

**Сборник тренировочных материалов для подготовки  
к государственному выпускному экзамену  
по ФИЗИКЕ  
для обучающихся по образовательным программам  
СРЕДНЕГО общего образования**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Тренировочные материалы предназначены для подготовки к государственному выпускному экзамену в устной и письменной формах.

**В части I** представлены тренировочные материалы для подготовки к устному экзамену.

Устный экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. Первый и второй вопросы в билетах проверяют освоение учащимися знаний о фундаментальных физических законах и принципах, наиболее важных открытиях в области физики и методах научного познания природы. Практические задания представляют собой задачи.

При проведении устного экзамена по физике обучающимся предоставляется право использовать при необходимости: справочные таблицы физических величин, плакаты и таблицы для ответов на теоретические вопросы, непрограммируемый калькулятор для вычислений при решении задач.

**Раздел 1.1** содержит перечень теоретических вопросов, на базе которых формируются экзаменационные билеты.

**Раздел 1.2** включает в себя перечень практических заданий с примерами к каждому виду заданий.

**В части II** сборника представлены тренировочные материалы для подготовки к ГВЭ-11 в письменной форме. Материалы сгруппированы по тематическому признаку следующим образом:

- **раздел 2.1** – механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны, элементы статики);
- **раздел 2.2** – МКТ и термодинамика;
- **раздел 2.3** – электродинамика (электростатика, постоянный электрический ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны и оптика);
- **раздел 2.4** – элементы СТО и квантовая физика;
- **раздел 2.5** – методы научного познания.

В каждом разделе представлены задания разных форм и разных уровней сложности. В конце разделов приведены ответы и критерии оценивания заданий.

**ЧАСТЬ I**

**Раздел 1.1**

**Перечень теоретических вопросов билетов по физике  
для проведения ГВЭ-11 в устной форме**

1. Механическое движение и его виды. Система отсчёта. Скорость. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение.
2. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.
3. Импульс тела. Закон сохранения импульса.
4. Силы трения скольжения. Сила упругости. Закон Гука.
5. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести.
6. Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.
7. Свободные механические колебания. Превращение энергии при механических колебаниях.
8. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа (без вывода).
9. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона). Изопроцессы.
10. Температура и ее измерение. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества.
11. Работа в термодинамике. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
12. Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды.
13. Испарение и конденсация. Влажность воздуха.
14. Кристаллические и аморфные тела. Упругие и пластические деформации твёрдых тел.
15. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.
16. Конденсаторы. Электроёмкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.
17. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление. Последовательное и параллельное соединение проводников.
18. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца.
19. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.
20. Магнитное поле. Действие магнитного поля на электрический заряд и опыты, подтверждающие это действие. Магнитная индукция.
21. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Магнитная индукция.
22. Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Превращение энергии при электромагнитных колебаниях.

23. Электромагнитные волны. Волновые свойства света.
24. Различные виды электромагнитных излучений и их практическое применение.
25. Квантовые постулаты Бора. Испускание и поглощение света атомами. Спектры.
26. Квантовые свойства света. Явление фотоэффекта.
27. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома.
28. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений и методы их регистрации.
29. Состав ядра атома. Энергия связи ядра атома. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции.
30. Солнечная система. Звёзды и источники их энергии. Галактика.

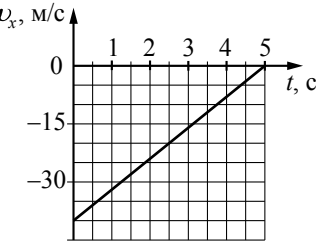
## Раздел 1.2

## Перечень практических вопросов экзаменационных билетов с примерами заданий

1. Задача на определение пройденного пути по графику зависимости скорости тела от времени движения.

*Пример*

На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси  $x$ . Определите путь, пройденный телом за 5 с.

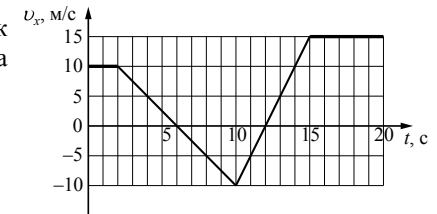


**(Ответ: 100 м)**

2. Задача на определение проекции ускорения по графику зависимости скорости тела от времени движения.

*Пример*

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



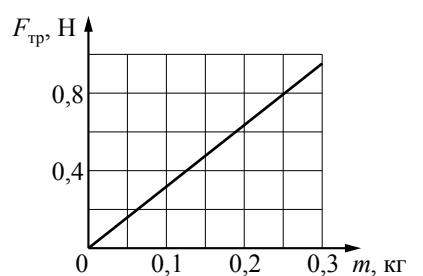
Определите проекцию ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 6 до 10 с.

**(Ответ:  $-2,5 \text{ м/с}^2$ )**

3. Задача на расчёт силы трения скольжения с использованием графика зависимости силы трения от массы тела.

*Пример*

При исследовании зависимости силы трения скольжения  $F_{\text{тр}}$  бруска по горизонтальной поверхности стола от массы  $m$  бруска получен график, представленный на рисунке. Определите величину коэффициента трения.



**(Ответ: 0,32)**

4. Задача на расчёт жёсткости пружины с использованием закона Гука.

*Пример*

Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жёсткостью  $k_1 = 400$  Н/м сжата на 4 см, правая пружина – на 2 см. Определите жёсткость правой пружины.



**(Ответ: 800 Н/м)**

5. Задача на применение закона сохранения импульса при абсолютно неупругом столкновении тел.

*Пример*

Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. Скорость папы при этом уменьшается до 3,5 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость девочки после толчка? Трение коньков о лёд не учитывать.

**(Ответ: 6 м/с)**

6. Задача на применение закона сохранения энергии для свободно падающего тела.

*Пример*

Снаряд вылетает из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом  $60^\circ$  к горизонту. Каким будет отношение скоростей снаряда и пушки, с которыми они станут двигаться после выстрела, если отношение масс платформы с пушкой и снаряда равно 1000?

**(Ответ: 2000)**

7. Задача на расчёт плотности газа с использованием уравнения Менделеева – Клапейрона.

*Пример*

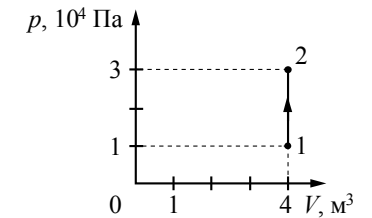
При температуре 385 К и давлении  $10^5$  Па плотность газа равна  $1$  кг/м<sup>3</sup>. Какова молярная масса газа? Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

**(Ответ:  $32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль)**

8. Задача на расчёт параметров газа в изобарном или изохорном процессах.

*Пример*

На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна  $27^\circ\text{C}$ . Какая температура соответствует состоянию 2?



**(Ответ: 900 К)**

9. Задача на применение уравнения теплового баланса (количество теплоты, выделяемое при охлаждении тела, и количество теплоты, необходимое для плавления).

*Пример*

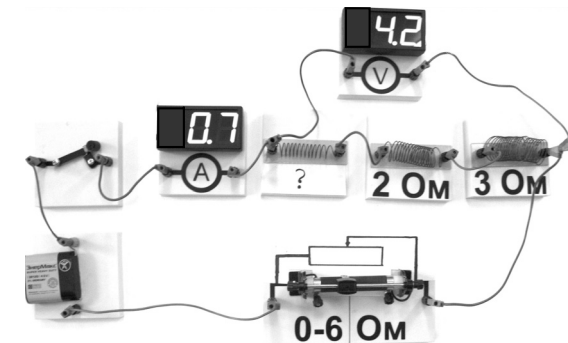
Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда  $0^\circ\text{C}$ , начальная температура воды  $15^\circ\text{C}$ . Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. Когда установилось тепловое равновесие, оказалось, что часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе? Удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·К).

**(Ответ: 1,1 кг)**

10. Задача на применение закона Ома для участка цепи и формулы для последовательного соединения проводников.

*Пример*

На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

**(Ответ: 1 Ом)**

11. Задача на применение закона Ома для полной цепи.

*Пример*

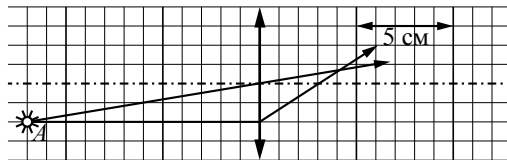
К источнику постоянного тока с ЭДС, равным 8 В, подсоединён резистор сопротивлением 14 Ом. Определите внутреннее сопротивление источника тока, если сила тока в цепи равна 0,5 А.

**(Ответ: 2 Ом)**

12. Задача на определение оптической силы линзы по рисунку с описанием хода лучей через линзу.

*Пример*

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света *A* через тонкую линзу.



Какова приблизительно оптическая сила этой линзы?

**(Ответ: 33 Дптр)**

13. Задача на применение формулы для дифракционной решётки.

*Пример*

На дифракционную решётку с периодом 0,002 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. Максимальный порядок дифракционного максимума, наблюдаемого с помощью этой решётки, равен 4. Какова максимальная длина волны света, при которой это возможно?

**(Ответ: 500 нм)**

14. Задача на применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.

*Пример*

Работа выхода для материала катода вакуумного фотоэлемента равна 1,5 эВ. Катод освещается монохроматическим светом, у которого энергия фотонов равна 3,7 эВ. Каково запирающее напряжение, при котором фототок прекратится?

**(Ответ: 2,2 В)**

15. Задача на определение продуктов ядерной реакции.

*Пример*

Укажите частицу *X* в ядерной реакции  ${}_{25}^{56}\text{Mn} + X \longrightarrow {}_{26}^{56}\text{Fe} + {}_0^1\text{n}$ .

**(Ответ:  ${}_1^1\text{H}$ )**

## ЧАСТЬ II

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении тренировочных заданий

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

### Плотность

воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

### Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

**Удельная теплота**

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Раздел 2.1****Механика**

*Ответом к заданиям 1–17 является одна цифра, а к заданиям 41–50 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.*

*Ответ к заданиям 18–40 и 51–52 в виде числа запишите в отведённом месте работы с учётом предложенной единицы измерения величины.*

*При выполнении задания 53 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.*

**1**

Лодка плывёт против течения реки. Чему равна скорость лодки относительно берега реки, если её скорость относительно воды  $1,5$  м/с, а скорость течения реки относительно берега  $0,5$  м/с?

- 1)  $0,5$  м/с
- 2)  $1$  м/с
- 3)  $1,5$  м/с
- 4)  $2$  м/с

Ответ:

**2**

Электричка едет со скоростью  $70$  км/ч. По встречному пути движется скорый поезд со скоростью  $100$  км/ч. Чему равен модуль скорости скорого поезда в системе отсчёта, связанной с электричкой?

- 1)  $170$  км/ч
- 2)  $100$  км/ч
- 3)  $70$  км/ч
- 4)  $30$  км/ч

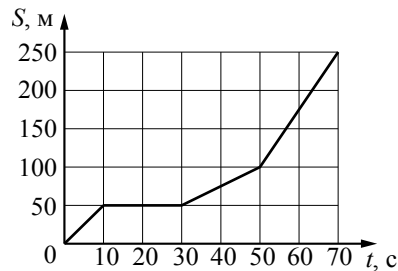
Ответ:

3 Плот поступательно и прямолинейно плывёт по реке со скоростью 8 км/ч. Человек движется поперёк плота со скоростью 6 км/ч относительно плота. Чему равна скорость человека в системе отсчёта, связанной с берегом?

- 1) 2 км/ч
- 2) 7 км/ч
- 3) 14 км/ч
- 4) 10 км/ч

Ответ:

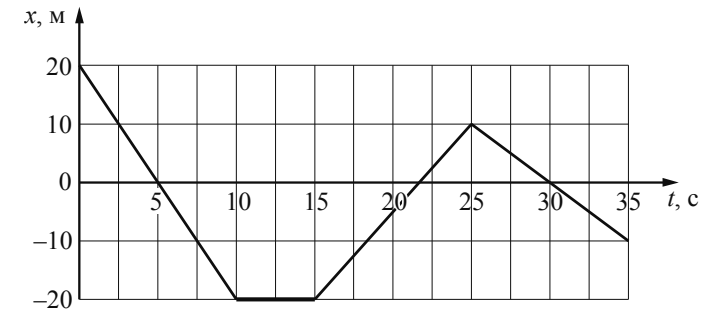
4 На рисунке представлен график зависимости пути  $S$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите интервал времени после начала движения, когда велосипедист двигался со скоростью 2,5 м/с.



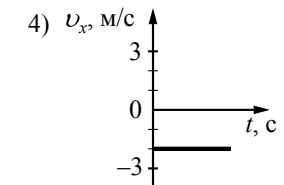
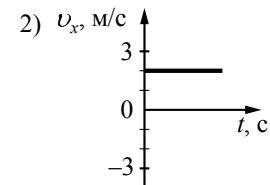
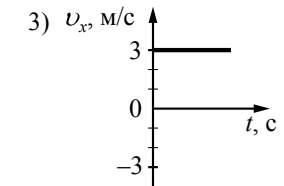
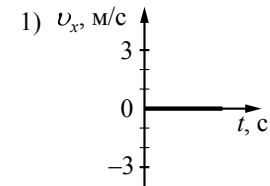
- 1) от 30 до 50 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 0 до 10 с

Ответ:

5 На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при его прямолинейном движении по оси  $x$ .

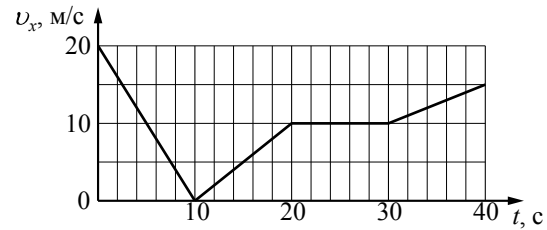


Какой из указанных ниже графиков совпадает с графиком зависимости от времени для проекции скорости этого тела  $v_x$  в промежутке времени от 30 до 35 с?



Ответ:

- 6 Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости от времени.

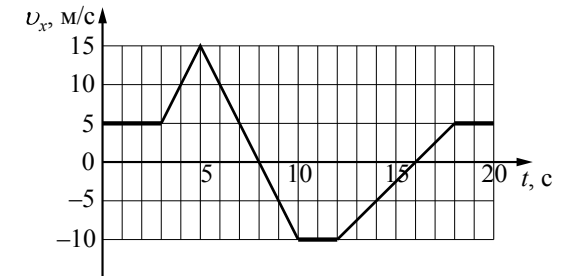


Модуль ускорения автомобиля максимален в интервале времени

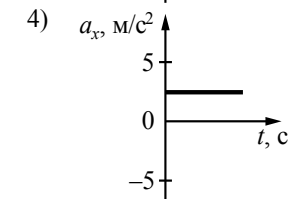
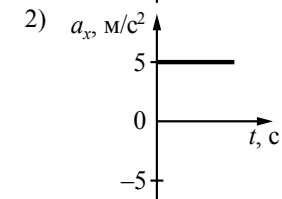
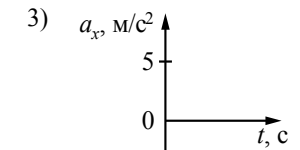
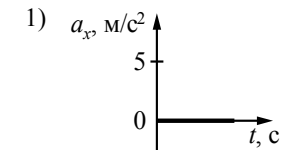
- 1) от 10 до 20 с
- 2) от 30 до 40 с
- 3) от 0 до 10 с
- 4) от 20 до 30 с

Ответ:

- 7 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела от времени.



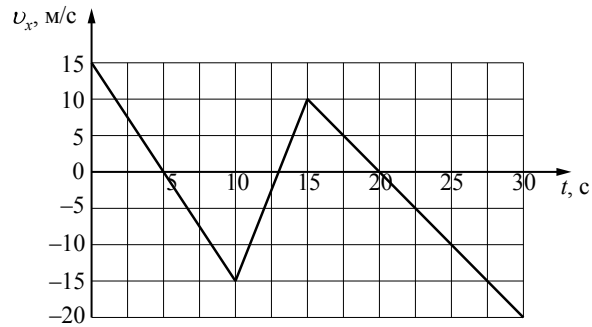
Какой из графиков совпадает с графиком проекции ускорения тела в интервале времени от 12 до 16 с?



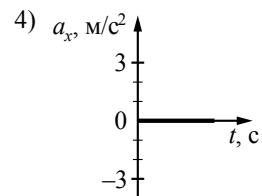
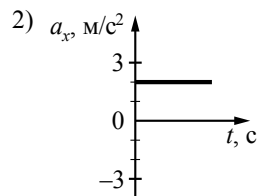
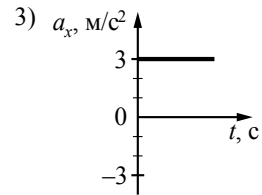
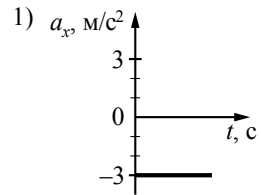
Ответ:

8

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



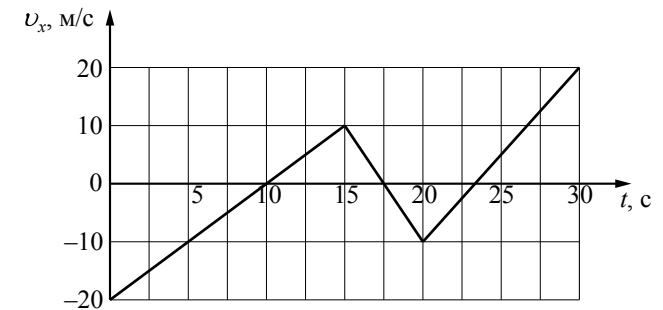
Какой из указанных ниже графиков совпадёт с графиком зависимости от времени проекции ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 0 до 10 с?



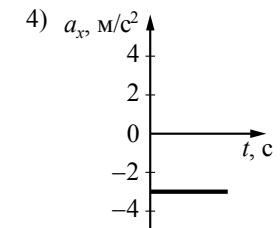
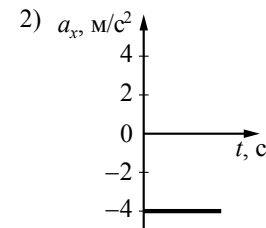
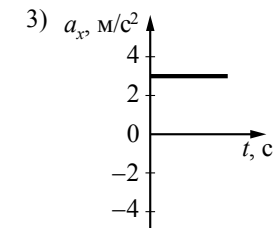
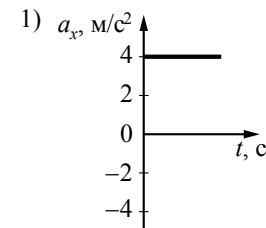
Ответ:

9

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



Какой из указанных ниже графиков совпадает с графиком зависимости от времени проекции ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 20 до 30 с?



Ответ:



- 10 В таблице представлена зависимость координат от времени для четырёх материальных точек, двигавшихся вдоль оси  $Ox$  из состояния покоя.

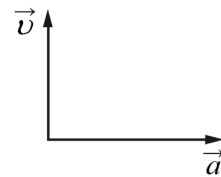
$t, c$	0	1	2	3	4	5
$x_1, m$	0	2	4	6	8	10
$x_2, m$	0	2	0	-2	0	2
$x_3, m$	0	-1	-4	-9	-16	-25
$x_4, m$	0	-1	-2	-3	-4	-5

Какая из них могла двигаться с постоянным ускорением, проекция которого отлична от нуля, в интервале времени от 0 до 5 с?

- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:

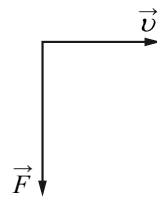
- 11 На рисунке представлены направления векторов скорости  $\vec{v}$  и ускорения  $\vec{a}$  мяча в инерциальной системе отсчёта. Куда направлен в этой системе отсчёта вектор  $\vec{F}$  равнодействующей всех сил, приложенных к мячу?



- 1) ↓                      2) →                      3) ↑                      4) ↗

Ответ:

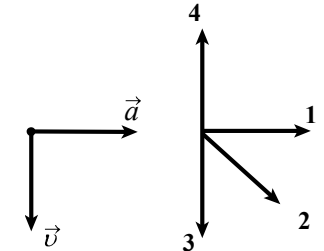
- 12 На рисунке представлены вектор скорости тела  $\vec{v}$  в инерциальной системе отсчёта и вектор  $\vec{F}$  равнодействующей всех сил, действующих на тело. Определите направление вектора ускорения  $\vec{a}$  этого тела в этой системе отсчёта.



- 1) ↓                      2) ←                      3) ↖                      4) →

Ответ:

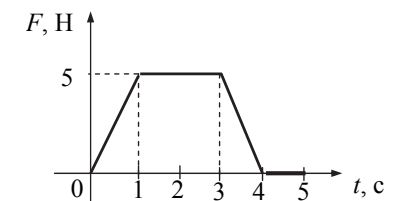
- 13 На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчёта. Какой из четырёх векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело в этой системе отсчёта?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:

- 14 На рисунке представлен график зависимости модуля равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени. Тело движется равномерно в интервале времени

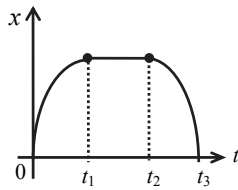


- 1) 0–1 с  
2) 1–3 с  
3) 3–4 с  
4) 4–5 с

Ответ:

15

Тело может двигаться относительно Земли по прямой. Зависимость координаты тела  $x$  от времени представлена на рисунке. В какие промежутки времени равнодействующая приложенных к телу сил равна нулю?

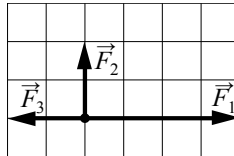


- 1)  $[0 - t_1]$
- 2)  $[t_1 - t_2]$
- 3)  $[t_2 - t_3]$
- 4) таких промежутков нет

Ответ:

16

На рисунке показаны три силы, действующие на материальную точку. Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_3 = 2$  Н?

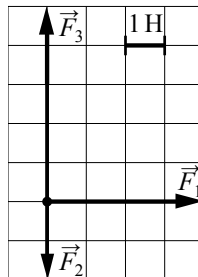


- 1) 4 Н
- 2) 8 Н
- 3)  $\sqrt{8}$  Н
- 4)  $\sqrt{5}$  Н

Ответ:

17

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Модуль равнодействующей этих сил равен

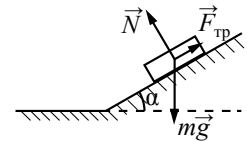


- 1)  $2\sqrt{3}$  Н
- 2) 5 Н
- 3)  $4\sqrt{3}$  Н
- 4) 11 Н

Ответ:

18

Брусочек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила упругости опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Если брусочек покоится, то модуль равнодействующей сил  $\vec{N}$  и  $m\vec{g}$  равен



- 1)  $N + mg$
- 2)  $N \sin \alpha$
- 3)  $(N + mg) \cos \alpha$
- 4)  $F_{\text{тр}}$

Ответ:

19

В инерциальной системе отсчёта сила  $\vec{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Какова должна быть масса тела, чтобы вдвое бóльшая сила сообщала ему в этой системе отсчёта в 2 раза меньшее ускорение?

- 1)  $8m$
- 2)  $\frac{1}{2}m$
- 3)  $2m$
- 4)  $4m$

Ответ:

20

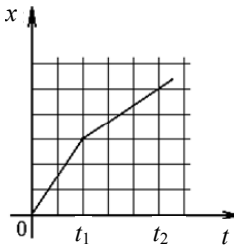
Автомобиль массой  $10^3$  кг движется с постоянной по модулю скоростью по выпуклому мосту. Автомобиль действует на мост в верхней его точке с силой  $F = 9000$  Н. Сила, с которой мост действует на автомобиль, равна

- 1) 9000 Н и направлена вертикально вверх
- 2) 9000 Н и направлена вертикально вниз
- 3) 19 000 Н и направлена вертикально вниз
- 4) 1000 Н и направлена вертикально вверх

Ответ:

21

Координата  $x$  движущегося тела меняется в соответствии с графиком, приведённым на рисунке. Сравните равнодействующие силы  $F_1$  и  $F_2$ , действующие на тело в промежутки времени  $[0 - t_1]$  и  $[t_1 - t_2]$ .



- 1)  $F_1 = F_2 = 0$
- 2)  $F_1 = F_2$
- 3)  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{2}$
- 4)  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2}{3}$

Ответ:

22

Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 9 раз меньше, чем для второй. Каково отношение  $\frac{R_1}{R_2}$  радиусов орбит первой и второй планет?

Ответ: \_\_\_\_\_.

23

По горизонтальному полу равномерно тянут ящик, приложив к нему в горизонтальном направлении силу 35 Н. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. Чему равна масса ящика?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

24

Тело весом  $P = 50$  Н тянут равномерно по горизонтальному полу, преодолевая силу трения  $F = 10$  Н. Определите коэффициент трения скольжения.

Ответ: \_\_\_\_\_.

25

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения  $F_{\text{тр}}$  от модуля силы нормального давления  $F_{\text{д}}$  были получены следующие данные.

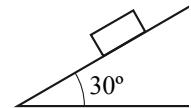
$F_{\text{тр}}, \text{Н}$	1,0	2,0	3,0	4,0
$F_{\text{д}}, \text{Н}$	4,0	8,0	12,0	16,0

Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: \_\_\_\_\_.

26

Деревянный брусок массой 0,2 кг покоится на деревянной наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Какова сила трения, действующая на брусок?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

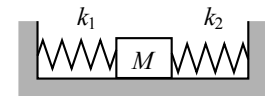
27

Автомобиль на скользкой горизонтальной дороге (коэффициент трения 0,25) совершает поворот радиусом 40 м. Какова максимальная допустимая скорость автомобиля?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

28

Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жёсткостью  $k_1 = 400$  Н/м сжата на 4 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

29

Пружина жёсткостью 400 Н/м закреплена одним концом в штативе. Под действием какой силы пружина растянется на 2 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

30

По горизонтальной поверхности льда скользит льдинка со скоростью 6 м/с. В неё попадает пластилиновый шарик такой же массы, скорость которого перед ударом равна 8 м/с и направлена по горизонтали перпендикулярно направлению движения льдинки. Найдите модуль скорости льдинки с прилипшим пластилином после удара.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

31 Под действием постоянной силы за 10 с импульс тела, движущегося по прямой в одном направлении, изменился на  $50 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему равен модуль силы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

32 Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 20 Н, импульс тела уменьшился от  $80 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$  до  $20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Сколько времени потребовалось для этого?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

33 Тело массой 3 кг движется прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной 2 Н. За какое время изменение импульса тела составит  $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

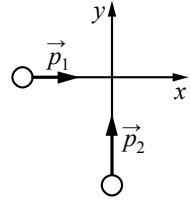
34 Отношение модуля скорости автокрана к модулю скорости легкового автомобиля  $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$ , а отношение их масс  $\frac{m_1}{m_2} = 6$ . Каково отношение модуля импульса автокрана к модулю импульса легкового автомобиля?

Ответ: \_\_\_\_\_.

35 Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями  $v_1 = 108 \text{ км/ч}$  и  $v_2 = 54 \text{ км/ч}$  соответственно. Их массы соответственно  $m_1 = 1000 \text{ кг}$  и  $m_2 = 3000 \text{ кг}$ . На сколько импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля?

Ответ: на \_\_\_\_\_  $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ .

36 Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела  $p_1 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , а второго тела  $p_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Каков модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ .

37 Тележку массой 100 г, расположенную на горизонтальных рельсах, прикрепили к пружине жёсткостью 40 Н/м. Растянув пружину на 10 см, тележку отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Определите скорость тележки в тот момент, когда растяжение пружины составит 6 см. Трением пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

38 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальных энергий относительно уровня воды равно 1,5?

Ответ: \_\_\_\_\_.

39 Координата тела массой 10 кг, движущегося вдоль оси  $x$ , изменяется по закону  $x = x_0 + v_x t$ , где  $x_0 = -10 \text{ м}$ ,  $v_x = -6 \text{ м/с}$ . Какова кинетическая энергия тела в момент времени  $t = 4 \text{ с}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

40 С балкона случайно выпустили из рук мячик массой 0,3 кг. Какова высота балкона, если перед моментом удара об асфальт кинетическая энергия мяча была равна 60 Дж? Потерями энергии за счёт сопротивления воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

41 Лыжник массой 70 кг спускается с горы высотой 20 м. Какова кинетическая энергия лыжника в конце спуска? (Считать, что по склону горы он скользил без трения.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

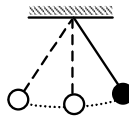
- 42 Массу груза пружинного маятника уменьшили в 4 раза. Во сколько раз уменьшится период собственных малых вертикальных колебаний маятника?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 43 Какое значение получил ученик для ускорения свободного падения  $g$  при выполнении лабораторной работы по определению  $g$ , если маятник длиной 1 м совершил за 1 мин. 30 колебаний с малой амплитудой? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

- 44 Математический маятник с периодом колебаний  $T = 1$  с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 45 Изменение координаты колеблющегося тела с течением времени показано в таблице.

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	20	14,2	0	-14,2	-20	-14,2	0	14,2	20	14,2

Вычислите значение кинетической энергии тела в момент времени 0,6 с, если коэффициент жёсткости пружины 200 Н/м. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 46 Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Максимальная скорость груза в процессе колебаний равна 1 м/с. Чему равна масса груза?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

- 47 Изменение координаты колеблющегося на пружине груза массой 100 г с течением времени показано в таблице.

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

Определите частоту колебаний груза.

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

- 48 Зрители наблюдают праздничный салют. Время между видимой им вспышкой салюта и звуком составляет 2 с. На каком расстоянии от места вспышки салюта находятся зрители? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 49 Скорость звука в среде  $v = 1500$  м/с. Какова длина волны  $\lambda$  в этой среде для звука частотой 300 Гц?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 50 Саксофон издаёт звуки в диапазоне от  $\nu_1 = 80$  Гц до  $\nu_2 = 8000$  Гц. Каково отношение граничных длин звуковых волн  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  этого диапазона?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 51 Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются модуль ускорения камня и модуль его скорости при движении камня вверх?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

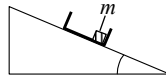
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Модуль ускорения камня	Модуль скорости камня

52

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой  $m$  (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой  $\frac{m}{2}$ ? 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.

Время движения	Модуль работы силы тяжести

53

На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила нормального давления бруска на плоскость и коэффициент трения бруска о плоскость? 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.

Сила нормального давления бруска на плоскость	Коэффициент трения бруска о плоскость

54

В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты вокруг Земли и скорость его движения по орбите?

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.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите

55

Груз пружинного маятника совершает вертикальные гармонические колебания. Как изменяются кинетическая энергия груза маятника и жёсткость пружины при движении груза маятника вверх от положения равновесия? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

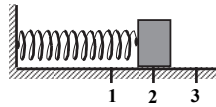
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Жёсткость пружины

56

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как изменяются кинетическая энергия груза маятника и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



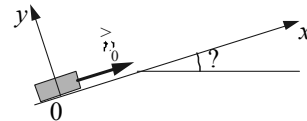
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Жёсткость пружины

57

После удара шайба массой  $m$  начала скользить с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  вверх по плоскости, установленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси  $Ox$  на расстояние  $s$ , шайба соскользнула в исходное положение.



Коэффициент трения шайбы о плоскость равен  $\mu$ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

## ФОРМУЛЫ

- А)  $\mu mg \cos \alpha$
- Б)  $mg \sin \alpha$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

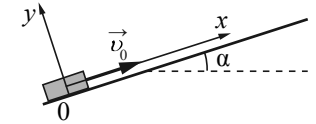
- 1) модуль ускорения шайбы при её движении вверх
- 2) модуль проекции силы тяжести на ось  $Ox$
- 3) модуль силы трения
- 4) модуль ускорения шайбы при её движении вниз

Ответ:

А	Б

58

После удара шайба массой  $m$  начала скользить с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  вверх по плоскости, установленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси  $Ox$  на расстояние  $s$ , шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен  $\mu$ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

## ФОРМУЛЫ

- А)  $mg \sin \alpha$
- Б)  $\mu mg \cos \alpha$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль проекции силы тяжести на ось  $Ox$
- 2) модуль работы силы тяжести при движении шайбы вверх
- 3) модуль работы силы трения при движении шайбы вверх
- 4) модуль силы трения

Ответ:

А	Б

59

Автомобиль, у которого все колеса являются ведущими, движется по склону горы. Этапы его движения приведены в левом столбце таблицы. Каковы значения или изменения физических величин, характеризующих это движение, указанных в правом столбце?

Установите соответствие между характеристиками объекта и физическими величинами.

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

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА		ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ	
А) равномерное движение автомобиля вверх	движение	1) равнодействующая внешних сил, действующих на автомобиль, равна нулю	всех
Б) равноускоренное движение автомобиля вниз	движение	2) кинетическая энергия автомобиля уменьшается	энергия
		3) потенциальная энергия автомобиля уменьшается	энергия
		4) работа сил трения, действующих на колеса автомобиля, равна нулю	

Ответ:

А	Б

60

Тело массой 0,2 кг движется вдоль оси  $Ox$ , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с уравнением  $x(t) = 10 + 5t - 3t^2$  (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ФОРМУЛЫ	
А) скорость тела $v(t)$		1) $5 - 6t$	
Б) равнодействующая сила, действующая на тело $F(t)$		2) $-1,2$	
		3) $-3$	
		4) $10 + 5t$	

Ответ:

А	Б

61

Тело, брошенное со скоростью  $v$  под углом  $\alpha$  к горизонту, поднимается на некоторую максимальную высоту, а затем падает на некотором расстоянии от точки броска.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в данной задаче.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) время всего полёта	1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Б) максимальная высота подъёма	2) $\frac{2v \sin \alpha}{g}$
	3) $\frac{v^2 \sin \alpha}{2g}$
	4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

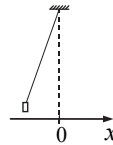
Ответ:

А	Б

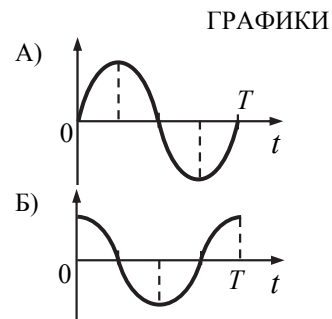


62

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент времени  $t = 0$  пустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого.  $T$  – период колебаний маятника.



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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) кинетическая энергия  $E_k$
- 2) координата  $x$
- 3) проекция импульса  $p_x$
- 4) проекция ускорения  $a_x$

Ответ:

А	Б

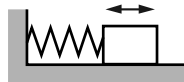
63

Тело массой 2 кг, брошенное с некоторой высоты вертикально вверх, упало на землю со скоростью 6 м/с. Потенциальная энергия тела относительно поверхности земли в момент броска была равна 20 Дж. С какой начальной скоростью бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

64

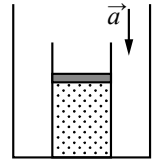
Груз, прикрепленный к пружине жесткости 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

65

На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением и теплообменом между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

**Система оценивания заданий раздела 2.1**

За правильный ответ на задания 1–50 и 63, 64 ставится по 1 баллу.

Задания 51–62 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

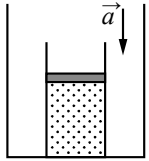
№ задания	Ответ
1	2
2	1
3	4
4	1
5	4
6	3
7	4
8	1
9	3
10	3
11	2
12	1
13	1
14	4
15	2
16	3
17	2
18	4
19	4
20	1
21	1
22	3
23	14
24	0,2

25	0,25
26	1
27	10
28	16
29	8
30	5
31	5
32	3
33	2
34	1,8
35	15000
36	5
37	1,6
38	1,5
39	180
40	20
41	14
42	2
43	9,9
44	0,5
45	2
46	2
47	1,25
48	680
49	5
50	100
51	32
52	32
53	23
54	12
55	23
56	23
57	32
58	13
59	13
60	12
61	21
62	34
63	4
64	0,1

## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

65

На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением и теплообменом между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.



## Возможное решение

- Поршень сдвинется вверх. Температура газа в сосуде понизится.
- Пусть масса поршня  $M$ , а площадь его основания  $S$ . Атмосферное давление над поршнем равно  $p_{\text{атм}}$ , первоначальное давление газа в сосуде равно  $p_1$ . Поскольку поршень первоначально находится в равновесии,  $p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}$ .
- При движении лифта с ускорением  $\vec{a}$ , направленным вниз, поршень сдвинется и займёт относительно сосуда новое положение равновесия, для которого в ИСО по второму закону Ньютона можем записать в проекции на направление движения лифта:  $p_{\text{атм}}S + Mg - p_2S = Ma$ , где  $p_2$  – давление газа в новом положении равновесия. Следовательно, давление газа в сосуде  $p_2 = p_{\text{атм}} + \frac{M(g-a)}{S} < p_1$ . Поскольку теплообмена с окружающей средой и изменения числа частиц нет, уменьшение давления возможно только за счёт расширения газа. При этом газ совершает положительную работу.
- Поскольку сосуд теплоизолированный, газ, находящийся под поршнем, участвует в адиабатическом процессе. В этом случае, по первому закону термодинамики, газ совершает работу за счёт уменьшения внутренней энергии.
- Уменьшение внутренней энергии газа повлечёт понижение его температуры ( $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ )

## Критерии оценки выполнения задания

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *направление движения поршня, уменьшение температуры газа*) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *второй закон Ньютона для движения поршня, совершение работы при расширении газа, первый закон термодинамики для адиабатического процесса, зависимость внутренней энергии газа от температуры*)

3

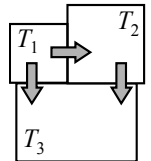
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

## Раздел 2.2 МКТ и термодинамика

*Ответом к заданиям 1–16 является одна цифра, а к заданиям 23–33 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.  
Ответ к заданиям 17–22, 34 и 35 в виде числа запишите в отведённом месте работы с учётом предложенной единицы измерения величины.  
При выполнении заданий 36–39 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.*

1

Три металлических бруска привели в соприкосновение, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи. Сравните температуры брусков перед их соприкосновением.



- 1)  $T_1 = T_2 > T_3$
- 2)  $T_1 < T_2 < T_3$
- 3)  $T_1 > T_2 > T_3$
- 4)  $T_1 > T_2 = T_3$

Ответ:

2

Частицы газа находятся в среднем на таких расстояниях друг от друга, при которых силы притяжения между ними незначительны. Это объясняет

- 1) большую скорость частиц газа
- 2) значение скорости звука в газе
- 3) распространение в газе звуковых волн
- 4) способность газов к неограниченному расширению

Ответ:

3 Как взаимодействуют между собой молекулы вещества в твёрдом состоянии?

- 1) и притягиваются, и отталкиваются независимо от температуры вещества
- 2) только притягиваются независимо от температуры вещества
- 3) только отталкиваются независимо от температуры вещества
- 4) притягиваются или отталкиваются в зависимости от температуры вещества

Ответ:

4 При повышении температуры газа в запаянном сосуде его давление увеличивается. Это объясняется тем, что с ростом температуры

- 1) увеличивается потенциальная энергия взаимодействия молекул газа
- 2) увеличивается кинетическая энергия теплового движения молекул газа
- 3) увеличиваются размеры молекул газа
- 4) расширяется сосуд (увеличивается его объём)

Ответ:

5 В одном сосуде в термодинамическом равновесии друг с другом находятся гелий и неон. Можно утверждать, что у них равны

- 1) скорости движения частиц
- 2) парциальные давления
- 3) концентрации
- 4) температуры

Ответ:

6 Броуновским движением можно считать

- 1) процесс растворения поваренной соли в воде
- 2) беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарём
- 3) проникновение кислорода в глубинные слои водоёма
- 4) беспорядочное движение микроскопических капелек жира в молоке

Ответ:

7 Скорость частицы при броуновском движении **не зависит** от

- 1) плотности окружающей среды
- 2) массы частицы
- 3) размеров частицы
- 4) освещённости при постоянной температуре

Ответ:

8 Известно, что средняя квадратичная скорость теплового движения молекул кислорода при температуре около  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна  $500\text{ м/с}$ . Это говорит о том, что при данной температуре

- 1) все молекулы кислорода движутся с одинаковой скоростью, равной  $500\text{ м/с}$
- 2) модули скоростей молекул не превышают  $500\text{ м/с}$
- 3) молекулы имеют разные скорости, но большая часть молекул движется со скоростями  $250\text{--}750\text{ м/с}$
- 4) модули скоростей молекул не меньше  $500\text{ м/с}$

Ответ:

9 Паук-серебрянка медленно спускается на дно равномерно прогретого озера, неся между волосками брюшка пузырьки воздуха для своего подводного жилища. Какой процесс происходит с воздухом в пузырьках по мере погружения паука? Температура воздуха у поверхности воздуха равна температуре воды.

- 1) изохорное нагревание
- 2) изобарное сжатие
- 3) изотермическое сжатие
- 4) адиабатное сжатие

Ответ:

10

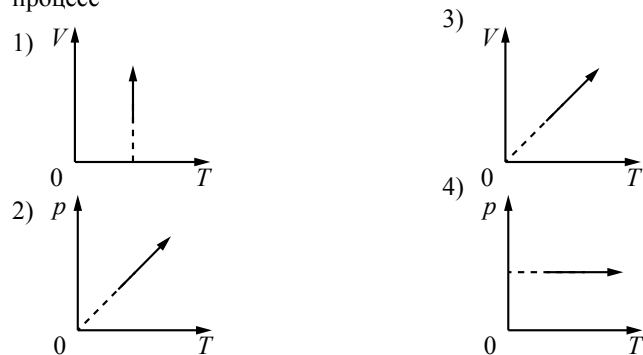
В сосуде с небольшой трещиной под поршнем находится идеальный газ. В опыте при уменьшении объёма в 2 раза давление и температура понизились в 2 раза. Какая часть газа осталась в сосуде в конце опыта?

- 1)  $\frac{1}{4}$       2)  $\frac{1}{2}$       3)  $\frac{2}{3}$       4)  $\frac{3}{4}$

Ответ:

11

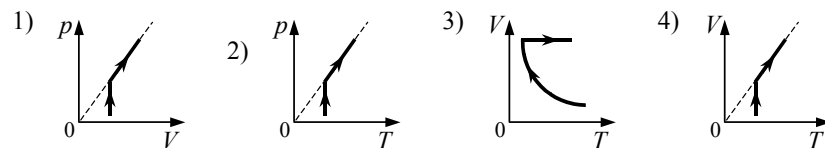
На рисунках показаны графики четырёх процессов изменения состояния постоянной массы идеального газа. Изохорным нагреванием является процесс



Ответ:

12

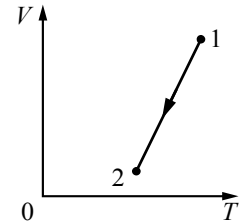
1 моль разреженного газа сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. На каком из рисунков изображена эта последовательность процессов?



Ответ:

13

На  $VT$ -диаграмме представлена зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?

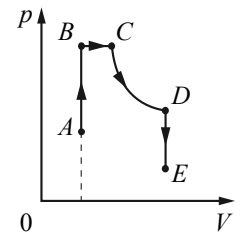


- 1) не изменяется  
2) увеличивается  
3) сначала увеличивается, потом уменьшается  
4) уменьшается

Ответ:

14

На рисунке приведён график зависимости давления неизменной массы газа от объёма. Изменения происходят в направлении, указанном стрелкой. Какой процесс происходит с газом на участке  $AB$ ?

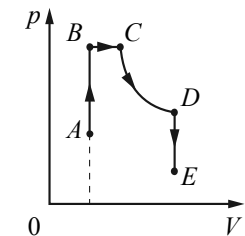


- 1) изобарное нагревание  
2) изохорное нагревание  
3) изохорное охлаждение  
4) изотермическое расширение

Ответ:

15

На рисунке приведён график зависимости давления неизменной массы газа от объёма. Изменения происходят в направлении, указанном стрелкой. Какой процесс происходит с газом на участке  $BC$ ?



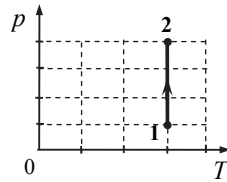
- 1) изохорное нагревание  
2) изобарное охлаждение  
3) изобарное нагревание  
4) изотермическое расширение

Ответ:

16

Как изменился объём одноатомного идеального газа в процессе 1–2, изображённом на  $p$ – $T$  диаграмме?

- 1) уменьшился в 3 раза
- 2) уменьшился в 4 раза
- 3) увеличился в 3 раза
- 4) увеличился в 4 раза



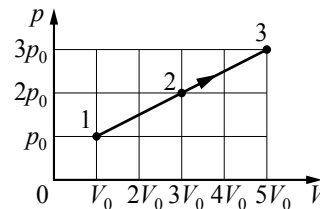
Ответ:

17

На рисунке показан график процесса, проведённого над 1 моль идеального газа.

Найдите отношение температур  $\frac{T_3}{T_1}$ .

- 1) 6
- 2) 5
- 3) 3
- 4) 15

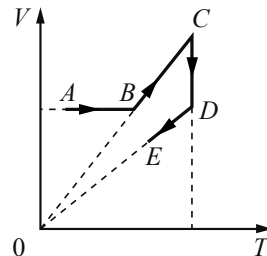


Ответ:

18

На рисунке приведён график изменения объёма  $V$  постоянной массы газа от температуры  $T$ , проходящий в направлении, указанном стрелкой. Какой из отрезков соответствует изобарному сжатию?

- 1)  $AB$
- 2)  $BC$
- 3)  $CD$
- 4)  $DE$

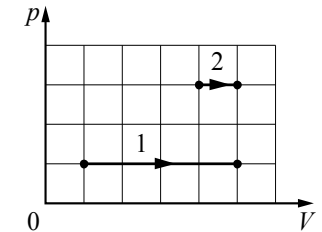


Ответ:

19

На  $pV$ -диаграмме показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона. Сравните работу, совершённую газом в этих процессах.

- 1)  $A_2 > A_1$
- 2)  $A_1 = A_2 > 0$
- 3)  $A_1 > A_2$
- 4)  $A_1 = A_2 < 0$



Ответ:

20

Кусок металла удельной теплоёмкостью  $500 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$  нагрели от  $20^\circ\text{C}$  до  $80^\circ\text{C}$ , затратив количество теплоты, равное  $75 \text{ кДж}$ . Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

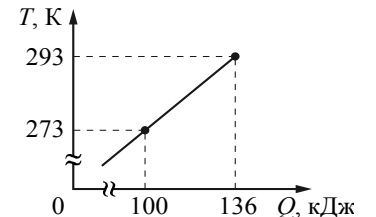
21

При охлаждении куска металла массой  $3 \text{ кг}$  от  $120^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$  выделилось количество теплоты, равное  $192 \text{ кДж}$ . Чему равна удельная теплоёмкость этого металла?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · К).

22

На рисунке показана зависимость температуры металлической детали массой  $2 \text{ кг}$  от переданного ей количества теплоты. Чему равна удельная теплоёмкость металла?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · К).

23 Сколько времени будут плавиться 5 кг льда, взятого при температуре плавления, в электрической печи мощностью 5 кВт, если КПД печи 85%? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

24 Определите КПД (в %) электрической печи мощностью 3 кВт, в которой 3 кг льда, взятого при температуре плавления, расплавится за 10 мин.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

25 Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в 2 раза. Определите относительную влажность воздуха в конечном состоянии.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

26 Сколько килограммов льда, взятого при температуре плавления, можно расплавить в электрической печи мощностью 2 кВт за 20 мин., если на плавление льда идёт 80% энергии, выделяемой печью? Ответ округлите до десятых.

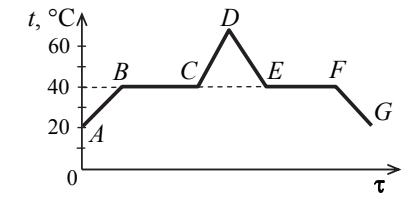
Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

27 В чайник налили 1,5 л воды при температуре 20 °С и поставили на электроплитку. Какое количество теплоты потребуется для нагревания воды до температуры кипения при нормальном атмосферном давлении?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

28

В начальный момент в сосуде под лёгким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры  $t$  эфира от времени  $\tau$  его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



## ПРОЦЕССЫ

- А) конденсация эфира  
Б) нагревание жидкого эфира

## УЧАСТКИ ГРАФИКА

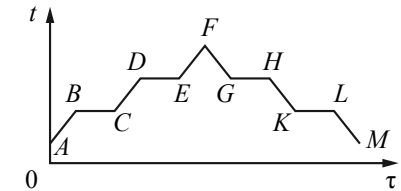
- 1) AB  
2) CD  
3) DE  
4) EF

Ответ:

А	Б

29

В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество. Цилиндр поместили в горячую печь, а через некоторое время стали охлаждать. На рисунке показан график изменения температуры  $t$  вещества с течением времени  $\tau$ . Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



## УЧАСТКИ ГРАФИКА

- А) BC  
Б) DE

## ПРОЦЕССЫ

- 1) кипение  
2) нагревание твёрдого вещества  
3) нагревание жидкости  
4) плавление

Ответ:

А	Б

30

Установите соответствие между газовым законом и типом изопроцесса в разреженном газе, к которому можно применить данный закон. Считаем, что в ходе процесса количество вещества газа не меняется.

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

## ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

А) закон Бойля – Мариотта:  $pV = \text{const}$

Б) закон Гей-Люссака:  $\frac{V}{T} = \text{const}$

## ИЗОПРОЦЕССЫ

1) изохорное охлаждение

2) изотермическое сжатие

3) адиабатное сжатие

4) изобарное нагревание

Ответ:

А	Б

31

В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Используются обозначения:  $p$  – давление;  $V$  – объём;  $\bar{E}_k$  – средняя кинетическая энергия молекул;  $\nu$  – количество вещества.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

## ФОРМУЛЫ

А)  $\frac{3}{2} \frac{pV}{N_A \bar{E}_k}$

Б)  $\frac{3}{2} \frac{pV}{N_A \nu}$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) средняя кинетическая энергия молекул

2) количество вещества

3) давление

4) объём

Ответ:

А	Б

32

В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения:  $p$  – давление;  $T$  – абсолютная температура;  $n$  – концентрация молекул.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

## ФОРМУЛЫ

А)  $\frac{p}{kT}$

Б)  $nkT$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) абсолютная температура

2) концентрация молекул

3) давление

4) внутренняя энергия

Ответ:

А	Б

33

В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б ( $p$  – давление;  $V$  – объём;  $\nu$  – количество вещества;  $T$  – абсолютная температура) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

## ФОРМУЛЫ

А)  $\frac{\nu RT}{V}$

Б)  $\frac{\nu RT}{p}$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) давление

2) объём

3) молярная масса газа

4) масса газа

Ответ:

А	Б



**34** Объём сосуда с одноатомным идеальным газом уменьшили вдвое и добавили в сосуд такую же массу того же газа. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

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.

Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

**35** На рисунке показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа ( $U$  – внутренняя энергия газа;  $p$  – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём и абсолютная температура газа?

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.

Объём газа	Температура газа

**36** В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

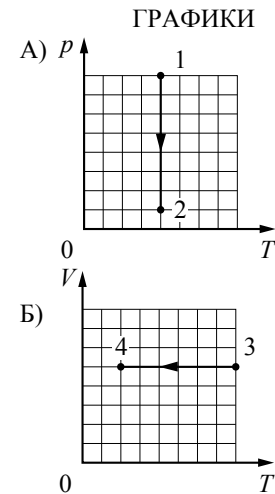
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Температура гелия	Давление гелия

**37** На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах  $p$ – $T$  и  $V$ – $T$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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



Ответ:

А	Б

**38** Установите соответствие между процессами, в которых участвует 1 моль идеального газа, и физическими величинами ( $\Delta U$  – изменение внутренней энергии;  $A$  – работа газа), которые их характеризуют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ПРОЦЕССЫ**

А) изотермическое расширение  
Б) изохорное охлаждение

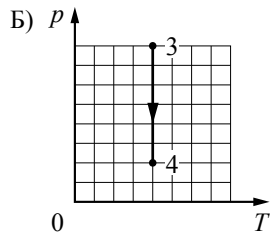
**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1)  $\Delta U > 0; A > 0$
- 2)  $\Delta U = 0; A > 0$
- 3)  $\Delta U < 0; A = 0$
- 4)  $\Delta U > 0; A = 0$

Ответ:

А	Б

- 39** На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается с 2 молями аргона. Графики построены в координатах  $p-V$  и  $p-T$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объём,  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ: 

А	Б

**УТВЕРЖДЕНИЯ**

- Над газом совершают работу внешние силы, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
- Над газом совершают работу внешние силы, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

- 40** Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а температура холодильника равна  $T_2$ . За цикл двигатель совершает работу, равную  $A$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику  
Б) КПД двигателя

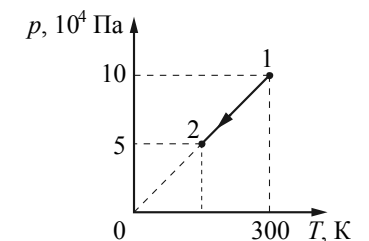
**ФОРМУЛЫ**

- $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
- $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

- 41** На рисунке изображён график изменения состояния одноатомного идеального газа в количестве 20 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

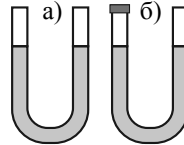
- 42** Цилиндрический сосуд разделён неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой – водород; концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии теплового движения молекул водорода?

Ответ: \_\_\_\_\_.

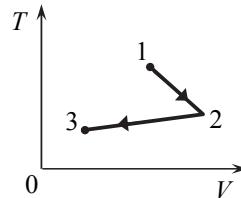
**43** Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым; второй – с третьим. Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно  $p$ ,  $3p$  и  $p$ . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый и второй сосуды. Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) давление газа в первом сосуде? Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

**44** Стекланный сосуд, содержащий влажный воздух при  $t_1 = 30$  °С, плотно закрыли крышкой и нагрели до  $t_2 = 50$  °С. Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменятся при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.

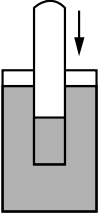
**45** В комнате находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рис. а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рис. б), после чего температура в комнате уменьшается. Что произойдёт с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



**46** На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа в сосуде под поршнем. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется давление газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3.



**47** Пустую длинную (около 1 м) стеклянную трубку с тонкими теплопроводными стенками, закрытую сверху, держат вертикально и открытым концом медленно погружают в сосуд с водой комнатной температуры (см. рисунок). Опустив трубку практически полностью в воду, её закрепляют в таком положении и воду в сосуде начинают нагревать вплоть до температуры кипения. Объясните, что будет наблюдаться в трубке по мере опускания её в воду и последующего нагревания воды. Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



### Система оценивания заданий раздела 2.2

За правильный ответ на задания 1–27, 41 и 42 ставится по 1 баллу.

Задания 28–40 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ
1	3
2	4
3	1
4	2
5	4
6	4
7	4
8	3
9	3
10	2
11	2
12	4
13	2
14	2
15	3
16	2
17	4
18	4
19	3

20	2,5
21	640
22	900
23	388
24	55
25	100
26	5,8
27	504
28	41
29	41
30	24
31	21
32	23
33	12
34	11
35	31
36	11
37	34
38	23
39	13
40	42
41	150
42	2

### Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

43

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) давление газа в первом сосуде? Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

#### Возможное решение

1. В итоге количество газа в первом сосуде увеличилось.
2. В соответствии с законами Дальтона и Бойля – Мариотта (применёнными к парциальным давлениям газов во втором и в третьем сосудах) суммарное давление этих газов после закрывания второго крана:  $3p/2 + p/2 = 2p$ .
3. Аналогично этому давление в первом и во втором сосудах после закрывания первого крана:  $p/2 + 2p/2 = 1,5p$ . Это означает, что давление газа в первом сосуде в итоге увеличилось

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае $n \cdot l$ ) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>законы Дальтона и Бойля – Мариотта</i> )	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2

Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

44

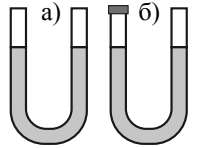
Стекланный сосуд, содержащий влажный воздух при  $t_1 = 30$  °С, плотно закрыли крышкой и нагрели до  $t_2 = 50$  °С. Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменятся при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.

Возможное решение	
1. Парциальное давление пара увеличится, относительная влажность уменьшится. 2. Пренебрегаем изменением объёма сосуда при нагревании, тогда объём газа не изменяется, т.е. это изохорный процесс. Тогда $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ , где $p_1$ и $p_2$ – соответственно парциальные давления водяного пара при температурах $T_1$ и $T_2$ . Так как $T_2 > T_1$ , то $p_2 > p_1$ , т.е. давление увеличится. 3. При увеличении температуры плотность насыщенного пара $\rho_{\text{нп}}$ увеличивается, а плотность паров в сосуде $\rho_{\text{пара}}$ не изменяется (сосуд герметичный, масса газов не меняется). Так как относительная влажность воздуха $\varphi = \frac{\rho_{\text{пара}}}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\%$ , то относительная влажность воздуха уменьшится	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n. 1</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>связь давления разреженного газа и его температуры в изохорном процессе, определение относительной влажности, зависимость плотности насыщенных паров от температуры</i> )	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

45

В комнате находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рис. а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рис. б), после чего температура в комнате уменьшается. Что произойдёт с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

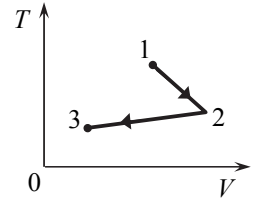


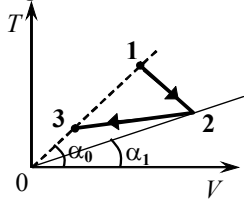
Возможное решение	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Уровень ртути в закрытом колене трубки повысится, а в открытом понизится.</li> <li>Сначала давление атмосферного воздуха над поверхностями ртути в трубке одинаково, поэтому уровни жидкости в коленах одинаковы (следствие условия равновесия).</li> <li>Изначально под пробкой находится воздух при атмосферном давлении. При уменьшении температуры в комнате воздух в закрытом колене начнёт охлаждаться, его температура уменьшится, его давление также уменьшится. При этом давление воздуха в комнате не изменится, так как оно равно наружному атмосферному давлению.</li> <li>Уменьшение давления на жидкость в закрытом колене приведёт к тому, что уровень ртути в нём по сравнению с первоначальным положением повысится на <math>\Delta h</math>. В свою очередь, уровень ртути в открытом колене понизится на величину <math>\Delta h</math>. Давление воздуха в закрытом колене станет равным разности атмосферного давления и давления столба ртути: <math>p = p_{\text{атм}} - \rho g 2\Delta h</math>; в сосуде установится новое положение равновесия ртути в коленах трубки. Разность высот ртути в коленах определяется разностью атмосферного давления и давления газа в закрытом конце трубки.</li> </ol>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>повышение уровня ртути в закрытом колене трубки и понижение уровня в открытом</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>зависимость давления газа от температуры, зависимость давления столба жидкости от высоты столба</i>)</p>	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

46

На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа в сосуде под поршнем. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется давление газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3.

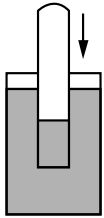


Возможное решение	
<p>1. Давление газа сначала уменьшается, а затем возрастает до первоначального значения.</p>  <p>2. Согласно закону Менделеева – Клапейрона давление постоянной массы идеального газа обратно пропорционально его объёму и прямо пропорционально температуре: <math>p = \nu R \frac{1}{V} T</math>, где <math>\nu</math> – количество вещества (газа). Поскольку <math>T/V</math>, например в состоянии 1, пропорционально тангенсу угла наклона проведённой пунктиром изобары (прямой, соединяющей точку 1 на диаграмме с началом координат), давление газа в этом состоянии <math>p \sim \nu R t g \alpha_0</math>.</p> <p>3. По мере перемещения точки, показывающей состояние газа, вправо и вниз вдоль диаграммы, тангенс угла наклона проходящей через эту точку изобары сначала уменьшается до значения <math>t g \alpha_1</math>, а затем увеличивается до первоначального значения – <math>t g \alpha_0</math>. Следовательно, в данном процессе давление газа сначала уменьшается, а затем возрастает до первоначального значения</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>сначала уменьшение, а затем увеличение давления газа, п. 1</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае <i>уравнение Менделеева – Клапейрона</i>)</p>	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

47

Пустую длинную (около 1 м) стеклянную трубку с тонкими теплопроводными стенками, закрытую сверху, держат вертикально и открытым концом медленно погружают в сосуд с водой комнатной температуры (см. рисунок). Опустив трубку практически полностью в воду, её закрепляют в таком положении и воду в сосуде начинают нагревать вплоть до температуры кипения. Объясните, что будет наблюдаться в трубке по мере опускания её в воду и последующего нагревания воды. Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение	
<p>1. Первоначально в трубке находился воздух при атмосферном давлении, по мере опускания трубки воздух, находящийся в ней, <i>изотермически</i> сжимается под действием давления избыточного над атмосферным столба воды, отсчитываемого от свободной поверхности воды до уровня её в трубке.</p> <p>2. Первоначально в трубке, опущенной в воду, содержится некоторое количество водяных паров, давление которых при комнатной температуре, даже в состоянии насыщения, мало, а скорость испарения воды незначительна.</p> <p>3. При повышении температуры происходит испарение жидкости в объём трубки, скорость испарения увеличивается по мере прогрева воды, водяные пары над поверхностью становятся насыщенными. По мере приближении к температуре кипения давление насыщенных паров будет возрастать вплоть до атмосферного, будет возрастать и парциальное давление сухого воздуха вследствие увеличения температуры. Влажный воздух будет расширяться, вода из трубки будет вытесняться.</p> <p>4. В итоге вблизи точки кипения воды в трубке не будет, часть влажного воздуха выйдет из трубки</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n. 1–4</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений, законов и физических понятий (<i>в данном случае: изотермическое сжатие, увеличение скорости испарения с повышением температуры, рост давления насыщенных водяных паров с ростом температуры, увеличение давления воздуха при нагревании, вытеснение влажным воздухом воды в трубке</i>)</p>	3



<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.          В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)          И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.          И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).          И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев.          Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.          ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.          ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.          ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

**Раздел 2.3**  
**Электродинамика**

*Ответом к заданиям 1–17 является одна цифра, а к заданиям 32–39 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.*

*Ответ к заданиям 18–31, 40 и 41 в виде числа запишите в отведённом месте работы с учётом предложенных единиц измерения величины.*

*При выполнении заданий 42–45 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.*

1

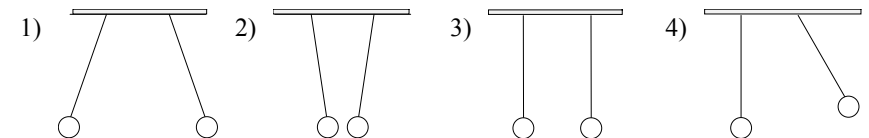
На двух одинаковых по длине шёлковых нитях, закреплённых в одной точке, подвешены два одинаковых шарика, заряженных одноимёнными зарядами. Заряд первого шарика в 2 раза меньше заряда второго. Какое из утверждений правильно?

- 1) Угол отклонения от вертикали нити первого шарика в 2 раза больше угла отклонения второго.
- 2) Угол отклонения от вертикали нити первого шарика в 2 раза меньше угла отклонения второго.
- 3) Углы отклонения от вертикали нитей шариков одинаковы.
- 4) Угол отклонения от вертикали нити первого шарика в 4 раза меньше угла отклонения второго.

Ответ:

2

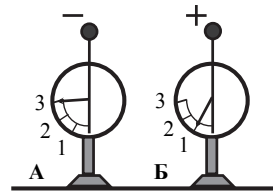
Две пары одинаковых маленьких лёгких шариков подвешены на шёлковых нитях. Одну пару шариков зарядили одноимёнными зарядами, а другую разноимёнными. На каком рисунке изображены два шарика, заряженные одноимённо?



Ответ:

3

На рисунке изображены два одинаковых электрометра, шары которых имеют заряды противоположных знаков. Если их шары соединить медной проволокой, то показания обоих электрометров

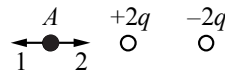


- 1) не изменятся
- 2) станут равными 1
- 3) станут равными 2
- 4) станут равными 0

Ответ:

4

На рисунке представлено расположение двух точечных электрических зарядов:  $+2q$  и  $-2q$  ( $q > 0$ ). В точке  $A$

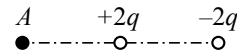


- 1) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов направлен по стрелке 1
- 2) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов направлен по стрелке 2
- 3) напряжённость суммарного электрического поля этих зарядов равна нулю
- 4) направление вектора напряжённости поля зависит от знака заряда, помещаемого в эту точку

Ответ:

5

На рисунке представлено расположение двух точечных электрических зарядов:  $+2q$  и  $-2q$  ( $q > 0$ ). Куда направлен вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке  $A$ ?

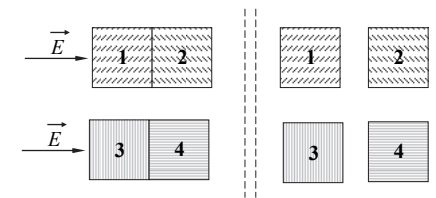


- 1) вниз ↓
- 2) вверх ↑
- 3) вправо →
- 4) влево ←

Ответ:

6

Стеклянные кубики 1 и 2 сблизил и вплотную и поместили в однородное электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо (левая часть рисунка). То же самое проделали с медными кубиками 3 и 4. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка). Какое утверждение о знаке заряда разделённых кубиков правильно?

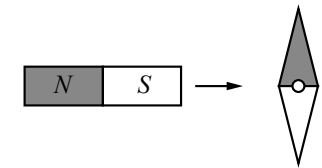


- 1) у кубиков 1 и 3 положительный заряд, у кубиков 2 и 4 отрицательный
- 2) у кубиков 2 и 4 положительный заряд, у кубиков 1 и 3 отрицательный
- 3) у кубика 4 положительный заряд, кубик 2 не заряжен
- 4) у кубика 2 положительный заряд, кубик 4 не заряжен

Ответ:

7

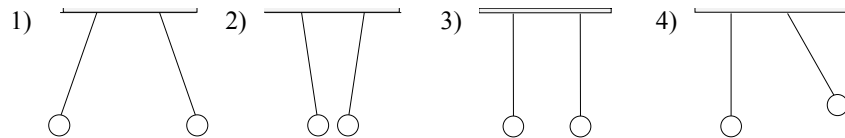
Магнитная стрелка компаса зафиксирована на оси (северный полюс затемнён, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит и освободили стрелку. Что произойдёт со стрелкой?



- 1) повернётся на  $180^\circ$
- 2) повернётся на  $90^\circ$  по часовой стрелке
- 3) повернётся на  $90^\circ$  против часовой стрелки
- 4) останется в прежнем положении

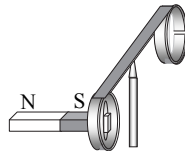
Ответ:

- 8 Две пары одинаковых маленьких лёгких шариков подвешены на шелковых нитях. Одну пару шариков зарядили одноимёнными зарядами, а другую разноимёнными. На каком рисунке изображены два шарика, заряженные одноименно?



Ответ:

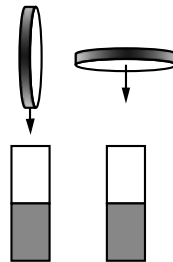
- 9 На рисунке изображён момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится внутри сплошного металлического кольца, но не касается его. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. При выдвигении магнита из кольца оно будет



- 1) оставаться неподвижным
- 2) двигаться против часовой стрелки
- 3) совершать колебания
- 4) перемещаться вслед за магнитом

Ответ:

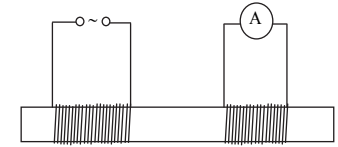
- 10 Первый раз тонкое металлическое кольцо падает на стоящий вертикально полосовой магнит так, как показано на левом рисунке; второй раз – так, как показано на правом рисунке. При подлёте к магниту круговой ток в кольце



- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

Ответ:

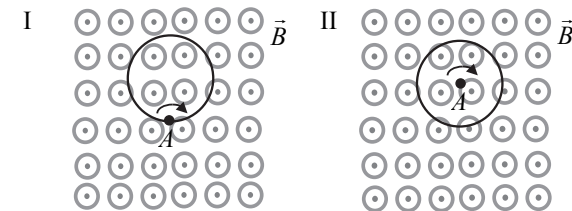
- 11 На железный стержень надеты две катушки (см. рисунок). По проводу первой катушки течёт переменный ток, плавно меняющийся и по величине, и по направлению. При этом измерительный прибор показывает, что во второй катушке



- 1) тока не возникает
- 2) возникает ток постоянного направления
- 3) возникает ток, постоянный по величине
- 4) возникает ток, меняющийся и по величине, и по направлению

Ответ:

- 12 На рисунке показаны два способа вращения витка провода в плоскости рисунка в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рисунка. Вращение происходит вокруг неподвижной точки  $A$ .



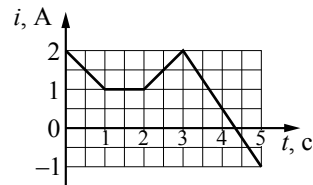
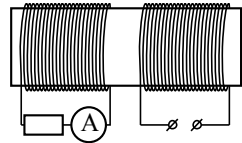
В каком(-их) случае(-ях) в витке возникает ЭДС индукции?

- 1) в обоих случаях
- 2) только в первом случае
- 3) только во втором случае
- 4) не возникает ни в одном из случаев

Ответ:

13

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется с течением времени согласно приведённому графику. В какой(-ие) промежуток(-ки) времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?



- 1) только от 3 до 5 с
- 2) от 0 до 1 с и от 2 до 3 с
- 3) от 0 до 1 с и от 2 до 5 с
- 4) только от 1 до 2 с

Ответ:

14

Узкий пучок белого света после прохождения через стеклянную призму даёт на экране спектр. Укажите правильную последовательность цветов во фрагменте получившегося спектра.

- 1) жёлтый – оранжевый – голубой – зелёный
- 2) жёлтый – оранжевый – зелёный – голубой
- 3) голубой – синий – зелёный – фиолетовый
- 4) зелёный – голубой – синий – фиолетовый

Ответ:

15

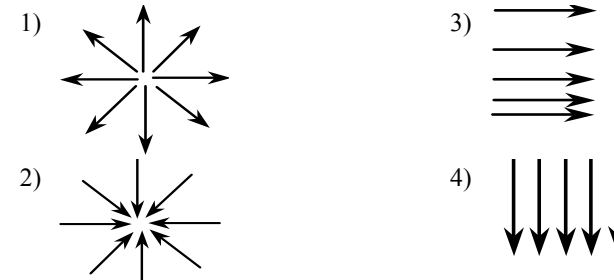
Примером дисперсии света может служить

- 1) разложение белого света в спектр при прохождении через призму
- 2) проникновение света в область геометрической тени препятствия
- 3) образование тени от препятствия
- 4) образование колец Ньютона

Ответ:

16

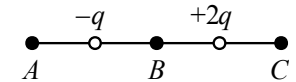
На каком рисунке правильно изображена картина линий напряжённости однородного электростатического поля?



Ответ:

17

На рисунке показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов:  $+2q$  и  $-q$ . В указанных на рисунке точках ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ) модуль напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов

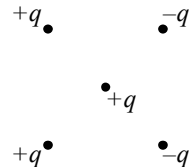


- 1) максимален в точке  $A$
- 2) максимален в точке  $B$
- 3) максимален в точке  $C$
- 4) имеет одинаковое значение

Ответ:

18

Как направлена кулоновская сила  $\vec{F}$ , действующая на положительный точечный заряд  $+q$ , помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ ,  $-q$  (см. рисунок)?

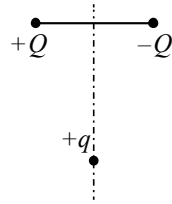


- 1) ↓
- 2) ←
- 3) ↑
- 4) →

Ответ:

19

Заряд  $+q > 0$  находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов  $+Q > 0$  и  $-Q$ , расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено ускорение заряда  $+q$  в этот момент времени, если на него действуют только заряды  $+Q$  и  $-Q$ ?

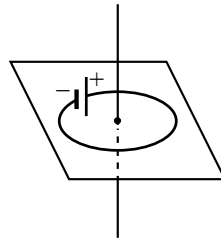


- 1) ↗
- 2) ←
- 3) →
- 4) ↘

Ответ:

20

На рисунке изображён круглый проволочный виток, по которому течёт электрический ток. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

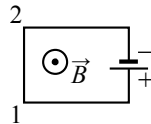


- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

Ответ:

21

Электрическая цепь, состоящая из горизонтальных прямолинейных проводников и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  которого направлен вертикально вверх (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2?



- 1) вертикально вверх ⊙
- 2) горизонтально вправо →
- 3) вертикально вниз ⊗
- 4) горизонтально влево ←

Ответ:

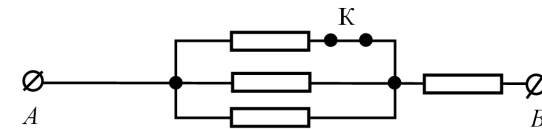
22

Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен  $F$ . Во сколько раз увеличится модуль этих сил, если один заряд увеличить в 3 раза, другой заряд уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

23

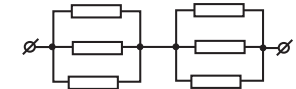
Каким будет сопротивление участка цепи  $AB$  (см. рисунок), если ключ  $K$  разомкнуть? Каждый из резисторов имеет сопротивление 10 Ом.



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

24

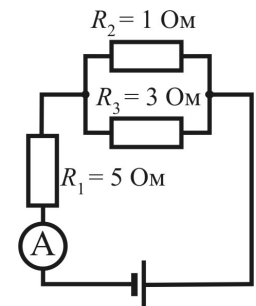
На рисунке приведена схема участка цепи. Сопротивление каждого резистора 3 Ом. Каково сопротивление всего участка цепи?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

25

В цепи, изображённой на рисунке, амперметр показывает 8 А. Найдите силу тока, протекающего через сопротивление  $R_3$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ А.

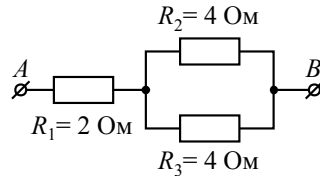
- 26 Выполняя лабораторную работу, ученик получил значения силы тока и напряжения на проводнике, которые представлены в таблице.

$U, \text{В}$	2	4	6	8
$I, \text{А}$	0,5	1,0	1,5	2,0

Какое значение напряжения будет соответствовать силе тока 2,5 А, если имеющаяся зависимость между  $I$  и  $U$  сохраняется?

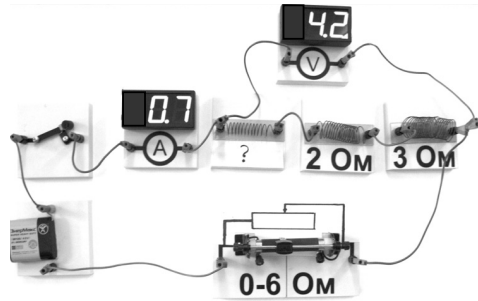
Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 27 На участке цепи  $AB$  (см. рисунок) напряжение на резисторе  $R_3$  равно 4 В. Какова сила тока через резистор  $R_1$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ А.

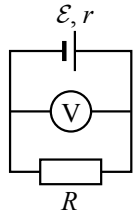
- 28 На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

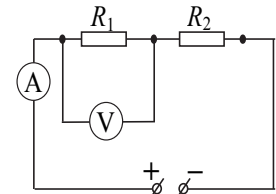
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 29 В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 5 В, а его внутреннее сопротивление 2 Ом. Сила тока в цепи 1 А. Каково показание вольтметра, если он идеальный?



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 30 На рисунке изображена схема цепи для исследования закономерностей последовательного соединения резисторов. Источник тока поддерживает на клеммах цепи напряжение 30 В. Сопротивление первого резистора  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ , сопротивление второго резистора  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ . Каковы показания идеального вольтметра, включённого в цепь, как показано на рисунке?

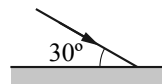


Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 31 На корпусе электропечи-ростера имеется надпись: «220 В, 660 Вт». Найдите силу тока, потребляемого ростером.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

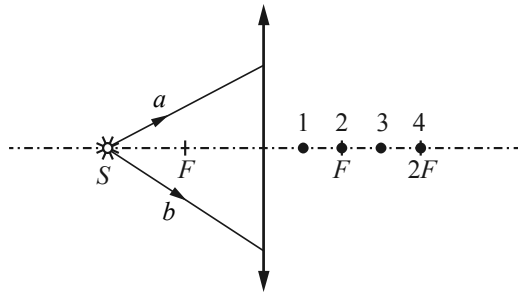
- 32 Угол между зеркалом и падающим на него лучом равен  $30^\circ$  (см. рисунок). Определите угол отражения.



Ответ: \_\_\_\_\_ градусов.

33

От точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  на расстоянии  $2F$  от неё, распространяются два луча:  $a$  и  $b$ , как показано на рисунке.

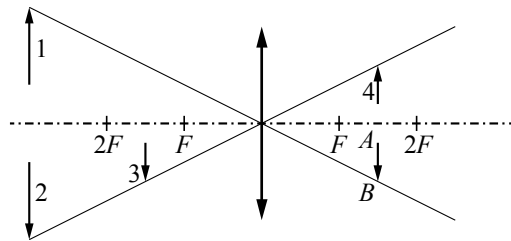


В какой точке: 1, 2, 3 или 4 – пересекутся эти лучи после преломления линзой?

Ответ: в точке \_\_\_\_\_.

34

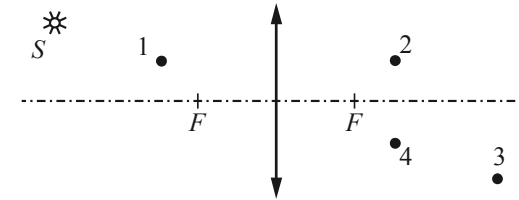
Какому из предметов 1–4 соответствует изображение  $AB$  в тонкой линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_.

35

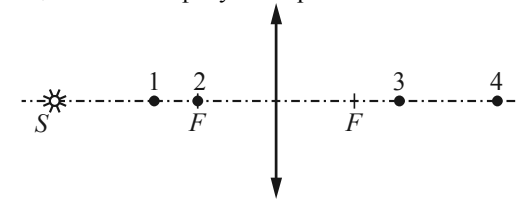
Какая точка является изображением точки  $S$  (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: точка \_\_\_\_\_.

36

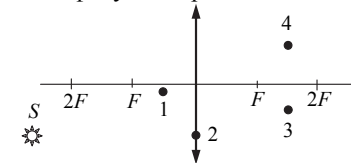
Какая точка является изображением точки  $S$  (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: точка \_\_\_\_\_.

37

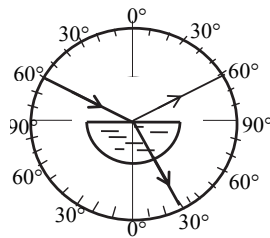
Какая из точек – 1, 2, 3 или 4 – является изображением точки  $S$ , которое даёт тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F$  (см. рисунок)?



Ответ: точка \_\_\_\_\_.

38

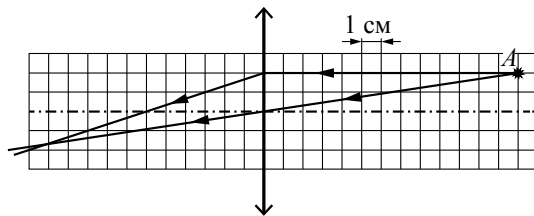
Для измерения показателя преломления стекла узкий световой пучок из специального осветителя направили на стеклянную пластину, как показано на рисунке. Чему равен показатель преломления стекла? Ответ округлите до сотых.



Ответ: \_\_\_\_\_.

39

На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света  $A$  через тонкую линзу.



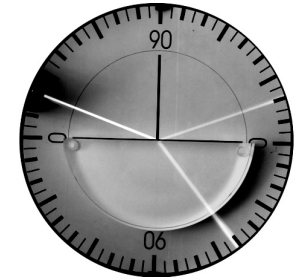
Каково фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

40

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии.

Как изменятся при увеличении угла падения показатель преломления стекла и скорость света, распространяющегося в стекле? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



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

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

Показатель преломления стекла	Скорость света

41

По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: напряжение на резисторе и его электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

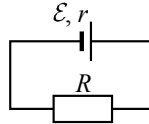
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе	Электрическое сопротивление резистора



42

Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и резистора  $R$  (см. рисунок). Как изменятся сила тока через источник и количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени, если параллельно резистору подключить ещё один такой же резистор?



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 через источник	Количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени

43

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора его ёмкость и величина заряда на его обкладках?

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.

Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

44

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при заполнении зазора диэлектриком следующие величины: ёмкость конденсатора, разность потенциалов между обкладками конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

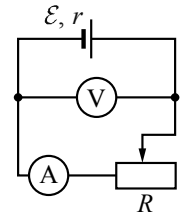
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

45

Реостат  $R$  включён в цепь источника постоянной ЭДС с внутренним сопротивлением  $r$ . При этом в цепи амперметром и вольтметром измеряются сила тока и напряжение (см. рисунок). Как изменятся показания приборов при движении рычажка реостата влево? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличатся
- 2) уменьшатся
- 3) не изменятся

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

Показания вольтметра	Показания амперметра

46

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся радиус орбиты и период обращения этой частицы, движущейся с такой же скоростью, если индукция магнитного поля увеличится?

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.

Радиус орбиты	Период обращения

47

Вследствие лёгкого толчка прямой магнит движется вдоль оси медного кольца, закреплённого на столе, вызывая в нём индукционный ток.

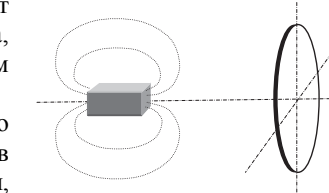
Положение полюсов магнита и направление его движения (характеристики объекта) указаны в таблице в левом столбце, а возможные явления, вызванные возникновением индукционного тока, – в правом.

Установите соответствие между характеристиками объекта и результатами взаимодействия.

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

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА

- А) Северный полюс магнита обращён к кольцу. Магнит движется к кольцу.  
Б) Магнит движется к кольцу.



#### РЕЗУЛЬТАТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) Магнит притягивается к кольцу.
- 2) Индукционный ток способствует изменению потока вектора магнитной индукции в кольце.
- 3) Вектор магнитной индукции тока в центре кольца направлен к магниту.
- 4) Механическая энергия магнита уменьшается.

Ответ:

А	Б

48

В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор  $\vec{v}_0$  перпендикулярен напряжённости электрического поля  $\vec{E}$  (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор  $\vec{v}_0$  той же частицы параллелен индукции магнитного поля  $\vec{B}$  (рис. 2).

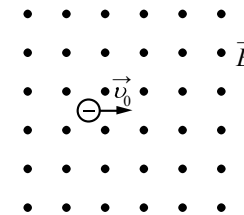


Рис. 1

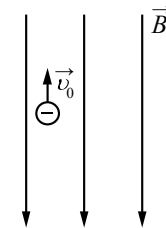


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

#### ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке  
Б) во второй установке

#### ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

49

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен  $q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопrotивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора  
 Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

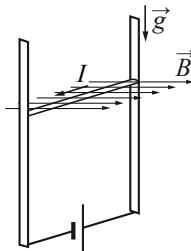
- 1)  $\frac{q^2}{2C}$   
 2)  $q\sqrt{\frac{C}{L}}$   
 3)  $\frac{q}{\sqrt{LC}}$   
 4)  $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

50

В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой  $0,2$  кг, по которому течёт ток  $2$  А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок),  $B = 2$  Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно  $2$  м/с<sup>2</sup>?



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

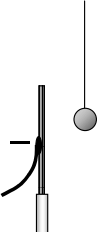
51

На дифракционную решётку, имеющую  $100$  штрихов на  $1$  мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого  $650$  нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: \_\_\_\_\_.

52

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластину подсоединили к клемме источника высокого напряжения, подав на неё отрицательный заряд, шарик пришёл в движение. Опишите и объясните движение шарика. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

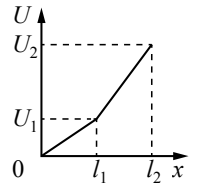


53

Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической 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.

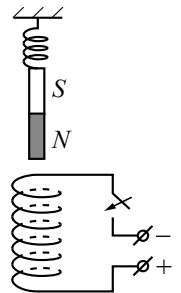
54

Цилиндрический проводник постоянного сечения длиной  $l = l_2$  включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а другая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра  $U$  от расстояния  $x$  до начала проводника. Как меняется с расстоянием  $x$  удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



55

Непосредственно над неподвижно закреплённой проволочной катушкой вдоль её оси на пружине подвешен покоящийся полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнёт двигаться магнит сразу после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



**Система оценивания заданий раздела 2.3**

За правильный ответ на задания 1–39, 50 и 51 ставится по 1 баллу.

Задания 40–49 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

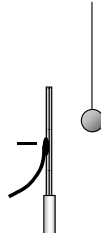
№ задания	Ответ
1	3
2	1
3	2
4	1
5	4
6	3
7	3
8	1
9	4
10	4
11	4
12	4
13	3
14	4
15	1
16	4
17	2
18	4
19	3
20	2
21	2
22	1,5
23	15
24	2
25	2
26	10
27	2
28	1
29	3
30	20
31	3
32	60
33	4

34	1
35	4
36	3
37	4
38	1,73
39	6
40	33
41	22
42	11
43	11
44	13
45	21
46	22
47	34
48	41
49	13
50	0,4
51	15

## Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

52

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на длинной шелковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластину подсоединили к клемме источника высокого напряжения, подав на неё отрицательный заряд, шарик пришёл в движение. Опишите и объясните движение шарика. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



## Возможное решение

Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в шарике, и произойдет вследствие явления электростатической индукции разделение зарядов в пределах шарика: та сторона, которая ближе к пластине, будет иметь положительный заряд, а противоположная сторона – отрицательный.

Поскольку сила взаимодействия заряженных тел убывает с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны шарика будет больше отталкивания от неё его правой стороны, и шарик будет двигаться к пластине, пока не коснется её.

В момент касания часть электронов перейдет с пластины на шарик, он приобретет отрицательный заряд и оттолкнется от одноименно заряженной пластины. В результате шарик отклонится вправо от вертикали и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю

## Критерии оценивания выполнения задания

## Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *описание движения шарика*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *электростатическая индукция, взаимодействие заряженных тел, условие равновесия*)

3

<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

53

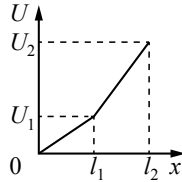
Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Возможное решение	
<p>1. Первоначально маятник совершает малые колебания, период которых может быть получен в рамках модели математического маятника. Он определяется длиной нити <math>l</math> и ускорением силы тяжести <math>g</math>, проекция которой на горизонтальную ось в каждый момент времени является возвращающей силой: <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}</math>.</p> <p>2. Металлическая пластина, размеры которой превышают длину нити, создаёт электростатическое поле, которое вблизи пластины можно считать однородным. Возникает сила притяжения между шариком и пластиной, сонаправленная с силой тяжести, величина которой не зависит от положения шарика, его расстояния от пластины.</p> <p>3. Возвращающей силой будет являться проекция равнодействующей кулоновской силы притяжения и силы тяжести, ускорение которой <math>g + a &gt; g</math>. Малые колебания шарика будут описываться моделью математического маятника, период колебаний которого будет определяться формулой: <math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{(g+a)}}</math>. Таким образом, если сообщить шарiku отрицательный заряд, то период его колебаний уменьшится</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений, законов и физических понятий (в данном случае: модель математического маятника, горизонтальной проекции силы тяжести как возвращающей силы, однородности электростатического поля, направления и величины кулоновской силы, применимости модели математического маятника и формулы периода, вывода об уменьшении периода колебаний)	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

54

Цилиндрический проводник постоянного сечения и длиной  $l=l_2$  включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра  $U$  от расстояния  $x$  до начала проводника. Как меняется с расстоянием  $x$  удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



## Возможное решение

- По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи  $U=IR$ . Сопротивление однородного проводника  $R$  рассчитывается по формуле  $R=\rho\frac{x}{S}$ , где  $x$  – длина той части проводника, на которой измеряется напряжение,  $\rho$  – удельное сопротивление этой части проводника,  $S$  – площадь поперечного сечения проводника, которая по условию постоянна.
- Выделим на проводнике два участка: первый  $0 < x < l_1$  и второй  $l_1 < x < l_2$ .
- На первом участке (при  $0 < x < l_1$ ) измеряемое напряжение прямо пропорционально расстоянию между клеммами  $U \sim \rho_1 x$ ; значит, удельное сопротивление проводника на первом участке постоянно и равно  $\rho_1$ .
- При  $l_1 < x < l_2$  напряжение уже линейно зависит от расстояния. Поскольку первый и второй участки проводника соединены последовательно, то можем записать:  $U = U_1 + U_x$ . Из графика видно, что  $U_x \sim \rho_2(x - l_1)$ ; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке  $\rho_2$  тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

## Критерии оценки выполнения задания

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *проведён анализ двух участков представленного графика; закон Ома для участка цепи, выражение для расчёта сопротивления проводника через удельное сопротивление материала, длину проводника и площадь его поперечного сечения*)

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.

2

В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.

1

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

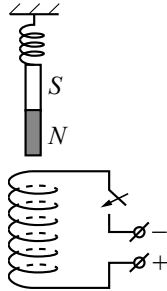
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

55

Непосредственно над неподвижно закреплённой проволочной катушкой вдоль её оси на пружине подвешен покоящейся полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнёт двигаться магнит сразу после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



## Возможное решение

1. Когда ключ разомкнут, тока в катушке нет, магнит висит неподвижно, и пружина растянута.
2. После замыкания ключа в катушке потечёт ток и вектор индукции магнитного поля катушки (вблизи её оси) будет направлен вниз.
3. Катушка с током аналогична полосовому магниту, северный полюс которого в данном случае расположен у её нижнего торца, а южный – у верхнего. Значит, магнит будет притягиваться к катушке и опускаться вниз

## Критерии оценки выполнения задания

## Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *направление движения магнита*) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *определено направление тока через катушку после замыкания ключа и направление индукции магнитного поля вблизи верхнего торца катушки, проведена аналогия с взаимодействием двух магнитов, определено направление движения магнита*)

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.

2

В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.

1

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

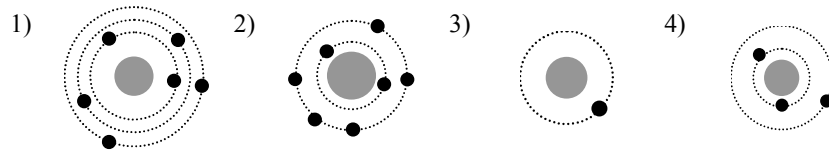


Раздел 2.4  
Квантовая физика

Ответом к заданиям 1–16 является одна цифра, а к заданиям 24–26 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.

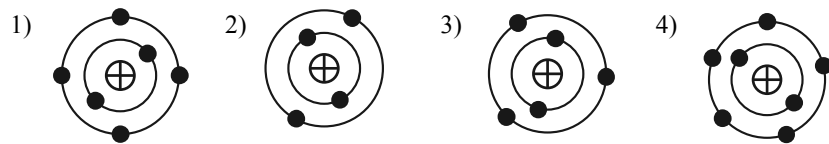
Ответ к заданиям 17–23, 27 и 28 в виде числа запишите в отведённом месте работы с учётом предложенной единицы измерения величины.

- 1) На рисунке изображены схемы четырёх атомов, соответствующие модели атома Резерфорда. Чёрными точками обозначены электроны. Нейтральному атому  ${}^6_3\text{Li}$  соответствует схема



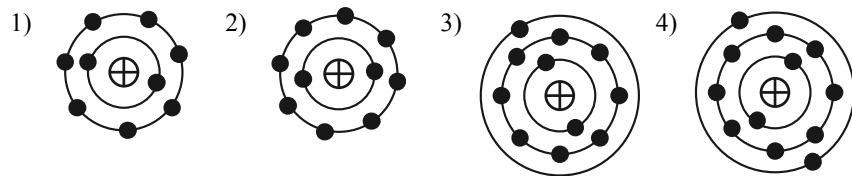
Ответ:

- 2) На рисунке изображены модели четырёх нейтральных атомов. Чёрными кружочками обозначены электроны. Атому  ${}^{12}_6\text{C}$  соответствует модель



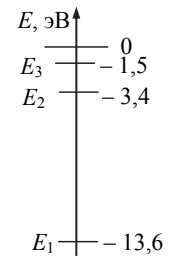
Ответ:

- 3) На рисунке изображены модели четырёх нейтральных атомов. Чёрными кружочками обозначены электроны. Атому  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  соответствует модель



Ответ:

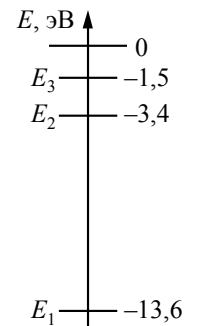
- 4) На рисунке представлено несколько самых нижних уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии  $E_1$ , поглотить фотон с энергией 10,2 эВ?



- да, при этом атом переходит в состояние  $E_2$
- да, при этом атом переходит в состояние  $E_3$
- да, при этом атом ионизуется, распадаясь на протон и электрон
- нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в возбуждённое состояние

Ответ:

- 5) На рисунке представлено несколько самых нижних уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии  $E_1$ , поглотить фотон с энергией 1,5 эВ?



- да, при этом атом переходит в состояние  $E_2$
- да, при этом атом переходит в состояние  $E_3$
- да, при этом атом ионизуется, распадаясь на протон и электрон
- нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в возбуждённое состояние

Ответ:

6

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

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	<b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
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	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
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>	20	<b>Sc</b> 21 СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>
	V	29	<b>Cu</b> 30 МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	<b>Zn</b> 31 ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31

Определите число протонов, нейтронов и электронов в нейтральном атоме алюминия Al.

- 1) 27 протонов, 14 нейтронов, 13 электронов
- 2) 13 протонов, 14 нейтронов, 13 электронов
- 3) 13 протонов, 14 нейтронов, 27 электронов
- 4) 14 протонов, 13 нейтронов, 14 электронов

Ответ:

7

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 изотопа в природе.

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	<b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
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	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
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>	20	<b>Sc</b> 21 СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>
	V	29	<b>Cu</b> 30 МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	<b>Zn</b> 31 ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа калия.

- 1) 19 протонов, 20 нейтронов
- 2) 19 протонов, 19 нейтронов
- 3) 29 протонов, 29 нейтронов
- 4) 39 протонов, 39 нейтронов

Ответ:

8

Связанная система элементарных частиц содержит 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом хлора  ${}^{30}_{17}\text{Cl}$
- 2) ионом фтора  ${}^{22}_9\text{F}$
- 3) ионом кислорода  ${}^{21}_8\text{O}$
- 4) нейтральным атомом кислорода  ${}^{13}_8\text{O}$

Ответ:

9

Ядро серебра  $^{108}_{47}\text{Ag}$  состоит из

- 1) 47 протонов и 61 нейтрона
- 2) 61 протона и 47 нейтронов
- 3) 47 протонов и 108 нейтронов
- 4) 108 протонов и 47 нейтронов

Ответ:

10

Ядро атома фермия  $^{250}_{100}\text{Fm}$  состоит из

- 1) 150 нейтронов и 100 протонов
- 2) 100 протонов и 150 электронов
- 3) 100 протонов и 250 нейтронов
- 4) 150 позитронов и 100 протонов

Ответ:

11

Каково массовое число ядра X в реакции  $^{252}_{98}\text{Cf} + ^4_2\text{He} \rightarrow X + 3^1_0\text{n}$ ?

- 1) 97
- 2) 100
- 3) 253
- 4) 255

Ответ:

12

Ниже записаны уравнения четырёх ядерных реакций. Закону сохранения массового числа не противоречит реакция

- 1)  $^6_3\text{Li} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^3_1\text{H}$
- 2)  $^3_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He}$
- 3)  $^2_1\text{H} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^8_4\text{Be}$
- 4)  $^7_3\text{Li} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^4_2\text{He}$

Ответ:

13

Укажите частицу X в ядерной реакции  $^{56}_{25}\text{Mn} + X \rightarrow ^{56}_{26}\text{Fe} + ^1_0\text{n}$ .

- 1)  $^1_1\text{H}$
- 2)  $^1_0\text{n}$
- 3)  $^0_{-1}\text{e}$
- 4)  $^2_1\text{H}$

Ответ:

14

Какая частица вызывает ядерную реакцию  $^7_3\text{Li} + ? \rightarrow ^8_4\text{Be} + ^1_0\text{n}$ ?

- 1)  $^4_2\text{He}$
- 2)  $^1_1\text{H}$
- 3)  $^1_0\text{n}$
- 4)  $^2_1\text{H}$

Ответ:

15

Укажите второй продукт реакции  $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ?$ .

- 1)  $^0_{-1}\text{e}$
- 2)  $^1_1\text{p}$
- 3)  $^1_0\text{n}$
- 4)  $^0_{+1}\text{e}$

Ответ:

16

Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^Y_X\text{Z} + ^{139}_{56}\text{Ba} + 3^1_0\text{n} + 7\gamma$ . При этом образовалось ядро химического элемента  $^Y_X\text{Z}$ . Какое ядро образовалось?

- 1)  $^{88}_{42}\text{Mo}$
- 2)  $^{94}_{42}\text{Mo}$
- 3)  $^{94}_{36}\text{Kr}$
- 4)  $^{88}_{36}\text{Kr}$

Ответ:

17

Ядро полония  $^{216}_{84}\text{Po}$  образовалось в результате двух последовательных  $\alpha$ -распадов некоторого ядра. Это ядро

- 1) радона  $^{220}_{86}\text{Rn}$
- 2) радия  $^{224}_{88}\text{Ra}$
- 3) радона  $^{218}_{86}\text{Rn}$
- 4) астата  $^{218}_{85}\text{At}$

Ответ:

18

При поглощении нейтрона ядром углерода  $^{12}_6\text{C}$  образовалось возбуждённое ядро изотопа  $^{13}_6\text{C}$ , которое затем распалось на две  $\alpha$ -частицы, два протона и

- 1) один нейтрон
- 2) два нейтрона
- 3) три нейтрона
- 4) четыре нейтрона

Ответ:

19

Какими частицами нужно бомбардировать ядра изотопа  $^{10}_5\text{B}$ , чтобы в результате реакции образовывались ядра  $^7_3\text{Li}$  и  $^4_2\text{He}$ ?

- 1) протонами
- 2)  $\alpha$ -частицами
- 3) нейтронами
- 4)  $\beta$ -частицами

Ответ:

20

Период полураспада ядер изотопа кальция  $^{45}_{20}\text{Ca}$  составляет 165 суток. Это означает, что

- 1) примерно за 165 суток атомный номер каждого ядра  $^{45}_{20}\text{Ca}$  уменьшится вдвое
- 2) примерно половина исходного большого количества ядер  $^{45}_{20}\text{Ca}$  распадется за 165 суток
- 3) примерно за 330 суток атомный номер каждого ядра  $^{45}_{20}\text{Ca}$  уменьшится вдвое
- 4) все изначально имевшиеся ядра  $^{45}_{20}\text{Ca}$  распадутся за 330 суток

Ответ:

21

Период полураспада изотопа  $^{227}_{89}\text{Ac}$  составляет 10 дней. Образец изначально содержит большое число ядер этого изотопа. Через сколько дней число ядер этого изотопа в образце уменьшится в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ дней.

22

Период полураспада  $T$  изотопа селена  $^{81}_{34}\text{Se}$  равен 18 мин. Какая масса изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 480 мг  $^{81}_{34}\text{Se}$ , через 90 мин?

Ответ: \_\_\_\_\_ мг.

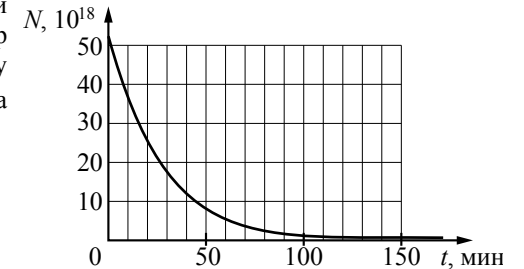
23

Период  $T$  полураспада изотопа калия  $^{42}_{19}\text{K}$  равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 1 мкмоль этого изотопа. Сколько мкмоль этого изотопа останется через 37,2 ч?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкмоль.

24

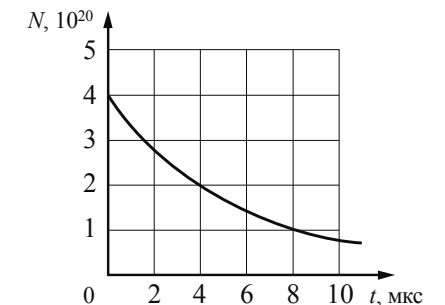
Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути  $^{190}_{80}\text{Hg}$  от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

25

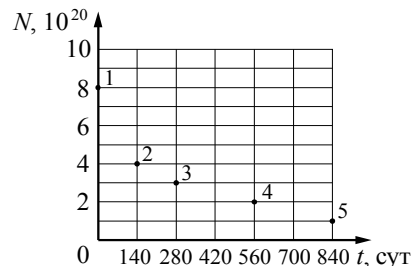
Дан график зависимости количества нераспавшихся ядер полония  $^{213}_{84}\text{Po}$  от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа полония?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

26

Ядра полония  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  испытывают  $\alpha$ -распад с периодом полураспада 140 дней. В момент начала наблюдения в образце содержится  $8 \cdot 10^{20}$  ядер полония. Через какую из точек, кроме точки 1, пройдёт график зависимости от времени числа ещё не испытавших радиоактивного распада ядер полония?



Ответ: через точку \_\_\_\_\_.

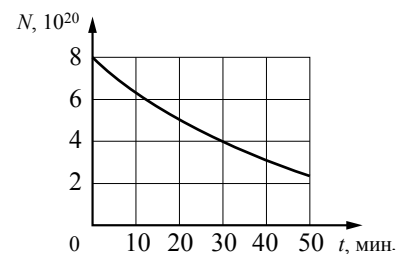
27

Два источника света излучают электромагнитные волны с частотами  $\nu_1 = 8 \cdot 10^{14}$  Гц и  $\nu_2 = 4 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равно отношение импульсов  $\frac{p_1}{p_2}$  фотонов, излучаемых первым и вторым источниками?

Ответ: \_\_\_\_\_.

28

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер йода  ${}_{53}^{128}\text{I}$  от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа йода?



Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

29

Учёные установили, что после длительного пребывания в условиях полной темноты глаз человека способен реагировать на излучение с длиной волны от 400 нм до 800 нм. Каково отношение энергии фотонов с наименьшей длиной волны к энергии фотонов наиболее длинноволнового излучения, на которое ещё реагирует глаз?

Ответ: \_\_\_\_\_.

30

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его частоты. Как изменяются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

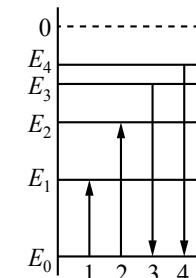
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

31

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

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.



ПРОЦЕСС

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- |   |      |
|---|------|
| А) поглощение света наименьшей длины волны      | 1) 1 |
| Б) излучение кванта света с наибольшей энергией | 2) 2 |
|   | 3) 3 |
|   | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

32

В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра и заряд ядра?

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.

Массовое число ядра	Заряд ядра

33

Детектор полностью поглощает падающий на него монохроматический свет. За время  $t = 6$  с детектор поглощает  $N = 3 \cdot 10^5$  фотонов. Мощность, поглощаемая детектором, равна  $3,3 \cdot 10^{-14}$  Вт. Какова частота падающего света?

Ответ: \_\_\_\_\_  $10^{14}$  Гц.

34

Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

35

Ученик исследовал явление фотоэффекта для медной и цинковой пластин. Он присоединял к электроскопу последовательно медную и цинковую пластины, заряжаемые поочередно от отрицательно заряженной палочки. В качестве источника излучения он использовал прибор, испускающий свет в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазонах спектра. При облучении цинковой пластины электроскоп разряжался, а при облучении медной пластины – не разряжался.

Дайте объяснения результатам опытов ученика, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали.

### Система оценивания заданий раздела 2.4

За правильный ответ на задания 1–29, 33 и 34 ставится по 1 баллу.

Задания 30–32 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ
1	4
2	1
3	3
4	1
5	4
6	2
7	1
8	3
9	1
10	1
11	3
12	1
13	1
14	4
15	3
16	3
17	2
18	3
19	3
20	2
21	20
22	15
23	0,125
24	20
25	4
26	2
27	2
28	30
29	2
30	23
31	24
32	13
33	10
34	5

## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

21

Ученик исследовал явление фотоэффекта для медной и цинковой пластин. Он присоединял к электроскопу последовательно медную и цинковую пластины, заряжаемые поочерёдно от отрицательно заряженной палочки. В качестве источника излучения он использовал прибор, испускающий свет в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазонах спектра. При облучении цинковой пластины электроскоп разряжался, а при облучении медной пластины – не разряжался.

Дайте объяснения результатам опытов ученика, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали.

Возможное решение	
1. Ученик изучал проявление фотоэффекта, т.е. в данном случае, испускания электронов с поверхности металлов под воздействием излучения, для которого справедливо уравнение Эйнштейна: $h\nu = A_{\text{вых.}} + \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$ .	
2. Опыты показывают, что работа выхода для Zn меньше работы выхода для Cu. Это объясняет, почему излучение достаточно мягкого ультрафиолета не вызывает явления фотоэффекта с поверхности медной пластины. Красная граница фотоэффекта для меди лежит в более коротковолновой области спектра. Ученик мог наблюдать явление фотоэффекта только для цинка	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n. 1–2</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений, законов и физических понятий (в данном случае: <i>уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта, понятий красной границы фотоэффекта</i> )	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

**РАЗДЕЛ 2.5**  
**Методы научного познания**

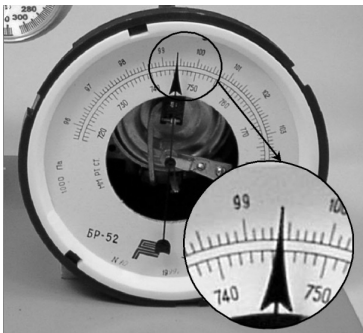
*Ответом к заданиям 1–9 и 13 является одна цифра, а к заданиям 10–12, 14–17 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.*

**1** С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина пачки оказалась  $(50 \pm 1)$  мм. Толщина одного листа бумаги равна

- 1)  $(0,10 \pm 0,02)$  мм
- 2)  $(0,1 \pm 1,0)$  мм
- 3)  $(0,100 \pm 0,002)$  мм
- 4)  $(0,05 \pm 0,02)$  мм

Ответ:

**2** С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала – в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений?



- 1)  $(99 \pm 1)$  кПа
- 2)  $(99,4 \pm 0,1)$  кПа
- 3)  $(99,4 \pm 0,2)$  кПа
- 4)  $(99,4 \pm 1)$  кПа

Ответ:

**3** При определении плотности вещества  $\rho$  ученик измерил массу образца на очень точных электронных весах:  $m = 60,00$  г. Объём был измерен с использованием мерного цилиндра:  $V = (15,0 \pm 0,5)$  см<sup>3</sup>. На основе этих измерений можно с уверенностью сказать, что плотность

- 1)  $\rho < 3,8$  г/см<sup>3</sup>
- 2)  $\rho = 4,0$  г/см<sup>3</sup>
- 3)  $\rho > 4,2$  г/см<sup>3</sup>
- 4)  $3,8$  г/см<sup>3</sup>  $\leq \rho \leq 4,2$  г/см<sup>3</sup>

Ответ:

**4** Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеется динамометр и установка, состоящая из ёмкости с водой и сплошного алюминиевого шарика объёмом 30 см<sup>3</sup>. Какая из следующих установок необходима ещё ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	вода	30 см <sup>3</sup>	сталь
2	вода	20 см <sup>3</sup>	алюминий
3	керосин	20 см <sup>3</sup>	алюминий
4	подсолнечное масло	30 см <sup>3</sup>	алюминий

- 1) установка № 1
- 2) установка № 2
- 3) установка № 3
- 4) установка № 4

Ответ:



5

Ученик изучает закономерности колебаний маятников. В его распоряжении имеется маятник, состоящий из нити длиной 1,5 м и сплошного стального шарика объёмом  $5 \text{ см}^3$ , закреплённого на нити. Какой из маятников нужно дополнительно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

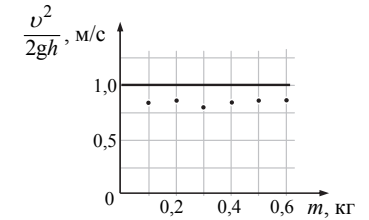
№ маятника	Длина маятника	Объём сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	$5 \text{ см}^3$	сталь
2	1,5 м	$5 \text{ см}^3$	сталь
3	2,0 м	$5 \text{ см}^3$	алюминий
4	1,0 м	$8 \text{ см}^3$	сталь

- 1) маятник № 1
- 2) маятник № 2
- 3) маятник № 3
- 4) маятник № 4

Ответ:

6

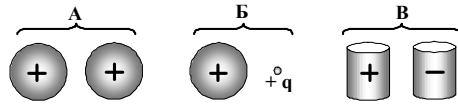
Решая задачу с использованием закона сохранения механической энергии, ученик пришёл к следующему выводу: если тело соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты  $h$ , то приобретаемая им скорость  $v = \sqrt{2gh}$  не зависит от массы  $m$  тела. Далее ученик провёл эксперимент: установил наклонно неструганую шероховатую доску и измерял скорость деревянных брусков разной массы при их соскальзывании с определённой высоты получившейся наклонной плоскости. На рисунке линией отмечено теоретически рассчитанное значение  $\frac{v^2}{2gh}$  при разных значениях массы бруска, а так же точками отмечены результаты измерений. Какой вывод следует из эксперимента?



- 1) Погрешности измерений оказались слишком большими, чтобы проверить верность расчётов.
- 2) Нужно было использовать наклонные плоскости разной высоты.
- 3) Экспериментальная установка не соответствует теоретической модели, используемой при расчёте.
- 4) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил теоретические расчёты.

Ответ:

- 7 На рисунке изображены три пары электрически заряженных тел: пара А, пара Б и пара В.

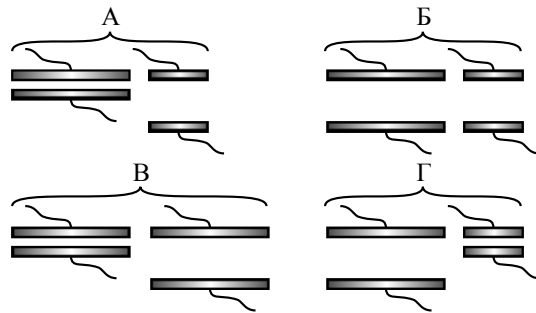


Электрическое взаимодействие какой(-их) пары (пар) тел можно рассчитать, непосредственно используя закон Кулона?

- 1) только А
- 2) А и Б
- 3) А, Б и В
- 4) ни А, ни Б, ни В

Ответ:

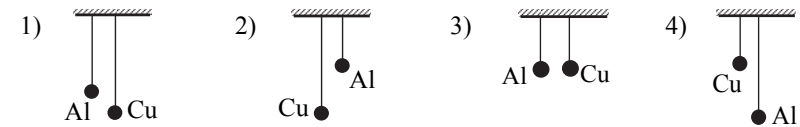
- 8 Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделённых воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли ёмкость конденсатора от расстояния между пластинами. Какие(-ую) пары(-у) конденсаторов нужно использовать для этой цели?



- 1) А, Б или Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

Ответ:

- 9 Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



Ответ:

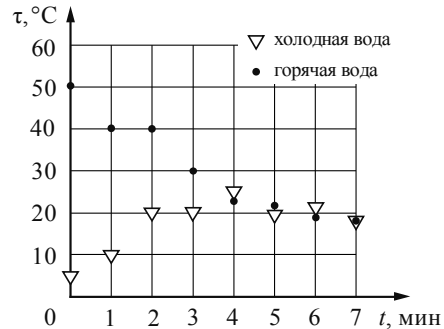
- 10 Старшеклассник увидел на детской площадке качели и измерил их длину (расстояние от оси вращения качелей до сидения), оказавшуюся равной 2 м. Он теоретически рассчитал, что при такой длине период колебаний математического маятника должен равняться 2,8 с. Ученик решил проверить правильность расчётов экспериментально. Посадив на качели свою сестру ростом 155 см и раскачав качели, он измерил период их колебаний. Значение этой величины оказалось равным 2,4 с с погрешностью 0,1 с. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

- 1) Погрешность измерения оказалась слишком большой, чтобы проверить верность расчётов.
- 2) Экспериментальная установка не соответствует теоретической модели, используемой при расчёте.
- 3) При расчёте периода колебаний математического маятника ученик допустил ошибку.
- 4) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил теоретические расчёты.

Ответ:

11

Ученик поставил на столе в комнате банку с горячей водой, которую поместил в миску с холодной водой и каждую минуту измерял температуру в этих сосудах с помощью двух бытовых термометров. Результаты измерений представлены на графике. На основании этих данных можно сделать следующий вывод:

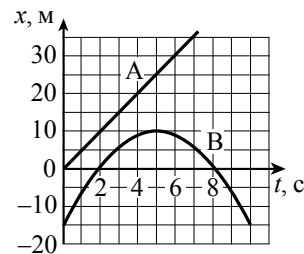


- 1) между 1 и 3 минутами температура горячей воды не менялась
- 2) температура воздуха в комнате 22 °C
- 3) в течение всего времени наблюдения температура холодной воды в миске понижалась
- 4) к концу 7 минуты вода в банке и вода в миске пришли в тепловое равновесие

Ответ:

12

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите **два** верных утверждения о характере движения тел.

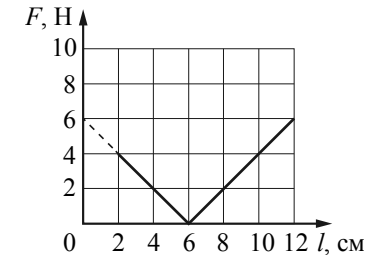


- 1) Тело А движется равноускоренно, а тело В колеблется.
- 2) Скорость тела А в момент времени  $t = 5$  с равна 20 м/с.
- 3) Тело В меняет направление движения в момент времени  $t = 5$  с.
- 4) Проекция ускорения тела В на ось  $Ox$  положительна.
- 5) Интервал между моментами прохождения телом В начала координат составляет 6 с.

Ответ:

13

При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой  $F(l) = k|l - l_0|$ , где  $l_0$  – длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке. Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

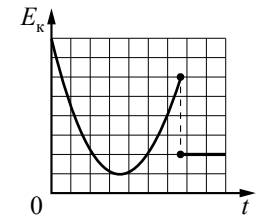


- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жёсткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жёсткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Ответ:

14

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите **два** утверждения, которые соответствуют данному графику.



- 1) Скорость тела в момент броска в 4 раза больше, чем в конце наблюдения.
- 2) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на Землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов с песком проезжающего мимо грузовика.
- 5) В конце наблюдения скорость тела отлична от нуля.

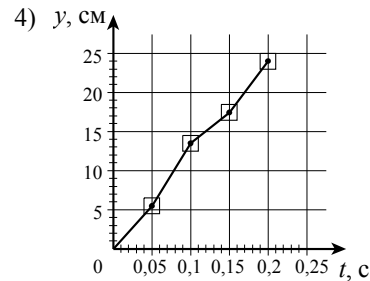
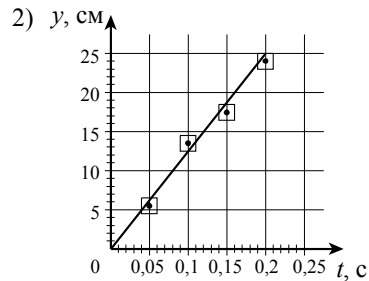
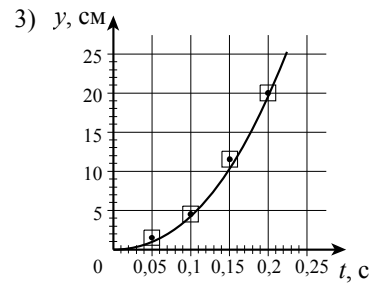
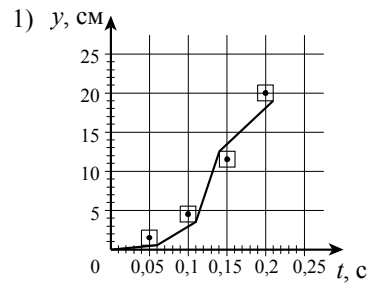
Ответ:

15

Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу.

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{ см}$	0	5,5	13,5	17,5	24
$y, \text{ см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно построена зависимость координаты  $y$  шарика от времени  $t$ ?



Ответ:

16

Исследуя оптическую силу стеклянной линзы (показатель преломления стекла  $n_{\text{стекла}} = 1,54$ ), показанную на рисунке, в разных средах, ученик перенёс линзу из воды ( $n_{\text{воды}} = 1,33$ ) в воздух ( $n_{\text{воздуха}} = 1$ ). Выберите **два** верных утверждения о характере изменений, произошедших с оптической системой «линза + окружающая среда».



- 1) Фокусное расстояние уменьшилось.
- 2) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Линза была и осталась собирающей.
- 5) Оптическая сила не изменилась.

Ответ:

17

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  $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна нулю.
- 2) В момент  $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия конденсатора минимальна.
- 3) В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре максимальна.
- 4) Период колебаний равен  $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

18

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

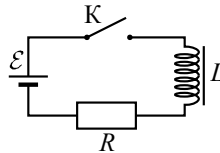
Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент  $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 2) В момент  $t = 3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  напряжение на конденсаторе минимально.
- 3) Частота колебаний равна 8 кГц.
- 4) Период электромагнитных колебаний в контуре равен  $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
- 5) В момент  $t = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  заряд конденсатора равен 0.

Ответ:

19

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 60 \text{ Ом}$  (см. рисунок). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени, представлены в таблице. Погрешность измерения силы тока равна  $0,01 \text{ А}$ . Выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.



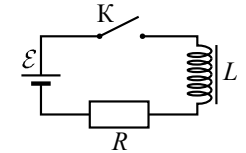
$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

- 1) Напряжение на резисторе в момент времени  $t = 5,0 \text{ с}$  равно 18 В.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 0 \text{ с}$  равен 18 В.
- 3) ЭДС источника тока равна 20 В.
- 4) Напряжение на катушке максимально в момент времени  $t = 3,0 \text{ с}$ .
- 5) Энергия катушки минимальна в момент времени  $t = 6,0 \text{ с}$ .

Ответ:

20

Катушка индуктивности подключена к постоянному источнику электрической энергии с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 60 \text{ Ом}$  (см. рисунок). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $0,01 \text{ А}$ , представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.

- 1) Напряжение на катушке максимально в момент времени  $t = 3,0 \text{ с}$ .
- 2) Энергия катушки минимальна в момент времени  $t = 6,0 \text{ с}$ .
- 3) ЭДС источника тока равна 20 В.
- 4) Напряжение на резисторе в момент времени  $t = 5,0 \text{ с}$  равно 18 В.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 0 \text{ с}$  равен 18 В.

Ответ:

21

Ученик в эксперименте исследовал зависимость силы тока, протекающего через спираль лампочки накаливания, от приложенного к ней напряжения. Результаты измерений, приведённые ниже, выполнены с погрешностью: напряжение  $\pm 0,2 \text{ В}$ ; сила тока  $\pm 0,1 \text{ А}$ .

$U, \text{ В}$	0	0,8	1,6	2,0	3,2	3,6	4,4
$I, \text{ А}$	0	0,4	0,8	1,0	1,2	1,3	1,35

Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам измерений, представленным в таблице.

- 1) Сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению во всём интервале измеренных значений.
- 2) Сопротивление лампы постоянно во всём интервале измеренных значений напряжения.
- 3) Сопротивление лампы постоянно в интервале напряжений от 0 до 2,0 В.
- 4) Мощность электрического тока в лампе постоянна в интервале напряжений от 0 до 2,0 В.
- 5) Сопротивление лампы максимально при напряжении 4,4 В.

Ответ:

**Система оценивания заданий раздела 2.5**

За правильный ответ на задания 1–11 и 15 ставится по 1 баллу.

Задания 12–14, 16–21 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
<b>1</b>	3
<b>2</b>	2
<b>3</b>	4
<b>4</b>	4
<b>5</b>	1
<b>6</b>	3
<b>7</b>	2
<b>8</b>	3
<b>9</b>	3
<b>10</b>	2
<b>11</b>	4
<b>12</b>	35 или 53
<b>13</b>	24 или 42
<b>14</b>	45 или 54
<b>15</b>	3
<b>16</b>	14 или 41
<b>17</b>	34 или 43
<b>18</b>	14 или 41
<b>19</b>	12 или 21
<b>20</b>	45 или 54
<b>21</b>	35 или 53