

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

Вариант 2

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

**Удельная теплота**

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$
---

**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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

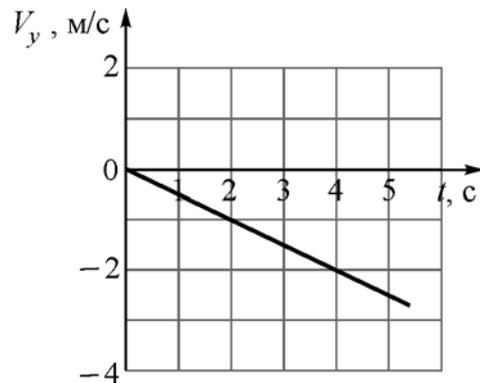
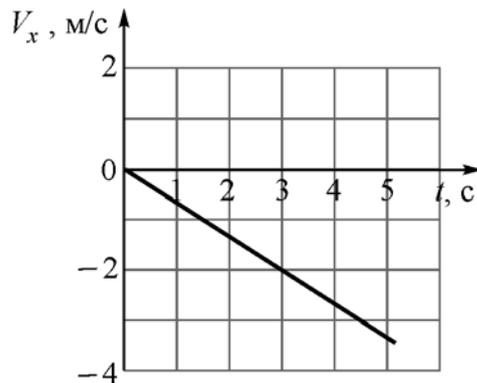
### Часть 1

*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 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 5 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  $OY$  силы, действующей на это тело?



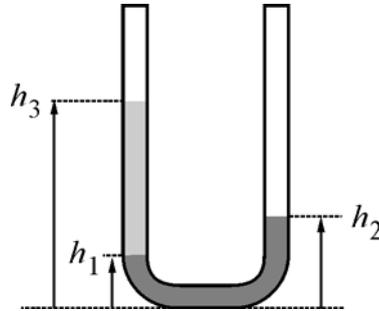
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 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 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  $h_3 = 32,5 \text{ см}$  от основания трубки, а верхний уровень воды в другом колене трубки – на высоте  $h_2 = 26 \text{ см}$ . На какой высоте  $h_1$  находится граница между маслом и водой?



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 5 Математический маятник представляет собой тяжёлый шарик, подвешенный на нерастяжимой нити длиной  $1,6 \text{ м}$ . Этот маятник совершает малые свободные колебания так, что нить всё время находится в одной вертикальной плоскости и отклоняется от вертикали на максимальный угол  $5^\circ$ . Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение маятника.

- 1) Ускорение шарика всегда направлено вдоль вектора силы тяжести.
- 2) Ускорение шарика постоянно по направлению.
- 3) Период колебаний маятника равен примерно  $2,5 \text{ с}$ .
- 4) Угол между вектором скорости шарика и горизонтом может быть больше  $3^\circ$ .
- 5) Модуль скорости шарика не 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.

Модуль скорости тела в момент времени $t = 5$ с	Проекция ускорения тела на ось $OX$ в момент времени $t = 4$ с

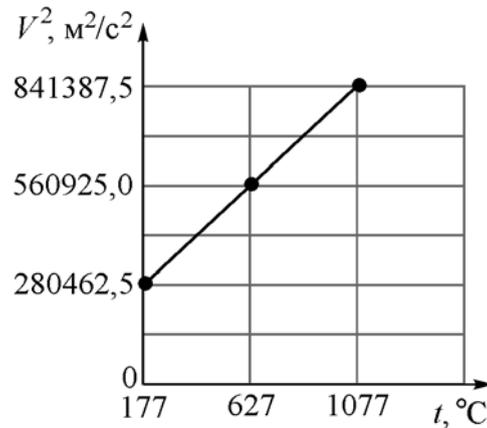
- 7** Тело массой  $m$  покоится на шероховатой наклонной плоскости, которая составляет угол  $\alpha$  с горизонтом. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Модуль силы трения, действующей со стороны тела на наклонную плоскость	1) $mg$
Б) Модуль нормальной силы реакции, действующей со стороны наклонной плоскости на тело	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.

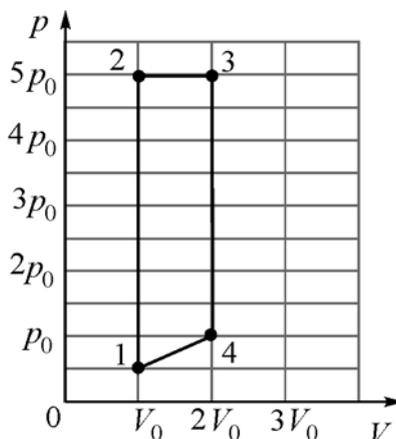


Ответ: \_\_\_\_\_ г/моль.

- 9 Для приведения в действие паровой машины в топке сжигают дрова. Температура в топке составляет  $850\text{ }^\circ\text{C}$ . Считая, что в качестве холодильника паровая машина использует атмосферу, температура которой равна  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , определите максимальный теоретически возможный КПД этой паровой машины. Ответ выразите в процентах и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 10 Два моля идеального одноатомного газа совершают циклический процесс, изображённый на диаграмме (см. рис.). Температура газа в состоянии 2 равна  $2000\text{ K}$ .



Какое количество теплоты получает газ на участке 2–3 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. Содержимое сосуда не может обмениваться теплотой с окружающей средой. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

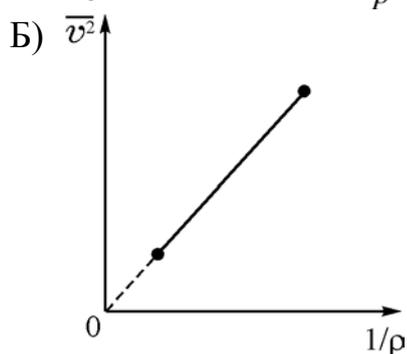
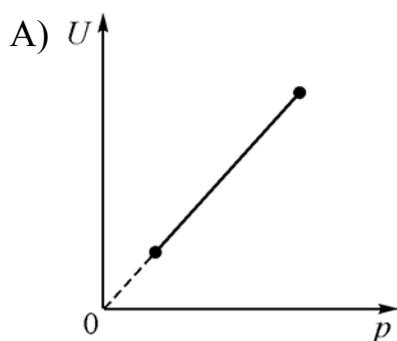
- 1) Температура содержимого сосуда останется неизменной.
- 2) Температура содержимого сосуда понизится.
- 3) Температура содержимого сосуда повысится.
- 4) В установившемся состоянии средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул водяного пара меньше средней кинетической энергии хаотического теплового движения молекул кислорода, входящего в состав воздуха.
- 5) В установившемся состоянии молекулы водяного пара и молекулы азота, 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 давления  $p$ , а также среднего значения квадрата скорости хаотического движения молекул идеального газа от его обратной плотности. 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



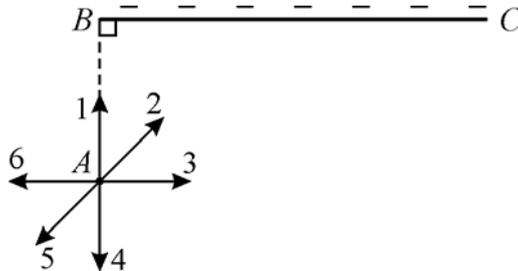
## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

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

Ответ:

А	Б

- 13** Отрицательный 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** Чему равна сила электрического тока, протекающего в цилиндрическом проводнике, если известно, что за 15 минут через его поперечное сечение проходит  $9 \cdot 10^{21}$  электронов?

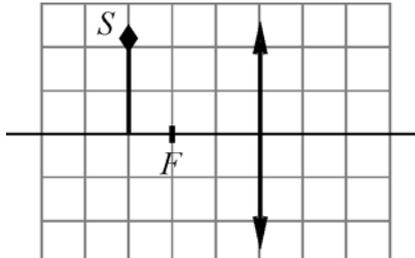
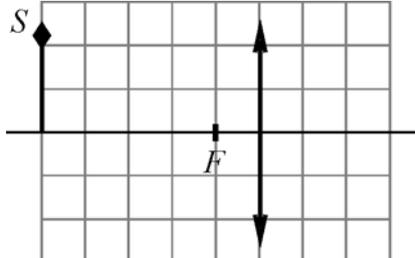
Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 15** катушка индуктивностью  $0,4$  мГн подключена к идеальной батарее с ЭДС  $30$  В. При этом через катушку протекает постоянный ток, и в ней запасена энергия  $20$  мДж. Чему равно сопротивление катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.



- 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.

	УВЕЛИЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМ
<p><b>СХЕМА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМ</b></p> <p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) 0,25</p> <p>2) 0,5</p> <p>3) 2</p> <p>4) 4</p>

Ответ:

А	Б

- 19** Из известных изотопов олова самый лёгкий обозначается  $^{99}_{50}\text{Sn}$ , а самый тяжёлый —  $^{138}_{50}\text{Sn}$ . Сколько протонов  $Z$  содержит ядро олова и на какую величину  $\Delta N$  число нейтронов в ядре самого тяжёлого известного изотопа олова 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 13125 ядер из 14000. 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) 12,75 эВ	1) $n = 2$
Б) 10,20 эВ	2) $n = 3$
	3) $n = 4$
	4) $n = 5$

Ответ:

А	Б

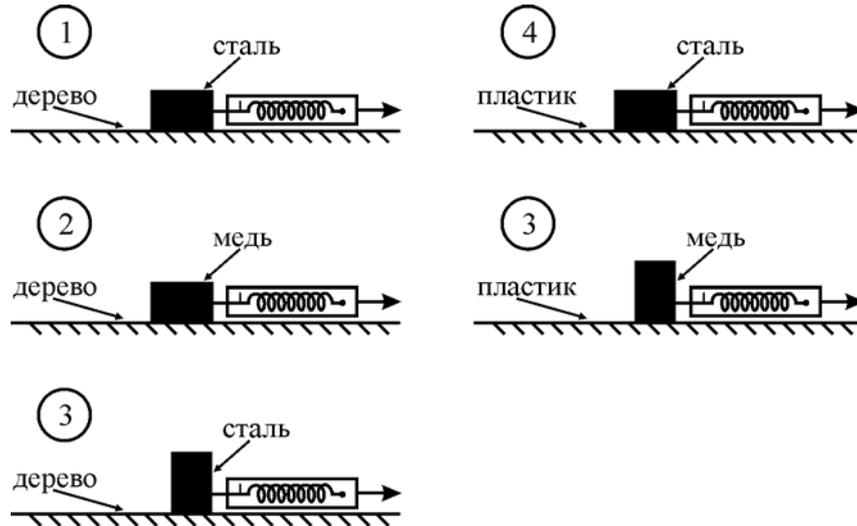
- 22** Мультиметр – это комбинированный электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций. Он может выполнять функции вольтметра, амперметра и омметра.  
Определите по фотографии силу тока, измеряемую с помощью мультиметра, если погрешность прямого измерения равна цене деления шкалы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



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± □ ) мА.

23

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли коэффициент трения скольжения от площади соприкасающихся при трении поверхностей. Для этого можно применить следующий метод. На горизонтальный стол кладут брусок, прикрепляют к нему крюк динамометра, а затем медленно тянут за корпус динамометра вдоль плоскости до тех пор, пока брусок не начинает скользить. Какие две установки нужно использовать для проведения такого исследования?



Ответ: \_\_\_\_\_.

24

Вам предоставлена информация о некоторых спутниках Сатурна.

Имя	Диаметр, км	Масса, кг	Радиус орбиты, км *	Орбитальный период, сут
Мимас	397	$3,7 \cdot 10^{19}$	185 500	0,940
Энцелад	499	$1,1 \cdot 10^{20}$	238 000	1,370
Тефия	1060	$6,2 \cdot 10^{20}$	294 700	1,890
Диона	1118	$1,1 \cdot 10^{21}$	377 400	2,740
Рея	1528	$2,3 \cdot 10^{21}$	527 000	4,518
Титан	5150	$1,3 \cdot 10^{23}$	1 221 900	15,950
Япет	1436	$2,0 \cdot 10^{21}$	3 560 900	79,330

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

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

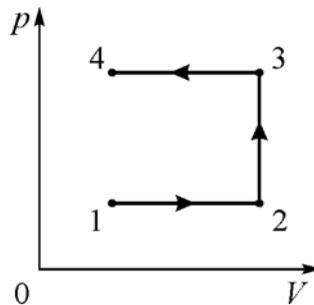
- 1) Один оборот вокруг Сатурна Япет совершает за меньшее время, чем Луна вокруг Земли.
- 2) Вторая космическая скорость на поверхности Тефии примерно равна 200 м/с.
- 3) Угловая скорость орбитального движения Мимаса более чем в 10 раз больше, чем Реи.
- 4) Диона и Энцелад могут сближаться на расстояние менее 100000 км.
- 5) Масса Титана больше, чем суммарная масса всех остальных приведённых в таблице спутников.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

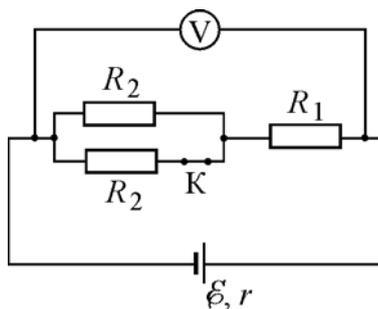
Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 С идеальным одноатомным газом в количестве 0,2 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.



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 26 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника напряжения с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, трёх резисторов, идеального вольтметра и замкнутого ключа К. Известно, что  $R_1 = 3$  Ом и  $R_2 = 1$  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. Разобьем 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 стальной чайник с кипятком общей массой  $m = 3$  кг остывает от  $100^\circ\text{C}$  до примерно  $40^\circ\text{C}$  в воздухе с температурой  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ . Выберем  $\Delta t = 4$  мин. Удельная теплоёмкость чайника вместе с водой равна  $c = 3000$  Дж/кг, коэффициент  $k = 0,05$  мин<sup>-1</sup>. Рассчитайте, чему будет равна температура чайника через 4 мин, 8 мин, 12 мин и т.д. с момента начала остывания до момента достижения конечной температуры.

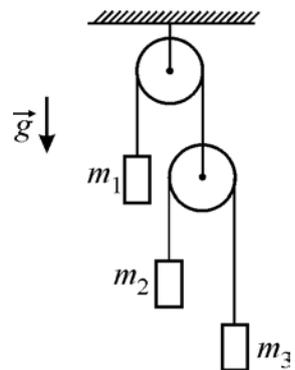
1) Постройте по найденным точкам график зависимости температуры  $T$  чайника от времени  $t$ . 2) За какое время  $t_0$  чайник остынет от  $100^\circ\text{C}$  до примерно  $40^\circ\text{C}$ ? 3) Чему равна средняя мощность теплоотдачи чайника во внешнюю среду за время остывания  $t_0$ ? Поясните 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

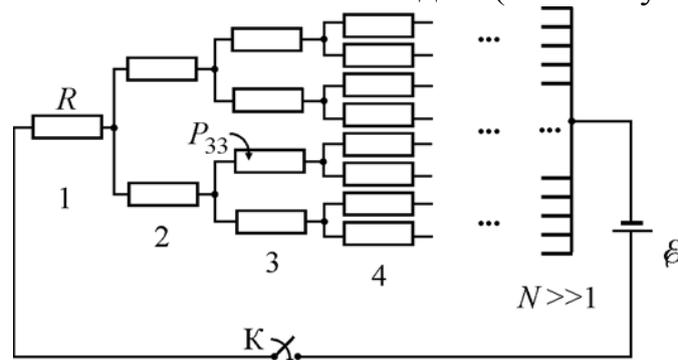
Одним из вариантов снабжения питьевой водой населения Крыма, пострадавшего от сильной засухи, может стать «получение воды из воздуха»! На самом деле, влага всегда содержится в воздухе, и при понижении его температуры ниже «точки росы» избыток воды конденсируется в виде капель на холодной поверхности, и стекающую с неё воду можно собирать. Предположим, что в Крыму относительная влажность воздуха при температуре  $T_1 = 28^\circ\text{C}$  равна  $\varphi_1 = 60\%$ , и мы его прокачиваем через теплообменник со сборником воды, охлажденный до температуры  $T_2 = 1^\circ\text{C}$ . Какой объём такого воздуха надо прокачать через теплообменник, чтобы набрать бутылку воды объёмом  $V = 2$  литра? Давления насыщенных паров воды при этих температурах равны, соответственно,  $p_{\text{н}1} = 28,4$  мм рт. ст. и  $p_{\text{н}2} = 4,9$  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,  $m_2 = 2$  кг и  $m_3 = 1$  кг, подвешенных на концах нитей. Верхний неподвижный блок затормаживают. Найдите отношение силы натяжения  $T_2$  нити, к которой подвешены грузы  $m_2$  и  $m_3$ , к силе 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 колокольную, 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. Пусть колокол охлаждали водой, температура которой была равна  $20$  °С. Оцените, какой объём занимает водяной пар сразу после испарения воды, вылитой на колокол, 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  $P_{33}$  будет выделяться на третьем сверху резисторе из 3-го «шага» цепи после замыкания ключа К? (Этот резистор показан на схеме стрелкой.)

32

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  $d = 5$  м на оптической оси объектива (тонкой линзы) с фокусным расстоянием  $F = 24$  мм и диаметром диафрагмы  $D = 15$  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.