ПРОЕКТ

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
единого государственного экзамена 2019 года
по физике

подготовлен Федеральным государственным бюджетным
научным учреждением

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Пояснения к демонстрационному варианту контрольных измерительных материалов 2019 года по ФИЗИКЕ

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов 2019 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в демонстрационный вариант, не отражают всех вопросов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2019 г. Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2019 г., приведён в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена 2019 г. по физике.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве и форме заданий, об уровне их сложности. Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, включённые в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ.

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
для проведения в 2019 году единого государственного экзамена
по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной 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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ

Ответ: -2,5 м/с^2.

Бланк: 3 -2,5

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

Бланк: 7 41

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: вправо

Бланк: 13 ВПРАВО

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

Бланк: 19 3894

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

Бланк: 22 1,40,2

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 записан под правильным номером.

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 π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = –273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. ≈ 150 000 000 км
1 световой год	1 св. год ≈ $9{,}46 \cdot 10^{15}$ м
1 парсек	1 пк ≈3,26 св. года

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Масса частиц

электрона	$9{,}1\cdot10^{-31}$ кг $\approx 5{,}5\cdot10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673\cdot10^{-27}$ кг $\approx 1{,}007$ а.е.м.
нейтрона	$1{,}675\cdot10^{-27}$ кг $\approx 1{,}008$ а.е.м.

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6{,}96\cdot10^{8}$ м
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4{,}2\cdot10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$ 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	$2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5\cdot10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг

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

Молярная масса

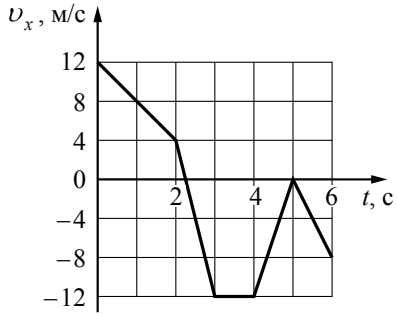
азота	$28\cdot10^{-3}$	кг/моль	гелия	$4\cdot10^{-3}$	кг/моль
аргона	$40\cdot10^{-3}$	кг/моль	кислорода	$32\cdot10^{-3}$	кг/моль
водорода	$2\cdot10^{-3}$	кг/моль	лития	$6\cdot10^{-3}$	кг/моль
воздуха	$29\cdot10^{-3}$	кг/моль	неона	$20\cdot10^{-3}$	кг/моль
воды	$18\cdot10^{-3}$	кг/моль	углекислого газа	$44\cdot10^{-3}$	кг/моль

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости от времени для проекции υ_x скорости тела. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 6 с?



Ответ: _____ м/с^2.

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

Ответ: _____ кг.

3 Шарик массой 100 г падает с высоты 100 м с начальной скоростью, равной нулю. Чему равна его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 20 Дж?

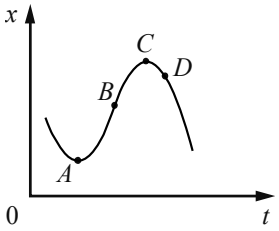
Ответ: _____ Дж.

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

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 показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox, от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

1) В точке A проекция скорости тела на ось Ox равна нулю.
2) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки B в точку D отрицательна.
3) На участке BC скорость тела уменьшается.
4) В точке A проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
5) В точке D ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.

Ответ: | | |

6 Искусственный спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую, на новой орбите скорость его движения меньше, чем на прежней. Как изменились при этом потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и его период обращения вокруг Земли?
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.

Потенциальная энергия	Период обращения спутника вокруг Земли

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

7 Шайба массой m, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью υ, абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M.
Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) суммарный импульс шайб после удара	1) $\frac{m^2\upsilon}{m+M}$
Б) кинетическая энергия налетающей шайбы после удара	2) $m\upsilon$
	3) $\frac{m^2M\upsilon^2}{2(m+M)^2}$
	4) $\frac{m^3\upsilon^2}{2(m+M)^2}$

Ответ:

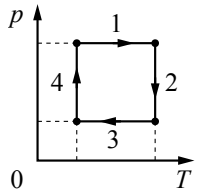
А	Б

8 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 1 моль газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

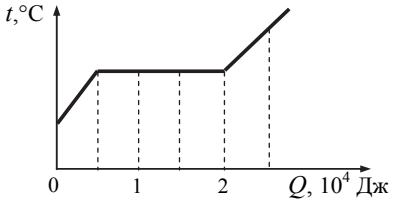
© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?



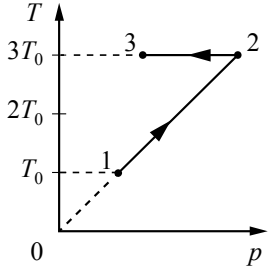
Ответ: на участке _____.

10 На рисунке показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Вещество находится в сосуде под поршнем. Масса вещества равна 0,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 Зависимость температуры 1 моль одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента.

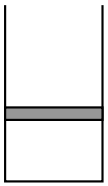


1) В процессе 1–2 объём газа увеличился в 3 раза.
2) В процессе 2–3 газ совершал положительную работу.
3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
4) В процессе 1–2 газ отдал положительное количество теплоты.
5) В процессе 1–2 концентрация молекул газа не менялась.

Ответ: | |

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

12 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). Газ медленно охлаждают. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

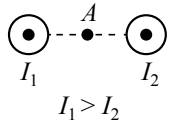


1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Давление газа	Концентрация молекул газа

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 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

Ответ: в _____ раз(а).

15 За время $\Delta t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Ф до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток Ф через рамку.

Ответ: _____ мВб.

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

16 Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рис. 2).

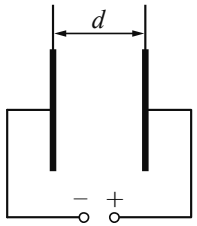


Рис. 1

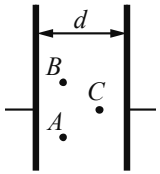


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

1) Напряжённость электрического поля в точке A больше, чем в точке B.
2) Потенциал электрического поля в точке A больше, чем в точке C.
3) Если увеличить расстояние между пластинами d, то напряжённость электрического поля в точке C не изменится.
4) Если уменьшить расстояние между пластинами d, то заряд правой пластины не изменится.
5) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля конденсатора останется неизменной.

Ответ:

17 Частица массой m, несущая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью υ. Как изменятся радиус орбиты и сила Лоренца, действующая на частицу, если её скорость уменьшится?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

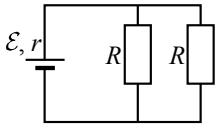
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Радиус орбиты частицы	Сила Лоренца, действующая на частицу

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

18 Электрическая цепь на рисунке состоит из источника тока с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R, включённых параллельно.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока	1) $\dfrac{\mathcal{E}^2 R}{(2r+R)^2}$
Б) мощность тока на одном из резисторов R	2) $\dfrac{\mathcal{E}^2 R}{2\left(r+\frac{R}{2}\right)^2}$
	3) $\dfrac{4\mathcal{E}^2 r}{(2r+R)^2}$
	4) $\dfrac{2\mathcal{E}^2}{2r+R}$

Ответ:

А	Б

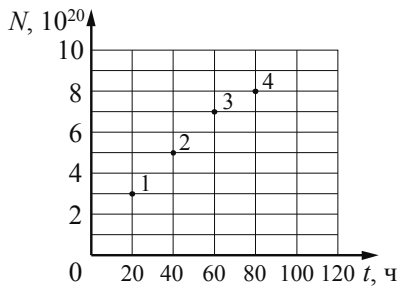
19 Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{11}_{5}\mathrm{B} \to {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

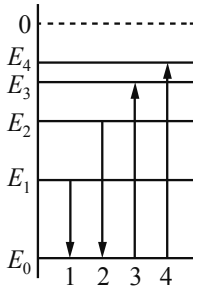
© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

20 Из ядер платины $^{197}_{78}Pt$ при β^--распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости числа ядер **золота** от времени (см. рисунок)?



Ответ: через точку _____.

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

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

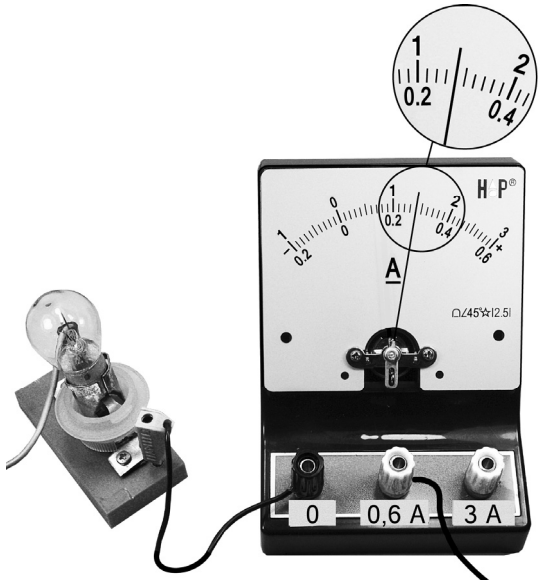
ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
Б) излучение света наибольшей частоты	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

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



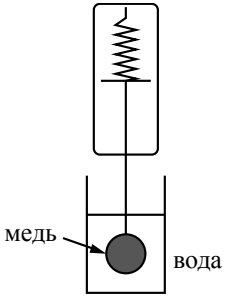
Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

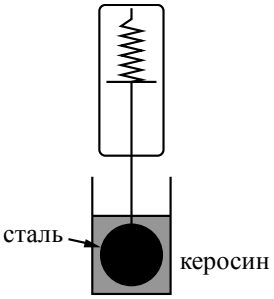
© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погружённое в жидкость, от плотности жидкости.
Какие **две** установки следует использовать для проведения такого исследования?

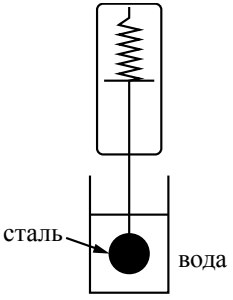
1)



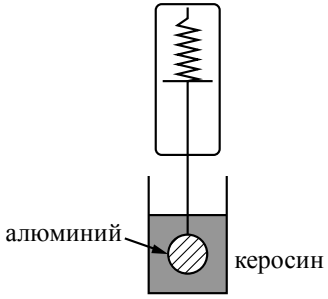
2)



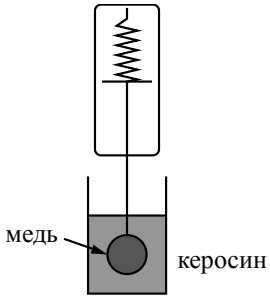
3)



4)



5)



Ответ:

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45,0	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40,0	138,0	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1,0	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Температура звезды α Центавра A соответствует температуре звёзд спектрального класса *O*.
2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса *B*.
4) Средняя плотность звезды Сириус B больше, чем у Солнца.
5) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рессела.

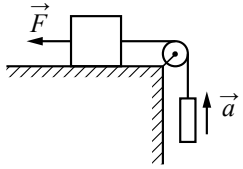
Ответ:

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2, направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?



Ответ: _____ кг.

26 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0 °С. При совершении машиной работы 1 МДж растаяло 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ К.

27 Лазер излучает в импульсе 10^{19} световых квантов. Средняя мощность импульса лазера 1100 Вт при длительности вспышки $3 \cdot 10^{-3}$ с. Определите длину волны излучения лазера. Ответ выразите в микрометрах.

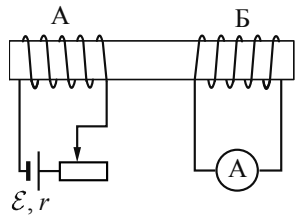
Ответ: _____ мкм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На железный стержень намотаны две катушки изолированного медного провода: А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r, как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают влево. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



© 2019 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации