведена зависимость ускорения бруска, скользящего без трения по горизонтальной поверхности, от величины приложенной к нему горизонтальной силы. Систему отсчёта считать инерциальной. Чему равна масса бруска?</p>										
2.8	<p>При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения <math>\vec{F}_{тр}</math> от модуля нормальной составляющей силы реакции опоры <math>\vec{N}</math> были получены следующие данные.</p> <table border="1" data-bbox="502 1209 1252 1299"> <tbody> <tr> <td><math>F_{тр}, Н</math></td> <td>0,8</td> <td>1,</td> <td>2,4</td> <td>3,2</td> </tr> <tr> <td><math>N, Н</math></td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>8,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Определите по результатам исследования коэффициент трения скольжения.</p>	$F_{тр}, Н$	0,8	1,	2,4	3,2	$N, Н$	2,0	4,0	6,0	8,0
$F_{тр}, Н$	0,8	1,	2,4	3,2							
$N, Н$	2,0	4,0	6,0	8,0							
2.9	<p>Два маленьких шарика массой <math>m</math> каждый, расстояние между центрами которых равно <math>r</math>, притягиваются друг к другу с гравитационной силой 0,3 пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса одного из них равна <math>3m</math>, масса другого – <math>\frac{m}{3}</math>, а расстояние между их центрами равно <math>\frac{r}{3}</math>?</p>										
2.10	<p>Жёсткость пружины равна 7500 Н/м. Какова энергия упругой деформации этой пружины при её растяжении на 4 см?</p>										

<b>№ задания</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	<b>2.6</b>	<b>2.7</b>	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>	<b>2.10</b>
<b>ответ</b>	80см	10кг	0,36пН	63Н	9Н	75г	24кг	0,4	2,7пН	6Дж

Задание ЕГЭ линия 3.

В соответствии со Спецификацией КИМ ЕГЭ 2026 г. проверяет ограниченный перечень элементов содержания по одной или двум темам раздела «Механика»: законы сохранения в механике, импульс тела, импульс силы.

### *Задание 3*

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса.	Определять импульс тела и его изменение. Применять закон сохранения импульса для определения изменения импульсов и скоростей взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему.
Работа силы.	Применять формулы для расчёта работы силы.
Кинетическая энергия тела. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести и упруго деформированного тела.	Определять кинетическую энергию и её изменение для движущегося тела. Определять потенциальную энергию тела в поле тяжести Земли. Применять формулу для определения энергии упруго деформированного тела
Закон изменения и сохранения механической энергии.	Применять закон сохранения и изменения полной механической энергии для движущегося тела или системы тел.

**3.1** Впишите правильный ответ.

Шарик массой 100 г падает с некоторой высоты. Начальная скорость шарика равна нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 6 Дж, а потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 1 Дж. С какой высоты упал шарик?

м

### 3.2 Впишите правильный ответ.

Отношение скорости грузовика к скорости легкового автомобиля  $v_1v_2=12$ . Масса грузовика  $m_1=3000$  кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

кг

### 3.3 Впишите правильный ответ.

В инерциальной системе отсчёта тело движется прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 8 Н. Импульс тела изменился на 24 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого изменения импульса?

с

### 3.4 Впишите правильный ответ.

Шарик массой 300 г начинает падать с высоты 10 м из состояния покоя. Какова его кинетическая энергия в момент перед падением на поверхность Земли, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Дж

### 3.5 Впишите правильный ответ.

Тело массой 200 г, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, в момент броска обладало кинетической энергией, равной 20 Дж. На какую максимальную высоту поднялось тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

м

### 3.6 Впишите правильный ответ.

Тело массой 6 кг движется прямолинейно со скоростью 2 м/с в инерциальной системе отсчёта. На тело начала действовать постоянная тормозящая сила, равная по модулю 4 Н. Сколько времени пройдёт до момента остановки тела?

с

**3.7 Впишите правильный ответ.**

Под действием постоянной силы, равной по модулю 30 Н, тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. За какое время импульс тела уменьшится от 100 до 40 кг · м/с?

за  с

**3.8 Впишите правильный ответ.**

Тело массой 600 г, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, поднялось на максимальную высоту, равную 8 м. Какой кинетической энергией обладало тело в момент броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дж

**3.9 Впишите правильный ответ.**

Автомобиль массой  $10^3$  кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

кДж

**3.10 Впишите правильный ответ.**

Сила притяжения Земли к Солнцу в 2,88 раза больше, чем сила притяжения Меркурия к Солнцу. Найдите отношение расстояния между Меркурием и Солнцем к расстоянию между Землёй и Солнцем, если масса Земли в 18 раз больше массы Меркурия.

---

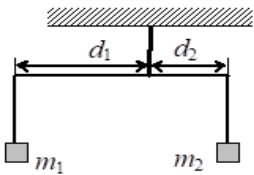
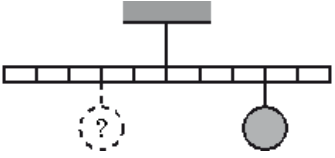
№ задания	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
ответ	7	1000	3	30	10	3	2	48	200	0,4

---

## Линия 4 ЕГЭ 2026

<b>Что нужно знать</b>	<b>Что нужно уметь</b>
Условие равновесия твёрдого тела	Определять момент силы относительно выбранной оси вращения. Определять условия равновесия твёрдого тела в инерциальной системе отсчёта.
Давление в жидкости	Определять давление столба жидкости и давление в жидкости с учетом атмосферного давления
Закон Архимеда	Определять силу Архимеда. Различать условия плавания тел в жидкости или газе
Математический и пружинный маятники	Используя формулы для периода малых свободных колебаний математического маятника и свободных колебаний пружинного маятника, определять изменение периода или частоты свободных колебаний при изменении длины нити, массы груза и жёсткости пружины маятника. Анализировать изменение кинетической и потенциальной энергий маятника
Скорость распространения волн и длина волны. Звук. Скорость звука	Рассчитывать величины, характеризующие распространение звуковой волны

№	Задачи
---	--------

4.1	Во сколько раз уменьшится частота малых свободных колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 9 раз, а массу груза уменьшить в 4 раза?								
4.2	У входа в вертикальную шахту произведён выстрел. Через какое время после выстрела звук выстрела вернётся к стрелку, отразившись от дна шахты, если её глубина 170 м? Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.								
4.3	Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 400 Н/м, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо первой пружины, чтобы период свободных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?								
4.4	Полый стальной шар массой 10 кг плавает на поверхности озера. Объём шара равен 15 дм <sup>3</sup> . Чему равна сила Архимеда, действующая на шар?								
4.5	Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Во сколько раз нужно уменьшить плечо $d_1$ , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)								
									
4.6	Во сколько раз уменьшится период малых свободных колебаний математического маятника, если длину нити уменьшить в 9 раз, а массу груза уменьшить в 4 раза?								
4.7	Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin 2\pi/Tt$ , где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$ , кинетическая энергия маятника достигнет минимального значения?								
4.8	Тело массой 0,2 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?								
									
4.9	Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия лёгкого рычага, к которому приложены силы $F_1$ и $F_2$ . Результаты, которые он получил, представлены в таблице. $l_1$ и $l_2$ — плечи сил.								
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><math>F_1</math>, Н</th> <th><math>l_1</math>, м</th> <th><math>F_2</math>, Н</th> <th><math>l_2</math>, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,8</td> <td>?</td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table>	$F_1$ , Н	$l_1$ , м	$F_2$ , Н	$l_2$ , м	40	0,8	?	0,2
$F_1$ , Н	$l_1$ , м	$F_2$ , Н	$l_2$ , м						
40	0,8	?	0,2						
	Каков модуль силы $F_2$ , если рычаг находится в равновесии?								
4.10	На лодку, плавающую в воде, действует сила Архимеда величиной 2150 Н. Чему равна масса лодки?								

## Ответы

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

3	1	1600	100	2	3	0,25	0,3	160	215
---	---	------	-----	---	---	------	-----	-----	-----

### Задание 5

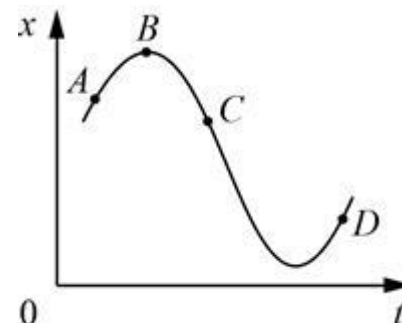
### МЕХАНИКА

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Механические колебания и волны	Анализировать механические процессы, представленные в виде таблиц, графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс

#### Задание 5.1.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ . Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



1)	В точке $C$ проекция скорости тела на ось $Ox$ отрицательна.
2)	На участке $BC$ модуль скорости тела уменьшается.

3)	Проекция перемещения тела на ось $Ox$ при переходе из точки $C$ в точку $D$ отрицательна.
4)	В точке $D$ проекция ускорения тела на ось $Ox$ положительна.
5)	В точке $A$ ускорение тела и его скорость направлены в одну сторону.

### Задание 5.2.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени  $t=0$ . В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Модуль скорости, м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

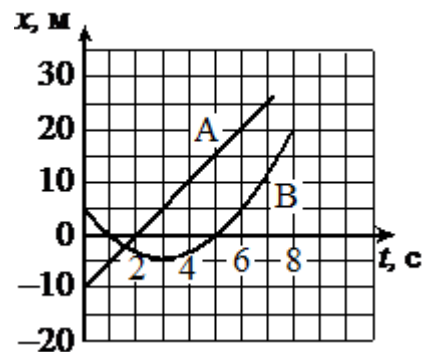
1)	Тело поднялось на максимальную высоту, равную 0,8 м.
2)	На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
3)	Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
4)	В момент времени $t=0,9$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.
5)	В момент времени $t=0,2$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.

### Задание 5.3.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся вдоль оси  $Ox$ .

Выберите два верных утверждения о характере движения тел.

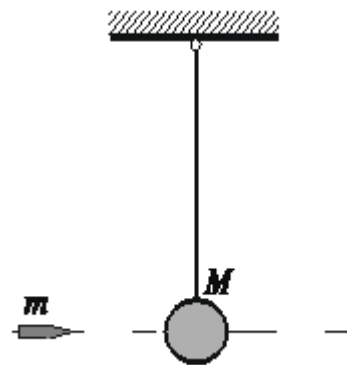


1)	Тело А движется равноускоренно.
2)	Скорость тела А в момент времени $t=2$ с равна 5м/с.
3)	Тело В меняет направление движения в момент времени $t=3$ с.
4)	В момент $t=5$ с тело В покоится.
5)	В тот момент, когда скорость тела В обратилась в нуль, расстояние между телами А и В составляло 20м.

### Задание 5.4.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

На длинной, прочной, невесомой и нерастяжимой нити подвешен небольшой шар массой  $M$  (см. рисунок). В шар попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой  $m$ . После этого шар с пулей совершает малые колебания. Выберите два верных утверждения, характеризующих движение шара и пули. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.



1)	Амплитуда колебаний шара с пулей тем меньше, чем больше масса шара $M$ .
2)	Период колебаний шара с пулей тем больше, чем больше масса пули $m$ .
3)	Для системы тел «пуля и шар» в процессе колебаний в поле силы тяжести Земли выполняется закон сохранения импульса, а сумма потенциальной и кинетической энергий неизменна.
4)	К системе тел «пуля + шар» в процессе застревания пули применим закон сохранения импульса.
5)	После попадания пули шар вместе с пулей движется с ускорением

### Задание 5.5.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Школьники изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 2,1 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время $t$ , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость $u$ , м/с	0	2	4	6	8	10	12

1)	Сумма сил, действующих на брусок, равна нулю.
2)	Ускорение бруска равно $2 \text{ м/с}^2$ .
3)	Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0,2$ .
4)	Брусок движется равномерно.
5)	В момент времени 3 с кинетическая энергия бруска равна 7,2 Дж.

### Задание 5.6.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной по модулю скоростью равной 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен

40 м. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие движение автомобиля по мосту.

1)	Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз
2)	Центростремительное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно $2,5 \text{ м/с}^2$ .
3)	Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.
4)	Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
5)	В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной по модулю 15 000 Н.

### Задание 5.7.

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось  $Ox$ . В таблице приведены значения координаты груза  $x$  в различные моменты времени  $t$ . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени

$t, \text{ с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
$x, \text{ см}$	4,0	2,8	0,0	-2,8	-4,0	-2,8	0,0

1)	Период колебаний груза равен 1,6 с.
2)	Частота колебаний груза равна 1 Гц.
3)	В момент времени 1,2 с потенциальная энергия пружины минимальна.
4)	В момент времени 0,8 с ускорение груза максимально.
5)	Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с меньше, чем в момент времени 1,2 с.

### Ответы

<b>№ задания</b>	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	5.6.	5.7.
<b>Ответ</b>	134	24	23	14	25	25	134

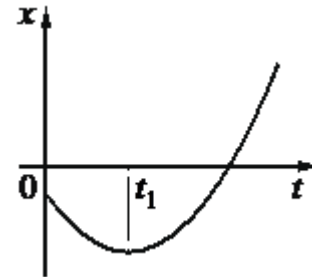
Линия 6 – задания с кратким ответом, в котором необходимо указать в ответе 2 цифры. Максимальный балл – 2.

### МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Что нужно знать	Что нужно уметь
Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Механические колебания и волны	Распознавать графики зависимости физических величин от времени для различных видов движения (прямолинейное равноускоренное движение, свободное падение, движение тела, брошенного под углом к горизонту, движение тела по наклонной плоскости). Анализировать изменение физических величин в процессе движения тел и их взаимодействия или при изменении условий проведения опыта.

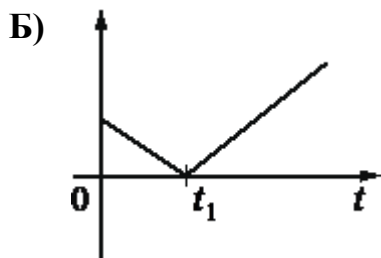
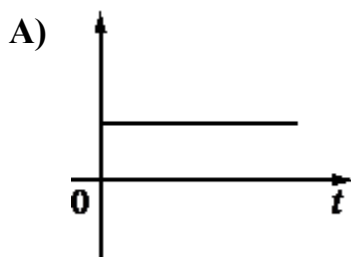
1. Установите соответствие и впишите ответ.

На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ГРАФИКИ



А

Б

	▼		▼
--	---	--	---

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция ускорения тела на ось  $Ox$
- 2) модуль скорости тела
- 3) проекция импульса тела на ось  $Ox$
- 4) кинетическая энергия тела

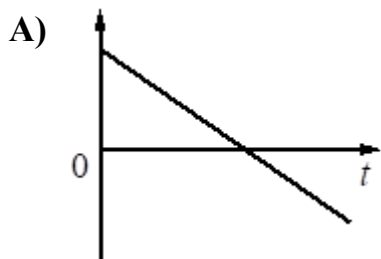
## 2. Установите соответствие и впишите ответ.

Тело движется вдоль оси  $Ox$ , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой  $x(t) = -6 + 4t - 3t^2$  (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

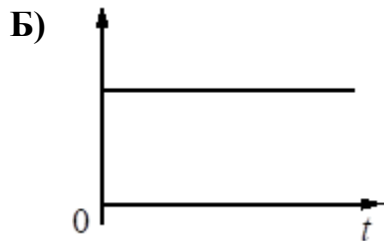
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ГРАФИКИ



### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция  $s_x$  перемещения тела
- 2) проекция  $v_{x0x}$  скорости тела
- 3) модуль равнодействующей  $F \rightarrow F \rightarrow$  сил, действующих на тело
- 4) проекция  $a_x$  ускорения тела



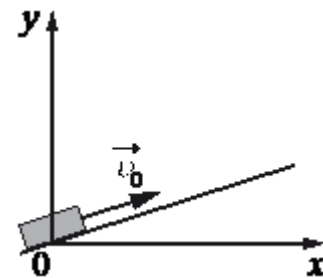
А

Б



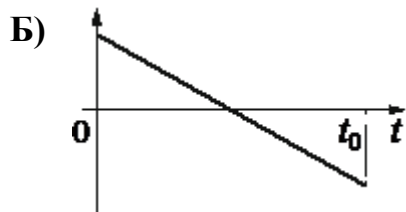
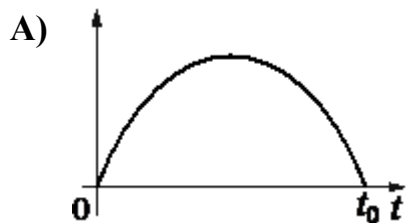
3. Установите соответствие и впишите ответ.

После удара в момент  $t=0$  шайба начинает скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью  $v \rightarrow 0$ , как показано на рисунке, и в момент  $t=t_0$  возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия  $E_k$
- 2) проекция скорости  $v_{y0}$
- 3) координата  $x$
- 4) проекция ускорения  $a_x$

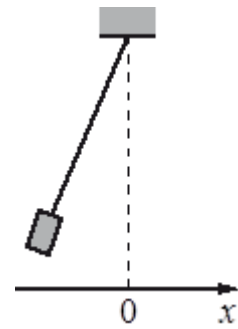
А

Б



4. Установите соответствие и впишите ответ.

Груз, привязанный к длинной нерастяжимой нити, отклонили от положения равновесия на малый угол и в момент времени  $t=0$  отпустили с нулевой начальной скоростью (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого.  $T$  – период колебаний. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия груза отсчитывается от положения равновесия.

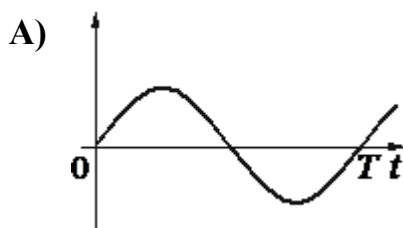


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

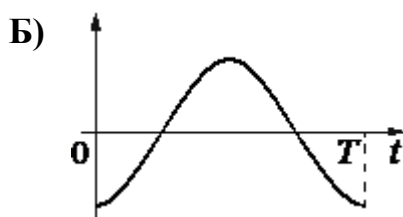
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**



- 1) координата  $x$
- 2) проекция скорости  $v_x$
- 3) проекция ускорения  $a_x$
- 4) потенциальная энергия  $E_{п}$

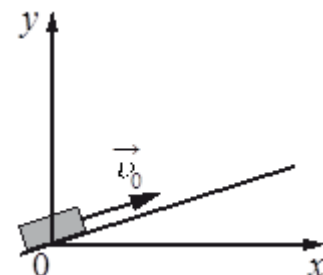


А                      Б

▼	▼
---	---

**5. Установите соответствие и впишите ответ.**

После удара в момент времени  $t=0$  шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью  $v \rightarrow 0, v \rightarrow 0$ , как показано на рисунке. В момент времени  $t_0$  шайба вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

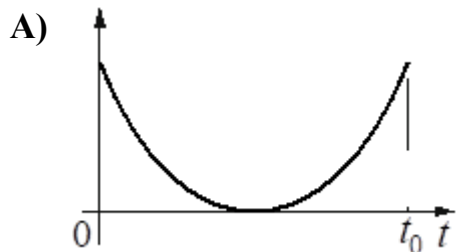


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

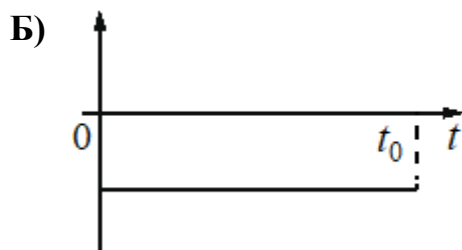
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**



- 1) проекция скорости  $v_x$
- 2) проекция ускорения  $a_y$
- 3) кинетическая энергия  $E_k$
- 4) полная механическая энергия  $E_{\text{мех}}$



А

Б



### 6. Впишите правильный ответ.

На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью  $400 \text{ кг/м}^3$ . Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ . Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Ответ:

### 7. Впишите правильный ответ.

Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его кинетическая энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается

3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение камня	Кинетическая энергия камня

Ответ:

### 8. Впишите правильный ответ.

Железный сплошной шарик совершает малые свободные колебания на лёгкой нерастяжимой нити. Затем этот шарик заменили на сплошной алюминиевый шарик такого же диаметра. Амплитуда колебаний в обоих случаях одинакова.

Как при этом изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия шарика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний шарика	Максимальная кинетическая энергия шарика

Ответ:

### 9. Впишите правильный ответ.

Подвешенный на пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину заменили на другую, жёсткость которой больше, оставив массу груза и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза

Ответ:

### ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ ЛИНИИ №6

№ задания	ответ	№ задания	ответ	№ задания	ответ
6.1	12	6.4	21	6.7	32
6.2	23	6.5	32	6.8	32
6.3	32	6.6	33	6.9	11

### Задание №7 ЕГЭ по физике

Задание 7 в соответствии со Спецификацией КИМ ЕГЭ 2026 г. проверяет ограниченный перечень элементов содержания по молекулярной физике и термодинамике соответственно. Эти задания являются заданиями с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно записать ответ в виде числа. Ниже приведены описания проверяемых элементов содержания и умений, которые необходимо проявить при выполнении каждого из заданий 7, а также примеры заданий с ответами этих линий из открытого банка заданий ЕГЭ, раздел «Молекулярная физика и термодинамика».

№	Что нужно знать	Что нужно уметь
1	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного движения его частиц.	Использовать формулу $\overline{E}_{\text{пост}} = \left(\frac{m \cdot v^2}{2}\right) = \frac{3}{2} kT$ для расчёта физических величин
2	Уравнение $p = nkT$	Использовать уравнение $P = nkT$ для расчёта физических величин
3	Уравнение Менделеева-Клапейрона	Использовать уравнение Менделеева-Клапейрона для расчёта параметров газа в изопроцессах.

4	Изопрцессы (изотерма, изохора, изобара)	Применять законы изопрцессов в разреженном газе с постоянным числом молекул $N$ (с постоянным количеством вещества $\nu$ ): изотерма ( $T = \text{const}$ ): $pV = \text{const}$ , изохора ( $V = \text{const}$ ) $\frac{p}{T} = \text{const}$ , изобара ( $p = \text{const}$ ) $\frac{V}{T} = \text{const}$ . Анализировать $pV$ -, $V T$ -, $p T$ -диаграммы
---	---	---

Задачи:

1. **Впишите правильный ответ.**

На рисунке 1 показан график процесса, проведённого над 2 моль газообразного гелия. Найдите отношение температур  $\frac{T_3}{T_1}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(-а)

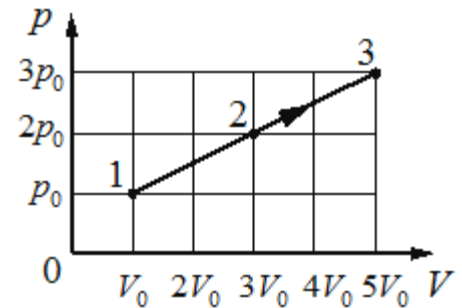


Рисунок 1

ТОМ

2. **Впишите правильный ответ.**

Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  равен 20 л. Каков объём 3 моль водорода при же давлении и вдвое большей температуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ л

3. **Впишите правильный ответ.**

При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2,5 раза. Конечная температура газа равна 500 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К

4. **Впишите правильный ответ.**

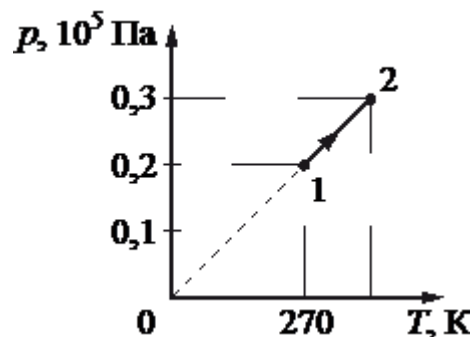
Во сколько раз уменьшится абсолютная температура разреженного одноатомного газа, если среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшится в 5 раз?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(-а)

5. **Впишите правильный ответ.**

На рисунке 2 показано изменение состояния идеального газа в количестве 4 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?

Ответ: \_\_\_\_\_ К



6. **Впишите правильный ответ.**

Во сколько раз должна уменьшиться абсолютная температура одноатомного идеального газа, чтобы среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 3 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(-а)

7. **Впишите правильный ответ.**

Концентрация молекул разреженного газа уменьшилась в 3 раза, а средняя кинетическая энергия теплового поступательного движения молекул увеличилась в 6 раз. Во сколько раз повысилось давление газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(-а)

**8. Впишите правильный ответ.**

Разреженный воздух в цилиндре переводится из состояния  $A$  в состояние  $B$ , причём его масса не изменяется. Параметры, определяющие состояния воздуха, приведены в таблице.

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние $A$	1,0	4	300
состояние $B$	0,5		600

Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

Ответ: \_\_\_\_\_

**9. Впишите правильный ответ.**

С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление возросло на 75 кПа. Масса газа постоянна.

Каково было первоначальное давление газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа

**10. Впишите правильный ответ.**

При повышении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 3 раза. Начальная температура газа 150 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К

**Ответы:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	120	200	25	405	9	2	16	75	450

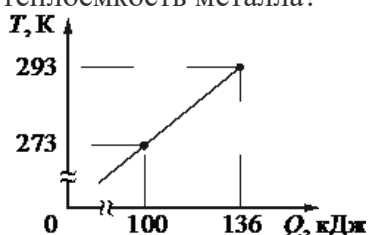
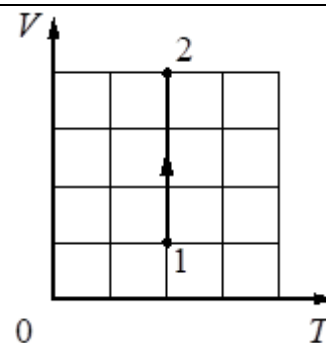
**Задание 8**

Задание 8 в соответствии со Спецификацией КИМ ЕГЭ 2026 г. проверяет ограниченный перечень элементов содержания по молекулярной физике и термодинамике соответственно. Эти задания являются заданиями с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно записать ответ в виде числа. Ниже приведены описания проверяемых элементов содержания и умений, которые необходимо проявить при выполнении каждого из заданий 8, а также примеры заданий этих линий из открытого банка заданий ЕГЭ, раздел «Молекулярная физика и термодинамика».

№	Что нужно знать	Что нужно уметь
---	-----------------	-----------------

1	Количество теплоты, изменение агрегатных состояний вещества	Применять формулы для удельной теплоемкости вещества , $Q = cm\Delta T$ , удельной теплоты плавления $Q = \lambda m$ и удельной теплоты парообразования $Q = Lm$ для расчета параметров. Использовать графики зависимости температуры от количества теплоты для определения необходимых параметров
2	Элементарная работа в термодинамике	Определять работу газа в изобарном процессе по формуле $A = p\Delta V$ и с использованием $pV$ -диаграммы
3	Первый закон термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$ <u>Адиабата: <math>Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2</math></u>	Применять первый закон термодинамики к различным процессам
4	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} -  Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$ <u>Максимальное значение КПД. Цикл Карно</u> $\max \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$	Применять формулы для расчёта КПД теплового двигателя:

1	Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 64 Дж, и совершает работу, равную 16 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?
2	Какую массу льда, находящегося при 0 °С, можно превратить в воду, если льду сообщить количество теплоты $0,33 \times 10^5$ Дж?
3	На $VT$ -диаграмме показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. Газ в этом процессе совершил работу, равную 4 кДж. Какое количество теплоты получил газ?
4	Какое количество теплоты поглощается в процессе кипения и обращения в пар 2 кг воды, происходящем при 100 °С и атмосферном давлении $10^5$ Па?
5	На рисунке показана зависимость температуры металлической детали массой 2 кг от переданного ей количества теплоты. Чему равна удельная теплоёмкость металла?



6	Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?
7	У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя равна 227 °С, а температура холодильника равна 27 °С. Определите КПД теплового двигателя.
8	<p>Вещество массой 6 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры <math>t</math> вещества по мере поглощения им количества теплоты <math>Q</math>. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?</p>
9	<p>На <math>pV</math>-диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение <math>A_{12}/A_{23}</math> работ газа в процессах 1–2 и 2–3?</p>
10	<p>Твёрдое тело остывает. На рисунке изображён график зависимости температуры тела <math>T</math> от отданного им количества теплоты <math>Q</math>. Какое количество теплоты отдаёт тело, остывая на 30 К?</p>

### Ответы на задание №8

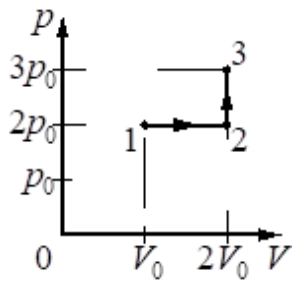
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	25%	0,1	4 кДж	4600кДж	900 Дж/(кг · К)	400Дж	40%	200 кДж/кг	1,5	30 кДж

## Задание 9

Задания 9 соответствии со Спецификацией КИМ ЕГЭ 2026 г. могут проверять элементы содержания по любой из тем раздела «Молекулярная физика и термодинамика». Как правило, в экзаменационном варианте эти задания базируются на материале разных тем. В задании 9 необходимо из пяти предложенных утверждений выбрать все верные утверждения, характеризующие процесс, описанный в тексте задания. Для этого необходимо уметь проводить комплексный анализ указанного процесса. Задания 9 являются заданиями с кратким ответом, которые оцениваются максимально 2 баллами. Ниже приведены описания проверяемых элементов содержания и умений, которые необходимо проявить при выполнении заданий 9.

	Что знать	Что уметь
	Молекулярная физика. Термодинамика	Проводить комплексный анализ тепловых процессов, представленных в виде графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс.

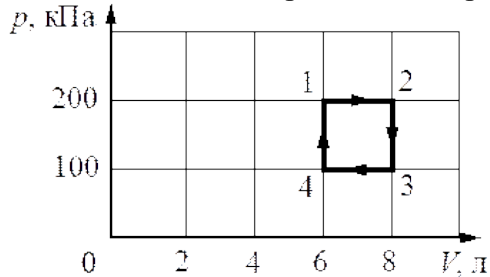
1	Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления $p$ газа от объёма $V$ . Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно процессов, показанных на графике.
---	---



1. Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 1.
2. В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза
3. В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно увеличилась в 1,5 раза.
4. Плотность газа минимальна в состоянии 1.
5. В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в раз

2

С одноатомным идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1,  $pV$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. Масса газа постоянна. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



- 1) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 100 Дж.
- 2) В процессе 2–3 газ получает положительное количество теплоты.
- 3) Работа газа за цикл равна 200 Дж.
- 4) Минимальная температура в циклическом процессе равна 200 К.
- 5) Количество теплоты, переданное газу при изохорном нагревании, равно 900 Дж.

3

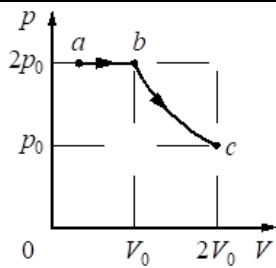
Герметичный теплоизолированный сосуд разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две равные части. В первую часть сосуда поместили некоторое количества аргона при температуре 328 К, а во вторую – такое же количество аргона при температуре 15 °С.

Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения, которые верно отражают изменения, происходящие с аргоном при переходе к тепловому равновесию.

- 1) Внутренняя энергия газа в первой части сосуда увеличилась.
- 2) Температура газа во второй части сосуда повысилась.
- 3) При теплообмене газ в первой части сосуда отдавал положительное количество теплоты, а газ во второй части сосуда его получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температура газов в обеих частях сосуда стала одинаковой и равной 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в первой части сосуда совершил положительную работу.

4

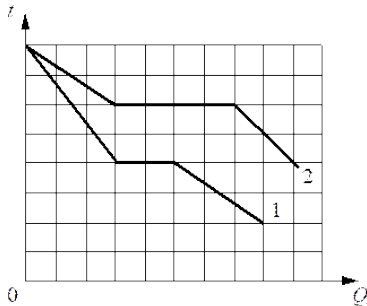
В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре происходит процесс  $a \rightarrow b \rightarrow c$ ,  $pV$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса



- 1) В процессе  $a \rightarrow b$  масса капли воды уменьшается.
- 2) В процессе  $b \rightarrow c$  от пара отводится положительное количество теплоты.
- 3) В состоянии  $a$  водяной пар является ненасыщенным.
- 4) В процессе  $a \rightarrow b$  внутренняя энергия пара постоянна.
- 5) В процессе  $b \rightarrow c$  плотность пара уменьшается.

5

На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от отданного ими при остывании количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.

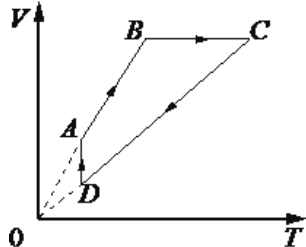


Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1. Температура плавления второго тела в 1,5 раза выше, чем температура плавления первого тела.
2. Удельная теплота плавления второго тела в 2 раза меньше удельной теплоты плавления первого тела.
3. В жидком агрегатном состоянии удельная теплоёмкость второго тела в 1,5 раза больше, чем первого.
4. В твёрдом агрегатном состоянии удельная теплоёмкость второго тела больше, чем первого.
5. Удельная теплоёмкость первого тела в твёрдом агрегатном состоянии равна удельной теплоёмкости второго тела в жидком агрегатном состоянии.

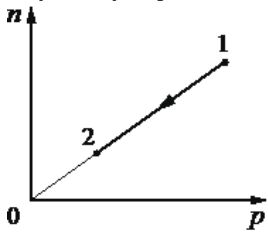
6

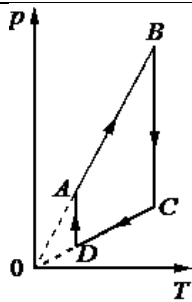
На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах  $V-T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) Газ за цикл совершает работу, равную нулю.
- 2) Давление газа в процессе  $AB$  постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
- 3) В процессе  $BC$  газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 4) В процессе  $CD$  внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) В процессе  $DA$  давление газа изотермически уменьшается.

7	<p>В жёстком герметичном сосуде объёмом <math>1 \text{ м}^3</math> при температуре <math>289 \text{ К}</math> длительное время находился влажный воздух и <math>10 \text{ г}</math> воды. Сосуд медленно нагрели до температуры <math>298 \text{ К}</math>. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.</p> <table border="1" data-bbox="256 315 1209 439"> <tr> <td><math>t, \text{ }^\circ\text{C}</math></td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td><math>\rho_{\text{нп}}, \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3</math></td> <td>1,36</td> <td>1,45</td> <td>1,54</td> <td>1,63</td> <td>1,73</td> <td>1,83</td> <td>1,94</td> <td>2,06</td> <td>2,18</td> <td>2,30</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) При температуре <math>23^\circ\text{C}</math> влажность воздуха в сосуде была равна <math>48,5\%</math>.</li> <li>2) В течение всего опыта в сосуде находилась вода в жидком состоянии.</li> <li>3) Так как объём сосуда не изменялся, давление влажного воздуха увеличивалось пропорционально его температуре.</li> <li>4) В начальном состоянии при температуре <math>289\text{К}</math> пар в сосуде был насыщенный.</li> <li>5) Парциальное давление сухого воздуха в сосуде не изменялось.</li> </ol>	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	$\rho_{\text{нп}}, \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25													
$\rho_{\text{нп}}, \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30													
8	<p>Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится <math>8 \text{ г}</math> гелия, в правой – <math>1 \text{ моль}</math> аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите <b>два</b> верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Давление в обеих частях сосуда одинаково.</li> <li>2. Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.</li> <li>3. Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.</li> <li>4. Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.</li> <li>5. В правой части сосуда общее число молекул газов в <math>2</math> раза меньше, чем в левой части.</li> </ol>																						
9	<p>При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул <math>n</math> пропорциональна давлению <math>p</math> (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной. Из приведённого ниже списка выберите <b>два</b> правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.</li> <li>2) Плотность газа уменьшается.</li> <li>3) Абсолютная температура газа увеличивается.</li> <li>4) Происходит изотермическое сжатие газа.</li> <li>5) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.</li> </ol>																						
10	<p>На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах <math>p-T</math>, где <math>p</math> – давление газа, <math>T</math> – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.</p>																						



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) Газ за цикл совершает положительную работу.
- 2) В процессе  $AB$  газ получает положительное количество теплоты
- 3) В процессе  $BC$  внутренняя энергия газа уменьшается
- 4) В процессе  $CD$  над газом совершают работу внешние силы.
- 5) В процессе  $DA$  газ изотермически расширяется.

Ответы на задание №9

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	23	25	23	15	15	45	24	23	12	12

### Линия 10

Что нужно знать	Что нужно уметь
Молекулярная. Термодинамика	Проводить комплексный анализ тепловых процессов, представленных в виде графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс.

1.

2. В калориметр со льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , добавили воду при комнатной температуре. Как изменятся в результате установления теплового равновесия удельная теплоёмкость воды и масса льда в калориметре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Удельная теплоёмкость воды	Масса льда

3.

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление смеси газов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

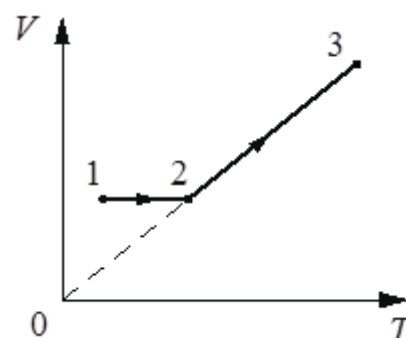
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $V$ – $T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Как изменяются концентрация молекул газа  $n$  в ходе процесса 1–2 и давление газа  $p$  в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул газа в ходе процесса 1–2	Давление газа в ходе процесса 2–3

5. В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Как изменятся плотность газа и количество вещества газа в сосуде, если часть газа выпустить из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

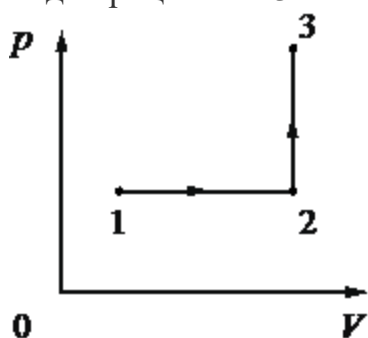
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа	Количество вещества газа

6.

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа. Как изменяются абсолютная температура газа  $T$  в ходе процесса 1–2 и плотность газа  $\rho$  в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 1–2	Плотность газа в ходе процесса 2–3

7. Температуру холодильника тепловой машины Карно понизили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

8. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный неоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно увеличивают, сохраняя давление неона в нём постоянным. Как изменяются при этом внутренняя энергия и плотность неона в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

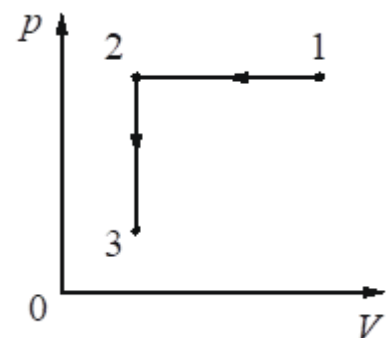
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия неона в сосуде	Плотность неона в сосуде

9. 1 моль одноатомного идеального газа участвует

1 моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа. Как изменяются плотность  $\rho$  газа в ходе процесса 1–2 и абсолютная температура  $T$  газа в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3

10. Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

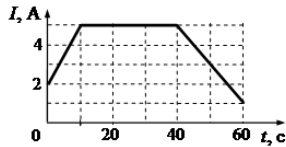
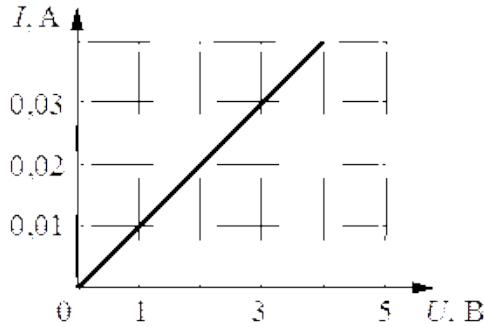
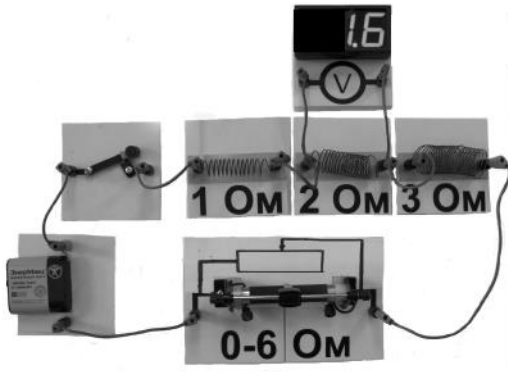
КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

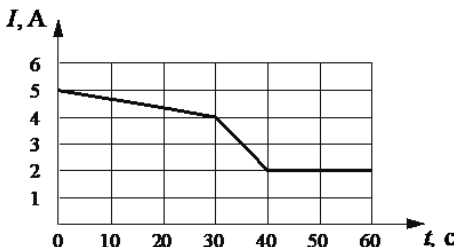
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	32	13	33	22	13	11	12	12	22

### Линия №11

Что нужно знать	Что нужно уметь
Закон Кулона	Использовать закон Кулона $F = k \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{r^2}$ для сравнения сил электростатического взаимодействия между точечными зарядами
Сила тока.	Использовать формулу $q = It$ для вычисления физических величин. Определять: силу тока по графику зависимости от времени для заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника; заряд, прошедший через поперечное сечение проводника, по графику зависимости силы тока от времени
Закон Ома для участка цепи	Использовать закон Ома для участка цепи для вычисления физических величин. Определять сопротивление проводника по

	графику зависимости силы тока от напряжения между его концами
Работа электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Мощность электрического тока	Использовать формулы $A = IUt$ , $Q = I^2Rt$ , $P = IU$ для вычисления физических величин

№	Задание
11.1	Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -8$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?
11.2	На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 60$ с с момента начала отсчёта времени. 
11.3	Сила тока, текущего по проводнику, равна 5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 с?
11.4	На плавком предохранителе сети напряжением 380 В указано: «10 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту сеть, чтобы предохранитель не расплавился?
11.5	Электрическая лампочка мощностью 12 Вт рассчитана на напряжение 6 В. Определите по этим параметрам силу тока, протекающего через нить накаливания лампочки, работающей в номинальном режиме.
11.6	На колбе лампы накаливания указано: «60 Вт, 240 В». Найдите силу тока в спирали при включении лампы в сеть с номинальным напряжением.
11.7	На рисунке показан график зависимости силы тока, протекающего в резисторе, от напряжения на его концах. Определите сопротивление резистора. 
11.8	На фотографии изображена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.  Какое напряжение будет показывать вольтметр, если его подсоединить к резистору сопротивлением 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

<b>11.9</b>	<p>На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за <math>\Delta t = 60</math> с.</p> 
<b>11.10</b>	<p>Два одинаковых маленьких металлических заряженных шарика с зарядами <math>+3q</math> и <math>-q</math> находятся на большом расстоянии <math>r</math> друг от друга. Их соединяют тонкой проволокой, а затем проволоку убирают. Во сколько раз уменьшается по модулю сила электростатического взаимодействия шариков?</p>

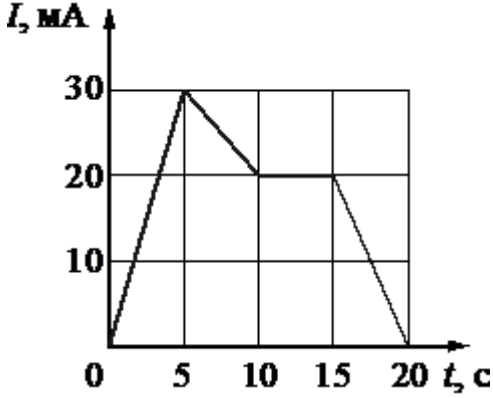
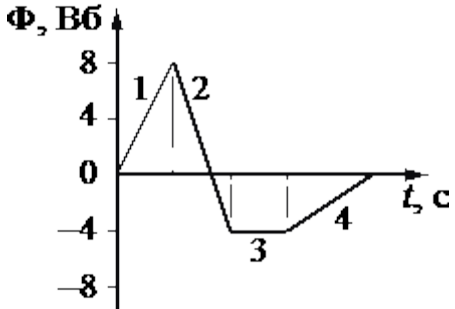
<b>№ задания</b>	<b>11.1</b>	<b>11.2</b>	<b>11.3</b>	<b>11.4</b>	<b>11.5</b>	<b>11.6</b>	<b>11.7</b>	<b>11.8</b>	<b>11.9</b>	<b>11.10</b>
<b>Ответ</b>	8	245 Кл	100 Кл	3800 Вт	2 А	0,25 А	100 Ом	2,4 В	205 Кл	3

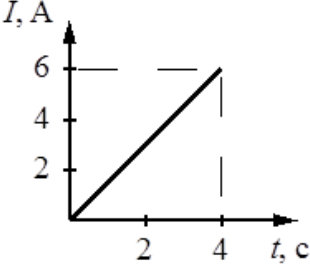
## Задание 12

### Магнитное поле

<p><b>Что нужно знать:</b></p> <p>Сила Ампера. Сила Лоренца. Закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током.</p> <p>Кл. 11, п. 116.7.1</p>	<p><b>Что нужно уметь:</b></p> <p>Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы.</p>
---	--

12.1	Две частицы с зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со
------	---

	<p>скоростями <math>v_1=v</math> и <math>v_2=2v</math> соответственно. Определите отношение <math>\frac{F_1}{F_2}</math> модулей сил, действующих на частицы со стороны магнитного поля в этот момент времени.</p>
12.2	<p>За <math>\Delta t=2\text{мс}</math> магнитный поток, пронизывающий площадку, которая ограничена проводящим витком, равномерно возрастает от 2 до 8 мВб. Чему равен модуль ЭДС индукции в витке?</p>
12.3	<p>Прямолинейный проводник длиной <math>L</math>, по которому протекает ток <math>I</math>, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции <math>B</math>.</p> <p>Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 3 раза, индукцию магнитного поля уменьшить в 6 раз, а силу тока в проводнике поддерживать прежней?</p>
12.4	<p>На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, содержащей катушку, индуктивность которой равна 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале от 0 до 5 с.</p>  <p>Ответ _____ мкВ</p>
12.5	<p>На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика (1, 2, 3 или 4) в контуре возникает максимальная по модулю ЭДС индукции?</p> 

	Ответ
12.6	Какова энергия магнитного поля катушки индуктивностью 0,4 Гн, если сила тока в катушке равна 6 А?  Ответ _____ Дж
12.7	Проволочная рамка площадью $10^{-3} \text{ м}^2$ вращается в однородном магнитном поле. Ось вращения, лежащая в плоскости рамки, перпендикулярна вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 2 \cdot 10^{-7} \cos 20\pi t$ , где все величины выражены в СИ. Определите модуль магнитной индукции.  Ответ _____ мТл
12.8	Энергия магнитного поля катушки индуктивности при силе тока 6 А равна 0,54 Дж. Определите индуктивность катушки.  Ответ _____ мГн
12.9	Прямолинейный проводник длиной $L$ , по которому протекает ток $I$ , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $B$ . На проводник действует сила Ампера, равная 0,2 Н. Какой станет сила Ампера при увеличении силы тока в 2 раза?  Ответ _____ Н
12.10	На рисунке представлен график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивностью 0,6 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции.  Ответ _____ мВ

Ответы: (магнитное поле)

№ п/п	ответ
12.1	1
12.2	3

12.3	2
12.4	6
12.5	2
12.6	7,2
12.7	0,2
12.8	30
12.9	0,4
12.10	0,9

**Задания с кратким ответом линии 13 включают в себя две группы заданий.**

Первая – задания на понимание сути электромагнитных колебаний в колебательном контуре.

**Вторая – задания по геометрической оптике** на проверку умений различать углы падения и отражения света в плоском зеркале, определять расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, строить изображения предметов в собирающей линзе, определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы по ходу основных лучей. Задания

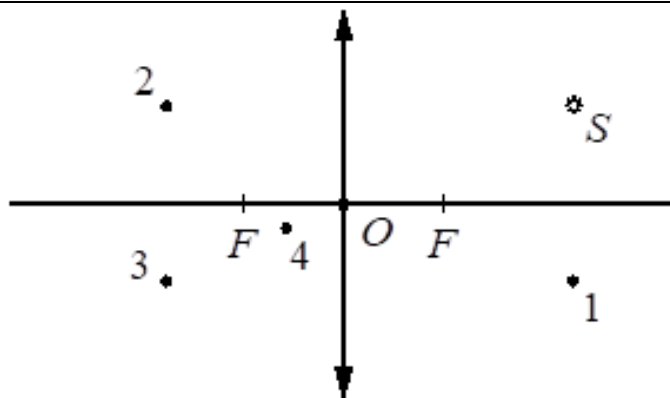
Задания 13 являются заданием с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно записать ответ в виде числа.

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
------------------------	------------------------

<p>1. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона 1</p>	<p>Сравнивать периоды и частоты электромагнитных колебаний в колебательном контуре, используя формулу Томсона . По графикам зависимости силы тока от времени в колебательном контуре или напряжения на обкладках конденсатора от времени определять период и частоту их колебаний, а также определять период колебаний энергии магнитного поля катушки и электрического поля конденсатора</p>
<p>2. Законы отражения света. Изображение в плоском зеркале</p>	<p>Различать углы падения и отражения света в плоском зеркале. Различать свойства изображения в плоском зеркале</p>
<p>3. Собирающая линза, оптическая сила линзы. Построение изображений в собирающей линзе</p>	<p>Строить изображения предметов в собирающей линзе, определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы</p>

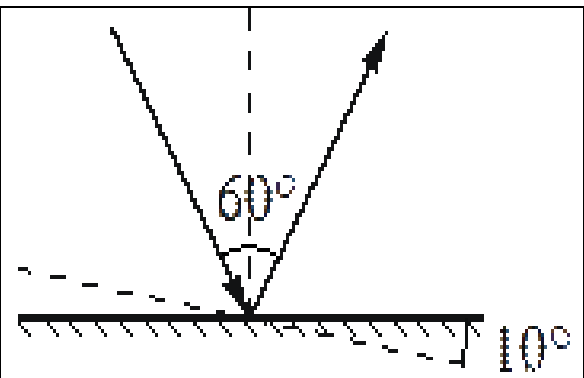
1 Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен  $10^\circ$ . Определите угол между падающим и отражённым лучами. **1E75EB**

2. Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точечного источника  $S$ , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F$  (см. рисунок)? **6B2A9E**



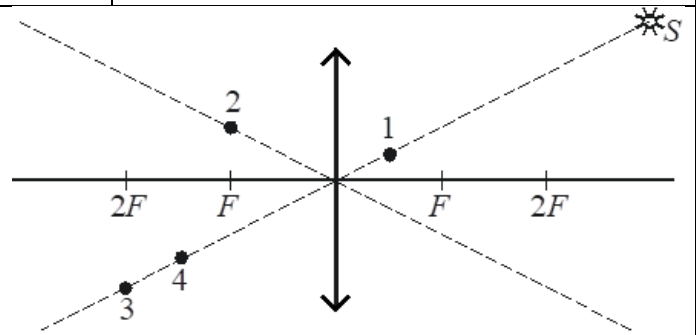
3. Точечный источник света расположен перед плоским зеркалом на расстоянии 0,9 м от него. На сколько необходимо приблизить зеркало, не поворачивая его, к источнику, чтобы расстояние между источником и его изображением в зеркале уменьшилось в 3 раза? **16F3CC**

4. Луч света падает на горизонтально расположенное плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен  $60^\circ$ . Каким станет угол между этими лучами, если, не меняя положения источника света, повернуть зеркало на  $10^\circ$ , как показано на рисунке?



330ADE

5. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, служит изображением точки  $S$  (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F$ ? **D43150**



6. Точечный источник света расположен перед плоским зеркалом на расстоянии 1,2 м от него. На сколько необходимо приблизить зеркало, не поворачивая его, к источнику, чтобы расстояние между источником и его изображением в зеркале уменьшилось в 2 раза?

м

**0439A7**

ОТВЕТЫ:

<b>Номер задания</b>	1	2	3	4	5	6
<b>ответ</b>	20	3	0,6	80	4	0,6

### Задание 13.2 ЭМК

Ниже представлена таблица, составленная на основе Кодификатора проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего

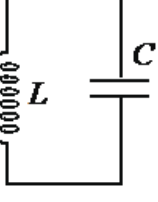
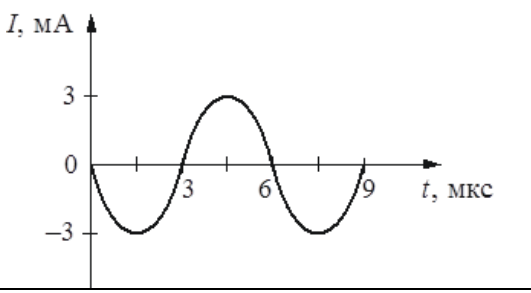
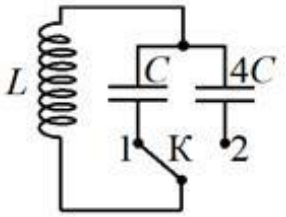
общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике в 2026 году.

В таблицу включены все элементы содержания по данной теме, которые будут проверяться в КИМ текущего года.

<b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ</b>	
	<p>Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре: <math>q(t) = q_{max} \sin(\omega t + \varphi_0)</math></p> $I(t) = \omega q_{max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{max} \sin(\omega t + \varphi_0)$
	<p>Формула Томсона <math>T = 2\pi\sqrt{LC}</math>, откуда <math>\omega = \frac{2\pi}{T}</math>, <math>\omega = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}</math></p>
	<p>Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре:</p> $q_{max} = \frac{I_{max}}{\omega}$
	<p>Закон сохранения энергии в колебательном контуре:</p> $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2} = const$

<b>Надо знать</b>	<b>Надо уметь</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре.</li> <li>➤ Формула Томсона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Сравнивать периоды и частоты электромагнитных колебаний в колебательном контуре, используя формулу Томсона <math>T = 2\pi\sqrt{LC}</math></li> <li>➤ По графикам зависимости силы тока от времени в колебательном контуре или напряжения на обкладках конденсатора от времени определять период и частоту их колебаний, а также определять период колебаний энергии магнитного поля катушки и электрического поля конденсатора</li> </ul>

<b>№</b>	<b>Задание</b>
----------	----------------

13.1	Конденсатор, заряженный до разности потенциалов $U_0$ , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$ , а во второй – к катушке с индуктивностью $L_2 = 5L$ . В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение максимальных значений энергии магнитного поля катушки $\frac{W_{2\max}}{W_{1\max}}$ при этих колебаниях?
13.2	В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$ , где $U_0 = 5$ В, $\omega = 1000\pi$ с <sup>-1</sup> . Определите период колебаний напряжения на конденсаторе. 
13.3	На рисунке приведена зависимость силы тока $I$ от времени $t$ в колебательном контуре. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если конденсатор в нём заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза больше? 
13.4	Период собственных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре (см. рисунок) составляет 1 мкс. Каким станет период собственных электромагнитных колебаний в этом контуре, если ключ К перевести из положения 1 в положение 2? 

№ задания	13.6	13.8	13.9	13.10
ответы	1	0,002 с	12 мкс	2 мкс

**ЕГЭ 2026**

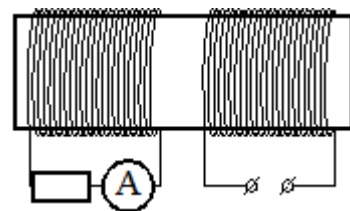
**линия 14**

Что знать	Что уметь
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Анализировать процессы, связанные с взаимодействием неподвижных заряженных тел, электризацией тел, с изменением характеристик плоского конденсатора, с действием магнитного поля на проводники с

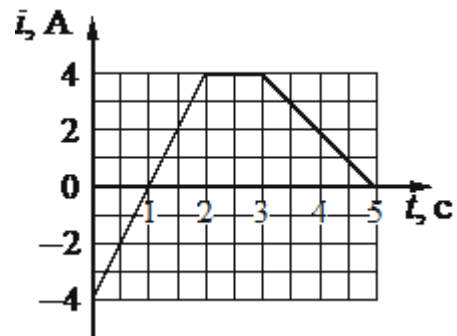
	<p>током, которые представлены в виде таблиц, схематичных рисунков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс</p>
<p>Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны. Оптика</p>	<p>Анализировать процессы, связанные с наблюдением электромагнитной индукции, свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре и оптических явлений, которые представлены в виде схем, таблиц, графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс</p>

**№14.1 (C9D8FE)**

**Выберите один или несколько правильных ответов.**



На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

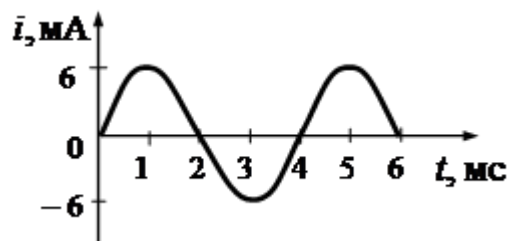


- 1) В промежутках 0—1 и 1—2 с направления тока в правой катушке различны.
- 2) В промежутке времени 2—3 с сила тока в левой катушке отлична от нуля.
- 3) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 1—2 с больше, чем в промежутке 3—5 с.
- 4) В промежутке 0—2 с модуль магнитной индукции в сердечнике минимален.
- 5) В промежутке 1—2 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.

### №14.2 (E51107)

Выберите один или несколько правильных ответов.

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в контуре.



- 1) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 2 мс.
- 2) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 5,4 мкДж.
- 3) В момент времени 5 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент времени 3 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.

### №14.3 (C8E57E)

Выберите один или несколько правильных ответов.

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, \text{ А}$	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент  $t=8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия магнитного поля катушки минимальна.
- 2) В момент  $t=2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  напряжение на конденсаторе максимально.
- 3) Частота электромагнитных колебаний в контуре равна 25 кГц.
- 4) В момент  $t=4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия электрического поля конденсатора равна нулю.
- 5) В момент  $t=2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  заряд конденсатора равен нулю.

#### № 14.4 (67371F)

Выберите один или несколько правильных ответов.

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

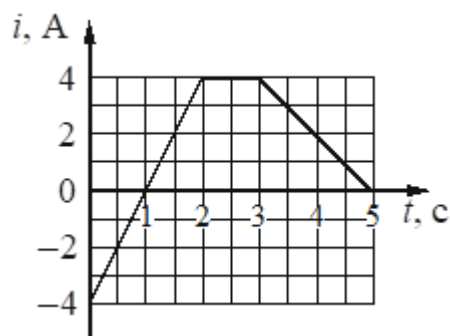
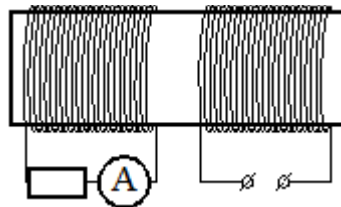
Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент  $t=4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия конденсатора минимальна.
- 2) Амплитуда колебаний заряда обкладки равна  $4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ .
- 3) Период колебаний равен  $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
- 4) В момент  $t=2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна 0.
- 5) В момент  $t=6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия конденсатора минимальна.

#### №14.5 (F4BE25)

Выберите один или несколько правильных ответов.

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

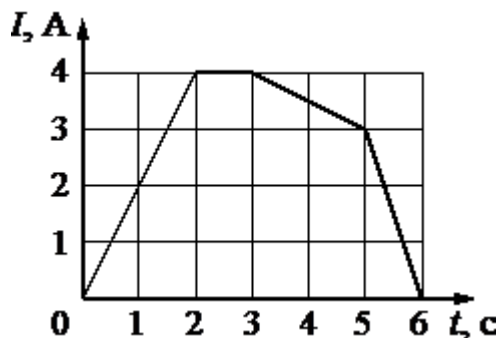


- 1) В промежутках времени 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке одинаковы.
- 2) В промежутке времени 2–3 с сила тока в левой катушке равна 0.
- 3) Модули силы тока в левой катушке в промежутках времени 1–2 с и 3–5 с одинаковы.
- 4) В промежутке 0–2 с модуль индукции магнитного поля в сердечнике равен 0.
- 5) В левой катушке сила тока в промежутке времени 0–1 с по модулю больше, чем в промежутке времени 3–5

#### №14.6 (9CFС20)

Выберите один или несколько правильных ответов.

В катушке индуктивностью 20 мГн сила тока  $I$  зависит от времени  $t$ , как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.



- 1) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке максимален в интервале времени от 0 до 1 с.
- 2) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 2 до 3 с равна 40 мДж.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 3 до 5 с равен 10 мВ.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке минимален в интервале времени от 3 до 4 с.
- 5) Модуль скорости изменения тока в катушке максимален в интервале времени от 5 до 6 с.

#### №14.7 (76BB93)

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

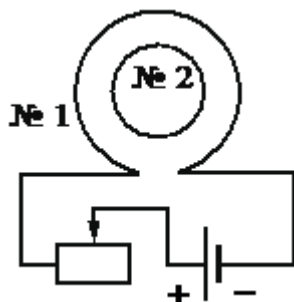
Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент  $t=8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 2) В момент  $t=1 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  напряжение на конденсаторе минимально.
- 3) Частота электромагнитных колебаний в контуре равна 125 кГц.
- 4) В момент  $t=4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия электрического поля конденсатора максимальна.
- 5) В момент  $t=2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна нулю

**№14.8 (44CF5D)**

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Катушка №№ 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника, напряжение на клеммах которого постоянно, и реостата. Катушка №№ 2 помещена внутрь катушки №№ 1 и замкнута (на рисунке представлен вид с торцов катушек).



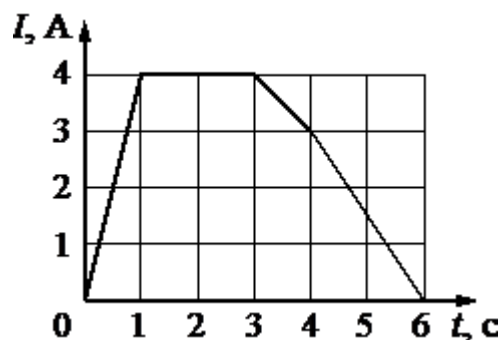
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы в цепи и катушках при равномерном перемещении ползунка реостата **влево**.

- 1) Сила тока в катушке № 1 уменьшается.
- 2) Модуль вектора магнитной индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, уменьшается.
- 3) Модуль магнитного потока, пронизывающего катушку № 2, уменьшается.
- 4) Вектор магнитной индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2, направлен к наблюдателю.
- 5) В катушке № 2 индукционный ток направлен против часовой стрелки.

№14.9 (B7CA51)

Выберите один или несколько правильных ответов.

В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока  $I$  зависит от времени  $t$ , как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.

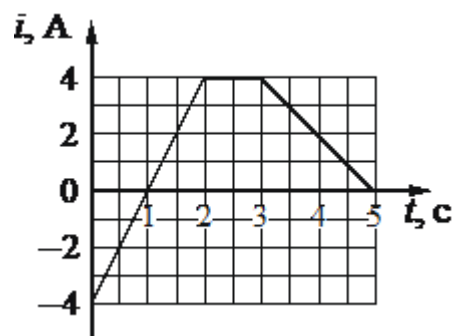
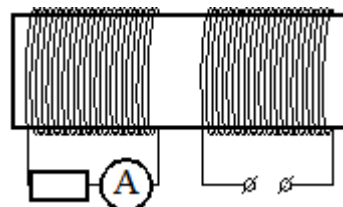


- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с.
- 2) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 3 до 4 с.
- 5) Скорость изменения тока в катушке была максимальной в интервале времени от 4 до 6 с.

№ 14.10 (5C7F5B)

Выберите один или несколько правильных ответов.

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

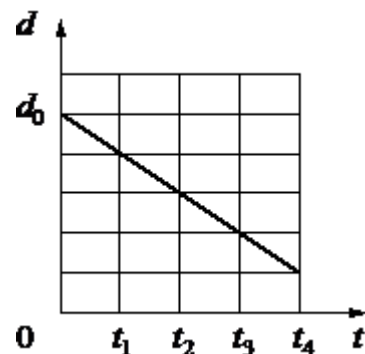


- 1) В промежутках 0—1 с и 1—2 с направления тока в левой катушке одинаковы.
- 2) В промежутке времени 2—3 с сила тока в левой катушке равна нулю.
- 3) Модули силы тока в левой катушке в промежутках 1—2 с и 3—5 с одинаковы.
- 4) В промежутке 0—2 с модуль индукции магнитного поля в сердечнике равен 0.
- 5) В промежутке 3—5 с сила тока в левой катушке равномерно уменьшается

### № 14.11 (675443)

Выберите один или несколько правильных ответов.

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью  $C_0$ , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии  $d_0$  друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.



Выберите два верных утверждения, соответствующих описанию опыта.

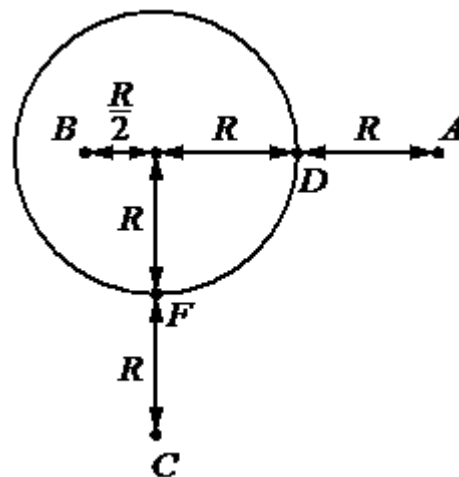
- 1) В интервале времени от  $t_1$  до  $t_4$  заряд конденсатора возрастает.
- 2) В интервале времени от  $t_1$  до  $t_4$  энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 3) В промежутке времени от  $t_1$  до  $t_4$  напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
- 4) В момент времени  $t_4$  ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при  $t = 0$ ).
- 5) В промежутке времени от  $t_1$  до  $t_4$  напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

### №14.12 ( В6С47Е)

Выберите один или несколько правильных ответов.

На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом  $R$  находится положительный заряд  $Q$ . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке  $A$  равна 36 В/м. Все расстояния указаны на рисунке.

Выберите два верных утверждения, описывающих данную ситуацию.

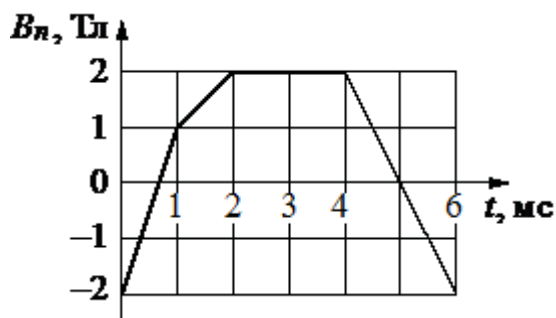


- 1) Напряжённость поля в точке  $B$   $E_B = 576$  В/м.
- 2) Напряжённость поля в точке  $C$   $E_C = 36$  В/м.
- 3) Потенциал электростатического поля в точке  $B$  выше, чем в точке  $D$ :  $\varphi_B > \varphi_D$ .
- 4) Потенциал электростатического поля в точках  $D$  и  $F$  одинаков:  $\varphi_D = \varphi_F$ .
- 5) Потенциал электростатического поля в точке  $C$  выше, чем в точке  $F$ :  $\varphi_C > \varphi_F$ .

### № 14.13 (2B1C7A)

Выберите один или несколько правильных ответов.

Проволочная рамка площадью  $60\text{см}^2$  помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции  $\vec{B} \rightarrow$ . Проекция  $B_n$  индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени  $t$  согласно графику на рисунке.



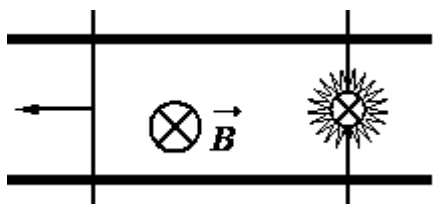
Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 1 до 2 мс.
- 2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 6 мВб.
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 4) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 12 В.
- 5) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.

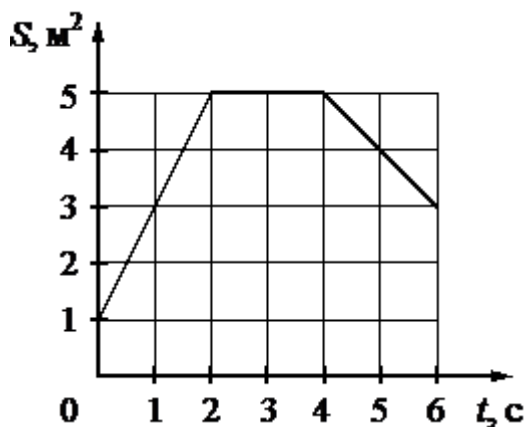
### № 14.14 (698775)

Выберите один или несколько правильных ответов.

По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B} \rightarrow$  (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б. Выберите два верных утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.



а)



б)

- 1) В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.

- 2) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.
- 3) В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
- 4) В момент времени  $t=3$  с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
- 5) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые две секунды максимальна.

### № 14.15 (410957)

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рис. 2).

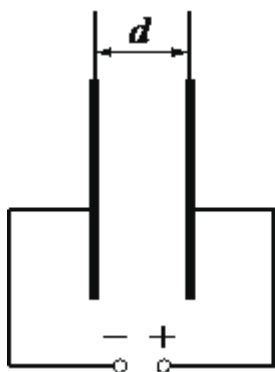


Рис. 1

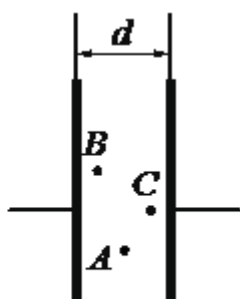


Рис. 2

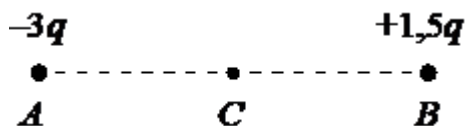
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке  $B$  больше, чем в точке  $C$ .
- 2) Потенциалы электрического поля в точках  $A$  и  $B$  одинаковы.
- 3) Если после отключения от источника увеличить расстояние  $d$  между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке  $A$  увеличится.
- 4) Если после отключения от источника уменьшить расстояние  $d$  между пластинами, то заряд правой пластины не изменится.
- 5) Если после отключения от источника пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля системы пластин уменьшится.

### № 14.16 (1D068A)

**Выберите один или несколько правильных ответов.**

Две маленькие бусинки, закреплённые в точках  $A$  и  $B$ , несут на себе заряды  $-3q$  и  $+1,5q > 0$  соответственно (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этой ситуации.

- 1) На бусинку  $A$  со стороны бусинки  $B$  действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
- 2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке  $C$  направлена горизонтально вправо.
- 3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку  $B$ , равен модулю силы Кулона, действующей на бусинку  $A$ .
- 4) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, то они будут притягивать друг друга.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

#### №14.17 (1B008A)

Выберите один или несколько правильных ответов.

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на малом расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1).

1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рис. 2).

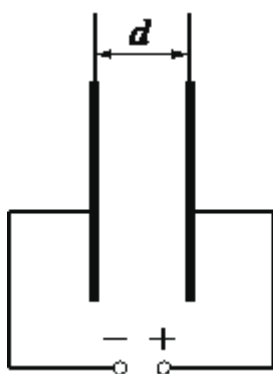


Рис. 1

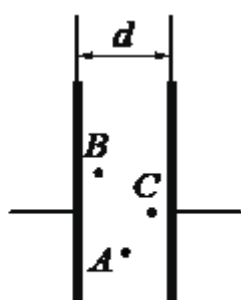


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

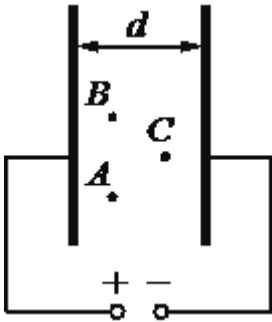
- 1) Напряжённость электрического поля в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$  одинакова.
- 2) Потенциал электрического поля в точке  $A$  выше, чем в точке  $C$ .
- 3) Если после отключения источника увеличить расстояние  $d$  между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке  $B$  уменьшится.
- 4) Если после отключения источника уменьшить расстояние  $d$  между пластинами, то заряд левой пластины не изменится.

- Если после отключения источника пластины полностью погрузить в керосин,
- 5) не меняя их взаимного расположения, то энергия электрического поля системы пластин увеличится.

### №14.18 (BA756E)

Выберите один или несколько правильных ответов.

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок).



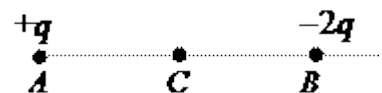
Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Напряжённость электрического поля в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$  одинакова.
- 2) Потенциал электрического поля в точке  $A$  больше, чем в точке  $C$ .
- 3) Если увеличить расстояние  $d$  между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке  $B$  увеличится.
- 4) Если уменьшить расстояние  $d$  между пластинами, то заряд левой пластины уменьшится.
- 5) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин останется неизменной.

### № 14.19 (BC0DA8)

Выберите один или несколько правильных ответов.

Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках  $A$  и  $B$ , несут на себе заряды  $+q > 0$  и  $-2q$  соответственно (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения относительно этой ситуации.

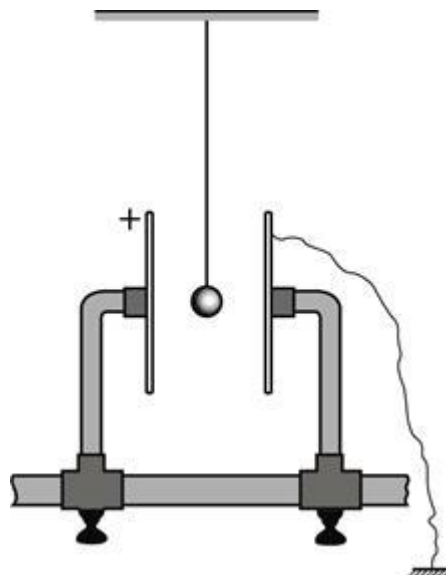
- 1) На бусинку  $A$  со стороны бусинки  $B$  действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
- 2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке  $C$  направлена горизонтально вправо.
- 3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку  $B$ , в 2 раза больше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку  $A$ .

- 4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

### № 14.20 (2786АС)

Выберите один или несколько правильных ответов.

В устройстве, изображённом на рисунке, лёгкий шарик из алюминиевой фольги подвешен между пластинами плоского конденсатора на изолирующей нити, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, шарик приходит в колебательное движение, при котором сталкивается с пластинами конденсатора. Выберите все верные утверждения, соответствующие колебательному движению шарика в конденсаторе после первого столкновения шарика с пластиной.



- 1) Пренебрегая сопротивлением воздуха при движении шарика, его колебания можно считать гармоническими.
- 2) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине – отрицательно.
- 3) При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине его заряд – положительный.
- 4) По мере колебаний шарика электрическая ёмкость конденсатора увеличивается.
- 5) По мере колебаний шарика заряд конденсатора уменьшается.

14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	14.10
13	23	15	35	25	35	34	45	13	12

14.11	14.12	14.13	14.14	14.15	14.16	14.17	14.18	14.19	14.20
14	24	45	35	45	13	14	12	12	25

## ЗАДАНИЕ № 15 ЕГЭ

Что нужно знать	Что нужно уметь
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны.	Анализировать изменение физических величин в процессах, в которых наблюдаются протекание постоянного тока в электрических цепях или проявляются действие силы Лоренца на движущуюся заряженную частицу. Распознавать графики зависимости одной физической величины от другой, характеризующие свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре. Анализировать изменение физических величин в процессах, связанных с наблюдением свободных электромагнитных

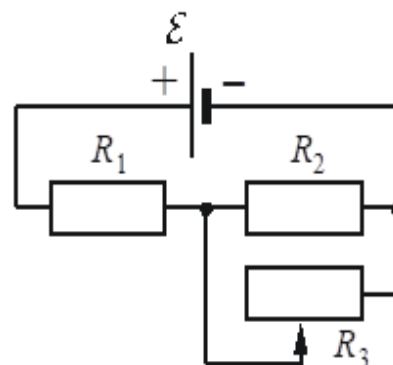
	колебаний в колебательном контуре и оптических явлений.
--	--

### № 15.1

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , два резистора и реостат.

Сопроотивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$  одинаковы. Сопроотивление реостата  $R_3$  можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе  $R_1$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая в цепи, если увеличить сопротивление реостата? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе $R_1$	Суммарная тепловая мощность, выделяемая в цепи

### № 15.2

Внешний участок электрической цепи представляет собой отрезок провода с большим удельным сопротивлением. Он подключён к источнику тока, поддерживающему на клеммах постоянное напряжение. Затем первоначальный отрезок провода заменили отрезком такого же провода, но вдвое большей длины. Как изменились в результате такой замены сила тока и мощность тока на участке цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

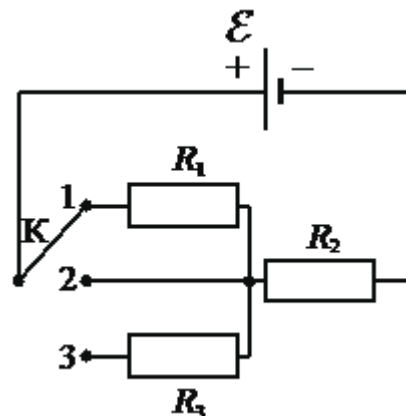
Сила тока	Мощность тока

### № 15.3

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и три резистора:  $R_1 = R$ ;  $R_2 = 2R$ ;  $R_3 = 2R$ . Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на резисторе  $R_3$ , если ключ  $K$  перевести из положения 1 в положение 3? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

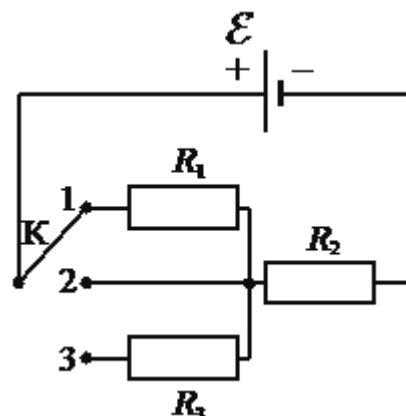
Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе $R_3$

### № 15.4

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и три резистора:  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . Как изменятся напряжение на резисторе  $R_1$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если перевести ключ  $K$  из положения 1 в положение 2? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе $R_1$	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

### № 15.5

Пространство между пластинами заряженного плоского воздушного конденсатора, отключённого от источника напряжения, полностью заполняют диэлектриком. Как изменяются при этом заряд конденсатора и его ёмкость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд конденсатора	Ёмкость конденсатора

### № 15.6

Конденсатор подсоединили к источнику тока, и он стал заряжаться. Как меняются в процессе зарядки конденсатора ёмкость конденсатора и энергия электрического поля конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

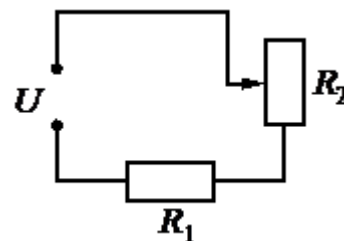
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Энергия электрического поля конденсатора

### № 15.7

Резистор  $R_1$  и реостат  $R_2$  подключены последовательно к источнику напряжения  $U$  (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на резисторе  $R_1$ , если ползунок реостата переместить до конца вверх? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом прежним.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится

- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1$

### № 15.8

К концам отрезка медного провода приложено напряжение  $U$ . Провод заменили отрезком провода такого же поперечного сечения и такой же длины, изготовленного из материала с бóльшим удельным сопротивлением, оставив прежнее напряжение  $U$ . Как изменились сопротивление проводника и тепловая мощность, выделяемая в новом проводнике?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопротивление проводника	Тепловая мощность, выделяемая в проводнике

### № 15.9

Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила Лоренца, действующая на электрон, и период его обращения, если увеличить его кинетическую энергию?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Лоренца	Период обращения

--	--

**№ 15.10**

Протон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся ускорение протона и радиус окружности, по которой он движется, если уменьшить его скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

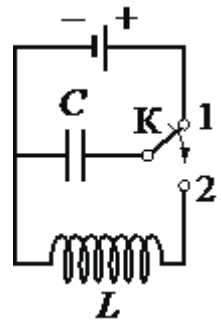
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение протона	Радиус окружности

**№ 15.11**

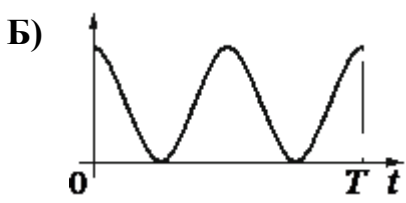
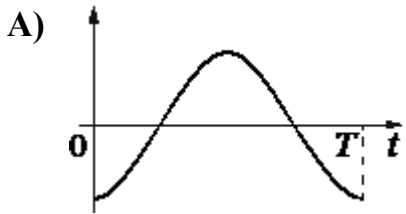
Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t=0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. ( $T$  – период колебаний.)



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) энергия электрического поля конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) заряд правой обкладки конденсатора

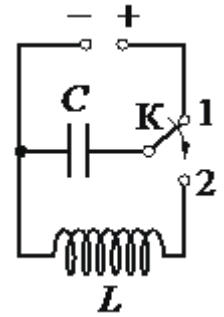
А

Б

	▼		▼
--	---	--	---

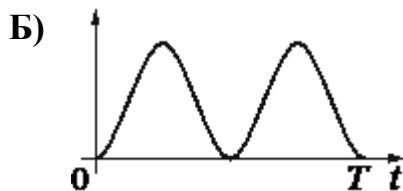
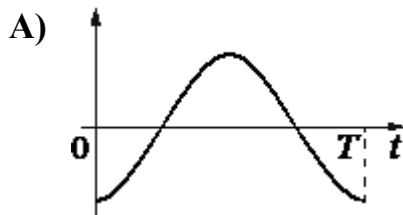
**№ 15.12**

Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t=0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения с течением времени  $t$  физических величин, характеризующих возникшие после этого колебания в контуре. ( $T$  – период электромагнитных колебаний в контуре.)



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора

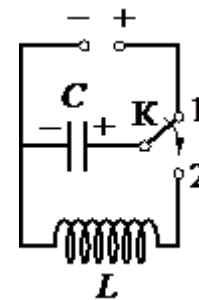
А

Б

	▼		▼
--	---	--	---

**№ 15.13**

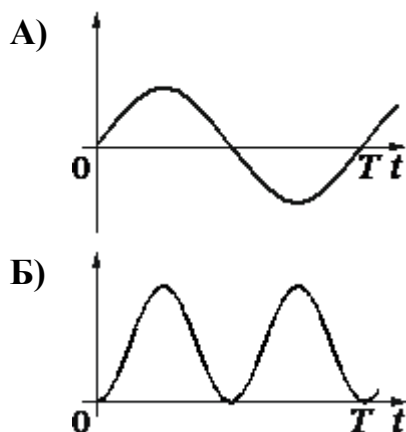
Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t=0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого ( $T$  – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ГРАФИКИ



А

Б



### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

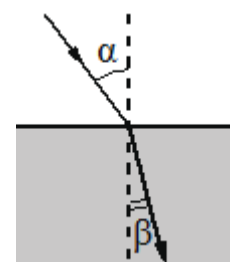
- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в контуре
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора

### № 15. 14

Плоская световая волна переходит из воздуха в глицерин (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и с длиной волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

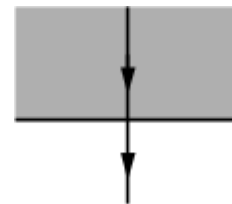


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период электромагнитных колебаний	Длина волны

### № 15. 15

Луч света выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с длиной световой волны и скоростью её распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

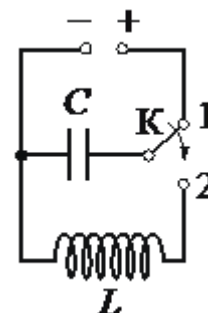
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны	Скорость волны

### № 15. 16

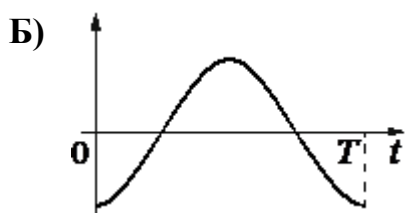
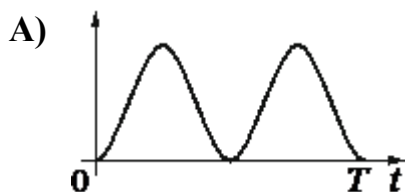
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t=0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого ( $T$  – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ГРАФИКИ

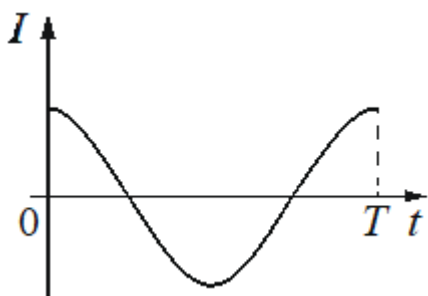


#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) заряд правой обкладки конденсатора

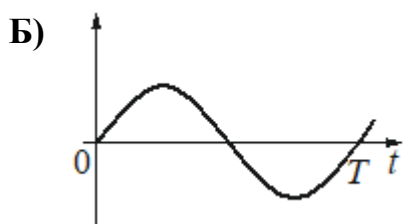
<b>А</b>	<b>Б</b>
<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>

**№ 15. 17**



На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивности идеального колебательного контура. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) индуктивность катушки
- 2) напряжение на обкладках конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

<b>А</b>	<b>Б</b>
<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>

**№ 15. 18**

При настройке колебательного контура радиоприёмника уменьшают индуктивность катушки. Как изменяются при этом период собственных колебаний тока в контуре и соответствующая им длина волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1)увеличивается
- 2)уменьшается

3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Длина волны

### № 15. 19

При настройке действующей модели радиопередатчика учитель изменил ёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, уменьшив расстояние между пластинами конденсатора. Как при этом изменятся частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

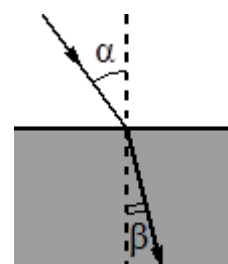
Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

### № 15. 20

Световой пучок переходит из воздуха в бензин (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью её распространения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость

## ОТВЕТЫ:

15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	15.10
2 2	2 2	2 1	2 1	3 1	3 1	2 2	1 2	1 3	2 2

15.11	15.12	15.13	15.14	15.15	15.16	15.17	15.18	15.19	15.20
3 1	3 1	2 1	3 2	1 1	1 3	4 2	2 2	2 1	3 2

### Задание 16 Физика атома

#### Задание 16

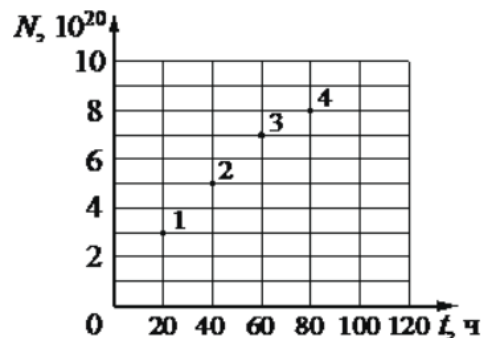
№	Что нужно знать	Что нужно уметь
1	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.	Используя обозначение нейтрального атома ${}^A_Z X$ или Периодическую систему элементов Д.И. Менделеева, определять число электронов в нейтральном атоме, число нуклонов, число протонов и число нейтронов в ядре
2	Альфа-распад, бета-распад. Ядерные реакции.	Используя свойство сохранения заряда и числа нуклонов в ядерных реакциях, определять заряд и массовое число ядра неизвестного элемента в ядерной реакции, а также ядра, образовавшегося в результате альфа- и бета-распада указанного ядра
3	Закон радиоактивного распада	Применять закон радиоактивного распада $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ в типовых учебных ситуациях. Использовать график зависимости числа распавшихся частиц от времени для определения периода полураспада элемента

1.16	<p>Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер иода <math>{}^{128}_{53}I</math> от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа иода?</p>
2.16	<p>На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.</p>

2	II	<b>Li</b> 3 ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	<b>Be</b> 4 БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	5 5 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>	<b>B</b>
3	III	<b>Na</b> 11 НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> 12 МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 13 27 <sub>100</sub>	<b>Al</b>
4	IV	<b>K</b> 19 КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> 20 КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	21 21 45 <sub>100</sub>	<b>Sc</b>
	V	29 МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	<b>Cu</b> 30 ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31 31 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>	<b>Ga</b>

Определите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

- 3.16 Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид:  $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$ , где  $\lambda = 0,05 \text{ с}^{-1}$ . Определите период полураспада этих ядер.
- 4.16 Чему равен период (в годах) полураспада ядер изотопа  $^{22}_{11}\text{Na}$ , если за 9 лет исходно большое число нераспавшихся ядер атомов этого изотопа уменьшилось в 8 раз?
- 5.16 Период  $T$  полураспада изотопа калия  $^{38}_{19}\text{K}$  равен 7,6 мин. Изначально в образце содержалось 2,4 мг этого изотопа. Сколько этого изотопа останется в образце через 22,8 мин.?
- 6.16 В результате ядерной реакции  $^6_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^A_Z\text{X} + ^4_2\text{He}$  образуется ядро химического элемента  $^A_Z\text{X}$ . Каково массовое число  $A$  образовавшегося ядра  $X$ ?
- 7.16 Ядро изотопа тория  $^{234}_{90}\text{Th}$  испытывает электронный  $\beta$ -распад, при этом образуется ядро элемента  $^A_Z\text{X}$ . Каков заряд  $Z$  образовавшегося ядра  $X$  (в единицах элементарного заряда)?
- 8.16 Из ядер платины  $^{197}_{78}\text{Pt}$  при  $\beta$ -распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится  $8 \cdot 10^{20}$  ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости числа ядер золота от времени (см. рисунок)?



через точку

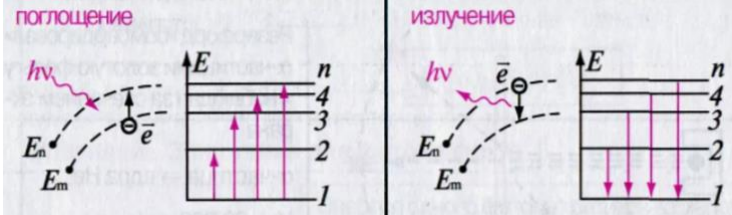

9.16	Сколько протонов содержится в ядре изотопа висмута ${}^{208}_{83}\text{Bi}$ ?									
10.16	Период полураспада радиоактивного изотопа составляет 2 ч. Какая доля ядер этого изотопа (в процентах от первоначального большого числа ядер) распадётся за первые 4 ч? Ответ _____ %									
Ответы										
	1.16	2.16	3.16	4.16	5.16	6.16	7.16	8.16	9.16	10.16
	30	4	20	3	0,3	4	91	3	83	75

## Задание 17

Ниже представлена таблица, составленная на основе Кодификатора проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике в 2026.

В таблицу включены все элементы содержания по разделу «Квантовая физика», которые будут проверяться в КИМ текущего года.

<b>КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ</b>	
	➤ Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$
	Фотоны. Энергия фотона $E = h\nu$ , $E = \frac{hc}{\lambda}$ , $E = pc$
	Импульс фотона $p = \frac{E}{c}$ , $p = \frac{h\nu}{c}$ , $p = \frac{h}{\lambda}$
	<p>Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта</p> <p>1. Сила тока насыщения прямо пропорциональна освещённости катода (или падающему световому потоку, или интенсивности излучения, или числу фотонов, падающих на электрод в единицу времени) и не зависит от частоты падающего света.</p> <p>2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов возрастает с увеличением частоты падающего света, но не зависит от освещённости катода.</p> <p>3. Для каждого вещества существует <b>красная граница фотоэффекта</b> – наименьшая частота <math>\nu_{min}</math> (или наибольшая длина волны <math>\lambda_{max}</math>), при которой ещё возможен фотоэффект</p>
	<p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта</p> $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин макс}}$ $E_{\text{фотона}} = h\nu, \quad E_{\text{фотона}} = \frac{hc}{\lambda}, \quad A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}}, \quad A_{\text{выхода}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ $E_{\text{кин макс}} = \frac{m(v_{\text{макс}})^2}{2}, \quad E_{\text{кин макс}} = eU_{\text{зап}}$
<b>ФИЗИКА АТОМА</b>	
	Планетарная модель атома

	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой $h\nu = \frac{hc}{\lambda} =  E_n - E_k $
	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода 
<b>ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА</b>	
	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	Радиоактивность Альфа-распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$ Бета-распад. Электронный $\beta$ -распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$ Позитронный $\beta$ -распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \nu_e$ Электронный захват (К-захват): ${}^A_ZX + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y$
	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ Пусть $m$ – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
	
	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер

<i>Надо знать</i>	<i>Надо уметь</i>
Корпускулярно-волновой дуализм.  Физика атома.  Физика атомного ядра.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Анализировать процессы, представленные в виде графиков: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс.</li> <li>➤ Анализировать изменение физических величин в процессах, связанных с наблюдением фотоэффекта, излучением (поглощением) света атомом и протеканием ядерных реакций.</li> </ul>

№	Задание
17.1	При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через различные светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только ультрафиолетовое излучение, а во второй – пропускающий только синий свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли задерживающее напряжение.  Как изменились длина световой волны, падающей на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой

серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

**17.2**

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – пропускающий только красный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменялись длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивалась
- 2) уменьшалась
- 3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

**17.3**

Ядро испытывает  $\alpha$ -распад. Как при этом изменяются заряд ядра и число нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

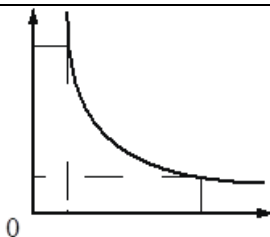
Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

<p><b>17.4</b></p>	<p>Монохроматический свет с длиной волны <math>\lambda</math> падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При изменении энергии падающих фотонов увеличивается модуль запирающего напряжения <math>U_{\text{зап}}</math>.          Как изменяются при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и длина волны <math>\lambda_{\text{кр}}</math>, соответствующая «красной границе» фотоэффекта?          Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) увеличивается</li> <li>2) уменьшается</li> <li>3) не изменяется</li> </ol> <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" data-bbox="261 712 1497 869"> <tr> <td style="text-align: center;">Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов</td> <td style="text-align: center;">Длина волны <math>\lambda_{\text{кр}}</math>, соответствующая «красной границе» фотоэффекта</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта		
Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта				
<p><b>17.5</b></p>	<p>Монохроматический свет с энергией фотонов <math>E_{\text{ф}}</math> падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся длина волны <math>\lambda</math> падающего света и длина волны <math>\lambda_{\text{кр}}</math>, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов <math>E_{\text{ф}}</math> уменьшится, но фотоэффект не прекратится?          Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) увеличится</li> <li>2) уменьшится</li> <li>3) не изменится</li> </ol> <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" data-bbox="261 1491 1477 1648"> <tr> <td style="text-align: center;">Длина волны <math>\lambda</math> падающего света</td> <td style="text-align: center;">Длина волны <math>\lambda_{\text{кр}}</math>, соответствующая «красной границе» фотоэффекта</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>	Длина волны $\lambda$ падающего света	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта		
Длина волны $\lambda$ падающего света	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта				
<p><b>17.6</b></p>	<p>Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс.          К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами/</p> <table border="1" data-bbox="261 1939 1519 2074"> <tr> <td style="text-align: center;"><b><u>ВИДЫ РАСПАДА</u></b></td> <td style="text-align: center;"><b><u>УРАВНЕНИЯ</u></b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">А) альфа-распад</td> <td style="text-align: center;">1) <math>{}^{238}_{92}\text{U} + {}^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow {}^{256}_{102}\text{No} + 4{}^1_0\text{n}</math></td> </tr> </table>	<b><u>ВИДЫ РАСПАДА</u></b>	<b><u>УРАВНЕНИЯ</u></b>	А) альфа-распад	1) ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow {}^{256}_{102}\text{No} + 4{}^1_0\text{n}$
<b><u>ВИДЫ РАСПАДА</u></b>	<b><u>УРАВНЕНИЯ</u></b>				
А) альфа-распад	1) ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow {}^{256}_{102}\text{No} + 4{}^1_0\text{n}$				

	2) ${}_{93}^{238}\text{Np} \rightarrow {}_{94}^{238}\text{Pu} + {}_{-1}^0e + \tilde{\nu}_e$
Б) бета-распад	3) ${}_{92}^{227}\text{U} \rightarrow {}_{87}^{223}\text{Fr} + {}_2^4\text{He}$
	4) ${}_{83}^{209}\text{Bi} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{43}^{105}\text{Tc} + {}_{41}^{102}\text{Nb} + {}_0^1n$

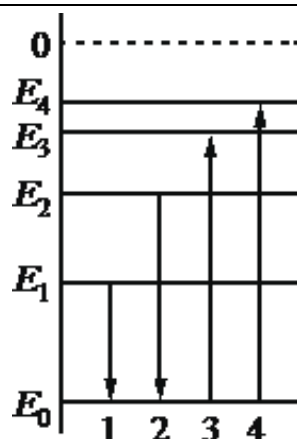
**А      Б**

**17.7** Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и зависимостями, которые они могут выражать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

<b>ГРАФИКИ</b>		<b>ЗАВИСИМОСТИ</b>
А)		1) зависимость силы фототока от напряжения между электродами при неизменной освещённости 2) зависимость энергии фотона от длины волны
Б)		3) зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты света 4) зависимость энергии фотона от частоты света

**А      Б**

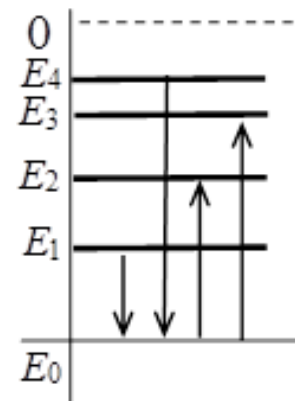
**17.8** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



<b>ПРОЦЕССЫ</b>	<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ</b>
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
	2) 2

	Б) излучение света наибольшей частоты	3) 3
		4) 4
<b>А</b> <b>Б</b>		
<input type="text"/> <input type="text"/>		

**17.9** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения фотона наименьшей длины волны и излучения фотона наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



<u>ПРОЦЕСС</u>	<u>ЭНЕРГИЯ ФОТОНА</u>
А) поглощение фотона наименьшей длины волны	1) $E_1 - E_0$
	2) $E_2 - E_0$
Б) излучение фотона наименьшей частоты	3) $E_3 - E_0$
	4) $E_4 - E_0$

**А**            **Б**

**17.10** Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

<u>ВИДЫ РАСПАДА</u>	<u>УРАВНЕНИЯ</u>
А) альфа-распад	1) ${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{235}_{92}\text{U} + {}^4_2\text{He}$
	2) ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$
Б) электронный бета-распад	3) ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^{11}_7\text{N} + {}^0_{-1}e + \tilde{\nu}_e$
	4) ${}^{12}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^0_1\tilde{e} + \nu_e$

**А**            **Б**

<b>№ задания</b>	<b>17.1</b>	<b>17.2</b>	<b>17.3</b>	<b>17.4</b>	<b>17.5</b>	<b>17.6</b>	<b>17.7</b>	<b>17.8</b>	<b>17.9</b>	<b>17.10</b>
<b>ответ</b>	12	12	22	13	13	32	23	32	31	13

## ЕГЭ линия 18

На позиции 18 предлагается задание интегрированного характера, для выполнения которого необходимо привлекать теоретические знания из всех разделов курса физики. В этом задании требуется выбрать все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях из пяти предложенных. В каждом задании предлагается одно утверждение из механики, одного из молекулярной физики, два из электродинамики и одно из квантовой физики. Для выполнения задания необходимо хорошо ориентироваться в формулировке всех законов и закономерностей, указанных в кодификаторе ЕГЭ, и знать основные свойства явлений и процессов, изученных в курсе физики. Задание оценивается максимально в 2 балла, если верно указаны все элементы верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка или дополнительно к верным элементам указан один неверный; в 0 баллов, если два элемента указаны неверно. Если в ответе дополнительно к верным указано два и более неверных элементов (или ответ отсутствует), – 0 баллов.

Что нужно знать	Что нужно уметь
Теоретические сведения о физических явлениях, их основных свойствах, законах и закономерностях курса физики	Распознавать физические явления, их основные свойства, формулы и законы, изученные в курсе физики. Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей

№ п/п	Задания
18.1	<p><b>1/ Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p>
	<p>При резонансе в механической колебательной системе</p> <p><input type="checkbox"/> 1) амплитуда установившихся вынужденных колебаний резко уменьшается.</p> <p><input type="checkbox"/> 2) Конденсацией называют процесс преобразования пара в твёрдое вещество, минуя жидкую фазу.</p> <p><input type="checkbox"/> 3) При электрическом разряде в газе перенос заряда обеспечивается только положительно заряженными ионами.</p>

	<p>Вынужденными электромагнитными колебаниями называют колебания</p> <p><input type="checkbox"/> 4) в цепи под действием внешней периодически изменяющейся электродвижущей силы.</p> <p><input type="checkbox"/> 5) В ядерных реакторах для получения энергии используются экзотермические реакции распада тяжёлых ядер.</p>
18.2	<p><b>Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны</p> <p><input type="checkbox"/> 1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.</p> <p><input type="checkbox"/> 2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура не меняется.</p> <p><input type="checkbox"/> 3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника. В поперечной механической волне колебания частиц</p> <p><input type="checkbox"/> 4) происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. В результате <math>\alpha</math>-распада элемент смещается в Периодической</p> <p><input type="checkbox"/> 5) системе элементов Д.И. Менделеева на две клетки ближе к концу.</p>
18.3	<p><b>3 Выберите один или несколько правильных ответов.</b> Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p> <p>Если в данной системе отсчёта материальная точка совершила</p> <p>1) ровно один полный оборот по окружности, то перемещение материальной точки в этой системе отсчёта равно нулю.</p> <p>Пар над поверхностью жидкости является насыщенным, если за</p> <p>2) одно и то же время с поверхности жидкости в среднем вылетает меньшее число молекул, чем возвращается обратно в жидкость.</p> <p>3) Разноимённые точечные электрические заряды притягиваются друг к другу. Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре</p> <p>4) при изменении магнитного потока, пронизывающего поверхность, ограниченную контуром.</p> <p>5) Термоядерными реакциями называют экзотермические реакции распада тяжёлых ядер.</p>
18.4	<p><b>4. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p> <p>1) При прохождении математическим маятником положения равновесия центростремительное ускорение его груза максимально.</p>

	<p>2) Удельная теплоёмкость вещества показывает, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг вещества для его плавления.</p> <p>3) При помещении проводника в электростатическое поле наблюдается явление электростатической индукции. При преломлении света, падающего из среды с меньшим</p> <p>4) показателем преломления в среду с бóльшим показателем преломления, угол падения меньше угла преломления. При <math>\beta</math>-распаде ядра выполняются законы сохранения энергии</p> <p>5) и электрического заряда, но не выполняется закон сохранения импульса.</p>
18.5	<p><b>5. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны</p> <p>1) Период гармонических колебаний колебательной системы обратно пропорционален частоте её колебаний.</p> <p>2) Внутренняя энергия постоянной массы идеального газа увеличивается при понижении абсолютной температуры газа.</p> <p>3) Изначально незаряженные тела в процессе электризации трением приобретают равные по модулю и одинаковые по знаку заряды.</p> <p>4) Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.</p> <p>5) В планетарной модели атома число протонов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке нейтрального атома.</p>
18.6	<p><b>6. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Кинетическая энергия тела увеличивается прямо пропорционально скорости движения тела.</p> <p><input type="checkbox"/> 2. Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.</p> <p><input type="checkbox"/> 3. В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают одноимённые заряды.</p> <p><input type="checkbox"/> 4. При переходе электромагнитных волн через границу раздела двух сред с разными показателями преломления длина волны остаётся неизменной.</p> <p><input type="checkbox"/> 5. При альфа-распаде заряд ядра уменьшается на 2 элементарных положительных заряда.</p>
18.7	<p><b>7. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p>

	<p>1) Импульсом силы называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.</p> <p>2) В изотермическом процессе для постоянной массы газа отношение объёма газа к его давлению остаётся постоянным.</p> <p>3) Модуль сил взаимодействия двух точечных неподвижных заряженных тел обратно пропорционален квадрату расстояния между заряженными телами.</p> <p>4) Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре увеличивается прямо пропорционально увеличению электроёмкости конденсатора.</p> <p>5) В планетарной модели атома число протонов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке нейтрального атома.</p>
18.8	<p><b>8. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p> <p>1) Кинетическая энергия тела зависит от его массы и высоты положения тела над поверхностью Земли.</p> <p>2) При изотермическом расширении внутренняя энергия газа уменьшается, газ отдаёт в окружающую среду положительное количество теплоты.</p> <p>3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме обратно пропорционален произведению модулей зарядов.</p> <p>4) Сила индукционного тока в замкнутом контуре прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.</p> <p>5) При поглощении света атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.</p>
18.9	<p><b>9. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p> <p>Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.</p> <p><input type="checkbox"/> 1) При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.</p> <p><input type="checkbox"/> 2) Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.</p> <p><input type="checkbox"/> 3) Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.</p> <p><input type="checkbox"/> 4) Дифракция рентгеновских лучей невозможна.</p> <p><input type="checkbox"/> 5) В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.</p>
18.10	<p><b>10. Выберите один или несколько правильных ответов.</b></p>

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны

- 1) Сила трения скольжения – сила гравитационной природы.
- 2) Для конденсации жидкости ей необходимо сообщить положительное количество теплоты.
- 3) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 4) Линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомарном состоянии.
- 5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, прямо пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

**Ответы**

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
45	24	134	13	145	25	35	45	<b>235</b>	45

## Задание 19 – методологические умения (базовый уровень)

Методологические умения проверяются задания 19, которые могут быть построены на материале любого раздела курса физики. В задании 19 оцениваются умения снимать показания измерительных приборов и оценивать результаты измерений. Это задание с кратким ответом в виде двух чисел (показание прибора и абсолютная ошибка измерения), которое оценивается 1 баллом.

что нужно знать	что нужно уметь
Прямые измерения (механика, молекулярная физика, электродинамика)	Снимать показания измерительных приборов (линейка, динамометр, мензурка, термометр, вольтметр, амперметр, барометр) и запись результатов измерений с учетом заданной абсолютной погрешности измерения. Использовать метод рядов, рассчитывая результат измерения.

1. Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) Н.

2. При исследовании зависимости давления газа от температуры ученик измерял давление в сосуде с газом с помощью манометра. Шкала манометра проградуирована в мм рт. ст. Абсолютная погрешность измерений давления равна цене деления шкалы манометра. Каково показание манометра с учётом погрешности измерений?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мм рт. ст.

3. Чтобы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной  $(15 \pm 1)$  мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мм.

4. Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Н.

5. Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

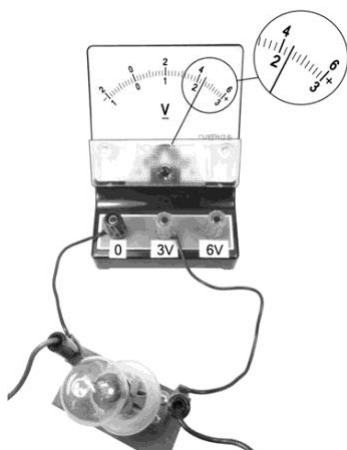


6. Определите показания миллиамперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления миллиамперметра.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мА.



7. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения на пределе измерения 3 В равна  $\pm 0,15$  В, а на пределе измерения 6 В равна  $\pm 0,25$  В?



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

8. В книге 250 листов. По результатам измерения с помощью линейки толщина книги составляет 3,5 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна  $\pm 1$  мм?

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мм.

9. Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

10. Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

## Отвѣты

1	1,80,1
2	422
3	0,750,05
4	3,80,1
5	0,40,1
6	362
7	2,200,15
8	0,1400,004
9	0,460,02
10	0,250,05

В задании 20 – умение выбирать приборы и оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. Это задание с кратким ответом в виде двух цифр, которое оценивается 1 баллом.

### Задание 20

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Проведение исследований зависимостей одной физической величины от другой	По заданной гипотезе исследования определять изменяемые величины и величины, которые должны оставаться неизменными в процессе исследования, и выбирать оборудование для проведения исследования

#### 1. Выберите один или несколько правильных ответов.

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу собирающей линзы. В качестве источника света школьник взял горящую свечу. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) гальванометр
- 2) линейка
- 3) экран
- 4) зеркало
- 5) динамометр

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

---

#### 2. Впишите правильный ответ.

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеется пять установок, каждая из которых состоит из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие **две** из перечисленных в таблице установок необходимы ученику для того, чтобы опытным путём исследовать зависимость силы Архимеда от объёма шарика?

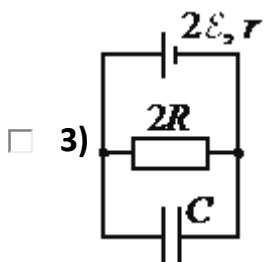
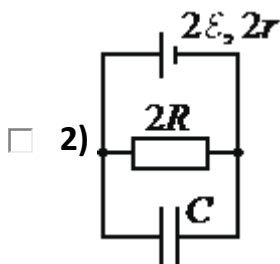
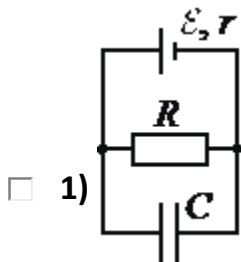
№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Масса шарика
1	вода	30 см <sup>3</sup>	234 г
2	вода	20 см <sup>3</sup>	156 г
3	керосин	20 см <sup>3</sup>	267 г
4	подсолнечное масло	30 см <sup>3</sup>	234 г
5	керосин	30 см <sup>3</sup>	267 г

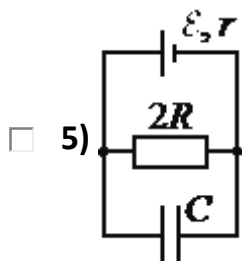
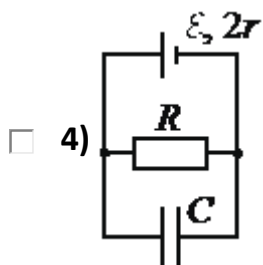
Запишите в ответе номера выбранных установок

---

**3. Выберите один или несколько правильных ответов.**

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от сопротивления резистора. Какие **две** схемы следует использовать для проведения такого исследования?





Запишите в ответе номера выбранных схем.

#### 4. Впишите правильный ответ.

Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника, см	Диаметр проводника, мм	Материал
1	200	1,0	алюминий
2	100	0,5	медь
3	100	1,0	медь
4	100	0,5	алюминий
5	200	1,0	медь

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

---

### 5. Впишите правильный ответ.

Ученик изучает свободные колебания маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** маятника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от массы шарика?

№ маятника	Длина маятника, м	Объём шарика, см <sup>3</sup>	Материал, из которого сделан шарик
1	2,0	8	алюминий
2	0,5	5	алюминий
3	1,0	5	сталь
4	1,5	8	алюминий
5	1,0	5	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

### 6. Впишите правильный ответ.

Ученику необходимо на опыте выяснить, зависит ли частота свободных колебаний пружинного маятника от объёма груза. У него имеется пять пружинных маятников, характеристики которых приведены в таблице. Какие **два** маятника необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Жёсткость пружины, Н/м	Объём груза, см <sup>3</sup>	Масса груза, г
1	40	30	100
2	60	60	200
3	60	30	100

4	80	30	100
5	60	80	200

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

**7. Впишите правильный ответ.**

Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

№ контура	Максимальное напряжение на конденсаторе, В	Электроёмкость на конденсатора $C$ , мкФ	Индуктивность катушки $L$ , мГн
1	14	6	4
2	8	5	6
3	14	6	12
4	10	10	4
5	8	12	6

Запишите в таблицу номера выбранных контуров.

**8. Впишите правильный ответ.**

Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** колебательных контура необходимо взять ученику для

того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

№ контура	Максимальное напряжение на конденсаторе, В	Электроёмкость на конденсатора $C$ , мкФ	Индуктивность катушки $L$ , мГн
1	10	6	4
2	8	5	6
3	14	6	12
4	8	10	6
5	10	12	8

Запишите в таблицу номера выбранных контуров.

### 9. Впишите правильный ответ.

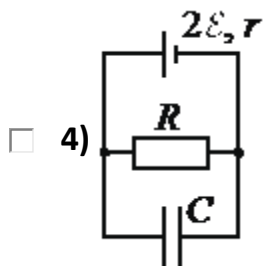
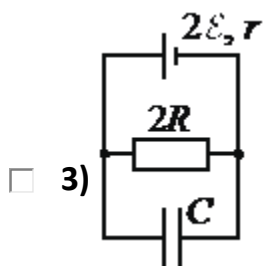
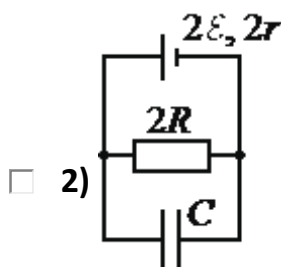
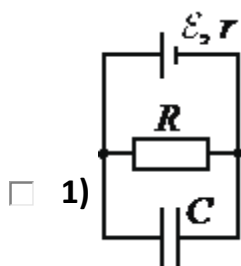
Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

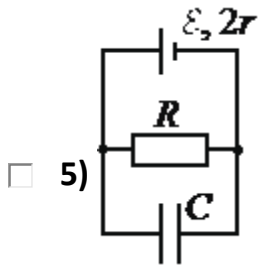
№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	1,0 мм	медь
2	200 см	0,5 мм	медь
3	200 см	1,0 мм	медь
4	100 см	0,5 мм	алюминий
5	300 см	1,0 мм	медь

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

10. Выберите один или несколько правильных ответов.

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие **две** схемы следует использовать для проведения такого исследования?





Запишите в ответе номера выбранных схем.

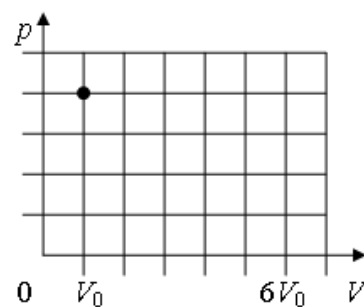
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	23	35	15	35	35	25	25	24	23	14

## Задание 21

### 1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

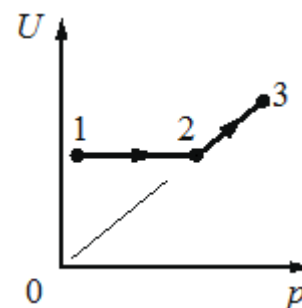
<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Молекулярная физика. Термодинамика	Решать качественные задачи по физике: работать с условием задачи, проводить рассуждения, объясняющие описанные в условии процессы и явления, подтверждая рассуждения

**21.1.1.** В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ .



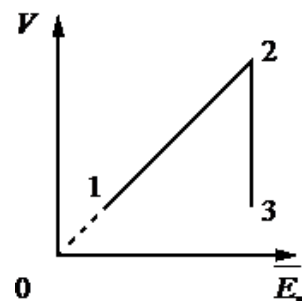
Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $6V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

**21.1.2.** Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, который изображён на рисунке в переменных  $U$ – $p$ , где  $U$  – внутренняя энергия газа,  $p$  – его давление.



Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, определите, получает ли газ положительное количество теплоты или отдаёт его в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните.

**21.1.3.** На графике представлена зависимость объёма постоянного количества молей одноатомного идеального газа от средней кинетической энергии теплового движения молекул газа.



Опишите, как изменяются температура и давление газа в процессах 1–2 и 2–3. Укажите, какие закономерности Вы использовали для объяснения.

**21.1.4.** На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии  $U$  1 моль идеального одноатомного газа от его объёма  $V$  в процессе 1–2–3.

Постройте график этого процесса в переменных  $p$ – $V$  ( $p$  – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

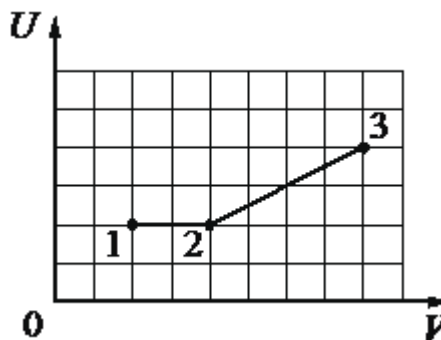


Рис. 1

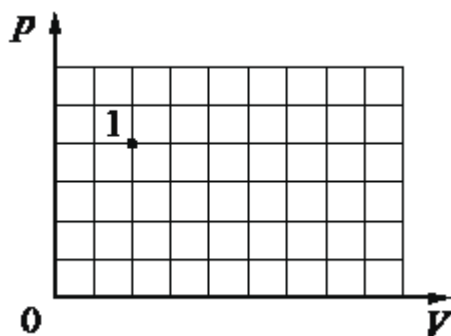
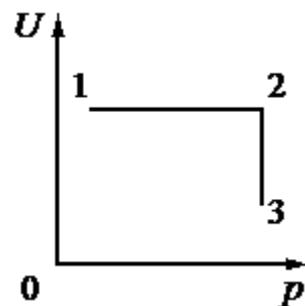


Рис. 2

**21.1.5.** Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, который изображён на рисунке в переменных  $p-U$ , где  $U$  - внутренняя энергия газа,  $p$  - его давление.

Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3.

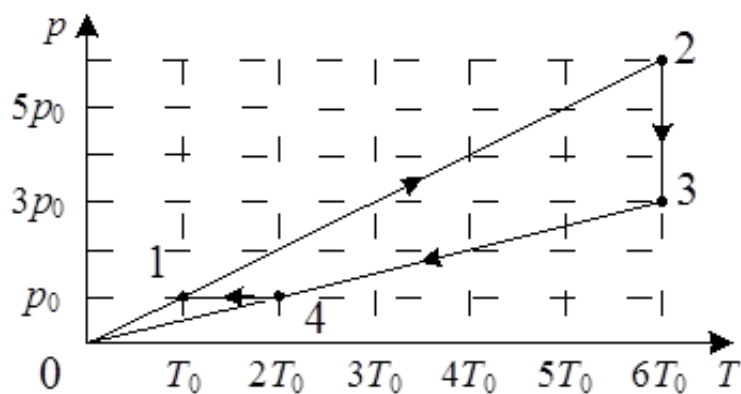


**21.1.6.** Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым, второй – с третьим. Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно  $p$ ,  $3p$  и  $p$ . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый сосуд со вторым.

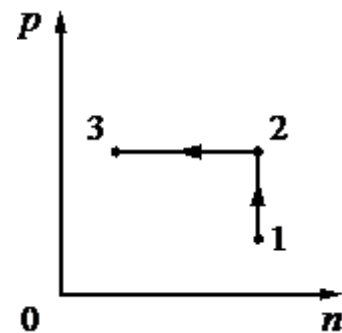
Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) количество газа в первом сосуде? (Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной.)

**21.1.7.** Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах  $p-T$ , где  $p$  - давление газа,  $T$  - абсолютная температура.

Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните модуль работы газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 4–1. Постройте график цикла в координатах  $p-V$ , где  $p$  - давление газа,  $V$  - объём газа.

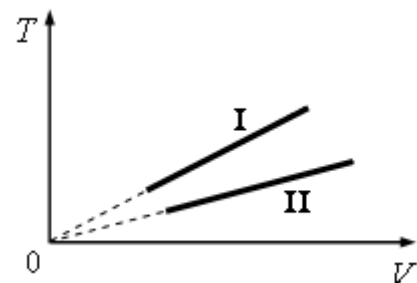


**21.1.8.** Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах  $p - n$ , где  $p$  – давление газа,  $n$  – его концентрация.



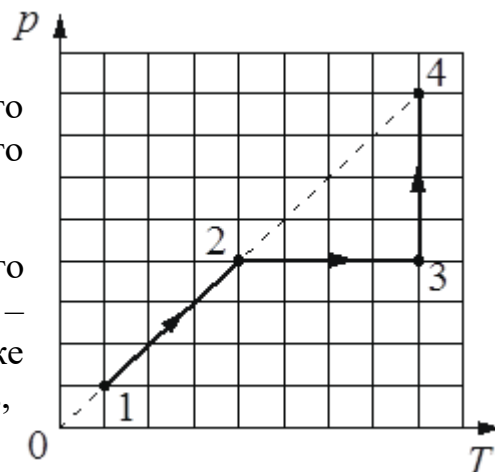
Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

**21.1.9.** На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке.



Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

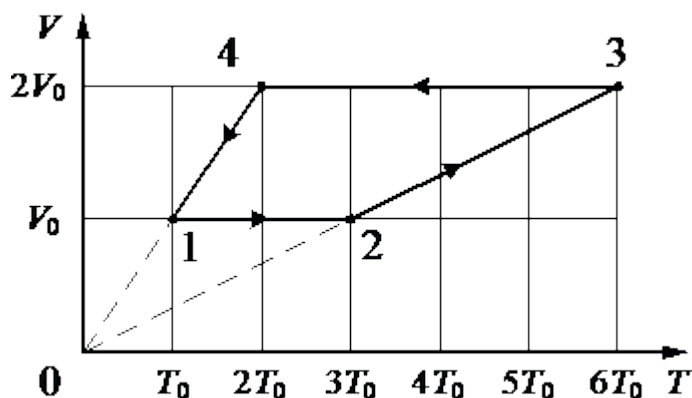
**21.1.10.** На  $pT$ -диаграмме показано, как изменялись давление и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4.



Как при этом изменялись объём газа  $V$  и его внутренняя энергия  $U$  на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

**21.1.11.** 1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V-T$ , где  $V$ –объём газа,  $T$ –абсолютная температура.

Постройте график цикла в координатах  $p-V$ , где  $p$  давление газа,  $V$ –объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение



графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.

**21.1.12.** На рис. 1 приведена зависимость концентрации  $n$  идеального одноатомного газа от его давления  $p$  в процессе 1–2–3. Количество вещества газа постоянно.

Постройте график этого процесса в координатах  $p$ – $V$  ( $V$  – объём газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

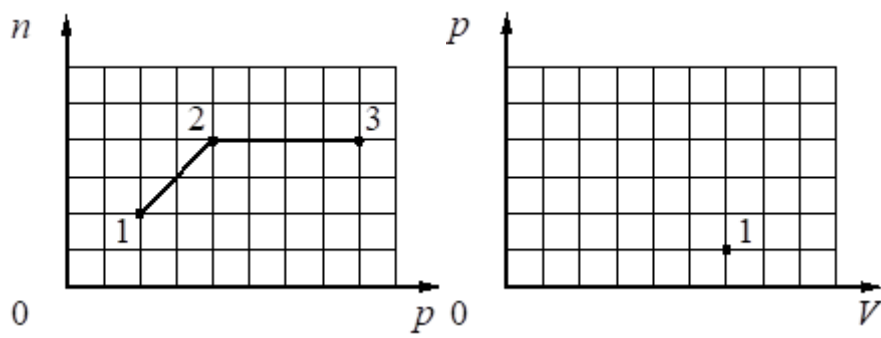


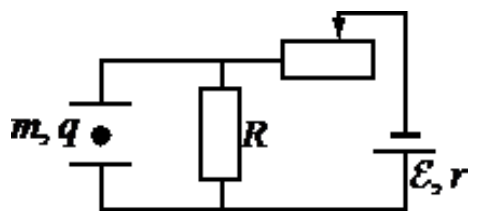
Рис. 1      Рис. 2

№ заданий	21.1.2	21.1.3		21.1.5	21.1.6	21.1.7
Ответы	1–2 отдаёт; 2–3 получает	1–2 Тувелич., рне измен.; 2–3 Т не измен., рувелич.		1–2 отдаёт; 2–3 отдаёт	увелич. в 1,5 раза	$ A_{23}  >  A_{41} $
№ заданий	21.1.8	21.1.9	21.1.10		21.1.11	
Ответы	1–2 получает; 2–3 получает	$v_1 < v_2$	1–2V остаётся постоянн.,U увеличив. 2–3 V увеличив.,U увеличив. 3–4V уменьш.,U остаётся постоянн.		в 3 раза	

**2. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА: ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА, МАГНИТНОЕ ПОЛЕ**

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Решать качественные задачи по физике: работать с условием задачи, проводить рассуждения, объясняющие описанные в условии процессы и явления, подтверждая рассуждения ссылками на изученные свойства явлений, законы и закономерности

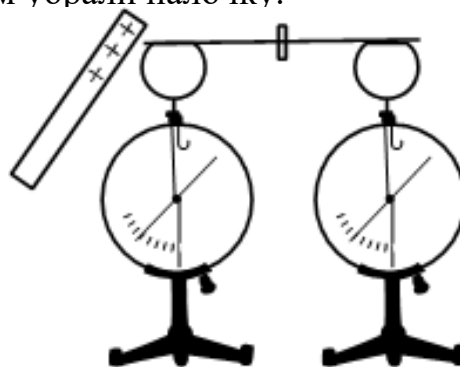
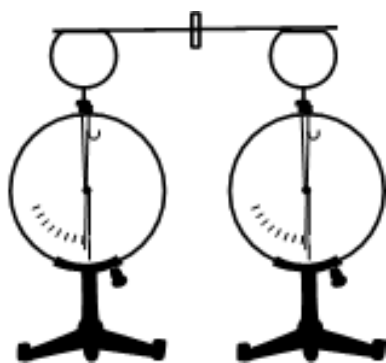
**21.2.1.** Две параллельные металлические пластины, расположенные горизонтально, подключены к электрической схеме, приведённой на рисунке. Между пластинами находится в равновесии



маленькое заряженное тело массой  $m$  и зарядом  $q$ . Электростатическое поле между пластинами считать однородным.

Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как и в каком направлении начнёт двигаться тело, если сдвинуть ползунок реостата вправо.

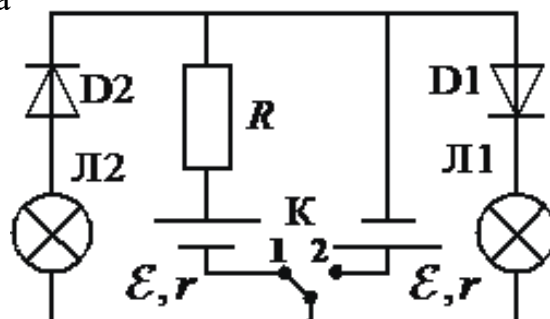
**21.2.2.** На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, сняли стержень, а затем убрали палочку.



1 Рис. 1 21 Рис. 2 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

**21.2.3.** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух одинаковых источников ЭДС, ключа  $K$ , одинаковых ламп  $L1$  и  $L2$ , резистора  $R$  и двух одинаковых идеальных диодов  $D1$  и  $D2$ .

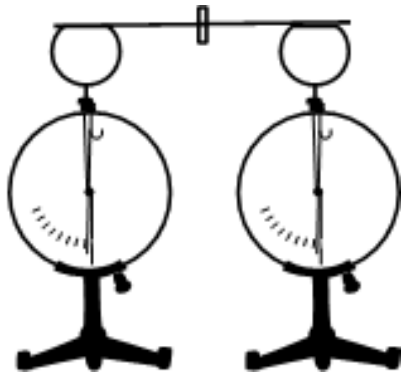


Опираясь на законы электродинамики, объясните, какие изменения произойдут в работе этой цепи, если перевести ключ  $K$  из положения 1 в положение 2. Сравните накал ламп в этих двух случаях.

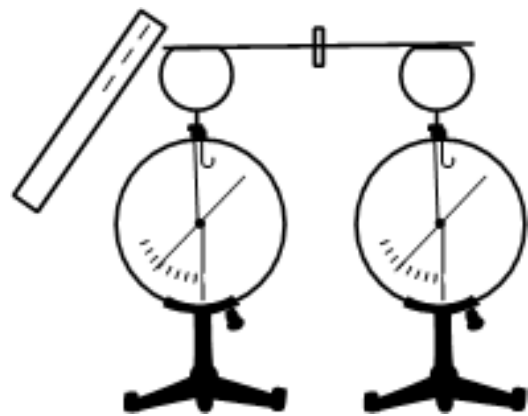
**21.2.4.** Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной диэлектрической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити.

Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

**21.2.5.** На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.



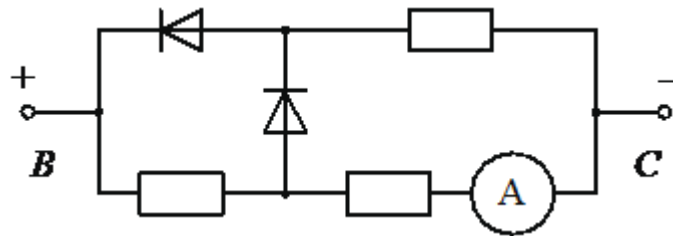
1Рис. 12



1Рис. 22

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

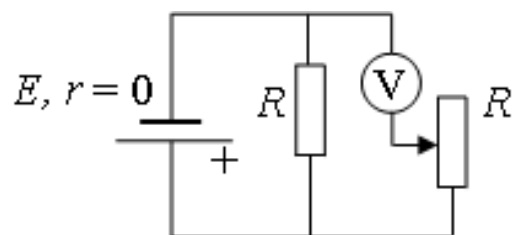
**21.2.6.** Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках *B* и *C*. Показания амперметра равны 2 А.



Определите силу тока через амперметр при смене полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

**21.2.7.** В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны  $R$ , ЭДС батарейки равна  $E$ , её внутреннее сопротивление ничтожно ( $r = 0$ ).

Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



**21.2.8.** Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель поместил между пластинами конденсатора стеклянную пластину (рис. 3).

Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.



Рис. 1

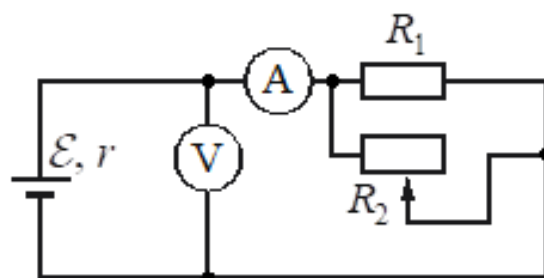


Рис. 2



Рис. 3

21.2.9. На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра.



Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата **вправо**? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

№ заданий	21.2.1	21.2.2	21.2.3	21.2.4	21.2.5
Ответы	вниз с ускорением	1–, 2 +	Л1 уменьшится, Л2 увеличится	Т уменьшится	1 +, 2–
№ заданий	21.2.6	21.2.7	21.2.8	21.2.9	
Ответы	6А	показан. остаются постоянн., U=0	уменьшил.	показ. амперметра уменьшатся, показ. вольтметра увеличатся	

### 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА: ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ, ОПТИКА

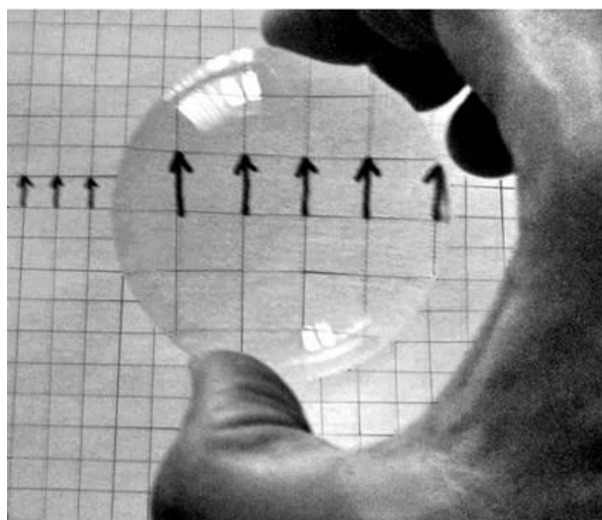
Что нужно знать	Что нужно уметь
<p>Электромагнитная индукция.</p> <p>Электромагнитные колебания.</p>	<p>Решать качественные задачи по физике: работать с условием задачи, проводить рассуждения, объясняющие описанные в условии процессы и явления, подтверждая рассуждения ссылками на изученные свойства явлений, законы и закономерности</p>

**21.3.1.** К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой  $\nu$ . Индуктивность  $L$  катушки колебательного контура можно плавно менять от максимального значения  $L_{\max}$  до минимального  $L_{\min}$ , а ёмкость его конденсатора постоянна. Ученик постепенно уменьшал индуктивность катушки от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастала.

Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

**21.3.2.** Линзу удерживают на расстоянии 3 см от тетрадного листа с клетками, на котором нарисованы направленные в одну сторону одинаковые стрелки. (На фотографии показано изображение стрелок, которое видит и глаз человека.)

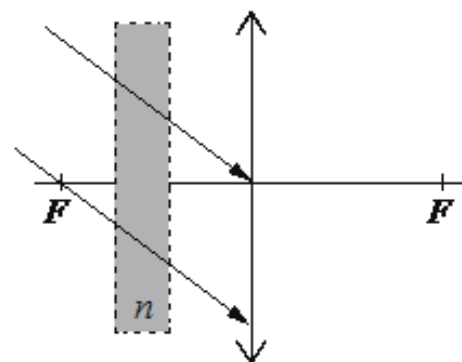
Укажите тип линзы (собирающая или рассеивающая) и вычислите, используя фотографию, фокусное расстояние этой линзы. Ответ объясните, опираясь на явления и законы оптики. Линзу при этом считать тонкой.



**21.3.3.** К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой  $\nu$ . Ёмкость конденсатора колебательного контура можно плавно менять от минимального значения  $C_{\min}$  до максимального  $C_{\max}$ , а индуктивность его катушки постоянна. Ученик постепенно увеличивал ёмкость конденсатора от минимального значения до максимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастала.

Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

**21.3.4.** На тонкую собирающую линзу от удалённого источника падает пучок параллельных лучей (см. рисунок).



Как изменится положение изображения источника, создаваемого линзой, если между линзой и её фокусом поставить плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления  $n$  (на рисунке положение пластинки отмечено пунктиром)? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали. Сделайте рисунок, поясняющий ход лучей до и после установки плоскопараллельной стеклянной пластинки.

**21.3.5.** Тонкая линза  $L$  даёт чёткое действительное изображение предмета  $AB$  на экране  $\mathcal{E}$  (см. рис. 1).

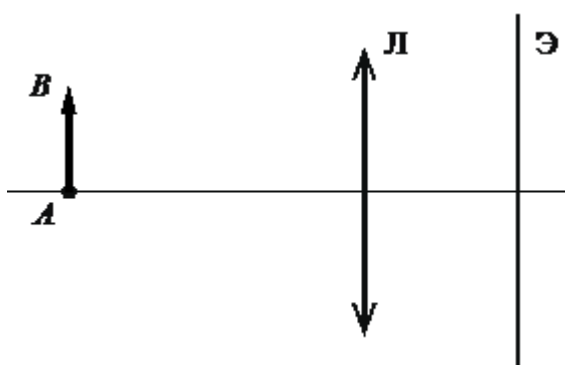


Рис. 1

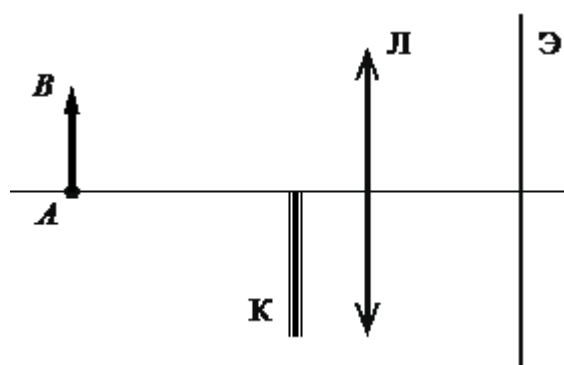


Рис. 2

Что произойдёт с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона  $K$  (см. рис. 2)? Для обоих случаев постройте ход лучей в линзе, поясняющий решение. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

**21.3.6.** Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета.

На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

№ заданий	21.3.1	21.3.2	21.3.3	21.3.4	21.3.5	21.3.6
Ответы	резонанс	собирающая, 6 см	резонанс	не изменится	изображение станет менее ярким	30 см

## Расчётные задачи с явно заданной физической моделью . Линия 22.

На позиции 22 предлагаются расчетные задачи повышенного уровня сложности по любой из тем раздела «Механика». Решение задачи оценивается максимально 2 баллами

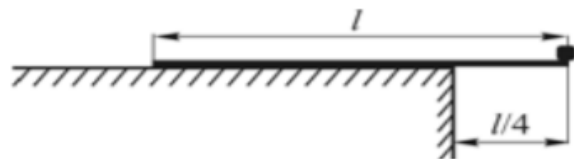
<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Механические колебания и волны	Решать расчетные задачи по физике: работать с условием задачи, искать необходимые справочные данные, делать рисунок (например, с указанием сил, действующих на тело), если это необходимо для понимания физической ситуации; выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи, проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.

### **Примеры задач для подготовки**

#### **22.1.**

Дайте развернутый ответ.

Деревянная линейка длиной  $l=60$  см выдвинута за край стола на  $1/4$  часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 250 г (см. рисунок). На какое расстояние можно выдвинуть вправо за край стола эту линейку, если на её правом конце лежит груз массой 125 г?



#### **22.2.**

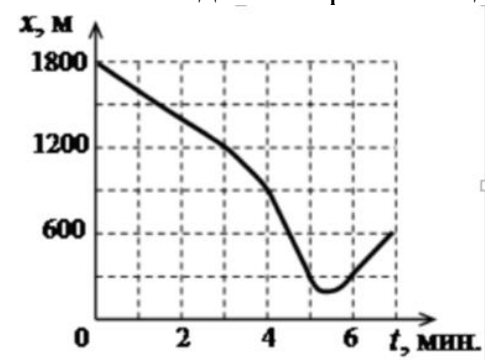
Дайте развернутый ответ.

Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.

### 22.3.

Дайте развернутый ответ.

Автомобиль массой 1700 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



### 22.4.

Впишите правильный ответ.

При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх шарик массой 100 г поднимается на высоту 2 м. Какова жёсткость пружины, если до выстрела она была сжата на 5 см? Сопротивление воздуха движению шарика не учитывать.

### 22.5.

Дайте развернутый ответ.

Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности Земли под углом  $60^\circ$  к горизонту, достиг максимальной высоты, равной 5 м. Сколько времени прошло от момента броска до того момента, когда скорость камня стала горизонтальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

### 22.6.

Дайте развернутый ответ.

Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на  $h = 0,04$  м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности  $S = 2500$  см<sup>2</sup>. Плотность льда равна 900 кг/м<sup>3</sup>.

### 22.7.

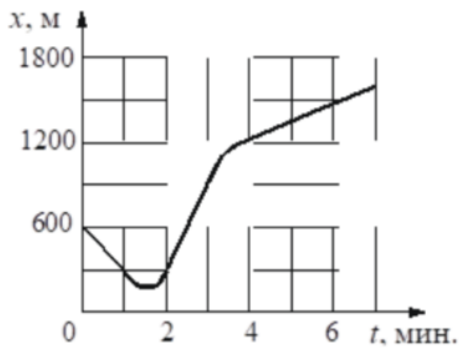
Дайте развернутый ответ.

Два пластилиновых шарика с массами  $3m$  и  $m$ , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной 0,5 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

### 22.8.

Дайте развернутый ответ.

Автомобиль массой 1750 кг двигался по прямолинейному участку дороги вдоль оси  $Ox$ . Координата автомобиля изменялась с течением времени согласно графику, приведённому на рисунке. Определите максимальную кинетическую энергию автомобиля на этом участке дороги.



### 22.9.

Дайте развернутый ответ.

Тележка массой 50 кг движется со скоростью 1 м/с по гладкой горизонтальной дороге. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик массой 50 кг догонит тележку и запрыгнет на неё с горизонтальной скоростью 2 м/с относительно дороги?

№ задания	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7	22.8	22.9
ответ	0,2 м	200 с	85 кДж	1600 Н/м	1 с	90 кг	1 м/с	87,5 кДж	1,5 м/с

### Задание 23

#### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА.

<b>Что нужно знать</b>	<b>Что нужно уметь</b>
Молекулярная физика Термодинамика	Решать расчетные задачи: <ul style="list-style-type: none"><li>• работать с условием задачи, искать необходимые справочные данные,</li><li>• выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи,</li><li>• проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.</li></ul>

1 (23). В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ , налили 0,5 кг воды при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ . Определите массу воды в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.

2 (23). В закрытом сосуде объёмом  $V = 10$  л находится влажный воздух массой  $m = 18$  г при температуре  $t = 80^{\circ}\text{C}$  и давлении  $p = 2 \cdot 10^5$  Па. Определите массу паров воды в сосуде.

3 (23). Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда равна  $0^{\circ}\text{C}$ , начальная температура воды равна  $15^{\circ}\text{C}$ . Исходная масса воды 1100 г. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При достижении теплового равновесия в воде остаётся плавать кусочек льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

4 (23). В стакан калориметра, содержащий 250 г воды, опустили кусок льда массой 140 г, имевшего температуру  $0^{\circ}\text{C}$ . После того как наступило тепловое равновесие,

весь лед растаял, и температура воды стала равной  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определите начальную температуру воды. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

5 (23). В стакан налили 30 г заварки температурой  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и добавили 170 г горячей воды температурой  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чему равна температура получившегося чая?

Теплоёмкостью стакана и потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

Удельную теплоёмкость заварки считать равной удельной теплоёмкости воды.

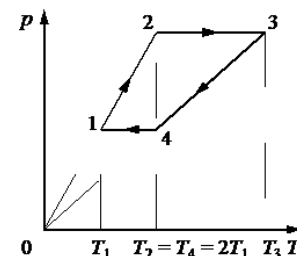
№	1	2	3	4	5
Ответ	0,41 кг	0,0029 кг	0,21 кг	$44^{\circ}\text{C}$	$71^{\circ}\text{C}$

### Задание 24

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Что нужно знать	Что нужно уметь
Молекулярная физика Термодинамика	<p>Решать расчетные задачи по физике:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работать с условием задачи, записывать краткое условие, искать необходимые справочные данные,</li> <li>• делать рисунок (например, с указанием сил, действующих на тело), если это необходимо для понимания физической ситуации;</li> <li>• описывать физическую модель,</li> <li>• выбирать законы и формулы,</li> <li>• необходимые для решения задачи,</li> <li>• проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.</li> </ul>

**24.1.** В тепловом двигателе 1 моль одноатомного разреженного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.



**24.2.** В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) при температуре кипения  $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола

$L = 396 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$ , а его молярная масса  $M = 78 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ . Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

**24.3.** В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 5 \text{ см}^2$ , под подвижным поршнем массой  $M = 1 \text{ кг}$  с лежащим на нём грузом массой  $m = 0,5 \text{ кг}$  находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте  $h_1 = 13 \text{ см}$  от дна сосуда. На сколько изменится эта высота, если груз снять с поршня? Воздух считать идеальным газом, а его температуру – неизменной. Атмосферное давление равно  $10^5 \text{ Па}$ . Трение между стенками и поршнем не учитывать.

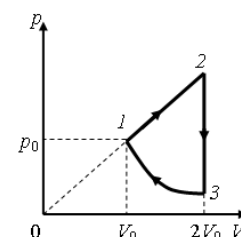
**24.4.** В стакан с водой, нагретой до температуры  $t_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ , положили металлический шарик, имеющий температуру  $t_2 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ . После установления теплового равновесия температура воды стала  $t_3 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру воды  $t_4$  после того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой  $t_2$  (первый шарик остался в стакане). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

**24.5.** Для того чтобы совершить воздушный полёт, отважный мальчик решил использовать воздушные шары объёмом  $10 \text{ л}$ , наполненные гелием. Сколько воздушных шаров потребуется, чтобы поднять в воздух мальчика массой  $40 \text{ кг}$  при нормальном атмосферном давлении? Температура окружающего воздуха  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ . Массой оболочек шаров и их упругостью, а также силой Архимеда, действующей на мальчика, пренебречь.

**24.6.** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью  $S$  находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью  $k$ . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно  $L$ , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рисунок). Какое количество теплоты  $Q$  передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ ?



**24.7.** Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу  $A_{12} = 1000 \text{ Дж}$ . На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу  $|A_{31}| = 370 \text{ Дж}$ . Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты  $|Q_{\text{хол}}|$ , отданное газом за цикл холодильнику.



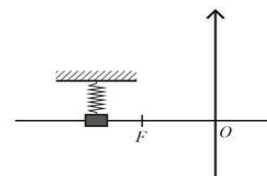
**24.8.** В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха  $p = 10^5$  Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты  $|Q| = 75$  Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние  $x = 10$  см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

**24.9.** Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100$  °С равно  $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$  Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 4$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 3$  раза. Найдите относительную влажность  $\phi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

**24.10.** Сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых  $V_2/V_1=3$ . В первой части сосуда находится воздух с относительной влажностью  $\phi_1=80\%$ . Какой была влажность воздуха во второй части сосуда, если после того, как перегородку убрали, в сосуде установилась относительная влажность 50%? Считать, что температура воздуха в частях сосуда одинакова и не изменилась после снятия перегородки.

№	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5	24.6	24.7	24.8	24.9	24.10
Ответ	15 %	90,5 %	ув. на 1,1 см	$\approx 34$ °С	$\approx$ 4002	$Q = \frac{5}{2}p_0Sb + \frac{3}{2}kbL + 2kb^2.$	3370 Дж	30 см <sup>2</sup>	70 %	40 %

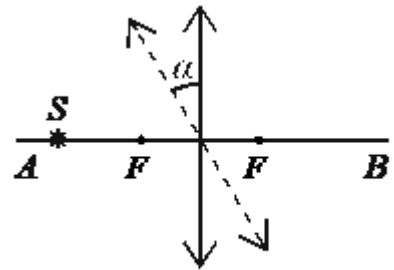
1. Груз на пружине совершает гармонические колебания перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). С помощью этой линзы получено



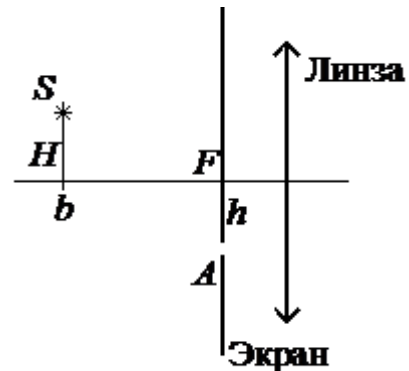
### Задание 25

Что нужно знать	Что нужно уметь
Оптика	Решать расчетные задачи по геометрической оптике: работать с условием задачи, записывать краткое условие задачи, искать необходимые справочные данные, делать рисунок с указанием хода лучей в оптической системе; описывать физическую модель, выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи, проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.

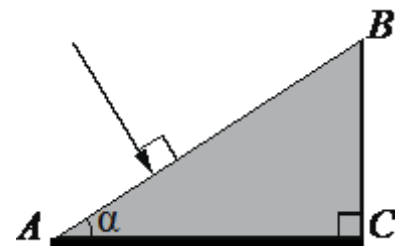
2. Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии 40 см от оптического центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м на её главной оптической оси  $AB$ . При повороте линзы на угол  $\alpha$  относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через её оптический центр, изображение источника сместилось вдоль прямой  $AB$  на 10 см. Определите угол поворота линзы. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе для обоих случаев её расположения.



3. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 20$  см и точечный источник света  $S$  находятся в плоскости рисунка. Точка  $S$  находится на расстоянии  $b = 70$  см от плоскости линзы и на расстоянии  $H = 5$  см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с малым отверстием  $A$ , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии  $h = 4$  см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии  $x$  от плоскости линзы луч  $SA$  от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.

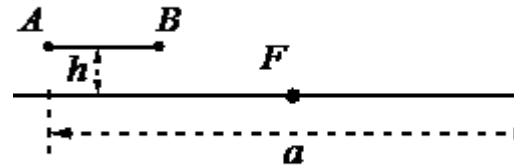


4. Нижняя грань  $AC$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина  $\alpha = 15^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AB$ , преломляется и выходит в воздух через ту же грань  $AB$ , но уже под углом преломления  $\beta = 60^\circ$ . Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.

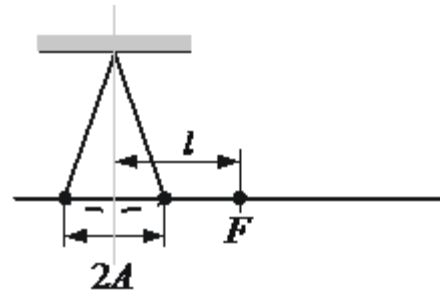


5. На двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном на расстоянии 30 см от линзы? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

6. Тонкая палочка  $AB$  длиной  $l = 10$  см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $h = 15$  см от неё (см. рисунок). Конец  $A$  палочки располагается на расстоянии  $a = 40$  см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину  $L$ . Фокусное расстояние линзы  $F = 20$  см.

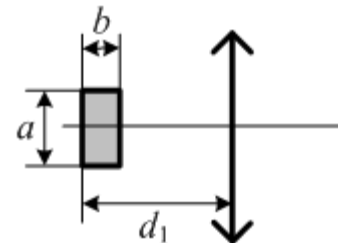


7. Математический маятник совершает колебания в плоскости рисунка с амплитудой  $A = 1$  см. Равновесное положение нити маятника находится на расстоянии  $l = 5\sqrt{2}$  см от переднего фокуса собирающей линзы. Крайние положения груза маятника лежат на главной оптической оси линзы. Найдите расстояние между изображениями двух крайних положений груза маятника, если оптическая сила линзы равна 50 дптр.



8. На оси  $Ox$  в точке  $x_1 = 10$  см находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $F_1 = -10$  см, а в точке  $x_2 = 25$  см – оптический центр тонкой собирающей линзы. Главные оптические оси обеих линз совпадают с осью  $Ox$ . Свет от точечного источника, расположенного в точке  $x = 0$ , пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите фокусное расстояние собирающей линзы  $F_2$ . Сделайте рисунок с указанием хода лучей через данную систему линз.

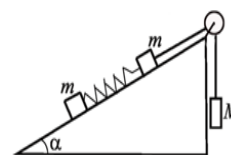
9. Прямоугольник со сторонами  $a = 20$  см и  $b = 10$  см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой  $D = 2$  дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рисунок). Расстояние от дальней стороны прямоугольника до плоскости линзы  $d_1 = 70$  см. Определите площадь изображения прямоугольника в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение прямоугольника в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.



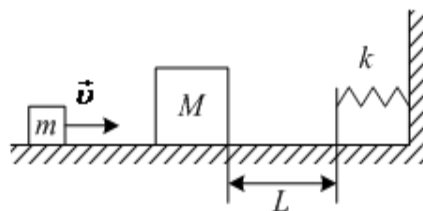
### Задание 26

Что нужно знать	Что нужно уметь
Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика	Решать расчетные задачи по физике: работать с условием задачи, записывать краткое условие задачи, искать необходимые справочные данные, делать рисунок (с указанием сил, действующих на тела), если это необходимо по условию задачи; описывать физическую модель, обосновывать выбор законов и формул для решения задачи, выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи, проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.

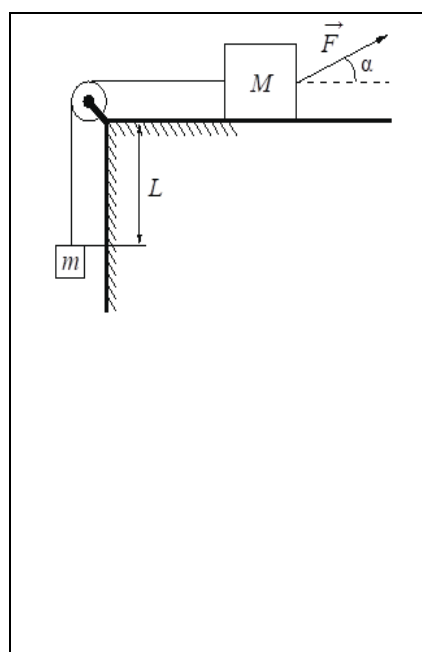
1. По неподвижной гладкой наклонной плоскости с углом  $\alpha = 30^\circ$  движутся два одинаковых бруска массой  $m = 0,25$  кг каждый, скреплённые между собой лёгкой пружиной с жёсткостью  $k = 100$  Н/м. Верхний брусок соединён невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальный блок, с грузом массой  $M = 2$  кг (см. рисунок). Чему равна длина пружины  $l$  в нерастянутом состоянии, если при движении брусков её длина постоянна и равна  $L = 15$  см? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



2. Небольшой брусок массой  $m = 100$  г, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, абсолютно неупруго сталкивается с неподвижным телом массой  $M = 2m$ . При дальнейшем поступательном движении тела налетают на недеформированную пружину, одним концом прикреплённую к стене (см. рисунок). Через какое время  $t$  после абсолютно неупругого удара бруски вернутся в точку столкновения? Скорость движения бруска до столкновения  $v = 2$  м/с, жёсткость пружины  $k = 30$  Н/м, а расстояние от точки столкновения до пружины  $L = 10$  см.

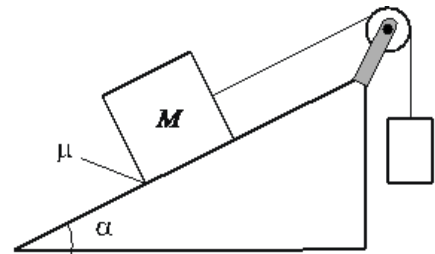


3. На горизонтальном столе находится брусок массой  $M = 1$  кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой  $m = 500$  г. На брусок действует сила величиной  $F = 9$  Н, направленная под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок). В момент начала движения груз находится на расстоянии  $L = 40$  см от края стола. Через какое время  $t$  груз поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом  $\mu = 0,3$ ? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

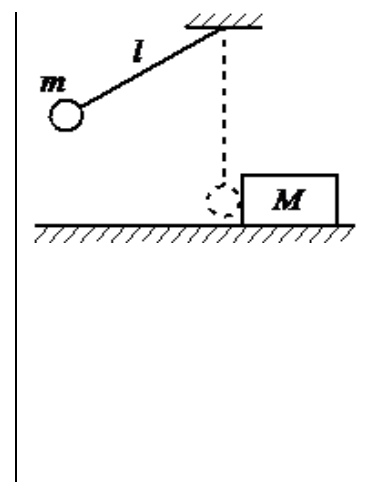


4. На шероховатом горизонтальном диске, вращающемся вокруг вертикальной оси, покоится небольшое тело. Расстояние от оси вращения до тела  $r = 25$  см. Угловую скорость вращения диска начали медленно увеличивать. Каков коэффициент трения  $\mu$  между телом и диском, если тело начало скользить по диску при угловой скорости  $\omega = 4$  рад/с? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тело.

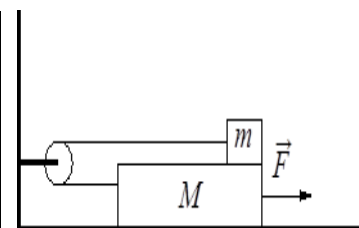
5. Грузы массами  $M=1$  кг и  $m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через невесомый блок, вращающийся без трения (см. рисунок). Груз массой  $M$  покоится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha=30^\circ$ , коэффициент трения  $\mu=0,3$ ). Чему равно минимальное значение массы  $m$ , при котором система грузов остаётся в состоянии покоя? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



6. Маленький шарик массой  $m = 0,5$  кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной  $l = 0,8$  м, которая разрывается при силе натяжения  $T_0=8,6$  Н. Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Скорость бруска после удара  $u = 0,4$  м/с. Какова масса  $M$  бруска? Считать, что брусок после удара движется поступательно.

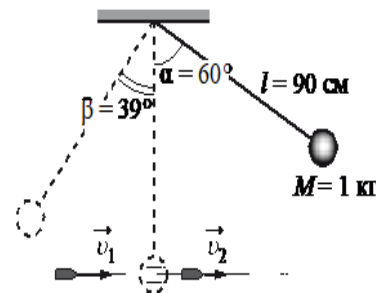


7. На горизонтальном неподвижном столе лежит доска массой  $M = 0,8$  кг. На доске находится маленький брусок массой  $m = 200$  г. Брусок и доска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок, закреплённый на стене (отрезки нити, не лежащие на блоке, горизонтальны). Коэффициент трения между бруском и доской  $\mu_1 = 0,5$ , между столом и доской  $\mu_2 = 0,3$ . Доску тянут вправо горизонтальной силой  $F \rightarrow$ . Чему равен модуль силы  $F \rightarrow$ , если модуль ускорения бруска относительно стола  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>? Трением в оси блока пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. **Обоснуйте**



**применимость законов, используемых для решения задачи.**

8. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шара через положение равновесия в него попадает пуля, летящая навстречу шару, которая пробивает его и продолжает двигаться горизонтально (см. рисунок). Определите модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол  $39^\circ$ . (Массу шара считать неизменной; диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити; ) Соппротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



9. Пластилиновый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности Земли под углом  $\alpha$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Время от столкновения шариков до их падения на Землю равно  $\tau$ . С какой начальной скоростью  $v_0$  был брошен первый шарик? Соппротивлением воздуха пренебречь. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

10. Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Через  $t=1$  с после начала движения скорость правого груза (массой  $m = 1$  кг) была направлена

вертикально вверх и равна  $4 \text{ м/с}$ . Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.

