Тренировочный вариант единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ
044

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, 26 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: 7,5 см. 7,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–19, 21 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

41 Бланк

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 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 22 и 23 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 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, или перьевой ручки.

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

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

Желаем успеха!

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

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	$G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3\cdot10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = –273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66\cdot10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж

Масса частиц

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

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

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

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

Основные астрономические постоянные

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5{,}67\cdot10^{-8}$ кг·с$^{-3}$·К$^{-4}$
Астрономическая единица 1 а.е.=$1{,}496\cdot10^{11}$ м
1 парсек = 206265 а.е.=$3{,}086\cdot10^{16}$ м
Постоянная Хаббла H=67,8 (км/с)/Мпк

Данные о Солнце

Светимость L=$3{,}88\cdot10^{26}$ Вт
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4{,}72^{m}$
Солнечная постоянная 1360 Вт/м^2
Спектральный класс G2V
Видимая звездная величина $-26{,}78^{m}$
Эффективная температура 5800 К

Данные о Земле

Тропический год 365, 24219 суток
Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды
Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года 23° 26’ 21,45’’

Данные о планетах

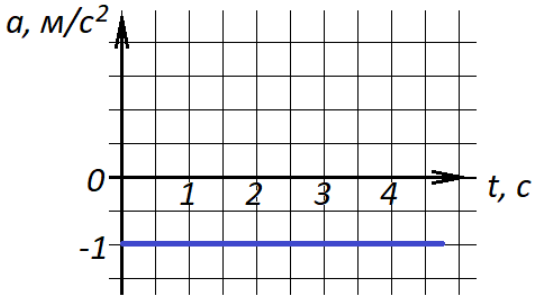
Планета	Характеристики орбит			Физические характеристики	
	Большая полуось а. е.	Эксцен-триситет	Наклон к плоскости эклиптики градусы	Масса кг	Радиус км
Меркурий	0,3871	0,2056	7,004	$3{,}302\cdot10^{23}$	2439,7
Венера	0,7233	0,0068	3,394	$4{,}869\cdot10^{24}$	6051,8
Земля	1,0000	0,0167	0,000	$5{,}974\cdot10^{24}$	6378,1
Марс	1,5237	0,0934	1,850	$6{,}419\cdot10^{23}$	3397,2
Юпитер	5,2028	0,0483	1,308	$1{,}899\cdot10^{27}$	71492
Сатурн	9,5388	0,0560	2,488	$5{,}685\cdot10^{26}$	60268
Уран	19,1914	0,0461	0,774	$8{,}683\cdot10^{25}$	25559
Нептун	30,0611	0,0097	1,774	$1{,}024\cdot10^{26}$	24746

Часть 1

Ответами к заданиям 1-24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Н

1 Используя график зависимости ускорения тела от времени t, определите скорость тела через 3 секунды после начала движения, считая, что скорость тела в начальный момент равна 9 м/с.



Ответ:_____м/с

2 Две звезды движутся по круговым орбитам вокруг центра масс с постоянными по абсолютной величине скоростями $\vartheta_1 = 100$ км/с и $\vartheta_2 = 150$ км/с с периодом $T = 300$ земных лет. Найдите расстояние между ними. Ответ округлите до десятых.

Ответ:_____$\cdot 10^{14}$ м

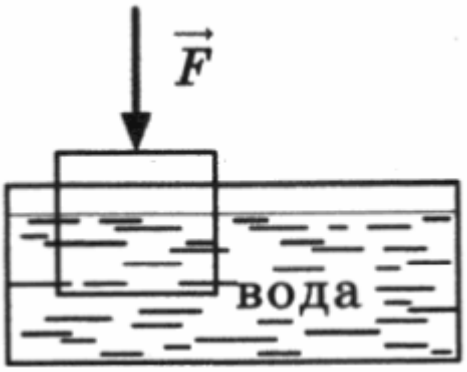
3 Клин покоится на шероховатой горизонтальной поверхности. Вверх по наклонной плоскости клина, образующей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, прямолинейно с ускорением $a = 2$ м/с^2 бежит собака массой $m = 60$ кг. Найдите силу трения, действующую на клин со стороны горизонтальной поверхности. Ответ округлите до десятых.

Ответ:_____Н

4 За одно и то же время один маятник совершает 50, а другой - 30 колебаний. Найдите длины маятников, если один из них на 32 см короче другого. В ответ запишите длину большего маятника. Ответ округлить до целых.

Ответ:_____см

5 Деревянный кубик с ребром 10 см плавает, частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии, частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите ***два*** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

1) В опыте №8 сила Архимеда, действующая на кубик, больше, чем в опыте №7.
2) В опыте №5 кубик погружен в воду полностью.
3) Масса кубика равна 0,5 кг.
4) При выполнении опытов №1-№5 сила Архимеда, действующая на тело, увеличивалась.
5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3.

Ответ:_____

6 В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода кинетическая энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

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.

Кинетическая энергия	Период обращения вокруг Земли

7 На гладкой горизонтальной плоскости покоится небольшое тело массой $2m$. На него налетает тело массой $3m$, имеющее скорость ϑ. Чему равна кинетическая энергия первого тела и изменение модуля скорости второго тела в результате абсолютно неупругого столкновения тел?

Установите соответствие между физическими величинами в левом столбце и формулами в правом. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия тела массой $2m$
2) изменение модуля скорости тела массой $3m$

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{9m\vartheta^2}{25}$
2) $\frac{18m\vartheta^2}{5}$
3) $\frac{6\vartheta}{25}$
4) $\frac{2\vartheta}{5}$

Ответ:

А	Б

8 Резиновый шар, содержащий 2 л воздуха, находится при температуре 20 °С и давлении 760 мм.рт.ст. Какой объем займет воздух, если шар будет опущен в воду на глубину 10 м? Температура воды 4°С. Ответ округлить до тысячных.

Ответ:_____л

9 Лед, взятый при разной исходной температуре t_0, нагрели на 20°С. Укажите верные утверждения.

1) Наибольшее количество теплоты пришлось сообщить, когда $t_0 = -15$ °С.
2) Наименьшее количество теплоты пришлось сообщить, когда $t_0 = -15$ °С.
3) Наименьшее количество теплоты пришлось сообщить, когда $t_0 = -5$ °С.
4) Наибольшее количество теплоты пришлось сообщить, когда $t_0 = 0$ °С

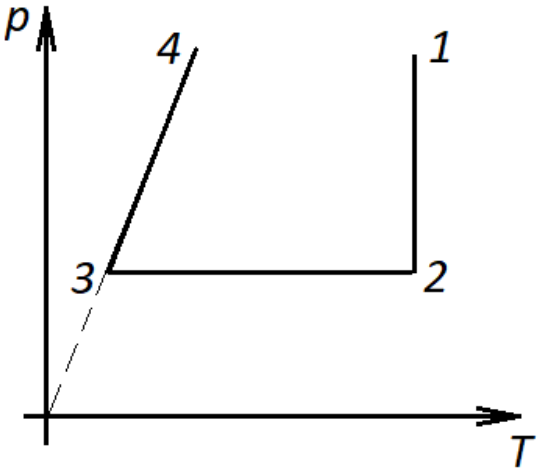
Ответ:_____

10 Температура нагревателя идеальной тепловой машины 227°С, а температура холодильника - 27°С. Определить, какую долю количества теплоты, полученного двигателем от нагревателя, газ отдает холодильнику. Ответ выразить в процентах.

Ответ:_____%

11 На рисунке показано, как

изменяется состояние идеального газа постоянной массы. Как изменяются на участках процесса объем V и внутренняя энергия U? Выберите для каждого участка соответствующее утверждение.



1) V увеличивается, U уменьшается.
2) V увеличивается, U не изменяется.
3) V уменьшается, U увеличивается.
4) V не изменяется, U увеличивается.
5) V уменьшается, U уменьшается.

Участок 1-2	Участок 2-3	Участок 3-4

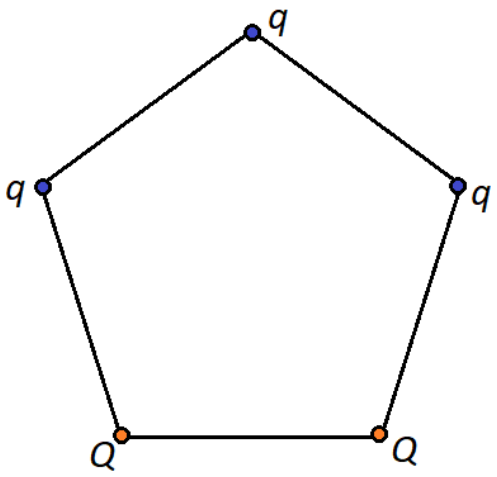
12 Гелий, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически сжимают. Начальное давление газа p_0, а его объем V_0. Масса газа в сосуде остается неизменной.
Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объема V газа. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) Давление газа $p(V)$
Б) внутренняя энергия газа $U(V)$

ФОРМУЛЫ
1) $\frac{3p_0V_0}{2}$
2) $\frac{2p_0V_0}{3V}$
3) $\frac{p_0V_0}{V}$
4) $\frac{3p_0}{2V_0}$

13 В вершинах правильного пятиугольника расположены положительные заряды

Q и $q, Q > q$. Как направлена (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) сила кулона, действующая на отрицательный заряд, помещенный в центр описанной окружности данного пятиугольника, со стороны всех остальных? Ответ запишите словом (словами).



Ответ_____

14 Электрон, движущийся со скоростью $\vartheta = 10^6$ м/с, влетает в электрическое поле в точке, потенциал которой 30 В. Определить потенциал точки, в которой электрон остановится.

Ответ:_____В

15 Во сколько раз уменьшатся показания амперметра с внутренним сопротивлением $r_A = 1$ Ом, если параллельно с ним включить шунт с электрическим сопротивлением 0,2 Ом при неизменном токе внешней цепи?

Ответ:_____

16 К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет со значениями напряжения на этой лампе, силы тока в цепи и напряжения на клеммах источника при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

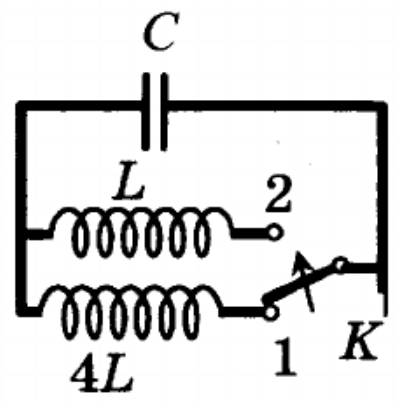
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) Увеличится
2) Уменьшится
3) Не изменится

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

Напряжение на первой лампе	Сила тока в цепи	Напряжение на клеммах источника

17 Как изменятся частота собственных колебаний и максимальный заряд конденсатора колебательного контура, если ключ К перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора максимален?



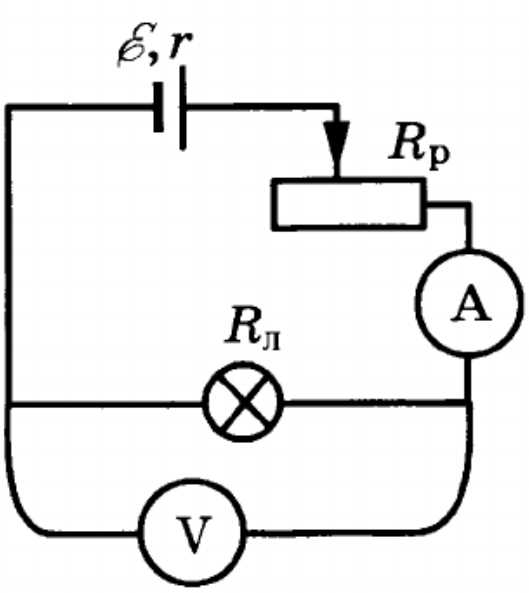
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) Увеличится
2) Уменьшится
3) Не изменится

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

Частота собственных колебаний	Максимальный заряд конденсатора

18 Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра в этой схеме. Измерительные приборы считать идеальными.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ, ЗНАЧЕНИЯ
А) показания амперметра	1) $\frac{\varepsilon R_л}{R_л + R_p + r}$
Б) показания вольтметра	2) $\varepsilon R_л - \varepsilon(R_p + r)$
	3) $\varepsilon(R_л + R_p + r)$
	4) $\frac{\varepsilon}{R_л + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает распространенность изотопа в природе. Определите, на сколько отличаются числа протонов и нейтронов самых распространенных изотопов кальция и цинка.

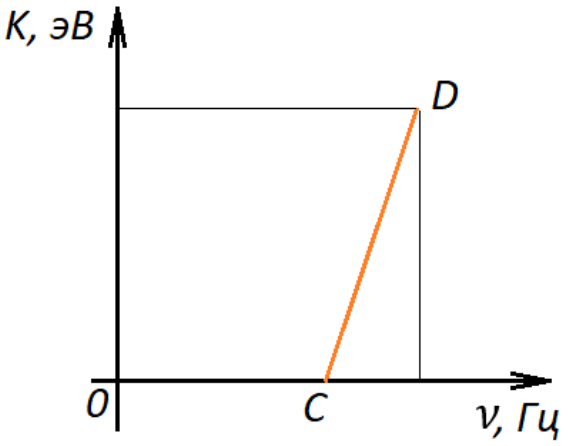
2	II	**Li** 3 литий 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 бериллий 9_{100}	5 **B** бор 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 натрий 23_{100}	**Mg** 12 магний 24_{79} 26_{11} 25_{10}	13 **Al** алюминий 27_{100}
4	IV	**K** 19 калий 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 кальций 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 скандий 45_{100}
	V	29 **Cu** медь 63_{69} 65_{31}	30 **Zn** цинк 64_{49} 66_{28} 68_{19}	31 **Ga** галлий 69_{60} 71_{40}

Разность числа протонов	Разность числа нейтронов

20 В настоящее время в природном уране содержится $\eta_1 = 99{,}28\%$ урана-238 и $\eta_2 = 0{,}72\%$ урана-35. Вычислите возраст T Земли, считая, что в момент ее образования количества обоих изотопов урана были одинаковыми. Периоды полураспадов ядер ^{238}U и ^{235}U равны соответственно $\tau_1 = 4{,}56 \cdot 10^9$ лет и $\tau_2 = 0{,}71 \cdot 10^9$ лет.

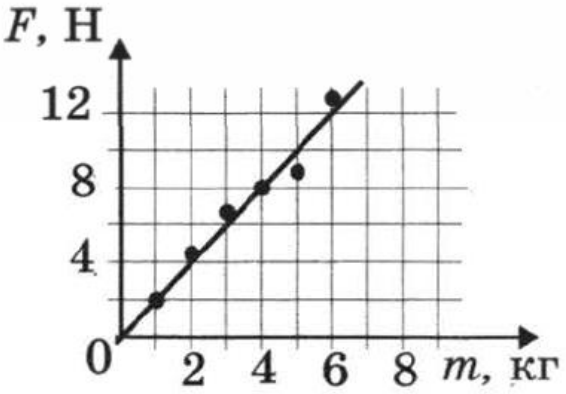
Ответ:_____$\cdot 10^9$ лет

21 На рисунке представлен график зависимости максимальной кинетической энергии K электронов, вылетающих с поверхности пластины бария при фотоэффекте, от частоты ν облучающего света. Прямая проходит через точки C и D с координатами $\nu_C = 6{,}0 \cdot 10^{14}$ Гц, $K_C = 0$ эВ, $\nu_D = 7{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц, $K_D = 0{,}62$ эВ. Найдите в эВ работу выхода A электрона с поверхности бария. Ответ округлить до сотых.



Ответ:_____эВ

22 Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы – 1 Н. Чему равна с учетом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массой 1 кг?



Ответ: (_____±_____) Н

23 При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, оно оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____±_____) с

24 В таблице приведены сведения о нескольких светилах. Выберите правильные утверждения на основании данных таблицы:

Звезда	Широта местности φ, °	Склонение δ, °
Сириус	+56	-17
Мицар	+60	55
Антарес	+45	-26

1) Сириус на данной широте – звезда заходящая.

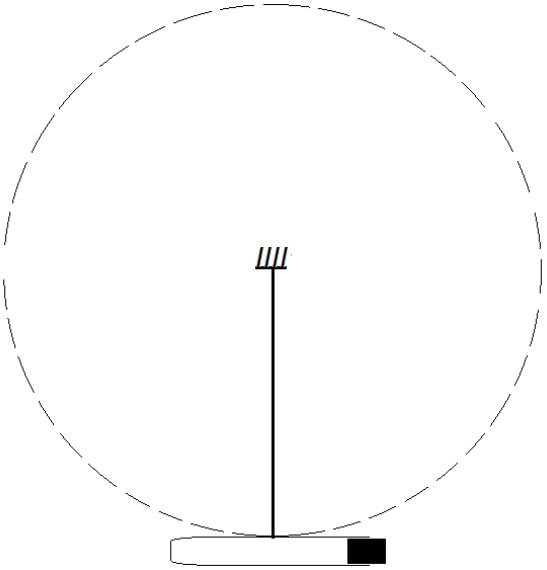
2) Зенитное расстояние Сириуса на данной широте равно 73° в верхней кульминации.
3) На данной широте зенитное расстояние Мицара составляет около 86°
4) Зенитное расстояние Антареса составляет 95°, он – звезда заходящая.
5) Если зенитное расстояние звезды в нижней кульминации больше 90°, то она будет являться невосходящей на данной широте.

Ответ:_____

Часть 2

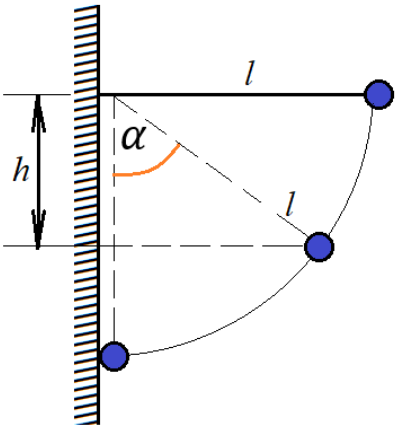
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения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

25 Пробирка с каплей эфира подвешена на нити длиной 1 м. С какой скоростью должна вылететь пробка после нагревания эфира, чтобы пробирка сделала полный оборот в вертикальной плоскости? Масса пробирки 100 г, а пробки – 20 г. Ответ округлить до целых.



Ответ_____м/с

26 Шарик подвешен на нити длиной 5 м. Его отвели в сторону до горизонтального положения нити и отпустили. После удара о стену шарик отклонился на угол 60° от вертикали. На сколько повысилась температура шарика, если 20% потерянной механической энергии перешло во внутреннюю энергию шарика? Удельная теплоемкость вещества шарика 490 Дж/кг·К. Ответ округлить до сотых.

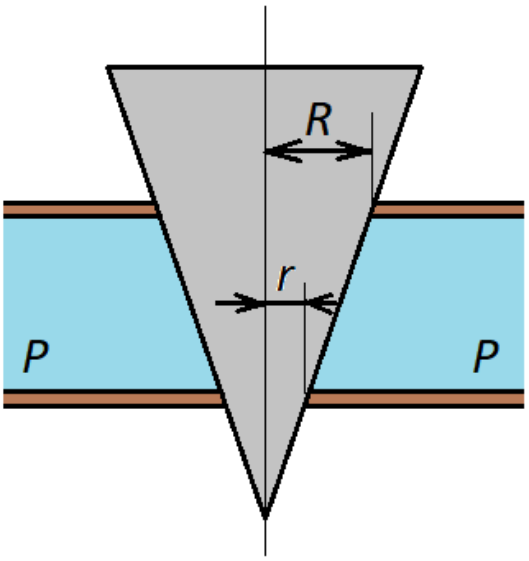


Ответ:_____ °C

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

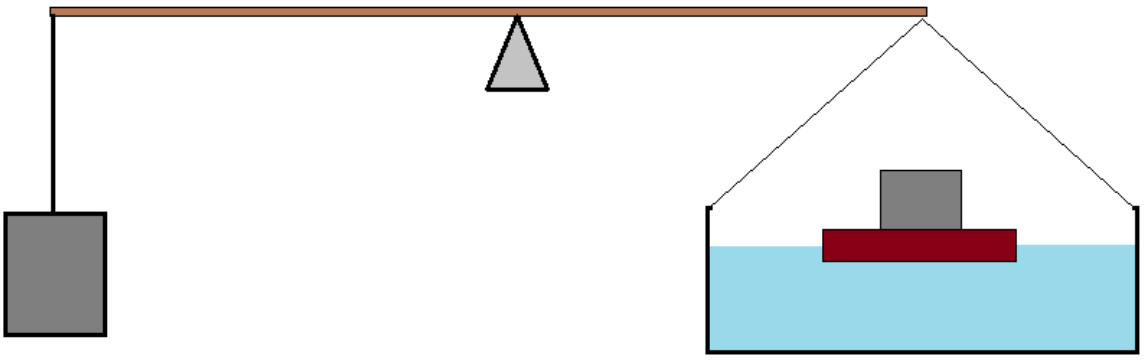
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 Коническая пробка перекрывает сразу два отверстия в плоском сосуде, заполненном жидкостью при давлении 2000 Па. Радиус отверстий $R = 2$ см, $r = 1$ см. Определить силу, действующую на пробку со стороны жидкости.



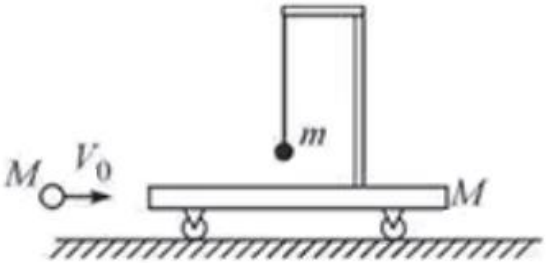
Ответ:_____Н

28 На равноплечном рычаге справа подвешен сосуд с водой, слева – груз. В сосуде плавает дощечка с грузом. Когда эта дощечка с грузом находится на середине сосуда, рычаг уравновешен. Нарушится ли равновесие рычага, если дощечка с грузом медленно переместится к левой или к правой стенке сосуда?



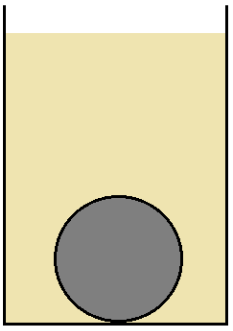
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 На тележке массой $M = 400$ г, которая может кататься без трения по горизонтальной плоскости, имеется лёгкий кронштейн, на котором подвешен на нити маленький шарик массой $m = 100$ г.

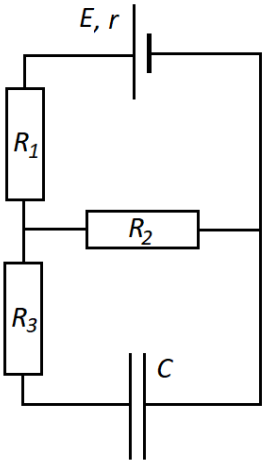


На тележку по горизонтали налетает и абсолютно упруго сталкивается с ней шар массой M, летящий со скоростью $\vartheta_0 = 2$ м/с (см. рисунок). Чему будет равен модуль скорости тележки в тот момент, когда нить, на которой подвешен шарик, отклонится на максимальный угол от вертикали? Длительность столкновения шара с тележкой считать очень малой.

30 На дне сосуда, наполненного жидкостью, лежит тело. Коэффициент объемного расширения тела $2{,}6 \cdot 10^{-5}$ 1/град, а коэффициент объемного расширения жидкости $5 \cdot 10^{-4}$ 1/град. Определить, во сколько раз изменится выталкивающая сила, действующая на тело, если температуру тела и жидкости повысить на 20°С.



31 Конденсатор емкостью 1 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 2,4 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на конденсаторе?



32 На горизонтальном столе лежит квадратная плоскопараллельная пластина со стороной $a = 5{,}2$ см и толщиной $d = 1$ см, изготовленная из стекла с показателем преломления $n = 1{,}5$. Боковые вертикальные поверхности пластины зачернены и поглощают свет. Школьник с разных сторон направляет узкий световой луч от мощной лазерной указки на пластину под углом $\alpha = 30°$ к вертикали и наблюдает на потолке комнаты пятна света, многократно отражённого от пластины. Какое максимальное число N таких пятен он сможет увидеть, если наиболее удачно выберет направление падения светового луча?