

**Районная репетиционная работа по физике в форме единого государственного экзамена в 11-х классах в 2020-2021 учебном году**

Вариант 1

***Инструкция по выполнению работы***

На выполнение работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 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 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является число. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 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.

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 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

### Масса частиц

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

### *Астрономические величины*

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

### *Плотность*

воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосны)	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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

### *Удельная теплота*

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

### *Нормальные условия*

давление: $10^5 \text{ Па}$ , температура: $0 \text{ °C}$
---

### *Молярная масса*

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

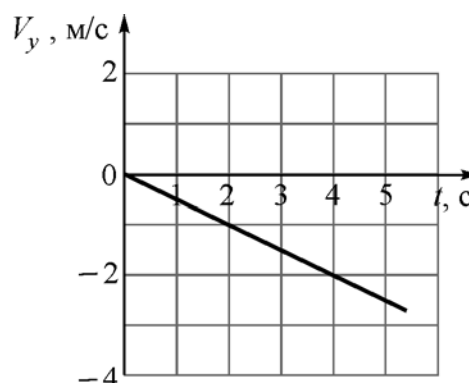
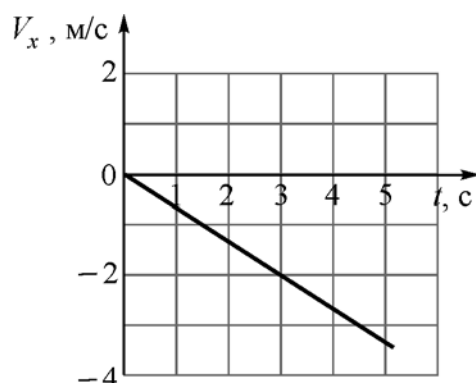
## Часть 1

**Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

- 1** Точечное тело начало двигаться вдоль прямой с постоянным ускорением, равным по модулю  $4 \text{ м/с}^2$ , и через 6 секунд после начала движения вернулось в исходную точку. Чему был равен модуль начальной скорости тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 2** Точечное тело массой  $2,4 \text{ кг}$  движется прямолинейно вдоль горизонтальной плоскости  $OXY$ . На графиках показано, как зависят от времени  $t$  проекции скорости этого тела на координатные оси. Чему равна проекция на ось  $OX$  силы, действующей на это тело?



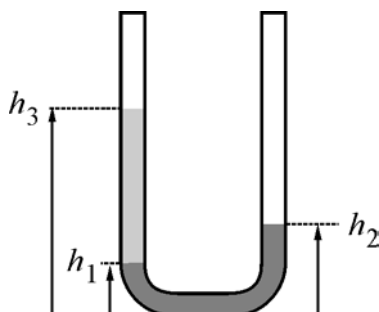
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 3** Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой  $1000 \text{ кг}$ . В таблице приведена зависимость высоты  $h$  этого груза над землёй от времени подъёма  $t$ . Какую мощность развивает кран при поднятии груза?

$h, \text{ м}$	2	4	6	8
$t, \text{ с}$	5	10	15	20

Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.

- 4 В U-образную трубку сначала наливают воду, а затем в одно из колен доливают поверх воды масло. Плотность масла  $750 \text{ кг/м}^3$ . Верхний уровень масла находится на высоте  $h_3 = 48 \text{ см}$  от основания трубки, а граница между маслом и водой – на высоте  $h_1 = 12 \text{ см}$ . На какой высоте  $h_2$  находится верхний уровень воды в другом колене трубки?



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 5 Математический маятник представляет собой тяжёлый шарик, подвешенный на нерастяжимой нити длиной  $1 \text{ м}$ . Этот маятник совершает малые свободные колебания так, что нить всё время находится в одной вертикальной плоскости и отклоняется от вертикали на максимальный угол  $3^\circ$ . Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение маятника.

- 1) Ускорение шарика всегда направлено вдоль его нити.
- 2) Ускорение шарика постоянно по модулю.
- 3) Период колебаний маятника равен примерно  $2 \text{ с}$ .
- 4) Угол между вектором скорости шарика и горизонтом не может быть больше  $3^\circ$ .
- 5) Модуль скорости шарика может быть больше  $25 \text{ см/с}$ .

Ответ:

--	--

6

Точечное тело покоится на гладкой горизонтальной поверхности. С этим телом проводят два опыта. В обоих опытах в момент времени  $t = 0$  на тело начинает действовать постоянная горизонтальная сила  $F_0$ , направленная вдоль оси  $OX$ . В первом опыте в момент времени  $t = 3$  с эта сила, не изменяясь по модулю, меняет направление на  $90^\circ$  – начинает действовать вдоль оси  $OY$ . Во втором опыте в момент времени  $t = 3$  с сила меняет направление на  $90^\circ$  (начинает действовать вдоль оси  $OY$ ) и в этот же момент увеличивается по модулю в 2 раза (становится равной  $2F_0$ ). Определите, как для второго опыта по сравнению с первым опытом изменятся физические величины, указанные в таблице.

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.

Проекция скорости тела на ось $OX$ в момент времени $t = 5$ с	Модуль перемещения тела за первые четыре секунды движения

7

Тело массой  $m$  покоится на шероховатой наклонной плоскости, которая составляет угол  $\alpha$  с горизонтом.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить.

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

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

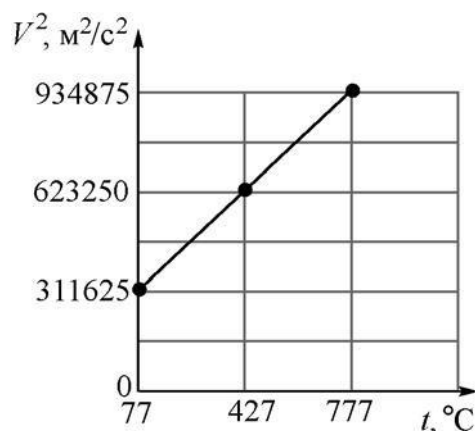
- А) Модуль силы трения, действующей со стороны наклонной плоскости на тело
- Б) Модуль полной силы реакции, действующей со стороны наклонной плоскости на тело

- 1)  $mg$
- 2)  $mg \cos \alpha$
- 3)  $mg \sin \alpha$
- 4)  $\mu mg \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

- 8 На рисунке изображён график зависимости величины среднего значения квадрата скорости молекул идеального газа от температуры. Определите молярную массу этого газа. Ответ выразите в г/моль и округлите до целого числа.

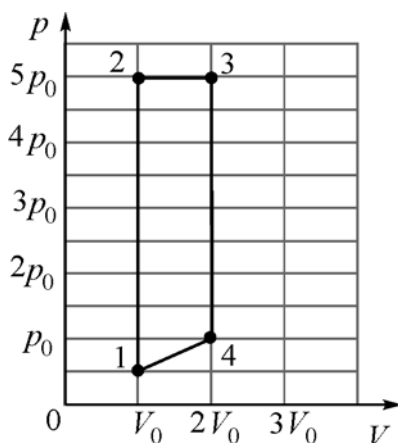


Ответ: \_\_\_\_\_ г/моль.

- 9 Для приведения в действие паровой машины в топке сжигают каменный уголь. Температура в топке составляет 1200 °С. Считая, что в качестве холодильника паровая машина использует атмосферу, температура которой равна 20 °С, определите максимальный теоретически возможный КПД этой паровой машины. Ответ выразите в процентах и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 10 Два моля идеального одноатомного газа находятся в состоянии 1 (см. рис.) при температуре 200 К. Газ совершает циклический процесс, изображённый на диаграмме.



Какое количество теплоты получает газ на участке 1–2 этого циклического процесса? Ответ выразите в кДж и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

11

На дно сосуда, в котором находился сухой воздух, налили немного воды, после чего герметично закрыли сосуд крышкой и оставили его на продолжительное время. Начальные температуры воздуха и воды были одинаковыми. Сосуд может обмениваться теплотой с окружающей средой. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то вся вода испарится.
- 2) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то испарится только часть воды.
- 3) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то при некотором строго определённом объёме сосуда в нём установится относительная влажность воздуха, равная 100 %.
- 4) В установившемся состоянии средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул водяного пара больше средней кинетической энергии хаотического теплового движения молекул азота, входящего в состав воздуха.
- 5) В установившемся состоянии молекулы водяного пара и молекулы кислорода, входящего в состав воздуха, обладают одинаковыми средними кинетическими энергиями хаотического теплового движения.

Ответ:

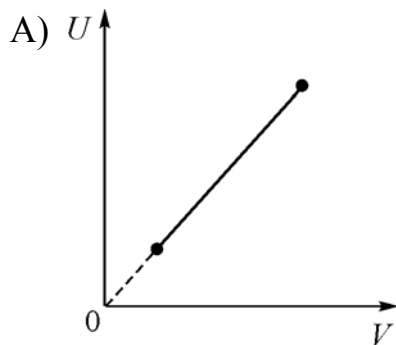
--	--



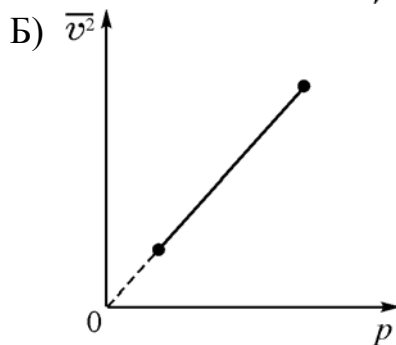
12

В таблице изображены графики зависимостей внутренней энергии  $U$  идеального газа от его объёма  $V$ , а также среднего значения квадрата скорости хаотического движения молекул идеального газа от его давления  $p$ . В обоих случаях количество газа является постоянным. Установите соответствие между графиками и названиями термодинамических процессов, в которых участвует газ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ  
ПРОЦЕСС

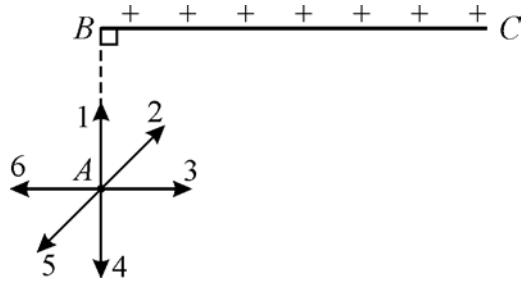
- 1) изотермический
- 2) изохорный
- 3) изобарный
- 4) адиабатный



Ответ:

А	Б

- 13** Положительный электрический заряд равномерно распределён по очень длинной непроводящей нити  $BC$ . Точка  $A$  находится напротив одного из концов этой нити, так, что отрезки  $AB$  и  $BC$  перпендикулярны. Куда направлен вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого в точке  $A$  заряженной нитью? В качестве ответа запишите номер стрелки (целое число от 1 до 6).



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14** Сколько электронов проходит за 10 минут через поперечное сечение цилиндрического проводника, по которому течёт постоянный электрический ток силой 2 А? Ответ поделите на  $10^{20}$  и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 15** Катушка сопротивлением 5 Ом подключена к идеальной батарее с ЭДС 10 В. При этом через катушку протекает постоянный ток, и в ней запасена энергия 10 мДж. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

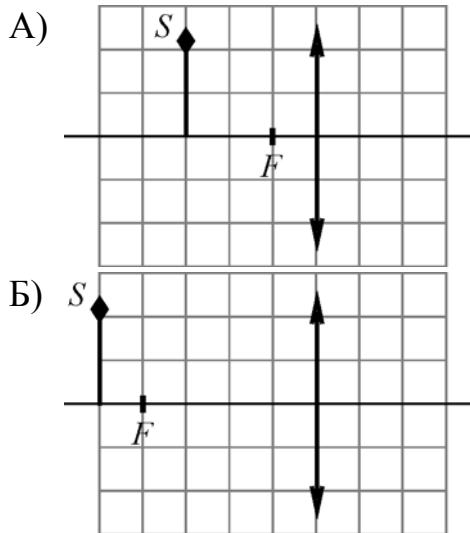


18

Оптическая система состоит из тонкой собирающей линзы и предмета  $S$ . Установите соответствие между схемами оптических систем и увеличениями оптических систем. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМА  
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

УВЕЛИЧЕНИЕ  
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



- 1) 0,25
- 2) 0,5
- 3) 2
- 4) 4

Ответ:

А	Б

19

Из известных изотопов свинца самый лёгкий обозначается  $^{178}_{82}\text{Pb}$ , а самый тяжёлый –  $^{220}_{82}\text{Pb}$ . Сколько протонов  $Z$  содержит ядро свинца и на какую величину  $\Delta N$  число нейтронов в ядре самого тяжёлого известного изотопа свинца превышает число нейтронов в ядре его самого лёгкого известного изотопа?

Заряд ядра $Z$	Превышение $\Delta N$

20

Определите период полураспада изотопа некоторого элемента, если известно, что в среднем за сутки распадается 11625 ядер из 12000. Ответ выразите в сутках и округлите до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ суток.

- 21** Атом водорода переходит из возбужденного состояния в основное. При этом испускается фотон, который уносит энергию. Установите соответствие между уносимой фотоном энергией и номером энергетического уровня, с которого осуществляется переход электрона.  
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЭНЕРГИЯ, УНОСИМАЯ ФОТОНОМ	НОМЕР N УРОВНЯ, С КОТОРОГО ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПЕРЕХОД ЭЛЕКТРОНА
А) 13,06 эВ	1) $n = 2$
Б) 12,09 эВ	2) $n = 3$
	3) $n = 4$
	4) $n = 5$

Ответ:

А	Б

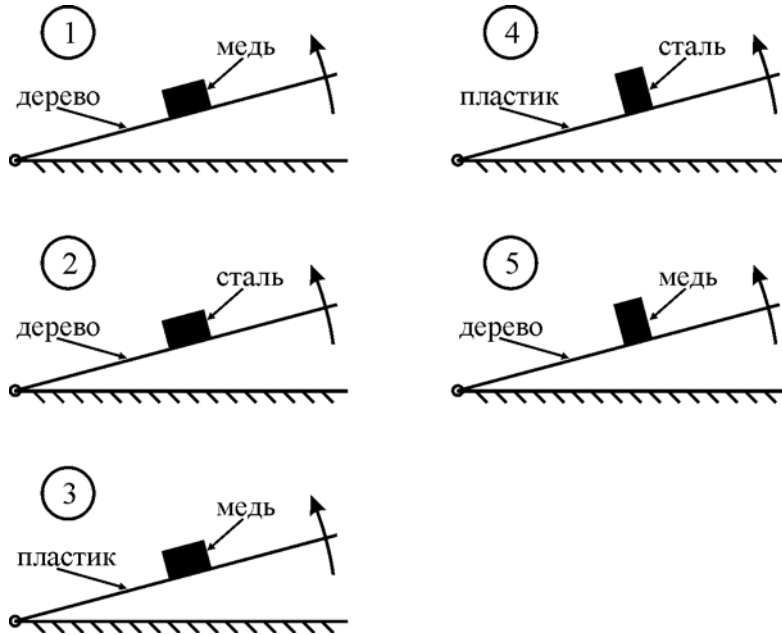
- 22** Мультиметр – это комбинированный электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций. Он может выполнять функции вольтметра, амперметра и омметра.  
Определите по фотографии напряжение, измеряемое с помощью мультиметра, если погрешность прямого измерения равна цене деления шкалы вольтметра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± □ ) В.

23

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли коэффициент трения скольжения от площади соприкасающихся при трении поверхностей. Для этого можно использовать наклонный трибометр – это наклонная плоскость, угол наклона которой к горизонту можно изменять. На эту плоскость кладут брусок и медленно увеличивают угол её наклона до тех пор, пока брусок не начинает скользить. Какие две установки нужно использовать для проведения такого исследования, если все бруски до начала скольжения не переворачиваются?



Ответ: \_\_\_\_\_.

Вам предоставлена информация о некоторых спутниках Юпитера.

Имя	Диаметр, км *	Масса, кг	Радиус орбиты, км **	Орбитальный период, сут
Метида	60×40×34	$3,6 \cdot 10^{16}$	127 700	0,295
Адрастея	20×16×14	$2,0 \cdot 10^{15}$	128 700	0,298
Амальтея	250×146×128	$2,1 \cdot 10^{18}$	181 400	0,498
Фива	116×98×84	$4,3 \cdot 10^{17}$	221 900	0,674
Ио	3643	$8,9 \cdot 10^{22}$	421 700	1,77
Европа	3122	$4,8 \cdot 10^{22}$	671 000	3,55
Ганимед	5262	$1,5 \cdot 10^{23}$	1 070 400	7,15
Каллисто	4821	$1,1 \cdot 10^{23}$	1 882 700	16,69

\* Для спутников неправильной формы даны размеры по трём осям.

\*\* Орбиты этих спутников круговые и лежат в одной плоскости.

Выберите *все* верные утверждения, которые соответствуют данным в таблице характеристикам.

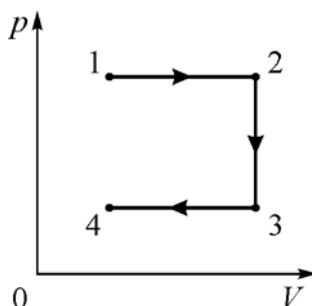
- 1) Орбитальная скорость Адрастеи выше, чем Амальтеи.
- 2) Ускорение свободного падения на Каллисто больше, чем земное.
- 3) Объём Метиды больше, чем объём Фивы.
- 4) Средняя плотность Ио выше, чем Ганимеда.
- 5) Расстояние между Ганимедом и Европой в процессе их движения меняется больше, чем в 4 раза.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

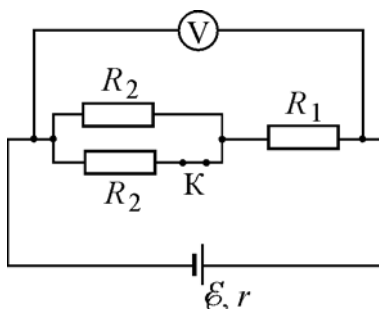
*Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 25** С идеальным одноатомным газом в количестве  $0,1$  моля проводят процесс  $1-2-3-4$ , изображённый на  $pV$ -диаграмме. Известно, что работа, совершаемая газом в процессе  $1-2$ , в три раза больше работы, которую совершают внешние силы над газом в процессе  $3-4$ . Какое количество теплоты отдает газ в процессе  $2-3$ , если температура газа в состоянии  $3$  равна  $300$  К? В качестве ответа запишите модуль количества теплоты, округлив результат до целого числа.



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 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  $K$ . Известно, что  $R_1 = 1$  Ом и  $R_2 = 3$  Ом.



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

Ответ: \_\_\_\_\_ В.



**Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**27**

Согласно предположению И. Ньютона, которое он проверил экспериментально, тепловая мощность, отдаваемая нагретым до температуры  $T$  телом в окружающую среду с более низкой температурой  $T_0$ , пропорциональна разности температур тела и среды. Отсюда следует, что скорость охлаждения тела  $dT/dt = -k(T - T_0)$ . Это уравнение можно решать численно, действуя следующим образом. Разобьём время охлаждения тела на одинаковые интервалы  $\Delta t$ , в течение каждого из которых будем считать разность температур  $T_i - T_0$  постоянной. Затем найдём величину  $\Delta T_i = -k(T_i - T_0)\Delta t$  – это изменение температуры тела за интервал времени  $\Delta t$ . Продолжая такую процедуру, можно определить ход зависимости  $T(t)$ .

Пусть старинный чугунный утюг массой  $m = 1,8$  кг остывает от  $200$  °С до  $100$  °С в воздухе с температурой  $T_0 = 20$  °С. Выберем  $\Delta t = 3$  мин. Удельная теплоёмкость чугуна  $c = 500$  Дж/кг, коэффициент  $k = 0,05$  мин<sup>-1</sup>. Рассчитайте, чему будет равна температура утюга через 3 мин, 6 мин, 9 мин и т. д. с момента начала остывания до момента достижения конечной температуры.

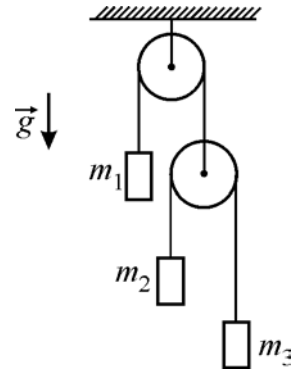
1) Постройте по найденным точкам график зависимости температуры  $T$  утюга от времени  $t$ . 2) За какое время  $t_0$  утюг остынет от  $200$  °С до  $100$  °С? 3) Чему равна средняя мощность теплоотдачи утюга во внешнюю среду за время остывания  $t_0$ ? Поясните ответы на эти вопросы, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали при решении задачи.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

**28**

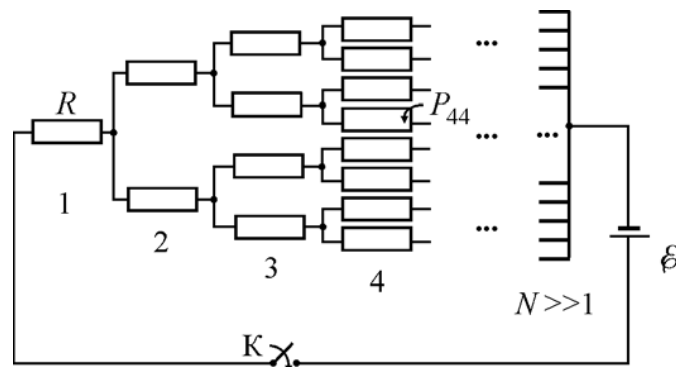
Одним из вариантов снабжения питьевой водой населения Крыма, пострадавшего от сильной засухи, может стать «получение воды из воздуха»! На самом деле, влага всегда содержится в воздухе, и при понижении его температуры ниже «точки росы» избыток воды конденсируется в виде капель на холодной поверхности, и стекающую с неё воду можно собирать. Предположим, что в Крыму относительная влажность воздуха при температуре  $T_1 = 30$  °С равна  $\varphi_1 = 50$  %, и мы его прокачиваем через теплообменник со сборником воды, охлажденный до температуры  $T_2 = 3$  °С. Какой объём такого воздуха надо прокачать через теплообменник, чтобы набрать бутылку воды объёмом  $V = 1$  литр? Давления насыщенных паров воды при этих температурах равны, соответственно,  $p_{н1} = 31,8$  мм рт. ст. и  $p_{н2} = 5,7$  мм рт. ст. (1 мм рт. ст.  $\approx 133$  Па).

- 29 На рисунке изображена механическая система, состоящая из двух идеальных блоков, двух невесомых и нерастяжимых нитей и трёх грузов массами  $m_1 = 3$  кг,  $m_2 = m_3 = 2$  кг, подвешенных на концах нитей. Определите, чему равна сила натяжения  $T_1$  нити, к которой подвешен груз  $m_1$ .



- 30 Царь-колокол был отлит в 1730 году по указу Анны Иоанновны из оловянистой бронзы и имеет массу 202 тонны. Его так и не смогли поднять на колокольню, и в 1737 году во время «великого пожара» в Москве его, по одной из версий, усиленно обливали водой, чтобы он не расплавился (температура плавления бронзы около  $1000$  °С). В результате из-за неравномерного охлаждения колокол растрескался и от него откололся кусок массой  $M$  около 12 тонн. Пусть этот кусок охлаждали водой, температура которой была равна  $20$  °С. Оцените, какой объём занимает водяной пар сразу после испарения воды, вылитой на осколок, если он охлаждается от  $900$  °С до  $100$  °С. Считайте, что вся вода при попадании на металл сразу испаряется, а удельная теплоёмкость бронзы близка к теплоёмкости меди и составляет  $c_6 = 380$  Дж/(кг·К). Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па.

- 31 Школьник собрал электрическую цепь из очень большого числа одинаковых резисторов сопротивлением  $R = 10$  Ом каждый (см. схему цепи на рис.).



Левый вывод цепи он присоединил к «минусу» идеальной батареи с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В. В этой цепи на каждом следующем «шаге» (номер 1, 2, 3, 4, ...,  $N \gg 1$ ) к правому концу каждого резистора присоединяются параллельно ещё два резистора, а в конце цепи все правые выводы резисторов присоединяются к «плюсу» батареи. Какая мощность  $P_{44}$  будет выделяться в четвертом сверху резисторе из 4-го «шага» цепи после замыкания ключа К? (Этот резистор показан на схеме стрелкой.)

При наведении фотокамеры «на резкость» плоскость изображения совмещается с плоскостью плёнки или оптической матрицы. При этом каждой точке в плоскости предмета соответствует точка изображения. Однако, если снимаемый объект имеет «глубину» в направлении оптической оси объектива, то предметы, расположенные ближе или дальше, получаются «нерезкими», так как изображения их точек лежат дальше или ближе плёнки. «Глубиной резкости» называется продольный размер «области предметов», в пределах которого они ещё видны «чётко», то есть размытие точек изображения не превышает определённой величины. Глубину резкости можно увеличить, если уменьшить диаметр отверстия (диафрагмы), пропускающего свет через объектив внутрь камеры.

Рассмотрите случай, когда предмет (точка) находится на расстоянии  $d = 10$  м на оптической оси объектива (тонкой линзы) с фокусным расстоянием  $F = 48$  мм и диаметром диафрагмы  $D = 30$  мм. Оцените, на каком расстоянии  $\Delta d$  ближе к объективу может располагаться другая точка, чтобы её изображение оставалось чётким, то есть радиус размытой точки на плёнке не превышал 0,01 мм? Решение поясните чертежом, изобразив на нём ход лучей в оптической системе.

