

Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2019 года

Вариант ФИ10401

Выполнена: ФИО _____ класс _____

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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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.

Ответом к заданию 13 является слово. 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 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги 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 π	$\pi = 3,14$
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	$931,5 \text{ МэВ}$
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

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

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 ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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 Па , температура: $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Молярная масса

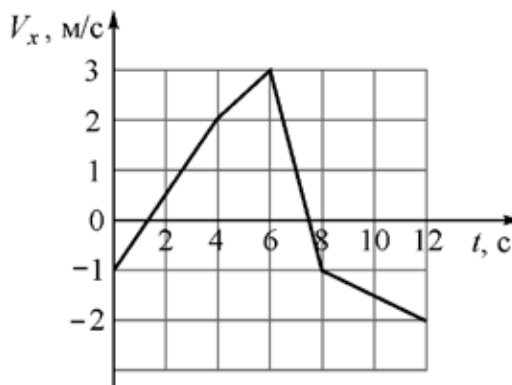
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
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. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело начинает прямолинейное движение вдоль оси OX . На рисунке показана зависимость проекции скорости V_x этого тела на ось OX от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела на ось OX в интервале времени от 0 до 3 с.



Ответ: _____ м/с².

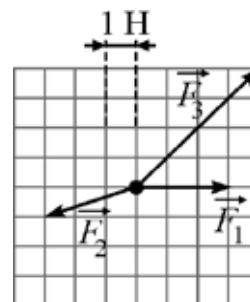
2

Малая сферическая планета радиусом 2000 км равномерно вращается вокруг своей оси. Ускорение свободного падения на полюсе планеты равно 2,8 м/с². Чему равна угловая скорость вращения планеты, если тела, находящиеся на её экваторе, испытывают состояние невесомости? Ответ выразите в радианах за земные сутки и округлите до целого числа.

Ответ: _____ рад/сут.

3

На точечное тело, покоившееся на горизонтальной поверхности, одновременно начинают действовать три постоянные горизонтально направленные силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 , как показано на рисунке. В результате этого тело начинает двигаться. Какую работу совершит равнодействующая этих сил при перемещении тела на расстояние 2 м?



Ответ: _____ Дж.

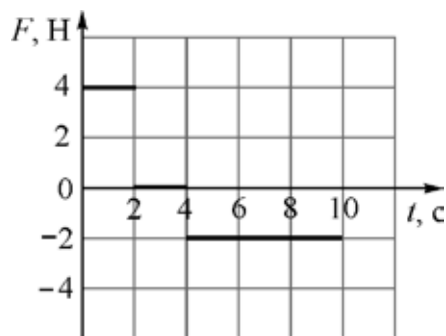
4

На поверхности моря покоится катер. Непосредственно под ним на глубине 50 м работает водолаз, который в некоторый момент ударяет молотком по металлической детали. Сидящий на катере гидроакустик слышит два звука от удара с интервалом времени между ними 1 с. Скорость звука в воде 1400 м/с. Чему равна глубина моря в этом месте?

Ответ: _____ м.

5

На покоящееся точечное тело массой $0,5 \text{ кг}$, находящееся на гладкой горизонтальной поверхности, в момент времени $t_0 = 0$ начинает действовать сила, всегда направленная горизонтально вдоль одной прямой. График зависимости проекции F этой силы на указанную прямую от времени t изображён на рисунке.



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

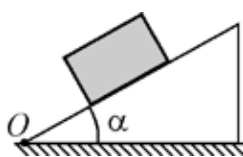
- 1) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ скорость тела равна 0 м/с .
- 2) Изменение модуля импульса тела за третью секунду больше, чем за четвёртую секунду.
- 3) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ импульс тела равен $0 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.
- 4) Модуль скорости тела в конце первой секунды равен модулю скорости тела в конце десятой секунды.
- 5) Изменение кинетической энергии тела за первую секунду больше, чем за девятую секунду.

Ответ:

--	--

6

На шероховатой наклонной плоскости покоится однородный тяжёлый брусок. Угол α наклона плоскости увеличивают так, что брусок не скользит. Как в результате этого изменятся модуль действующей на брусок силы трения и момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

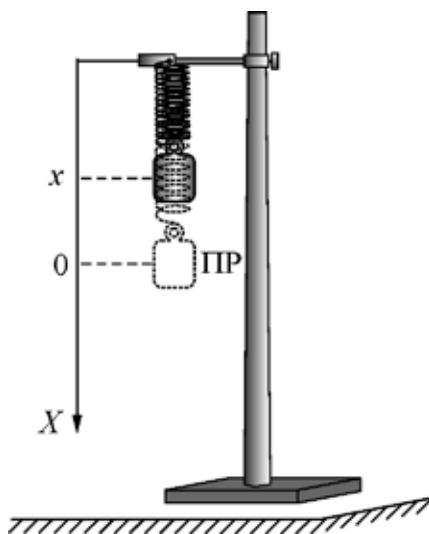
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль действующей на брусок силы трения	Момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O

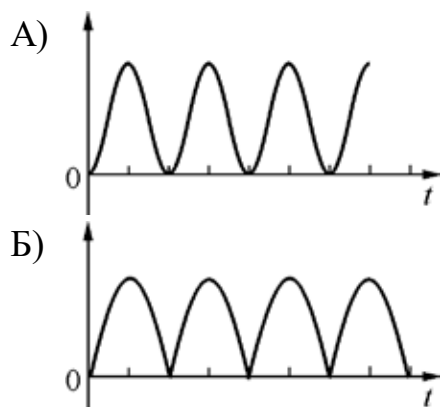
7

На рисунке изображён пружинный маятник и обозначено его положение равновесия (ПР). В момент времени $t_0 = 0$ груз маятника начинает совершать гармонические колебания, стартуя без начальной скорости из точки с координатой x .



Установите соответствие между графиками, изображёнными на следующих рисунках, и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики представляют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- 1) кинетическая энергия шарика
- 2) модуль скорости шарика
- 3) модуль смещения шарика
- 4) потенциальная энергия пружины

Ответ:

А	Б

8

Кислород и водород находятся в закрытом сосуде в состоянии термодинамического равновесия друг с другом. Во сколько раз среднеквадратичная скорость молекул водорода отличается от среднеквадратичной скорости молекул кислорода?

Ответ: в _____ раз(а).

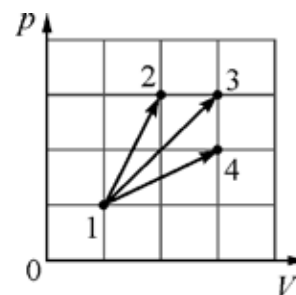
- 9** В некотором процессе газ получает количество теплоты 160 Дж, причём изменение его внутренней энергии составляет $\frac{5}{3}$ от работы газа. Какую работу совершает газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

- 10** Какую массу воды необходимо испарить в закрытом помещении объёмом 30 м^3 при температуре $+25^\circ\text{C}$ для того, чтобы относительная влажность возросла на 20 %? Давление насыщенных паров воды при указанной температуре равно 3,17 кПа. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 11** На pV -диаграмме изображены три процесса (1 ® 2, 1 ® 3 и 1 ® 4), совершаемых одним молем одноатомного идеального газа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) Минимальная работа совершается газом в процессе 1 ® 2.
- 2) Максимальное изменение внутренней энергии газа происходит в процессе 1 ® 2.
- 3) Изменение внутренней энергии газа в процессе 1 ® 2 больше, чем изменение внутренней энергии газа в процессе 1 ® 4.
- 4) Количество теплоты, получаемое газом в процессе 1 ® 2, равно количеству теплоты, получаемому газом в процессе 1 ® 4.
- 5) Максимальное количество теплоты газ получает в процессе 1 ® 3.

Ответ:

--	--

- 12** На электроплитке стоит кастрюля, в которую налит некоторый объём воды. Плитку включают, и вода нагревается от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Затем в кастрюлю вместо воды наливают тот же объём машинного масла, удельная теплоёмкость которого равна $1700\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$, а плотность составляет 900 кг/м^3 . Далее масло нагревают от той же начальной температуры до той же конечной температуры, уменьшив мощность плитки в 3 раза. Как во втором опыте по сравнению с первым изменяются количество теплоты, получаемое жидкостью при нагревании, и время нагревания жидкости до конечной температуры? Считайте, что всё количество теплоты, выделяемое плиткой, расходуется на нагревание жидкости.

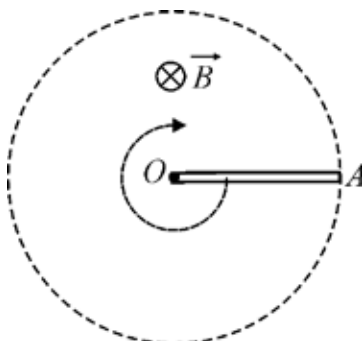
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Количество теплоты, получаемое жидкостью при нагревании	Время нагревания жидкости до конечной температуры

- 13** Проводящий стержень OA вращается в горизонтальной плоскости в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} вокруг вертикальной оси, проходящей через точку O (см. рисунок, вид вдоль оси). Определите, как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на электроны проводимости в тот момент времени, когда стержень занимает положение, изображённое на рисунке. *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

- 14** Изначально незаряженный конденсатор ёмкостью $0,5 \text{ мкФ}$ заряжается в течение 10 с электрическим током, средняя сила которого за время зарядки равна $0,2 \text{ мА}$. Чему будет равна энергия, запасённая в конденсаторе к моменту окончания его зарядки?

Ответ: _____ Дж.

- 15** Луч света от лазерной указки падает из воздуха на поверхность воды бассейна под углом α . Затем преломленный луч попадает на плоское зеркало, лежащее на дне бассейна. Расстояние от точки падения луча на поверхность воды до точки выхода луча на поверхность равно 2 м , показатель преломления воды равен $1,33$. В воде свет проходит путь 376 см . Чему равен угол α ? Ответ выразите в градусах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ град.

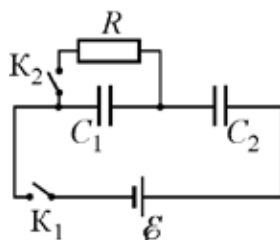
- 16** Металлическое кольцо, обладающее электрическим сопротивлением, находится в однородном магнитном поле. Линии индукции этого поля перпендикулярны плоскости кольца, а модуль изменяется по гармоническому закону с частотой ω . Индуктивность кольца пренебрежимо мала. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) В кольце протекает постоянный электрический ток.
- 2) Сила натяжения проволоки, из которой изготовлено кольцо, изменяется по гармоническому закону с частотой 2ω .
- 3) Амплитуда протекающего в кольце электрического тока не зависит от частоты ω .
- 4) ЭДС индукции, действующая в кольце, пропорциональна частоте ω .
- 5) Средняя тепловая мощность, выделяющаяся в кольце, пропорциональна частоте ω .

Ответ:

--	--

- 17** Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с малым внутренним сопротивлением, двух ключей, двух незаряженных конденсаторов одинаковой электроёмкостью $C_1 = C_2$ и резистора с сопротивлением R . Ключ K_1 замкнули, а ключ K_2 оставили разомкнутым. Спустя достаточно большое время ключ K_2 также замкнули. Определите, как через некоторое время после замыкания ключа K_2 изменились напряжение на конденсаторе C_1 и энергия конденсатора C_2 (по сравнению с моментом до замыкания K_2).



Для каждой физической 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.

Напряжение на конденсаторе C_1	Энергия конденсатора C_2

- 18** Массивная элементарная частица движется с релятивистской скоростью, обладая модулем импульса p и энергией E . Установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) масса частицы
Б) кинетическая энергия частицы

ФОРМУЛА

- 1) $\sqrt{E^2 - p^2 c^2}$
2) $E - \sqrt{E^2 - p^2 c^2}$
3) $\frac{\sqrt{E^2 - p^2 c^2}}{c^2}$
4) E/c^2

Ответ:

А	Б

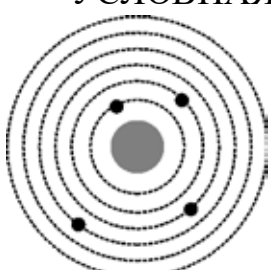
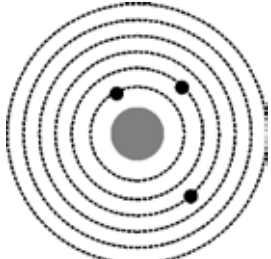
- 19** Ядро изотопа углерода $^{14}_6\text{C}$ претерпело электронный β -распад, в результате чего образовалось новое ядро X . Какой порядковый номер в таблице Д.И. Менделеева имеет соответствующий ядру X химический элемент и сколько нуклонов входит в состав ядра X ?

Порядковый номер в таблице Д.И. Менделеева	Число нуклонов

- 20** В пробирке в момент времени $t_0 = 0$ находилось некоторое количество ядер радиоактивного изотопа. Через $t_1 = 5$ мин в пробирке осталось 3416 мкмоль нераспавшихся ядер, а через $t_2 = 17$ мин – 427 мкмоль нераспавшихся ядер. Чему равен период полураспада исходного изотопа?

Ответ: _____ мин.

- 21** На рисунках изображены условные схемы электрически нейтральных атомов. Чёрными точками обозначены электроны, а пунктирными окружностями – некоторые возможные энергетические уровни электронов. Установите соответствие между условными схемами атомов и обозначениями атомов, которые соответствуют этим схемам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УСЛОВНАЯ СХЕМА АТОМА	ОБОЗНАЧЕНИЕ АТОМА
А) 	1) ^4_2He
Б) 	2) ^9_4Be
	3) $^{13}_6\text{C}$
	4) ^6_3Li

Ответ:

А	Б

- 22** Для того чтобы измерить толщину тонкой нитки, школьник плотно, виток к витку, намотал 100 витков этой нитки на цилиндрический стержень. После этого он при помощи линейки с миллиметровыми делениями измерил длину участка стержня, обмотанного ниткой, и получил значение 1,5 см. Считая, что погрешность прямого измерения длины линейкой равна половине цены её деления, вычислите толщину нитки и найдите погрешность определения этой толщины.

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

- 23** В пяти пронумерованных сосудах объёмом 5 л каждый находятся идеальные газы при одинаковом давлении 200 кПа. В таблице для каждого сосуда указаны газ и его масса.

Номер сосуда	Газ	Масса газа, г
1	азот	14
2	кислород	8
3	азот	11,2
4	кислород	9,6
5	азот	5,6

В сосудах находятся термометры, позволяющие измерять температуру в пределах от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. В каких сосудах по показаниям этих термометров можно будет определить температуру газа?

Ответ:

--	--

- 24** На небе две звезды главной последовательности наблюдаются рядом друг с другом. Одна из звёзд имеет белый цвет, другая – красный. Звёзды имеют одинаковый блеск.

Выберите **два** утверждения, которые справедливы для этой пары звёзд.

- 1) Красная звезда ближе, чем белая.
- 2) Красная звезда горячее, чем белая.
- 3) Красная звезда больше, чем белая.
- 4) Светимость красной звезды меньше, чем белой.
- 5) Красная звезда массивнее, чем белая.

Ответ:

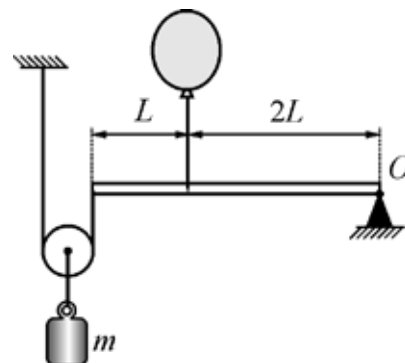
--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Очень лёгкая рейка уравновешена в горизонтальном положении. Правым концом она прикреплена к шарниру O . К левому концу рейки прикреплена невесомая нерастяжимая нить, которая натягивается с помощью невесомого подвижного блока, к оси которого подвешен груз массой 20 г. К средней части рейки прикреплен воздушный шарик, наполненный лёгким газом. Определите объём этого шарика, пренебрегая массой его оболочки и массой газа, находящегося в шарике. Плотность

атмосферного воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: _____ л.

26

Один моль идеального одноатомного газа участвует в некотором процессе, в котором теплоёмкость газа постоянна. В начале этого процесса газ имеет давление 200 кПа и занимает объём 1 л. В ходе процесса газ расширяется до объёма 8 л и его давление становится равным 100 кПа. При этом газ получает от окружающих тел количество теплоты 1,8 кДж. Во сколько раз теплоёмкость газа в этом процессе превышает изохорическую молярную теплоёмкость одноатомного идеального газа?

Ответ: в _____ раз(а).

27

Тонкий стержень AB расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 1,4 см от неё. Один конец стержня находится на главной оптической оси. Изображение стержня, полученное на экране с помощью этой линзы, в 2,5 раза больше самого стержня. Определите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

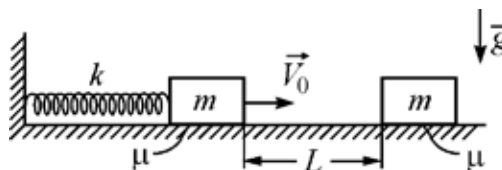
28

Длительность светового дня – это время, в течение которого из-за горизонта «высовывается» хотя бы малая часть солнечного диска. Эта величина рассчитывается для каждой точки на поверхности Земли и приводится в астрономических справочниках и календарях. Однако наблюдаемая длительность светового дня немного превышает теоретическую – табличную. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, почему это происходит.

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

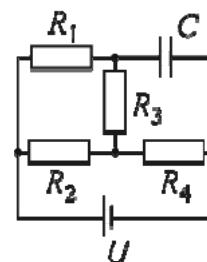
На горизонтальной шероховатой плоскости (коэффициент трения равен μ) покоятся два одинаковых груза массой m на расстоянии L друг от друга, один из которых соединён со стенкой лёгкой нерастянутой горизонтальной пружиной жёсткостью k (см. рисунок). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость V_0 в направлении правого, после чего грузы испытали абсолютно упругое лобовое столкновение. На какое расстояние l сместится после столкновения правый груз?

**30**

Многие сельские дома отапливаются в настоящее время при помощи электрообогревателей, что обходится достаточно дорого. При этом совершаемая электрическим током работа A превращается в равное ей количество теплоты Q , и батареи отопления нагреваются до температуры $T_1 = 60^\circ\text{C}$. Однако расходы можно значительно снизить, если использовать эту работу A для перекачки теплоты $Q_{\text{хол}}$ от внешнего теплового резервуара, имеющего температуру $T_2 = 0^\circ\text{C}$ (например, от незамерзающего зимой пруда), к батареям, выделяя в них количество теплоты $Q_{\text{нагр}}$. Во сколько раз n при этом количество теплоты $Q_{\text{нагр}}$ превышает $Q = A$, если перекачивающее теплоту устройство работает по идеальному циклу Карно, запущенному в обратном направлении, а температура батарей остаётся равной T_1 ? Считайте, что в идеальной тепловой машине все процессы обратимые, так что при запуске её в обратном направлении знаки всех энергетических вкладов (работы и количеств теплоты) просто поменяются, а соотношения между ними останутся прежними.

31

Найдите заряд q конденсатора ёмкостью $C = 5$ мкФ в цепи, схема которой изображена на рисунке. Сопротивления резисторов равны $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 1$ Ом, $R_4 = 2,5$ Ом, источник постоянного напряжения идеальный, $U = 4$ В.

**32**

Для межпланетных полётов в космосе предлагают использовать «солнечный парус» – большое зеркало, расположенное перпендикулярно солнечным лучам. При их отражении от этого зеркала возникает сила в направлении падающих лучей, которая может ускорять космический корабль. Оцените эту силу F при следующих предположениях: площадь полностью отражающего свет зеркала равна $S = 1000$ м², а солнечная постоянная в месте нахождения корабля с зеркалом $C = 1,5$ кВт/м². Солнечная постоянная – это энергия фотонов, падающих в единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной лучам света от Солнца.

Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2019 года

Вариант ФИ10402

Выполнена: ФИО _____ класс _____

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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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.

Ответом к заданию 13 является слово. 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 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги 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 π	$\pi = 3,14$
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	$931,5 \text{ МэВ}$
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

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

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 ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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 Па , температура: $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Молярная масса

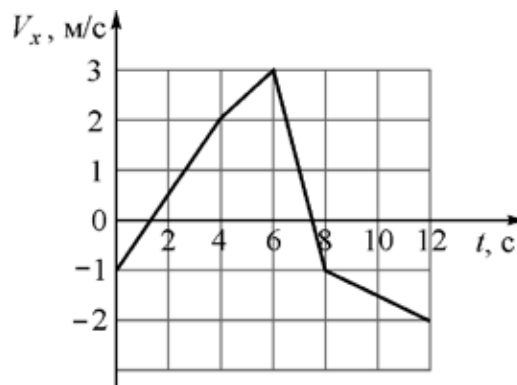
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
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. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело начинает прямолинейное движение вдоль оси OX . На рисунке показана зависимость проекции скорости V_x этого тела на ось OX от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела на ось OX в интервале времени от 9 с до 12 с.



Ответ: _____ м/с^2 .

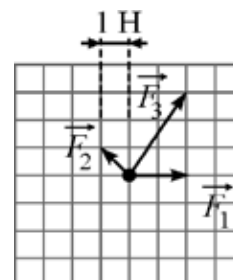
2

Малая сферическая планета радиусом 2000 км равномерно вращается вокруг своей оси. Угловая скорость её вращения равна 121 рад за земные сутки. При этом тела, находящиеся на экваторе планеты, испытывают состояние невесомости. Чему равно ускорение свободного падения на полюсе этой планеты? Ответ выразите в м/с^2 и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ м/с^2 .

3

На точечное тело, покоившееся на горизонтальной поверхности, одновременно начинают действовать три постоянные горизонтально направленные силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 , как показано на рисунке. В результате этого тело начинает двигаться. Какую работу совершит равнодействующая этих сил при перемещении тела на расстояние 3 м?



Ответ: _____ Дж.

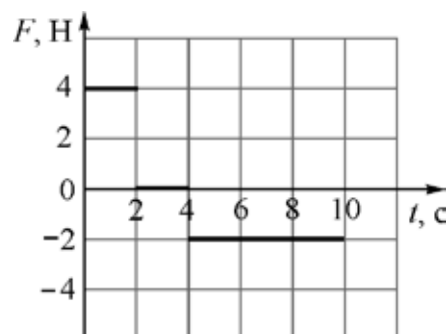
4

На поверхности моря покоится катер. Непосредственно под ним работает водолаз, который в некоторый момент ударяет молотком по металлической детали. Сидящий на катере гидроакустик слышит два звука от удара с интервалом времени между ними 1 с. Скорость звука в воде 1400 м/с, глубина моря в этом месте 730 м. На какой глубине находится водолаз?

Ответ: _____ м.

5

На покоящееся точечное тело массой $0,5 \text{ кг}$, находящееся на гладкой горизонтальной поверхности, в момент времени $t_0 = 0$ начинает действовать сила, всегда направленная горизонтально вдоль одной прямой. График зависимости проекции F этой силы на указанную прямую от времени t изображён на рисунке.



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

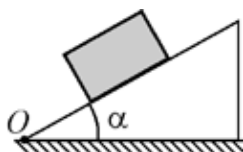
- 1) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ модуль скорости тела равен 16 м/с .
- 2) Изменение модуля импульса тела за третью секунду меньше, чем за четвёртую секунду.
- 3) В момент времени $t = 8 \text{ с}$ импульс тела равен $0 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.
- 4) Модуль скорости тела в конце первой секунды больше модуля скорости тела в конце десятой секунды.
- 5) Изменение кинетической энергии тела за первую секунду меньше, чем за девятую секунду.

Ответ:

--	--

6

На шероховатой наклонной плоскости покоится однородный тяжёлый брусок. Угол α наклона плоскости уменьшают. Как в результате этого изменятся модуль действующей на брусок силы трения и момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

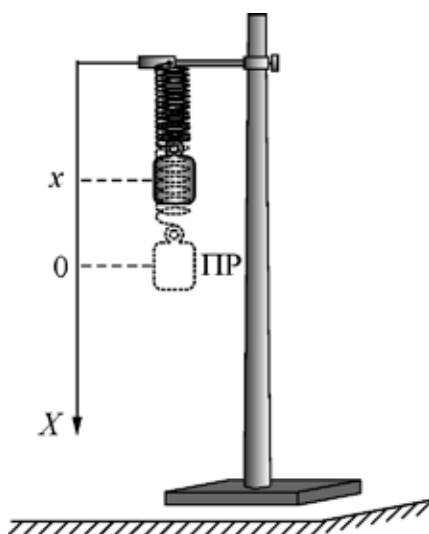
- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Модуль действующей на брусок силы трения	Момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O

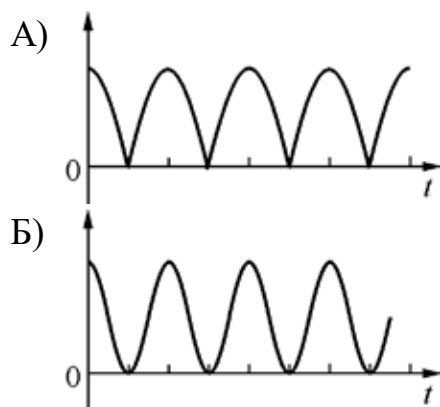
7

На рисунке изображён пружинный маятник и обозначено его положение равновесия (ПР). В момент времени $t_0 = 0$ груз маятника начинает совершать гармонические колебания, стартуя без начальной скорости из точки с координатой x .



Установите соответствие между графиками, изображёнными на следующих рисунках, и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики представляют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- 1) кинетическая энергия шарика
- 2) модуль скорости шарика
- 3) модуль смещения шарика
- 4) потенциальная энергия пружины

Ответ:

А	Б

8

Водяной пар и водород находятся в закрытом сосуде в состоянии термодинамического равновесия друг с другом. Во сколько раз среднеквадратичная скорость молекул водорода отличается от среднеквадратичной скорости молекул воды?

Ответ: в _____ раз(а).

- 9** В некотором процессе газ получает количество теплоты 210 Дж, причём изменение его внутренней энергии составляет $\frac{4}{3}$ от работы газа. Какую работу совершает газ в этом процессе?

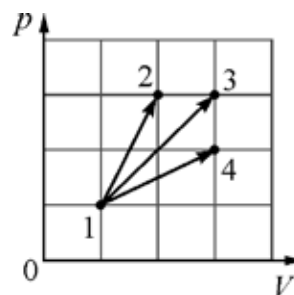
Ответ: _____ Дж.

- 10** Какую массу воды необходимо испарить в закрытом помещении объёмом 50 м^3 при температуре $+20^\circ\text{C}$ для того, чтобы относительная влажность возросла на 25 %? Давление насыщенных паров воды при указанной температуре равно 2,33 кПа. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 11** На pV -диаграмме изображены три процесса (1 ® 2, 1 ® 3 и 1 ® 4), совершаемых одним молем одноатомного идеального газа.

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) Минимальная работа совершается газом в процессе 1 ® 4.
- 2) Максимальное изменение внутренней энергии газа происходит в процессе 1 ® 3.
- 3) Изменение внутренней энергии газа в процессе 1 ® 2 равно изменению внутренней энергии газа в процессе 1 ® 4.
- 4) Количество теплоты, получаемое газом в процессе 1 ® 2, равно количеству теплоты, получаемому газом в процессе 1 ® 4.
- 5) Максимальное количество теплоты газ получает в процессе 1 ® 4.

Ответ:

--	--

- 12** На электроплитке стоит кастрюля, в которую налит некоторый объём тосола. Плитку включают, и тосол нагревается от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Затем в кастрюлю вместо тосола наливают тот же объём воды. Далее воду нагревают от той же начальной температуры до той же конечной температуры, увеличив мощность плитки в 2,5 раза. Как во втором опыте по сравнению с первым изменяются количество теплоты, получаемое жидкостью при нагревании, и время нагревания жидкости до конечной температуры? Считайте, что всё количество теплоты, выделяемое плиткой, расходуется на нагревание жидкости. Удельная теплоёмкость тосола равна $2000\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$, а его плотность 1100 кг/м^3 .

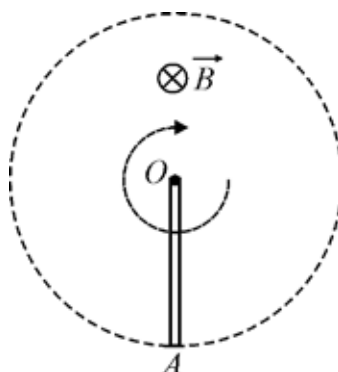
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Количество теплоты, получаемое жидкостью при нагревании	Время нагревания жидкости до конечной температуры

- 13** Проводящий стержень OA вращается в горизонтальной плоскости в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} вокруг вертикальной оси, проходящей через точку O (см. рисунок, вид со стороны оси). Определите, как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на электроны проводимости в тот момент времени, когда стержень занимает положение, изображённое на рисунке. *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

- 14** Изначально незаряженный конденсатор заряжается в течение 10 с электрическим током, средняя сила которого за время зарядки равна 0,3 мА. К моменту окончания зарядки конденсатора в нём запасается энергия 9 Дж. Чему равна электрическая ёмкость конденсатора? Ответ выразите в мкФ и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ мкФ.

- 15** Луч света от лазерной указки падает из воздуха на поверхность воды бассейна под углом 45° . Затем преломлённый луч попадает на плоское зеркало, лежащее на дне бассейна. Показатель преломления воды равен 1,33. В воде свет проходит путь 752 см. Найдите расстояние от точки падения луча на поверхность воды до точки выхода луча на поверхность. Ответ выразите в метрах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ м.

- 16** Металлическое кольцо, обладающее электрическим сопротивлением, находится в однородном магнитном поле. Линии индукции этого поля перпендикулярны плоскости кольца, а модуль изменяется по гармоническому закону с частотой ω . Индуктивность кольца пренебрежимо мала.

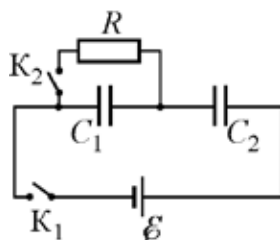
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) В кольце действует постоянная ЭДС индукции.
- 2) Сила протекающего в кольце индукционного тока не зависит от сопротивления кольца.
- 3) Средняя тепловая мощность, выделяющаяся в кольце, пропорциональна квадрату частоты ($\sim \omega^2$).
- 4) Амплитуда протекающего в кольце электрического тока пропорциональна частоте ω .
- 5) Амплитуда действующей в кольце ЭДС индукции не зависит от радиуса кольца.

Ответ:

--	--

- 17** Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с малым внутренним сопротивлением, двух ключей, двух незаряженных конденсаторов одинаковой электроёмкостью $C_1 = C_2$ и резистора с сопротивлением R . Ключ K_1 замкнули, а ключ K_2 оставили разомкнутым. Спустя достаточно большое время ключ K_2 также замкнули. Определите, как через некоторое время после замыкания ключа K_2 изменились напряжение на конденсаторе C_2 и энергия конденсатора C_1 (по сравнению с моментом до замыкания K_2).



Для каждой физической 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.

Напряжение на конденсаторе C_2	Энергия конденсатора C_1

- 18** Массивная элементарная частица массой m движется с релятивистской скоростью, обладая энергией E . Установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) кинетическая энергия частицы
Б) модуль импульса частицы

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{\sqrt{E^2 - m^2 c^4}}{c}$
2) E/c
3) mc^2
4) $E - mc^2$

Ответ:

А	Б

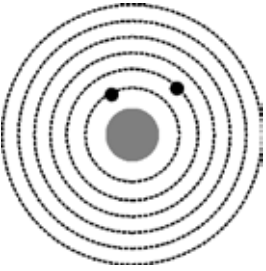
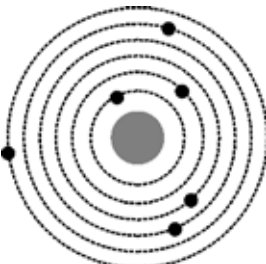
- 19** Ядро изотопа азота ${}^{13}_7\text{N}$ претерпело позитронный β -распад, в результате чего образовалось новое ядро X . Какой порядковый номер в таблице Д.И. Менделеева имеет соответствующий ядру X химический элемент и сколько нейтронов входит в состав ядра X ?

Порядковый номер в таблице Д.И. Менделеева	Число нейтронов

- 20** В пробирке в момент времени $t_0 = 0$ находилось некоторое количество ядер радиоактивного изотопа. Через $t_1 = 6$ мин. в пробирке осталось 3776 мкмоль нераспавшихся ядер, а через $t_2 = 18$ мин. – 236 мкмоль нераспавшихся ядер. Чему равен период полураспада исходного изотопа?

Ответ: _____ мин.

- 21** На рисунках изображены условные схемы электрически нейтральных атомов. Чёрными точками обозначены электроны, а пунктирными окружностями – некоторые возможные энергетические уровни электронов. Установите соответствие между условными схемами атомов и обозначениями атомов, которые соответствуют этим схемам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УСЛОВНАЯ СХЕМА АТОМА	ОБОЗНАЧЕНИЕ АТОМА
<p>А) </p>	<p>1) ${}^4_2\text{He}$</p>
<p>Б) </p>	<p>2) ${}^9_4\text{Be}$</p> <p>3) ${}^{13}_6\text{C}$</p> <p>4) ${}^6_3\text{Li}$</p>

Ответ:

А	Б

- 22** Для того чтобы измерить толщину тонкой нитки, школьник плотно, виток к витку, намотал 150 витков этой нитки на цилиндрический стержень. После этого он при помощи линейки с миллиметровыми делениями измерил длину участка стержня, обмотанного ниткой, и получил значение 2,7 см. Считая, что погрешность прямого измерения длины линейкой равна половине цены её деления, вычислите толщину нитки и найдите погрешность определения этой толщины.

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

- 23** В пяти пронумерованных сосудах объёмом 5 л каждый находятся идеальные газы при одинаковом давлении 200 кПа. В таблице для каждого сосуда указаны газ и его масса.

Номер сосуда	Газ	Масса газа, г
1	азот	14
2	кислород	8
3	азот	11,2
4	кислород	9,6
5	азот	5,6

В сосудах находятся термометры, позволяющие измерять температуру в пределах от +100 °С до +250 °С. В каких сосудах по показаниям этих термометров можно будет определить температуру газа?

Ответ:

--	--

- 24** С Земли наблюдается двойная звезда, состоящая из двух звёзд главной последовательности. Одна из звёзд имеет жёлтый цвет, другая – красный. Выберите **два** утверждения, которые справедливы для этой двойной звезды.

- 1) Красная звезда быстрее станет красным гигантом.
- 2) Красная звезда менее яркая на небе, чем жёлтая.
- 3) Красная звезда имеет большую массу, чем жёлтая.
- 4) Красная звезда холоднее жёлтой.
- 5) Красная звезда по своим характеристикам (масса, радиус, температура) больше похожа на Солнце, чем жёлтая.

Ответ:

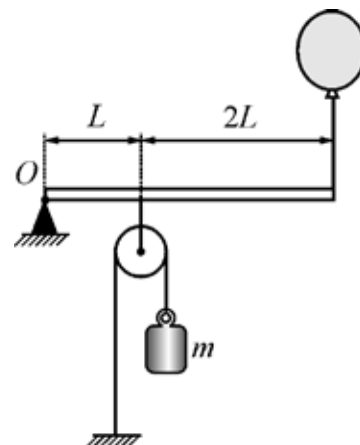
--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Очень лёгкая рейка уравновешена в горизонтальном положении. Левым концом она прикреплена к шарниру O . Средняя часть рейки прикреплена вертикальной нитью к оси невесомого подвижного блока, через который переброшена другая нить – один её конец неподвижно закреплён, а к другому подвешен груз массой 18 г. К правому концу рейки прикреплён воздушный шарик, наполненный лёгким газом. Определите объём этого шарика, пренебрегая массой его оболочки и массой газа, находящегося в шарике. Плотность атмосферного воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$.



Ответ: _____ л.

26

Один моль идеального одноатомного газа участвует в некотором процессе, в котором теплоёмкость газа постоянна. В начале этого процесса газ имеет давление 300 кПа и занимает объём 1 л. В ходе процесса газ расширяется до объёма 27 л и его давление становится равным 100 кПа. При этом газ получает от окружающих тел количество теплоты 7,2 кДж. Во сколько раз теплоёмкость газа в этом процессе превышает изохорическую молярную теплоёмкость одноатомного идеального газа?

Ответ: в _____ раз(а).

27

Тонкий стержень AB расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 14 см от неё. Один конец стержня находится на главной оптической оси. Изображение стержня, полученное на экране с помощью этой линзы, в 2,5 раза меньше самого стержня. Определите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

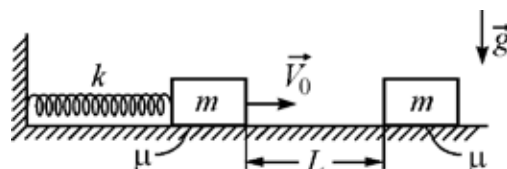
28

Время восхода и заката Солнца рассчитывается для каждой точки на поверхности Земли и приводится в астрономических справочниках и календарях. Однако наблюдаемые времена немного отличаются от теоретических – табличных: Солнце встаёт чуть раньше, а заходит чуть позже, увеличивая длительность светового дня. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, почему это происходит.

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

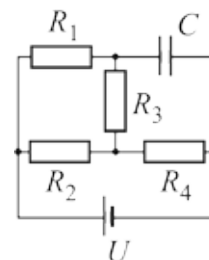
На горизонтальной шероховатой плоскости покоятся два одинаковых груза массой m на расстоянии L друг от друга, один из которых соединён со стенкой лёгкой нерастянутой горизонтальной пружины жёсткостью k (см. рисунок). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость V_0 в направлении правого, после чего они испытали абсолютно упругое лобовое столкновение, и правый груз после него сместился на расстояние l . Чему равен коэффициент трения μ грузов о плоскость?

**30**

Многие дачные дома отапливаются в настоящее время при помощи электрообогревателей, что обходится достаточно дорого. При этом совершаемая электрическим током работа A превращается в равное ей количество теплоты Q , и батареи отопления нагреваются до температуры $T_1 = 50^\circ\text{C}$. Однако расходы можно значительно снизить, если использовать эту работу A для перекачки теплоты $Q_{\text{хол}}$ от внешнего теплового резервуара, имеющего температуру $T_2 = 4^\circ\text{C}$ (например, от дна незамерзающего зимой пруда), к батареям, выделяя в них количество теплоты $Q_{\text{нагр}}$. Во сколько раз n при этом количество теплоты $Q_{\text{нагр}}$ превышает $Q = A$, если перекачивающее теплоту устройство работает по идеальному циклу Карно, запущенному в обратном направлении, а температура батарей остаётся равной T_1 ? Считайте, что в идеальной тепловой машине все процессы обратимы, так что при запуске её в обратном направлении знаки всех энергетических вкладов (работы и количеств теплоты) просто поменяются, а соотношения между ними останутся прежними.

31

Найдите заряд q конденсатора ёмкостью $C = 10$ мкФ в цепи, схема которой изображена на рисунке. Сопротивления резисторов равны $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 2$ Ом, источник постоянного напряжения идеальный, $U = 6$ В.

**32**

Для межпланетных полётов в космосе предлагают использовать «солнечный парус» – большое зеркало, расположенное перпендикулярно солнечным лучам. При их отражении от этого зеркала возникает сила в направлении падающих лучей, которая может ускорять космический корабль. Оцените эту силу F при следующих предположениях: площадь полностью отражающего свет зеркала равна $S = 30\,000$ м², а солнечная постоянная в месте нахождения корабля с зеркалом $C = 1,0$ кВт/м². Солнечная постоянная – это энергия фотонов, падающих в единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной лучам света от Солнца.