

**Тренировочная работа в формате ЕГЭ  
по ФИЗИКЕ**

**11 КЛАСС**

Дата: \_\_\_\_ \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Вариант №: \_\_\_\_

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

*Желаем успеха!*

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

### 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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения между различными единицами

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

### 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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·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

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно

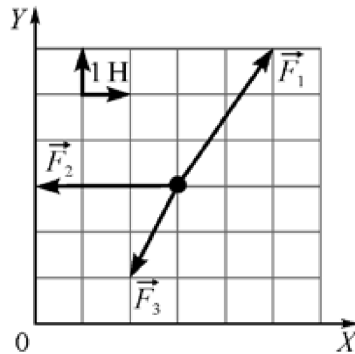
1

Точечное тело начало двигаться вдоль прямой с начальной скоростью 10 м/с и с постоянным ускорением. Через 5 секунд после начала движения тело вернулось в исходную точку. Чему был равен модуль ускорения тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2

Точечное тело массой 0,5 кг находится на гладкой горизонтальной плоскости  $XOY$ . На это тело одновременно начинают действовать постоянные силы, векторы которых изображены на рисунке. Масштаб сетки на рисунке равен 1 Н.



Чему равна проекция ускорения этого тела на ось  $OY$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

3

Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой 1500 кг. В таблице приведена зависимость высоты  $h$  этого груза над землёй от времени подъёма  $t$ . Какую мощность развивает кран при поднятии груза?

$h, \text{ м}$	3	6	9	12
$t, \text{ с}$	5	10	15	20

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

4

Тело, изготовленное из сосны, плавает в керосине, погрузившись в него на 30 % от своего полного объёма. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого меньше плотности сосны (либо пустые).
- 2) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого больше плотности керосина.
- 3) Внутри тела нет полостей.
- 4) Данное тело будет плавать в воде.
- 5) Средняя плотность тела равна  $240 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

По гладкой горизонтальной поверхности движутся поступательно навстречу друг другу два одинаковых шара. Модули скоростей шаров одинаковые, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Между шарами происходит абсолютно неупругое лобовое соударение. Этот опыт повторяют с теми же шарами, уменьшив модуль скорости каждого из них в три раза. Как для второго опыта по сравнению с первым изменились модуль суммарного импульса шаров и количество выделившейся при соударении теплоты?

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.

Модуль суммарного импульса шаров	Количество теплоты, выделившейся при соударении

6

Грузик массой 80 г движется вдоль оси  $OX$  так, что зависимость его кинетической энергии  $E$  от времени  $t$  задаётся формулой  $E = 25 - 10t + t^2$  (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.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

## ФОРМУЛА

А) Проекция скорости грузика на ось  $OX$

1)  $2t - 10$

Б) Модуль ускорения грузика

2) 2

3) 5

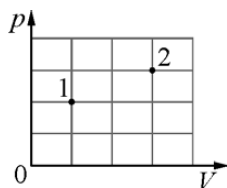
4)  $25 - 5t$

Ответ:

А	Б

7

В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 100 К (см. рисунок).



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

8

Каким должно быть отношение масс медного и чугунного тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов? Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_.

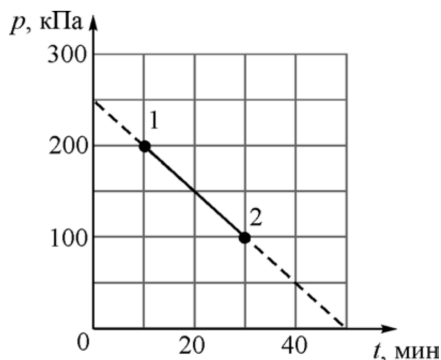
9

Идеальный одноатомный газ занимал объём 4 л при давлении 300 кПа. Затем газ расширился и стал занимать объём 6 л при давлении 150 кПа. В этом процессе газ совершил работу 550 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе, если масса газа в сосуде неизменна?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10

В сосуде находится два моля кислорода. В момент времени  $t = 0$  в сосуде приоткрывают клапан, через который газ начинает просачиваться из сосуда в окружающую среду. При этом температура газа в сосуде поддерживается равной 301 К. На рисунке изображён график зависимости давления  $p$  газа в сосуде от времени  $t$ .



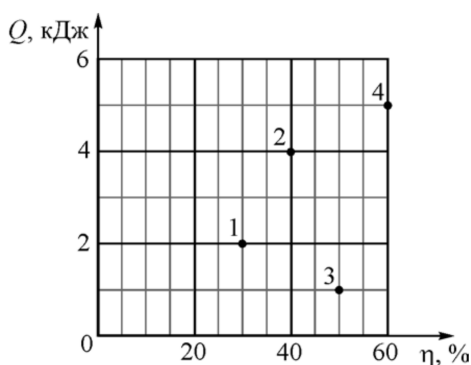
Выберите два верных утверждения относительно проведённого процесса.

- 1) Скорость утечки газа равна 0,04 моль/мин.
- 2) Объём сосуда равен  $\approx 2$  литра.
- 3) Начальная концентрация газа в сосуде была равна  $\approx 100 \text{ м}^{-3}$ .
- 4) Масса газа в сосуде в начальный момент времени была равна 56 г.
- 5) Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа в состоянии 1 в три раза больше, чем в состоянии 2.

Ответ: \_\_\_\_\_.

11

С одним молем идеального одноатомного газа последовательно проводят четыре различных циклических процесса, каждый раз измеряя совершённую за цикл работу и количество теплоты, отданное за цикл холодильнику. Этим процессам соответствуют пронумерованные точки на диаграмме. Вдоль горизонтальной оси этой диаграммы откладываются КПД  $\eta$  циклических процессов, а вдоль вертикальной оси – количества теплоты  $Q$ , полученной газом от нагревателя за один цикл.



Как изменится работа, совершённая газом за цикл, при переходе от цикла 1 к циклу 4?  
 Как изменится модуль количества теплоты, отдаваемой газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3?  
 Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

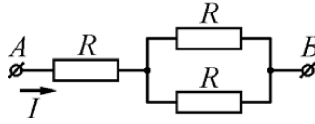
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа газа за цикл при переходе от цикла 1 к циклу 4	Модуль количества теплоты, отдаваемого газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3



12

Через участок цепи  $AB$ , схема которого изображена на рисунке, протекает постоянный ток. Напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 12 В. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление. Чему равно сопротивление каждого из резисторов, если за 5 с в данном участке цепи выделяется количество теплоты, равное 120 Дж?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

13

Прямолинейный проводник длиной 0,1 м, по которому течёт ток силой 5 А, расположен в однородном магнитном поле под углом  $90^\circ$  к линиям его магнитной индукции. Каков модуль индукции данного магнитного поля, если сила, действующая на этот проводник со стороны магнитного поля, равна по модулю 0,2 Н?

Ответ: \_\_\_\_\_ Тл.

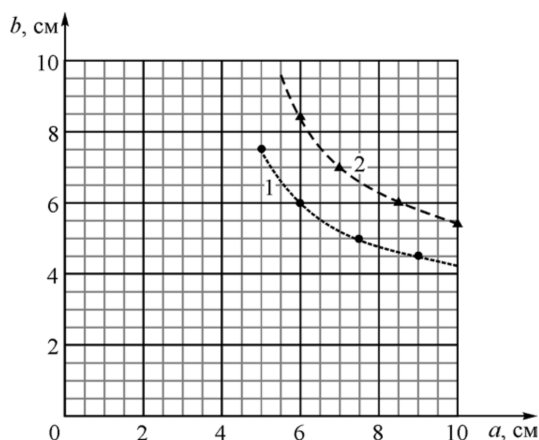
14

Свет распространяется в стеклянной пластине с показателем преломления 1,5. Определите скорость света в этом стекле.

Ответ: \_\_\_\_\_ км/с.

15

Небольшой предмет располагают на расстоянии  $a$  от тонкой собирающей линзы и получают с её помощью изображение этого предмета, расположенное на расстоянии  $b$  от линзы. На рисунке изображены графики зависимостей  $b$  от  $a$  для двух тонких собирающих линз 1 и 2.



Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) Фокусное расстояние линзы 1 равно 3 см.
- 2) Фокусное расстояние линзы 1 больше фокусного расстояния линзы 2 на 1,5 см.
- 3) Оптическая сила линзы 1 больше оптической силы линзы 2.
- 4) Если предмет расположен на расстоянии 5 см от линзы 1, то изображение этого предмета будет увеличено в 2 раза.
- 5) При одинаковом расстоянии от линз до предметов линза 1 будет давать изображение с бóльшим увеличением.

Ответ: \_\_\_\_\_.

16

Дифракционная решётка освещается красным светом. На экране, установленном за решёткой параллельно ей, возникает дифракционная картина, состоящая из тёмных и светлых вертикальных полос. Как изменятся расстояние между соседними светлыми полосами и число наблюдаемых тёмных полос, если освещать эту же решётку зелёным светом?

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.

Расстояние между соседними светлыми полосами	Число наблюдаемых тёмных полос

17

Пучок света переходит из стекла в воздух. Частота световой волны в стекле равна  $\nu$ , а длина волны в воздухе равна  $\lambda$ . Абсолютный показатель преломления стекла равен  $n$ . Установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами.

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

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

## ФОРМУЛА

А) длина волны в стекле

1)  $\lambda \nu$

Б) скорость света в стекле

2)  $\frac{\lambda \nu}{n}$

3)  $\frac{\lambda}{n}$

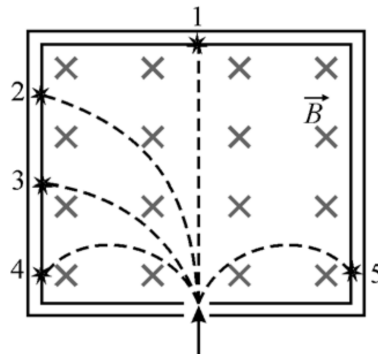
4)  $n\lambda$

Ответ:

А	Б

18

На рисунке изображены треки  $\alpha$ -частицы, электрона, позитрона, нейтрона и протона, движущихся в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рисунка. Скорости всех частиц в момент их попадания в поле одинаковые. Определите массовое и зарядовое число частицы, которая обозначена номером 1.



Массовое число	Зарядовое число

**19**

В первом эксперименте наблюдается радиоактивный распад некоторого изотопа, имеющего период полураспада  $T$ . При постановке второго опыта увеличили начальную массу того же самого изотопа и проводили наблюдения при более высокой температуре. Как во втором опыте, по сравнению с первым, изменяются период полураспада изотопа и число ядер, распадающихся за время  $T$ ?

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.

Период полураспада изотопа	Число ядер, распадающихся за время $T$

**20**

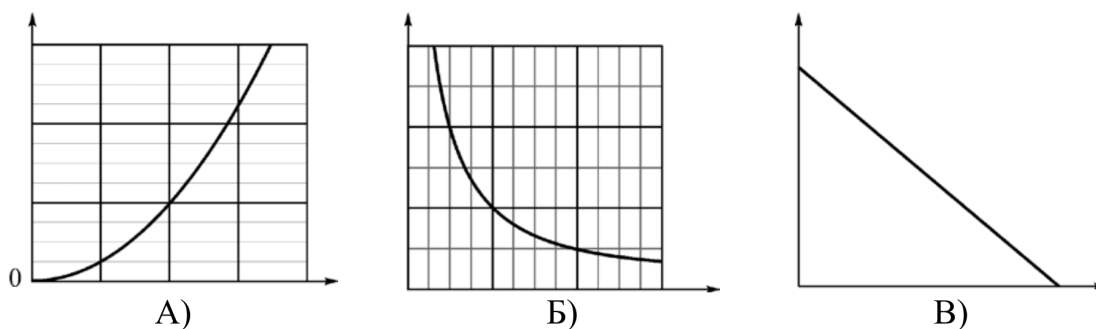
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При переходе искусственного спутника Земли на более высокую орбиту его центростремительное ускорение увеличивается.
- 2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия не изменяется.
- 3) Во всех твёрдых металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов.
- 4) При переходе электромагнитных волн из стекла в воздух длина волны увеличивается.
- 5) При электронном  $\beta$ -распаде радиоактивных ядер заряд ядра уменьшается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

21

На рисунке изображены три графика:



Установите соответствие между этими графиками А), Б) и В) и зависимостями физических величин, обозначенных цифрами 1–5. Для каждого графика А–В подберите соответствующую зависимость и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- 1) зависимость потенциальной энергии материальной точки от высоты её поднятия над уровнем земли (который принят за начало отсчёта потенциальной энергии)
- 2) зависимость кинетической энергии материальной точки массой  $m$  от её импульса
- 3) зависимость модуля силы гравитационного взаимодействия двух материальных точек от расстояния между ними
- 4) зависимость энергии фотона от длины его волны
- 5) зависимость модуля скорости камня, брошенного вертикально вверх, от времени (при движении от момента броска до момента подъёма на максимальную высоту)

Ответ:

А	Б	В

22

Мультиметр – это комбинированный электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций. Он может выполнять функции вольтметра, амперметра и омметра.

Определите по фотографии напряжение, измеряемое с помощью мультиметра, если погрешность прямого измерения равна цене деления шкалы вольтметра.



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



23

Для экспериментальной проверки закона Гей-Люссака ученику был выдан комплект оборудования для практических заданий по теме «Газовые законы». В состав этого комплекта входят:

- 1) манометр;
- 2) сосуд постоянного объёма, снабжённый нагревательным элементом, встроенным термометром и клапаном для подсоединения манометра;
- 3) вертикальный цилиндрический сосуд с гладкими стенками, закрытый сверху массивным поршнем, снабжённый нагревательным элементом и встроенным термометром;
- 4) секундомер;
- 5) линейка.

Укажите номера двух приборов, которые необходимо использовать ученику для проверки указанного закона.

Ответ:

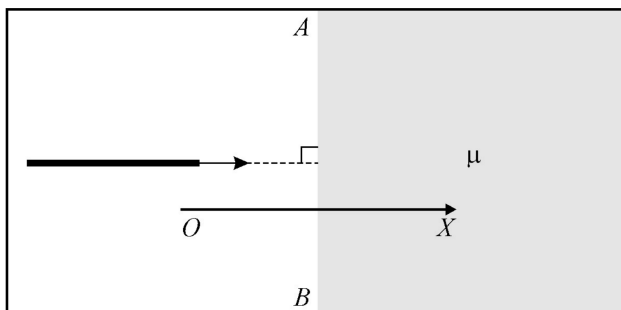
--	--

## Часть 2

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания ( 24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

24

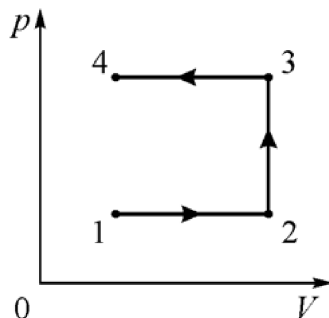
Одна половина поверхности большого горизонтального стола очень гладкая, а другая половина – шероховатая. По гладкой половине стола скользит в направлении к шероховатой половине тонкий однородный стержень. Вектор начальной скорости стержня направлен вдоль него и составляет угол  $90^\circ$  с границей  $AB$  раздела гладкой и шероховатой половин стола (на рисунке изображён вид сверху, направление движения указано стрелкой). Коэффициент трения между стержнем и столом равен  $\mu$ . В момент времени  $t_1 > 0$  стержень начинает пересекать границу  $AB$ , в момент времени  $t_2$  он целиком оказывается на шероховатой половине, обладая при этом отличной от нуля скоростью. В момент времени  $t_3$  стержень останавливается, целиком находясь при этом на поверхности стола.



Пусть ось  $OX$  направлена вдоль стержня. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости проекции ускорения стержня на ось  $OX$  от времени  $t$ . Объясните построение графика, указав явления и закономерности, которые Вы при этом использовали. На осях координат обозначьте физические величины в «особых» точках графика (максимумы, минимумы, разрывы, точки излома графика), если они есть.

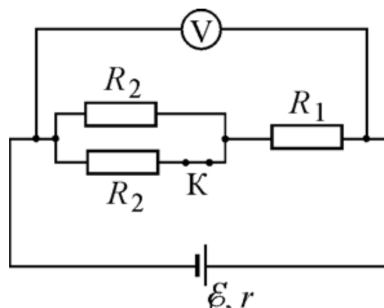
25

С идеальным одноатомным газом в количестве 0,2 моля проводят процесс 1–2–3–4, изображённый на  $pV$ -диаграмме. Известно, что работа, совершаемая газом в процессе 1–2, в три раза меньше работы, которую совершают внешние силы над газом в процессе 3–4. Какое количество теплоты получает газ в процессе 2–3, если температура газа в состоянии 2 равна 300 К? Ответ выразите в Дж и округлите до целого числа.



26

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника напряжения с ЭДС 7 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, трёх резисторов, идеального вольтметра и замкнутого ключа К. Известно, что  $R_1 = 1$  Ом и  $R_2 = 3$  Ом.



Определите, на какую величину изменится показание вольтметра, если разомкнуть ключ.

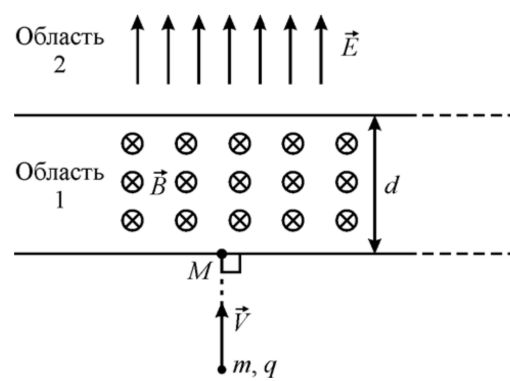
27

Свинцовая пуля массой  $m_1 = 10$  г при температуре  $t_1 = 100$  °С, летящая со скоростью  $v = 500$  м/с, попадает в неподвижную медную сферу массой  $m_2 = 200$  г, содержащую внутри лёд массой  $m_3 = 50$  г при температуре  $t_2 = 0$  °С, и застревает там, при этом сфера не вращается. Какая температура  $t_3$  установится в системе после достижения теплового равновесия, если пуля и сфера находятся в невесомости и не обмениваются теплотой с другими телами?

28

Частица массой  $m = 8 \cdot 10^{-10}$  кг с отрицательным зарядом  $|q| = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл влетает с начальной скоростью  $V = 20$  м/с в область пространства 1 шириной  $d = 20$  см, в которой создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 2$  Тл. Начальная скорость частицы направлена перпендикулярно границе области 1. После вылета из области 1 частица попадает в непосредственно граничащую с ней протяжённую область 2, в которой создано однородное электростатическое поле напряжённостью  $E = 20$  В/м. Направления линий магнитного и электрического полей в областях 1 и 2 показаны на рисунке. На каком расстоянии от точки М попадания в область 1 частица вылетит из неё, двигаясь в противоположном направлении, пройдя области обоих полей?



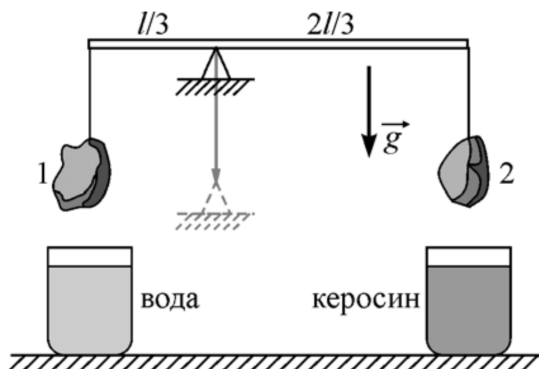


29

Во время мощного снегопада в Москве 12-14 февраля 2021 года школьник решил оценить некоторые его параметры. Он для начала определил средний размер (диаметр) снежинок  $d = 1$  см, которые при полном безветрии падали по вертикали с постоянной скоростью  $v$ , равномерно распределяясь по объёму воздуха, и пролетали за время  $t_1 = 3$  с расстояние  $h_1 = 6$  м. Затем школьник подсчитал среднее число снежинок  $N$ , выпадающих за время  $t_2 = 3$  с на горизонтальную фанерку площадью  $S = 0,5$  м<sup>2</sup>, и оказалось, что  $N = 50$ . На основании этих данных школьник оценил «дальность прямой видимости»  $L$  в снегопад, то есть расстояние от наблюдателя, за пределами которого предметы уже будут не видны. Оцените и Вы это значение  $L$ .

30

К концам лёгкого стержня длиной  $l$ , лежащего на клиновидной опоре, установленной на расстоянии  $l/3$  от его левого конца, подвешены на невесомых нитях два тяжёлых груза 1 и 2 с плотностями  $\rho_1$  (слева) и  $\rho_2$  (справа). Стержень находится в равновесии в горизонтальном положении (см. рисунок).



Затем, опустив точку опоры стержня, грузы полностью погрузили в стаканы с жидкостями – водой слева и керосином справа, и при этом равновесие стержня сохранилось. Чему равно отношение плотностей грузов  $\rho_2/\rho_1$ ? Какие законы Вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.