

**Спецификация  
диагностической работы по физике  
для учащихся 11-х классов  
общеобразовательных учреждений г. Москвы**

**1. Назначение диагностической работы**

Диагностическая работа проводится **12 декабря 2019 г.** с целью определения уровня подготовки учащихся 11-х классов по физике, позволяющего оценить степень их готовности к сдаче ЕГЭ.

**2. Документы, определяющие содержание и характеристики диагностической работы**

Содержание и основные характеристики диагностической работы определяются на основе следующих документов:

- Федеральный компонент государственного стандарта основного общего образования по физике (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).
- Федеральный компонент государственного стандарта среднего (полного) общего образования, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).
- О сертификации качества педагогических тестовых материалов (приказ Минобрнауки России от 17.04.2000 № 1122).

**3. Условия проведения диагностической работы**

При организации и проведении работы необходимо строгое соблюдение технологии независимой диагностики.

Учащиеся могут воспользоваться непрограммируемым калькулятором (на каждого ученика) с возможностью вычисления тригонометрических функций ( $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\operatorname{tg}$ ) и линейкой.

Диагностическая работа проводится в бланковой форме. Ответы на задания учащиеся указывают сначала в тексте работы, а затем записывают в бланк тестирования.

**4. Время выполнения работы**

На выполнение работы отводится **90 минут**.

**5. Содержание и структура диагностической работы**

Каждый вариант диагностической работы состоит из 24 заданий: 23 заданий с кратким ответом, 1 задания с развёрнутым ответом.

Содержание диагностической работы охватывает учебный материал курса физики 10-го и 11-го классов по темам «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика» и «Электродинамика», за исключением тех тем, которые учащиеся *могли не успеть пройти к 12 декабря 2019 г.*

Распределение заданий диагностической работы по основным разделам содержания учебного предмета представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Разделы освоения учебного предмета	Число заданий
1	Механика	8
2	Молекулярная физика и термодинамика	6
3	Электродинамика	7
4	Методы научного познания и элементы астрономии	3
	<b>Итого</b>	<b>24</b>

**6. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом**

Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный в бланке ответ совпадает с верным ответом.

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19 и 20 и задания 22 и 23 оцениваются 1 баллом.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки.

Ответы на задания с выбором и записью номера правильного ответа и кратким ответом обрабатываются автоматически после сканирования бланков ответов.

Задание с развёрнутым ответом оценивается экспертом с учётом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задание с развёрнутым ответом составляет 3 балла. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла.

Максимальный первичный балл – 35.

В **Приложении 1** приведен обобщённый план варианта диагностической работы.

В **Приложении 2** приведен демонстрационный вариант диагностической работы.

## Приложение 1

### Обобщенный план варианта диагностической работы по физике для учащихся 11-х классов

Используются следующие условные обозначения:

Тип задания: КО – задания с кратким ответом, РО – задание с развернутым ответом.

№	Контролируемые элементы содержания	Макс. балл
1	Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	1
2	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	1
3	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальная энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	1
4	Условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук	1
5	Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	2
6	Механика (изменение физических величин в процессах)	2
7	Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами)	2
8	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы	1
9	Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины	1
10	Относительная влажность воздуха, количество теплоты	1
11	МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	2
12	МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах, установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	2
13	Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления)	1
14	Закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца	1
15	Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур	1
16	Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	2
17	Электродинамика (изменение физических величин в процессах)	2
18	Электродинамика (установление соответствия между графиками и физическими величинами между физическими величинами и формулами)	2
19	Механика – электродинамика (методы научного познания)	1
20	Механика – электродинамика (методы научного познания)	1
21	Элементы астрофизики (Солнечная система)	2
22	Механика – электродинамика (расчётная задача)	1
23	Механика – электродинамика (расчётная задача)	1
24	Механика – электродинамика (расчётная задача)	3

## Демонстрационный вариант диагностической работы по физике для учащихся 11 классов

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

### Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
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 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц**

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

**Плотность**

воды	1 000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2 700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7 800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**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

**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

**Удельное электрическое сопротивление,  $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  (при 20 °С)**

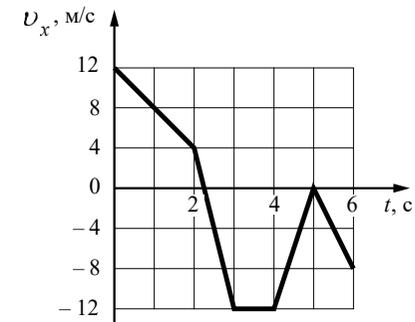
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура 0 °С

Ответы на задания 1–23 запишите в указанном месте в тесте, а затем впишите в бланк тестирования справа от номера задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с образцом. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

**1**

На рисунке показан график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ . Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 6 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

**2**

В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщает такое же ускорение телу массой 3 кг?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**3**

Скорость груза массой 0,3 кг равна 6 м/с. Определите кинетическую энергию груза.

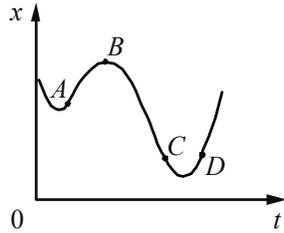
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**4**

Период свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5 На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ .



В приведённом ниже списке обведите два правильных утверждения.

- 1) В точке  $D$  ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.
- 2) На участке  $CD$  модуль скорости тела монотонно увеличивается.
- 3) Проекция перемещения тела на ось  $Ox$  при переходе из точки  $A$  в точку  $C$  отрицательна.
- 4) В точке  $B$  проекция ускорения тела на ось  $Ox$  отрицательна.
- 5) В точке  $A$  проекция скорости тела на ось  $Ox$  отрицательна.

Обведённые цифры запишите в ответ.

Ответ:

Запишите ответ в бланк без дополнительных знаков.

6 Высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 450 до 350 км. Как изменились при этом период обращения спутника и скорость его движения по орбите?

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.

Период обращения спутника	Скорость движения спутника по орбите

В бланк запишите ТОЛЬКО ЦИФРЫ в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

7 Материальная точка движется по окружности радиусом  $R$  с постоянной линейной скоростью  $v$ .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение точки, и формулами, по которым их можно рассчитать: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
A) частота обращения	1) $\frac{v}{2\pi R}$
Б) центростремительное ускорение	2) $\frac{v^2}{R}$
	3) $\frac{2\pi R}{v}$
	4) $\frac{v}{R}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

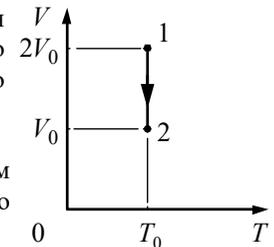
А	Б

В бланк запишите ТОЛЬКО ЦИФРЫ в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

8 При повышении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 4 раза. Конечная температура газа составила 1200 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

9 На  $V$ - $T$ -диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа, где  $V$  – объём газа,  $T$  – его абсолютная температура.



Работа, совершённая над газом в этом процессе, равна 60 кДж. Какое количество теплоты отдал газ в окружающую среду?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

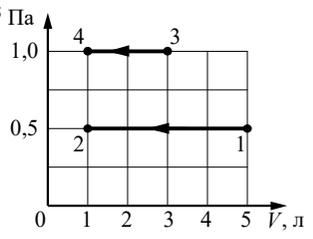
10

Концентрация молекул воды в воздухе уменьшилась в 4 раза при неизменной температуре. Во сколько раз уменьшилась относительная влажность воздуха?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).

11

На  $pV$ -диаграмме показаны два процесса,  $p, 10^5 \text{ Па}$  проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.



В приведённом ниже списке обведите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.

- 1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова.
- 2) В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
- 3) В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза больше, чем в процессе 3–4.
- 4) В процессе 1–2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
- 5) В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Обведённые цифры запишите в ответ.

Ответ: 

--	--

Запишите ответ в бланк без дополнительных знаков.

12

Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами ( $\Delta U$  – изменение внутренней энергии;  $A$  – работа газа), которые их характеризуют: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ГРАФИКИ ПРОЦЕССОВ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А)	1) $\Delta U = 0; A > 0$ 2) $\Delta U > 0; A > 0$ 3) $\Delta U > 0; A = 0$ 4) $\Delta U = 0; A < 0$
Б)	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

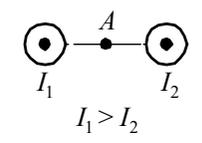
Ответ: 

А	Б

В бланк запишите **ТОЛЬКО ЦИФРЫ** в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

13

На рисунке показаны сечения двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них.

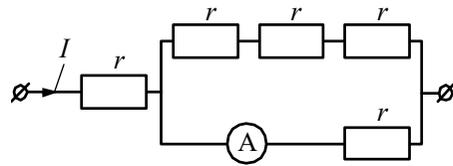


Сила тока  $I_1$  в первом проводнике больше силы тока  $I_2$  во втором. Куда направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля этих проводников в точке  $A$ , расположенной точно посередине между проводниками? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

14

По участку цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток  $I$  в неразветвлённой части цепи, при этом амперметр показывает силу тока 9 А.



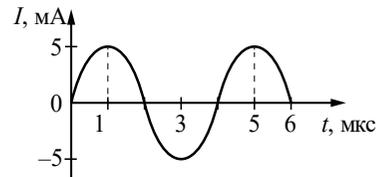
Определите силу тока  $I$ , если сопротивление  $r = 5$  Ом. Сопротивлением амперметра пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15

На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в колебательном контуре.

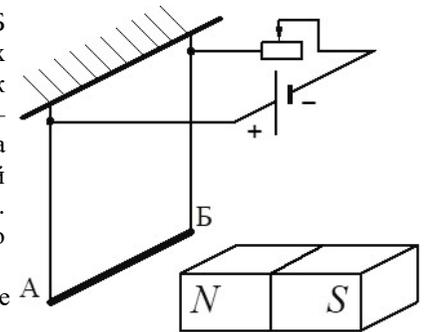
Каким станет период свободных колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

16

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения – так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают **вправо**.



В приведённом ниже списке обведите номера **двух** верных утверждений.

- 1) Сопротивление реостата уменьшается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, уменьшается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличиваются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, увеличивается.

Обведённые цифры запишите в ответ.

Ответ:

Запишите ответ в бланк без дополнительных знаков.

17

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 сила Лоренца, действующая на частицу, если её скорость увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

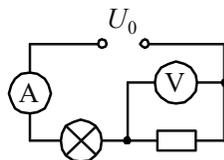
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты частицы	Сила Лоренца, действующая на частицу

В бланк запишите **ТОЛЬКО ЦИФРЫ** в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

18

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к аккумулятору. Напряжение между полюсами аккумулятора равно  $U_0$ , а показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно  $I$  и  $U$ .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление лампочки  
В) мощность, потребляемая лампочкой

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{U_0 - U}{I}$   
2)  $UI$   
3)  $\frac{U}{I}$   
4)  $(U_0 - U)I$

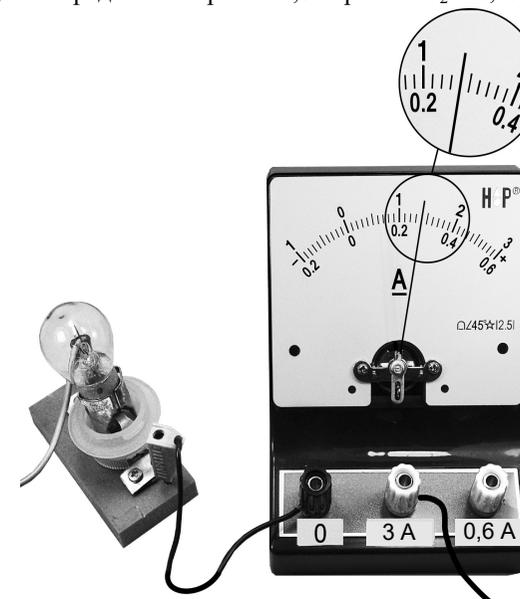
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	<b>А</b>	<b>Б</b>

В бланк запишите **ТОЛЬКО ЦИФРЫ** в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

19

Какова сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна  $\Delta I_1 = 0,15$  А, а на пределе измерения 0,6 А равна  $\Delta I_2 = 0,03$  А?



Ответ: \_\_\_\_\_ А.

В бланк запишите **ТОЛЬКО ЦИФРЫ** в том порядке, в котором они идут в таблице, не разделяя их запятыми.

20

Необходимо при помощи нитяного маятника экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник взял штатив с муфтой и лапкой, нить и секундомер.

Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента? Обведите номера верных ответов.

- 1) электронные весы
- 2) динамометр
- 3) стальной шарик
- 4) линейка
- 5) мензурка

Обведённые цифры запишите в ответ.

Ответ:

Запишите ответ в бланк без дополнительных знаков.

21

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1 737	384,4	2 400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1 821	421,6	2 560	Юпитер
Европа	1 561	670,9	2 025	Юпитер
Каллисто	2 410	1 883	2 445	Юпитер
Титан	2 575	1 221,8	2 640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1 354	354,8	1 438	Нептун

Обведите номера **двух** верных утверждений.

- 1) Первая космическая скорость для Каллисто составляет примерно 3,45 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Титане примерно  $1,35 \text{ м/с}^2$ .
- 3) Объём Ио в 3 раза больше объёма Оберона.
- 4) Объём Титана меньше объёма Луны.
- 5) Европа находится дальше от поверхности Юпитера, чем Ио.

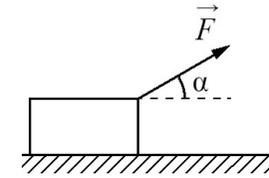
Обведённые цифры запишите в ответ.

Ответ:

Запишите ответ в бланк без дополнительных знаков.

22

Брусок массой 1,0 кг движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением  $2 \text{ м/с}^2$  под действием силы  $\vec{F}$ , равной 5 Н, направленной вверх под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок).



Определите коэффициент трения бруска о плоскость. Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

23

В стакан калориметра, содержащий воду массой  $m$ , опустили кусок льда массой 56 г, имевший температуру  $0^\circ\text{C}$ . Начальная температура калориметра и воды  $45^\circ\text{C}$ . В момент времени, когда наступило тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной  $5^\circ\text{C}$ . Чему равна масса воды  $m$ ? Теплоёмкостью калориметра пренебечь.

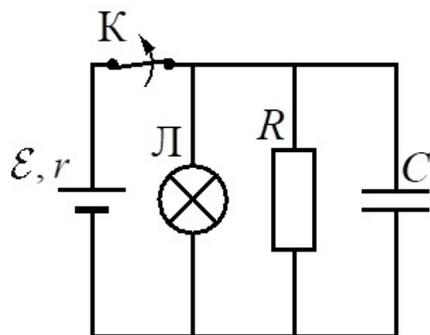
Ответ: \_\_\_\_\_ г.

**Не забудьте перенести все ответы в бланк тестирования!**

При выполнении задания 24 используйте обратную сторону бланка тестирования. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое решение.

24

К аккумулятору с ЭДС 40 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили лампу сопротивлением 10 Ом и резистор сопротивлением 15 Ом, а также конденсатор ёмкостью 200 мкФ (см. рисунок).



Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на резисторе?

Ответы к заданиям с выбором ответа или кратким ответом

Номер	МаксТБ	Правильный ответ
1	1	-8
2	1	30
3	1	5,4
4	1	1
5	2	34
6	2	21
7	2	12
8	1	300
9	1	60
10	1	4
11	2	15
12	2	43
13	1	вверх
14	1	12
15	1	2
16	2	34
17	2	11
18	2	14
19	1	1,400,15
20	1	34
21	2	25
22	1	0,3
23	1	117

**Критерии оценивания задания с развернутым ответом**

**Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через параллельно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи равно

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6 \text{ Ом, где } R_1 \text{ – сопротивление лампы, } R_2 \text{ –}$$

сопротивление резистора. Согласно закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{40}{6 + 2} = 5 \text{ А. При этом напряжение на конденсаторе равно}$$

$$U = IR_0 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе}$$

$$\text{была накоплена энергия } W = \frac{CU^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 900}{2} = 90 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 90 \text{ мДж.}$$

После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на параллельно включенных лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля – Ленца, количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени  $\Delta t$ , обратно пропорционально сопротивлению, поскольку напряжение  $u$  на лампе и резисторе в любой момент времени одно и то же:

$$Q_1 = \frac{u^2}{R_1} \Delta t, Q_2 = \frac{u^2}{R_2} \Delta t \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_1}{R_2} \text{ и } W = Q_1 + Q_2.$$

Окончательно получим для количества теплоты, выделившегося на

$$\text{резисторе: } Q_2 = \frac{WR_1}{R_1 + R_2} = \frac{90 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10 + 15} = 36 \cdot 10^{-3} = 36 \text{ мДж}$$

$$\text{Ответ: } Q_2 = 36 \text{ мДж}$$

**Критерии оценивания выполнения задания**

**Баллы**

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формула расчёта сопротивления параллельно соединённых элементов цепи, законы Ома для полной цепи и участка цепи, формула энергии заряженного конденсатора, закон Джоуля – Ленца*);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения теории, 2  
физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

Представлены записи, соответствующие одному из следующих 1  
случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным 0  
критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

Максимальный балл 3