

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

13 декабря 2017 года

Вариант ФИ10203

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!

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 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
древеси́ны (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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

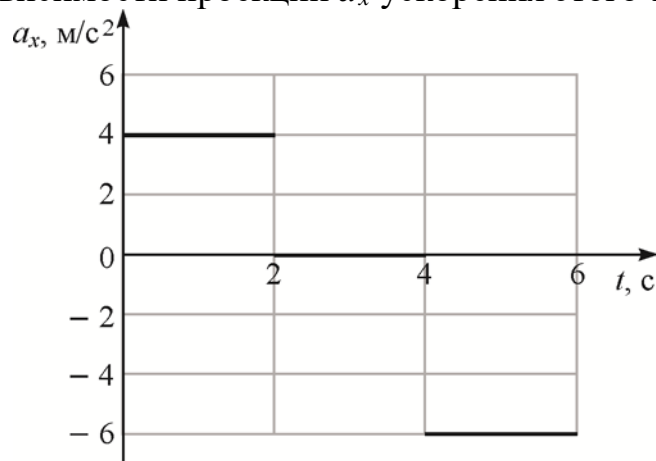
Молярная масса

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.

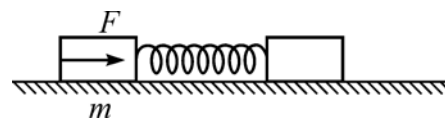
- 1 Покоившееся точечное тело начинает движение вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции a_x ускорения этого тела от времени t .



Определите, какой путь прошло тело за третью секунду движения.

Ответ: _____ м.

- 2 На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, соединённые лёгкой пружиной. К бруску массой $m = 2$ кг прикладывают постоянную силу, равную по модулю $F = 8$ Н и направленную горизонтально вдоль оси пружины (см. рисунок). Определите модуль силы упругости пружины в момент, когда этот брусок движется с ускорением $1,5$ м/с².

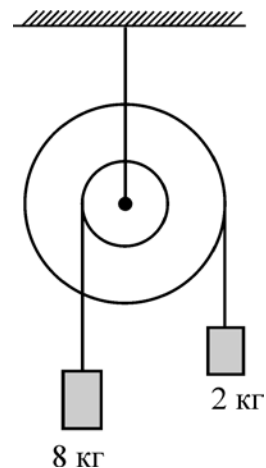


Ответ: _____ Н.

- 3 Телу массой 4 кг, находящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, сообщили вдоль неё скорость 10 м/с. Определите модуль работы, совершённой силой трения, с момента начала движения тела до того момента, когда скорость тела уменьшится в 2 раза.

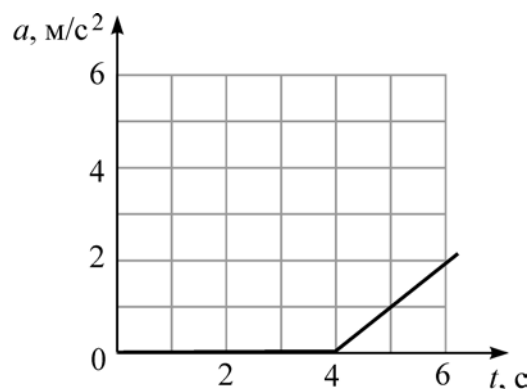
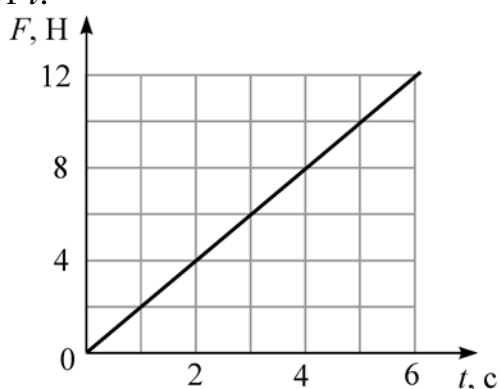
Ответ: _____ Дж.

- 4 Ступенчатый блок имеет внутренний шкив радиусом 6 см. К нитям, намотанным на внешний и внутренний шкивы, подвешены грузы так, как показано на рисунке. Трение в оси блока отсутствует. Чему равен радиус внешнего шкива блока, если система находится в равновесии?



Ответ: _____ см.

- 5 На покоящееся тело, находящееся на шероховатой горизонтальной плоскости, начинает действовать горизонтально направленная сила. Зависимость модуля этой силы F от времени t показана на рисунке 1. На рисунке 2 показана соответствующая зависимость модуля ускорения a этого тела от t .



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

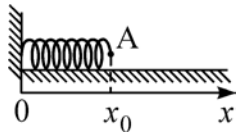
- 1) В момент времени $t = 5$ с модуль силы трения меньше модуля силы F
- 2) В момент времени $t = 2$ с сила трения равна 0
- 3) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ тело двигалось с отличной от нуля постоянной скоростью.
- 4) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ внешняя сила F не совершает работу.
- 5) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ сила трения совершает отрицательную работу.

Ответ:

6 В цилиндрический стакан с водой опустили плавать небольшую льдинку, в которую вморожен кусочек пробки. Через некоторое время льдинка полностью растаяла. Определите, как в результате таяния льдинки изменились сила давления на дно стакана и уровень воды в стакане. 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.

Сила давления на дно стакана	Уровень воды в стакане

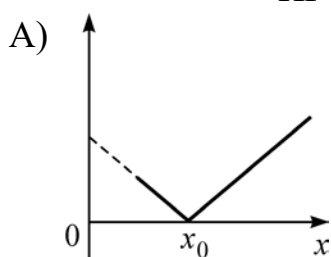
7 Невесомая пружинка находится на гладкой горизонтальной поверхности и одним концом прикреплена к стене (см. рисунок). В некоторый момент времени пружинку начинают деформировать, прикладывая к её свободному концу А внешнюю силу и равномерно перемещая точку А.



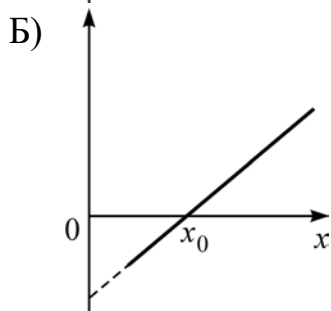
Установите соответствие между графиками зависимостей физических величин от деформации x пружины и этими величинами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ
ВЕЛИЧИНЫ ОТ ДЕФОРМАЦИИ
ПРУЖИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА



- 1) Потенциальная энергия пружины
- 2) Модуль силы упругости
- 3) Проекция силы упругости
- 4) Проекция внешней силы



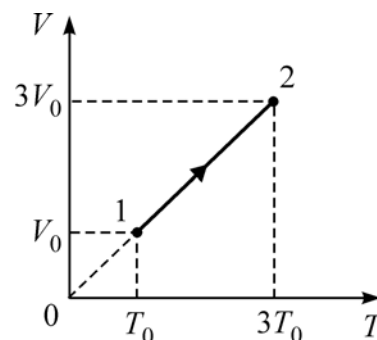
Ответ:

А	Б

8 При построении температурной шкалы Реомюра принимается, что при нормальном атмосферном давлении лёд тает при температуре 0 градусов Реомюра ($^{\circ}\text{R}$), а вода кипит при температуре 80°R . Найдите, чему равна средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения частицы идеального газа при температуре 91°R . Ответ выразите в эВ и округлите до сотых долей.

Ответ: _____ эВ.

9 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, график которого изображён на VT -диаграмме. Определите для этого процесса отношение изменения внутренней энергии газа к величине сообщённого газу количества теплоты.



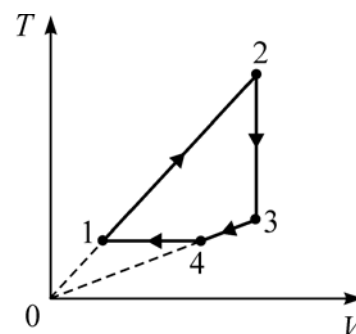
Ответ: _____.

10 Кузнец куёт железную подкову массой 350 г при температуре 1100°C . Закончив ковку, он бросает подкову в сосуд с водой. Раздаётся шипение, и над сосудом поднимается пар. Найдите массу воды, испаряющуюся при погружении в неё раскалённой подковы. Считайте, что вода уже нагрета до температуры кипения.

Ответ: _____ г.

11 Один моль одноатомного идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого изображён на TV -диаграмме.

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

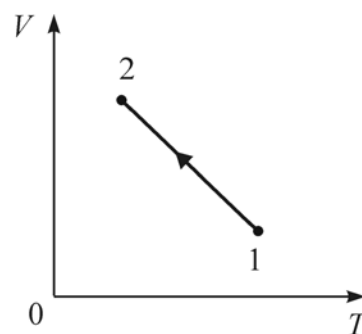


- 1) Давление газа в состоянии 2 больше давления газа в состоянии 4.
- 2) Работа газа на участке 2–3 положительна.
- 3) На участке 1–2 давление газа увеличивается.
- 4) На участке 4–1 от газа отводится некоторое количество теплоты.
- 5) Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 меньше, чем изменение внутренней энергии газа на участке 2–3.

Ответ:

--	--

12 На рисунке показан график зависимости объёма V неизменного количества идеального газа от его абсолютной температуры T в процессе 1–2. Определите, как в этом процессе изменяются внутренняя энергия и давление газа. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

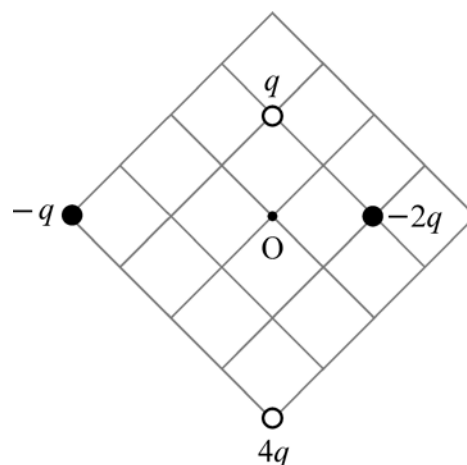


- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Внутренняя энергия газа	Давление газа

13 Четыре точечных заряда закреплены на плоскости так, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электростатического поля в точке O ? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Два последовательно соединённых резистора сопротивлениями 4 Ом и 8 Ом подключены к аккумулятору, напряжение на клеммах которого равно 24 В. Какая тепловая мощность выделяется в резисторе большего номинала?

Ответ: _____ Вт.

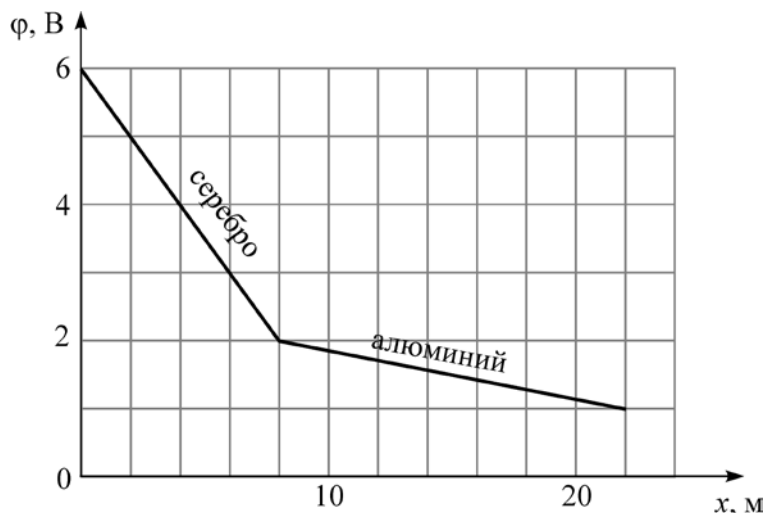
15 На рисунке слева изображены два плоских зеркала (31 и 32) и луч, горизонтально падающий на зеркало 1. Зеркало 2 поворачивают относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , на угол 15° (рисунок справа). Под каким углом к горизонту будет распространяться луч, отражённый от зеркала 2?

Ответ: _____ градусов.

16

Участок электрической цепи представляет собой последовательно соединённые серебряную и алюминиевую проволоки. Через них протекает постоянный электрический ток силой 2 А. На графике показано, как изменяется потенциал φ на этом участке цепи при смещении вдоль проволок на расстояние x . Удельные сопротивления серебра и алюминия равны $0,016 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ и $0,028 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ соответственно.

Используя график, выберите два верных утверждения и укажите в ответе их номера.

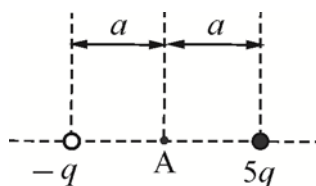


- 1) Площадь поперечного сечения алюминиевой проволоки $7,84 \cdot 10^{-1} \text{ мм}^2$.
- 2) Площадь поперечного сечения алюминиевой проволоки $3,92 \cdot 10^{-1} \text{ мм}^2$.
- 3) Площади поперечных сечений проволок одинаковы.
- 4) В серебряной проволоке выделяется такая же тепловая мощность, как и в алюминиевой.
- 5) В серебряной проволоке выделяется тепловая мощность 8 Вт.

Ответ:

--	--

- 17** Два маленьких заряженных металлических шарика одинакового радиуса расположены так, что расстояние между их центрами равно $2a$ (см. рисунок).



Шарики приводят в соприкосновение и затем разводят на прежнее расстояние. Как изменятся при этом физические величины, указанные в таблице? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль напряжённости электростатического поля в точке А	Потенциал точки А

- 18** Трансформатор представляет собой изготовленный из специального материала замкнутый сердечник, на который плотно намотаны две катушки. Первая катушка содержит 200 витков, а вторая – 1000 витков. К выводам первой катушки подключили источник переменного напряжения амплитудой 10 В и частотой 100 Гц. Выводы второй катушки разомкнуты (трансформатор не нагружен). Установите соответствие между физическими величинами и их значениями (в СИ).

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) Амплитуда напряжения на выводах второй катушки	1) 2 2) 50
Б) Частота изменения напряжения на выводах второй катушки	3) 100 4) 500

Ответ:

А	Б

- 19 Определите число протонов и нейтронов в атомном ядре неизвестного элемента X, участвующего в ядерной реакции ${}_Z^AX + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_2^4\text{He}$.

Число протонов	Число нейтронов

- 20 После крупной радиационной аварии, произошедшей в 1986 году на Чернобыльской атомной электростанции, некоторые участки местности оказались сильно загрязнены радиоактивным изотопом цезия-137 с периодом полураспада 30 лет. На некоторых участках норма максимально допустимого содержания цезия-137 была превышена в 1000 раз. Через сколько периодов полураспада после загрязнения такие участки местности вновь можно считать удовлетворяющими норме? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____.

- 21 Установите соответствие между названием элементарной частицы и значениями её зарядового и массового чисел. В таблице значения зарядового и массового чисел разделены знаком двойной дробной черты: зарядовое число // массовое число.

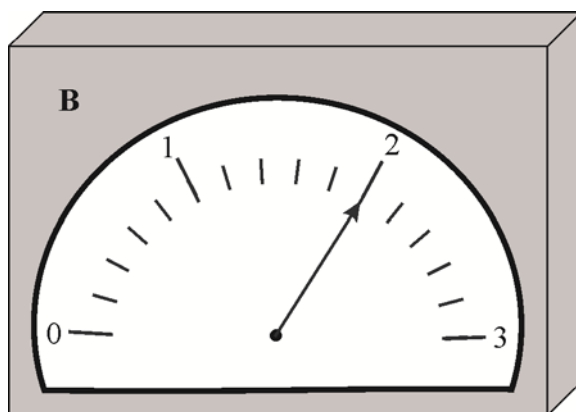
НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЧАСТИЦЫ	ЗАРЯДОВОЕ ЧИСЛО // МАССОВОЕ ЧИСЛО
А) альфа-частица	1) 2 // 4
Б) протон	2) 4 // 2
	3) 1 // 0
	4) 1 // 1

Ответ:

А	Б

22 Для контроля силы постоянного тока, текущего в участке цепи, часто применяют следующий способ. В участок цепи последовательно включают резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью (такой резистор называют калиброванным), и измеряют напряжение на этом резисторе.

На рисунке показано изображение шкалы вольтметра, при помощи которого измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 5 Ом.



Считая, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора, определите силу тока в участке цепи.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

23 Ученику требуется определить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от коэффициента жёсткости пружины. Для этого он подготовил штатив с муфтой и лапкой, линейку с миллиметровой шкалой, груз известной массы. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

В ответ запишите номера выбранных предметов.

- 1) деревянная рейка
- 2) мензурка с водой
- 3) набор грузов с неизвестными массами
- 4) набор пружин
- 5) секундомер

Ответ:

--	--

24 Первая звезда излучает в 100 раз больше энергии, чем вторая. Они расположены на небе так близко друг от друга, что видны как одна звезда с видимой звёздной величиной, равной 5.

Исходя из этого условия, выберите **два** верных утверждения.

- 1) Если вторая звезда расположена в 10 раз ближе к нам, чем первая, то их видимые звёздные величины равны.
- 2) Если звёзды расположены на одном расстоянии, то блеск первой равен 5 звёздным величинам, а второй – 0 звёздных величин.
- 3) Если эти звезды расположены в пространстве рядом друг с другом, то вторая звезда такая тусклая, что не видна невооружённым глазом, даже если бы этому не препятствовала яркая первая.
- 4) Первая звезда – белый сверхгигант, а вторая – красный сверхгигант.
- 5) Первая звезда обязательно горячее второй.

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 Скорость течения широкой реки 3,6 км/ч. Под каким углом к направлению течения реки лодочник должен направлять лодку, скорость которой относительно воды равна 2 м/с, чтобы за 15 минут её снесло по направлению течения на 1,8 км?

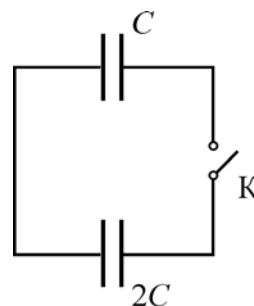
Ответ: _____ градусов.

26 Неизменное количество идеального одноатомного газа изохорически переводят из состояния 1 в состояние 2. Затем газ изобарически переводят из состояния 2 в состояние 3, и при этом газ совершает работу 40 Дж. Известно, что температура газа в процессе 2–3 повышается на столько же, на сколько она повысилась в процессе 1–2. Какое количество теплоты поглотил газ в процессе 1–2?

Ответ: _____ Дж.

27

Два плоских конденсатора и ключ К соединены так, как показано на схеме. При разомкнутом ключе конденсатор ёмкостью $C = 50$ пФ заряжают до напряжения 9 В от источника питания. Затем ключ замыкают. Чему будет равен установившийся заряд на конденсаторе ёмкостью $2C$?



Ответ: _____ нФ.

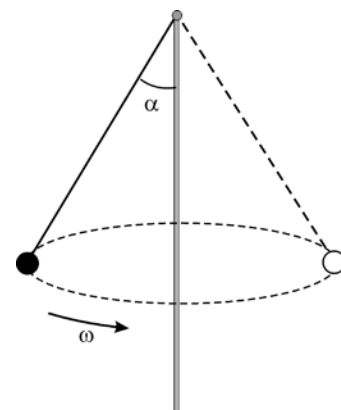
Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист бумаги. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

Известно, что быстрый поток воды в горных реках легко переворачивает тяжёлые камни. Проанализируйте, основываясь на физических законах и закономерностях, это явление, считая для упрощения, что поток воды плотностью ρ , движущийся со скоростью v , «упирается» в кубический камень с ребром a и останавливается в пределах его поперечного сечения $S = a^2$, создавая силу F , называемую «скоростным напором». Оцените, во сколько раз увеличится масса переворачиваемых камней, если скорость воды возрастёт в 3 раза (селевой поток)?

29

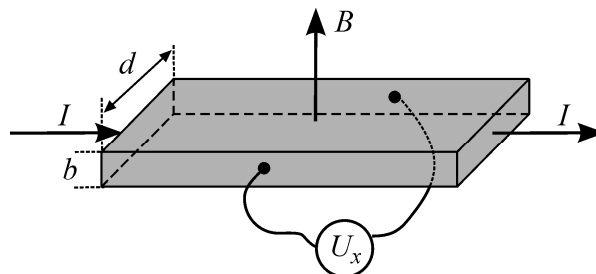
К концу вертикального стержня привязана лёгкая нерастяжимая нить с маленьким грузиком на конце. Грузик раскрутили на нити так, что она отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Как и во сколько раз надо изменить угловую скорость ω вращения грузика вокруг стержня для того, чтобы этот угол стал равным $\beta = 60^\circ$?



30 Для получения и поддержания температуры 0°C , одной из двух реперных точек на шкале Цельсия, в лабораторной практике часто используют следующий метод. В теплоизолированный стакан наливают дистиллированную воду комнатной температуры, поливают воду сверху жидким азотом, перемешивая смесь ложкой до тех пор, пока не образуется масса серого цвета, состоящая из мелких кристалликов льда и воды. Это обеспечивает нужную температуру в течение длительного времени – смесь помещают в сосуд Дьюара, где она медленно тает при 0°C . Какой объём V жидкого азота требуется израсходовать для получения массы $m = 300$ г такой смеси, содержащей 75% льда и 25% воды (по массе), из воды при 25°C ? Теплоёмкостями стакана и ложки, а также потерями теплоты можно пренебречь. Плотность жидкого азота $\rho_{\text{ж}} = 808$ кг/м³, удельная теплота парообразования $r = 197,6$ кДж/кг.

31 В плоском незаряженном воздушном конденсаторе с площадью пластин $S = 100$ см² и расстоянием между ними $d = 3$ мм в некоторый момент времени одной из пластин сообщили заряд $q = 40$ нКл, оставив вторую пластину незаряженной. Чему после этого стала равна разность потенциалов между пластинами? Краевыми эффектами пренебречь, электрическое поле внутри конденсатора считать однородным.

32 В современных научных и технических устройствах часто используются линейные датчики индукции магнитного поля, работа которых основана на эффекте Холла. Этот эффект состоит в возникновении поперечной разности потенциалов в проводнике или полупроводнике с электрическим током, находящемся в магнитном поле, перпендикулярном току. Пусть вдоль однородного длинного образца полупроводника прямоугольной формы с поперечным сечением размерами $b = 0,3$ мм и $d = 8$ мм и концентрацией носителей заряда e положительного знака («дырок»), равной $n = 5 \cdot 10^{18}$ см⁻³, течёт постоянный ток $I = 200$ мА, а сам образец находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,5$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости образца, вдоль его ребра b (см. рисунок). Чему равна при этом холловская разность потенциалов U_x между гранями образца, параллельными вектору магнитной индукции и току?



Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

13 декабря 2017 года

Вариант ФИ10204

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!

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 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 (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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

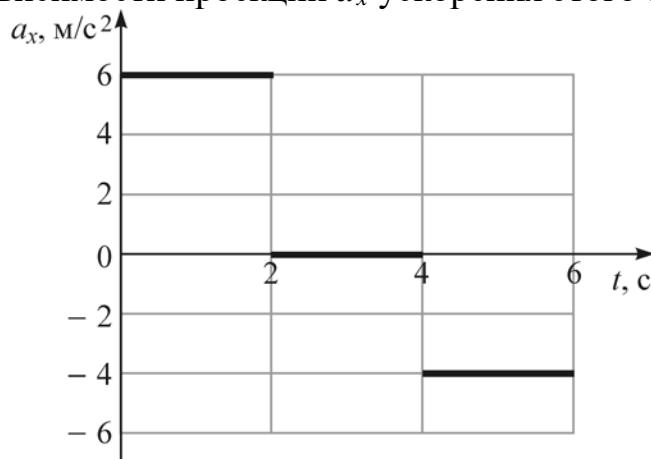
Молярная масса

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.

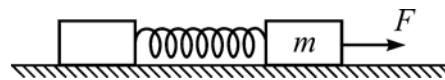
- 1 Покоившееся точечное тело начинает движение вдоль оси Ox . На рисунке показан график зависимости проекции a_x ускорения этого тела от времени t .



Определите, какой путь прошло тело за третью секунду движения.

Ответ: _____ м.

- 2 На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, соединённые лёгкой пружиной. К бруску массой $m = 2$ кг прикладывают постоянную силу, равную по модулю $F = 10$ Н и направленную горизонтально вдоль оси пружины (см. рисунок).



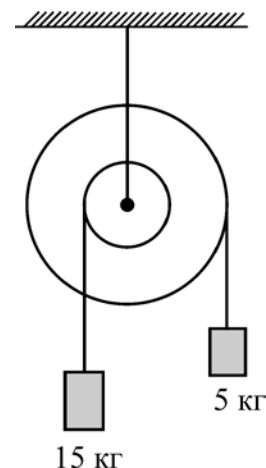
Определите модуль силы упругости пружины в момент, когда этот брусок движется с ускорением 1 м/с^2 .

Ответ: _____ Н.

- 3 Телу массой 4 кг, находящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, сообщили вдоль неё скорость 10 м/с . Определите модуль работы, совершённой силой трения, с момента начала движения тела до того момента, когда скорость тела уменьшится в 4 раза.

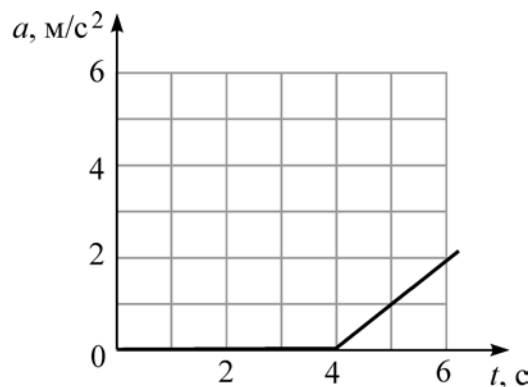
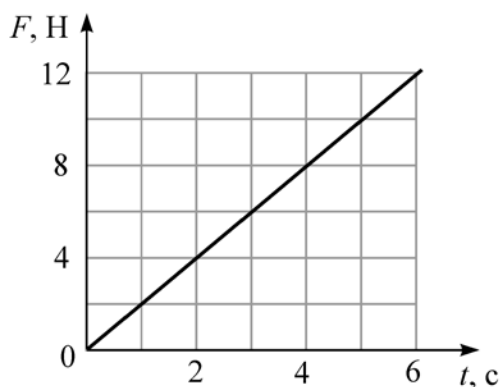
Ответ: _____ Дж.

- 4 Ступенчатый блок имеет внешний шкив радиусом 24 см. К нитям, намотанным на внешний и внутренний шкивы, подвешены грузы так, как показано на рисунке. Трение в оси блока отсутствует. Чему равен радиус внутреннего шкива блока, если система находится в равновесии?



Ответ: _____ см.

- 5 На покоящееся тело, находящееся на шероховатой горизонтальной плоскости, начинает действовать горизонтально направленная сила. Зависимость модуля этой силы F от времени t показана на рисунке 1. На рисунке 2 показана соответствующая зависимость модуля ускорения a этого тела от t .



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) В момент времени $t = 6$ с модуль силы трения равен 12 Н.
- 2) В момент времени $t = 3$ с модуль силы трения равен 6 Н.
- 3) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ тело двигалось с отличным от нуля постоянным ускорением.
- 4) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ внешняя сила F совершает положительную работу.
- 5) В интервале времени $(0 \text{ с}) \leq t < (4 \text{ с})$ сила трения не совершает работу.

Ответ:

--	--

6 В цилиндрический стакан с водой опустили плавать небольшую льдинку. Через некоторое время льдинка полностью растаяла. Определите, как в результате таяния льдинки изменились давление на дно стакана и уровень воды в стакане.

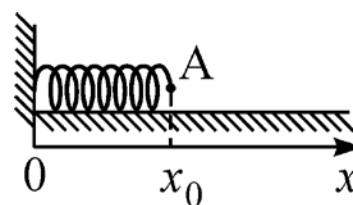
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась; 2) уменьшилась; 3) не изменилась.

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

Давление на дно стакана	Уровень воды в стакане

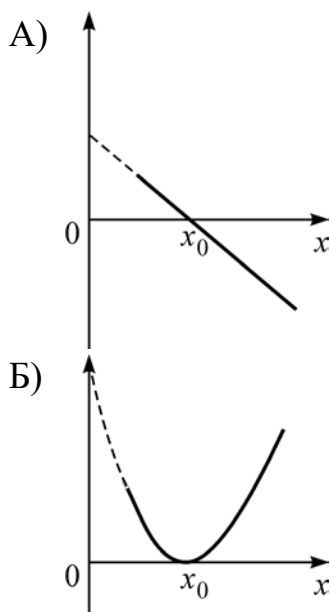
7 Невесомая пружинка находится на гладкой горизонтальной поверхности и одним концом прикреплена к стене (см. рисунок) В некоторый момент времени пружинку начинают деформировать, прикладывая к её свободному концу А внешнюю силу и равномерно перемещая точку А.



Установите соответствие между графиками зависимостей физических величин от деформации x пружины и этими величинами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ
ВЕЛИЧИНЫ ОТ ДЕФОРМАЦИИ
ПРУЖИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА



- 1) Потенциальная энергия пружины
- 2) Модуль силы упругости
- 3) Проекция силы упругости
- 4) Проекция внешней силы

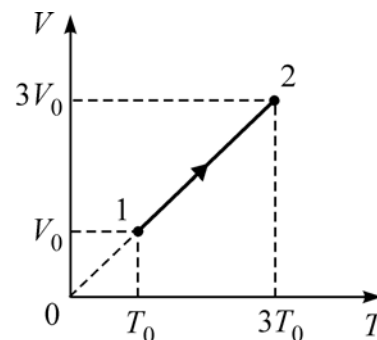
Ответ:

А	Б

8 При построении температурной шкалы Реомюра принимается, что при нормальном атмосферном давлении лёд тает при температуре 0 градусов Реомюра ($^{\circ}\text{R}$), а вода кипит при температуре 80°R . Найдите, чему равна средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения частицы идеального газа при температуре 29°R . Ответ выразите в эВ и округлите до сотых долей.

Ответ: _____ эВ.

9 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, график которого изображён на VT -диаграмме. Определите для этого процесса отношение совершённой газом работы к величине сообщённого газу количества теплоты.



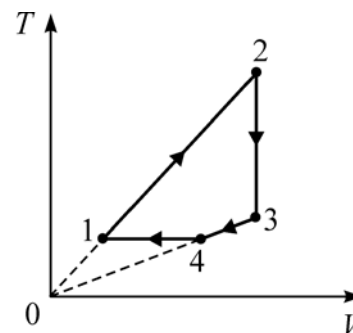
Ответ: _____.

10 Кузнец куёт железную подкову массой 500 г при температуре 1000°C . Закончив ковку, он бросает подкову в сосуд с водой. Раздаётся шипение, и над сосудом поднимается пар. Найдите массу воды, испаряющуюся при погружении в неё раскалённой подковы. Считайте, что вода уже нагрета до температуры кипения.

Ответ: _____ г.

11 Один моль одноатомного идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого изображён на TV -диаграмме.

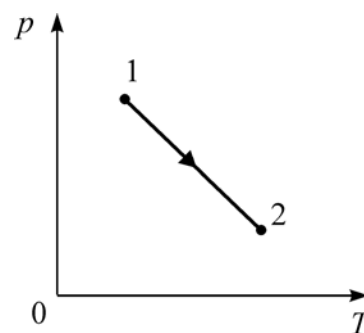
Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) Давление газа в состоянии 2 меньше давления газа в состоянии 4.
- 2) Работа газа на участке 2–3 отрицательна.
- 3) На участке 1–2 давление газа уменьшается.
- 4) На участке 4–1 работа газа отрицательна.
- 5) Работа, совершаемая газом на участке 1–2, больше работы, совершаемой внешними силами над газом на участке 4–1.

Ответ:

12 На рисунке показан график зависимости давления p неизменного количества идеального газа от его абсолютной температуры T в процессе 1–2. Определите, как в этом процессе изменяются внутренняя энергия и объём газа.



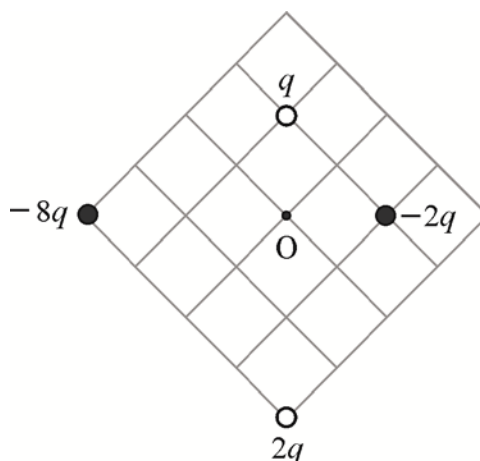
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Внутренняя энергия газа	Объём газа

13 Четыре точечных заряда закреплены на плоскости так, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электростатического поля в точке O ? *Ответ запишите словом (словами).*

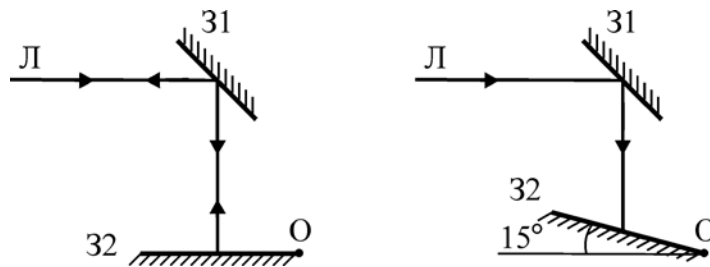


Ответ: _____.

14 Два последовательно соединённых резистора сопротивлением 4 Ом и 8 Ом подключены к аккумулятору, напряжение на клеммах которого равно 24 В. Какая тепловая мощность выделяется в резисторе меньшего номинала?

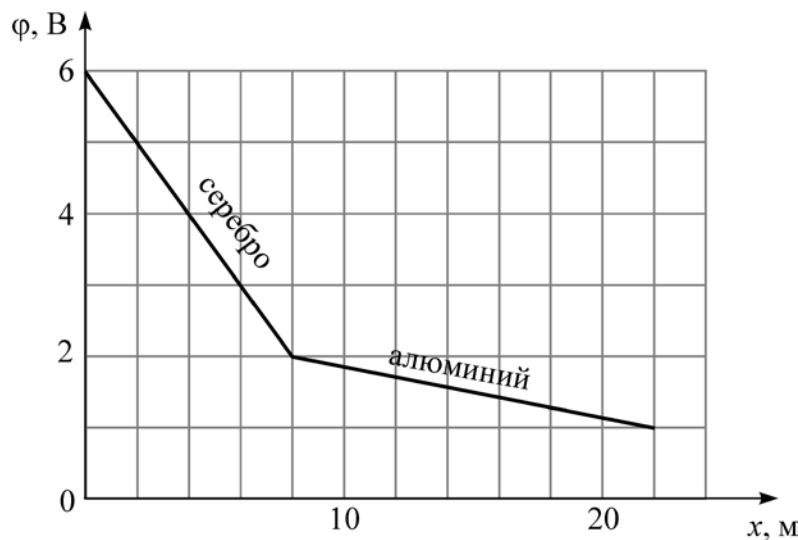
Ответ: _____ Вт.

- 15** На рисунке слева изображены два плоских зеркала (31 и 32) и луч, падающий на зеркало 1. Зеркало 2 поворачивают относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O, на угол 15° (рисунок справа). Чему равен угол между лучами, отражёнными от зеркала 1 и от зеркала 2?



Ответ: _____ градусов.

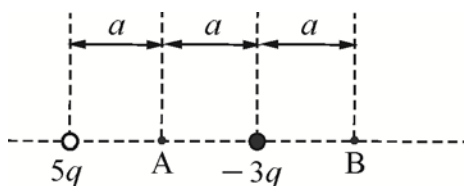
- 16** Участок электрической цепи представляет собой последовательно соединённые серебряную и алюминиевую проволоки. Через них протекает постоянный электрический ток силой 2 А. На графике показано, как изменяется потенциал φ на этом участке цепи при смещении вдоль проволок на расстояние x . Удельные сопротивления серебра и алюминия равны $0,016 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ и $0,028 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ соответственно. Используя график, выберите **два** верных утверждения и укажите в ответе их номера.



- 1) Площади поперечных сечений проволок одинаковы.
- 2) Площадь поперечного сечения серебряной проволоки $6,4 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$.
- 3) Площадь поперечного сечения серебряной проволоки $4,27 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$.
- 4) В алюминиевой проволоке выделяется тепловая мощность 2 Вт.
- 5) В серебряной проволоке выделяется меньшая тепловая мощность, чем в алюминиевой.

Ответ:

- 17** Два маленьких заряженных металлических шарика одинакового радиуса расположены так, что расстояние между их центрами равно $2a$ (см. рисунок).



Шарики приводят в соприкосновение и затем разводят на прежнее расстояние. Как изменятся при этом величины, указанные в таблице? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Потенциал точки А	Модуль напряжённости электростатического поля в точке В

- 18** Трансформатор представляет собой изготовленный из специального материала замкнутый сердечник, на который плотно намотаны две катушки. Первая катушка содержит 1000 витков, а вторая – 200 витков. К выводам первой катушки подключили источник переменного напряжения амплитудой 10 В и частотой 100 Гц. Выводы второй катушки разомкнуты (трансформатор не нагружен). Установите соответствие между физическими величинами и их значениями (в СИ).

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) Амплитуда напряжения на выводах второй катушки	1) 2 2) 20
Б) Частота изменения напряжения на выводах второй катушки	3) 50 4) 100

Ответ:

А	Б

19

Определите число протонов и нуклонов в атомном ядре неизвестного элемента X, участвующего в ядерной реакции ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{99}^{246}\text{Es} + 6{}_0^1\text{n}$.

Число протонов	Число нуклонов

20

После крупной радиационной аварии, произошедшей в 1986 году на Чернобыльской атомной электростанции, многие пастбища оказались сильно загрязнены радиоактивным изотопом йода-131 с периодом полураспада 8 суток. На некоторых участках норма максимально допустимого содержания йода-131 была превышена в 13 000 раз. Через сколько периодов полураспада после загрязнения такие пастбища вновь можно считать удовлетворяющими норме? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____.

21

Установите соответствие между названием элементарной частицы и значениями её зарядового и массового чисел. В таблице значения зарядового и массового чисел разделены знаком двойной дробной черты: зарядовое число // массовое число.

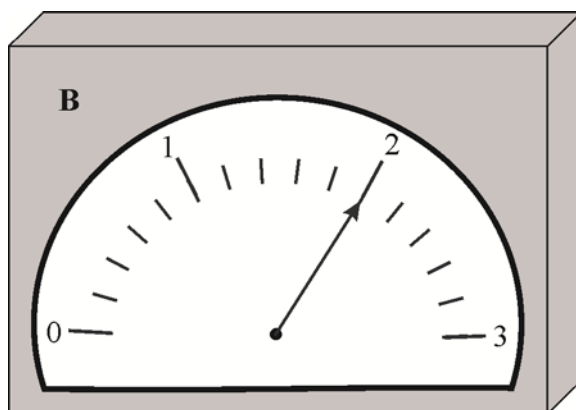
НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЧАСТИЦЫ	ЗАРЯДОВОЕ ЧИСЛО // МАССОВОЕ ЧИСЛО
А) нейтрон	1) $-1 // 0$
Б) электрон	2) $-1 // 1$
	3) $0 // 1$
	4) $1 // 0$

Ответ:

А	Б

22 Для контроля силы постоянного тока, текущего в участке цепи, часто применяют следующий способ. В участок цепи последовательно включают резистор, сопротивление которого известно с высокой точностью (такой резистор называют калиброванным), и измеряют напряжение на этом резисторе.

На рисунке показано изображение шкалы вольтметра, при помощи которого измеряют напряжение на калиброванном резисторе сопротивлением 10 Ом.



Считая, что погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления прибора, определите силу тока в участке цепи.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

23 Ученику требуется определить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от массы колеблющегося груза. Для этого он подготовил штатив с муфтой и лапкой, секундомер, пружину с известным коэффициентом жёсткости. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

В ответ запишите номера выбранных предметов.

- 1) деревянная рейка
- 2) линейка с миллиметровой шкалой
- 3) набор грузов с неизвестными массами
- 4) набор пружин
- 5) мензурка с водой

Ответ:

24 Две совершенно одинаковые звезды расположены на небе так близко, что видны как одна звезда. Их суммарный видимый блеск равен 5 звёздным величинам. Видимый блеск одной из них (первой) равен 5,5 звёздных величин. Исходя из этого условия, выберите **два** верных утверждения.

- 1) Блеск второй звезды равен блеску первой звезды.
- 2) Блеск второй звезды равен $-0,5$ звёздным величинам.
- 3) Звёзды находятся на одинаковом расстоянии.
- 4) Вторая звезда дальше первой.
- 5) Если каждую из звёзд приблизить к нам в десять раз, то их суммарный блеск станет равен 0 звёздных величин.

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.

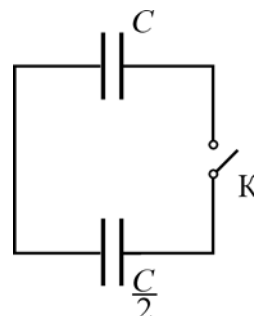
25 Скорость течения широкой реки 3,6 км/ч, а скорость лодки относительно воды 7,2 км/ч. Лодочник направляет лодку под углом 120° к направлению течения реки. Время переправы на противоположный берег заняло 10 минут. Определите, на какое расстояние снесло лодку вдоль берега.

Ответ: _____ м.

26 Неизменное количество идеального одноатомного газа в изохорическом процессе 1–2 поглощает количество теплоты 90 Дж. Затем газ изобарически переводят из состояния 2 в состояние 3. При этом температура газа в процессе 2–3 повышается на столько же, на сколько она повысилась в процессе 1–2. Какую работу совершает газ в процессе 2–3?

Ответ: _____ Дж.

27 Два плоских конденсатора и ключ К соединены так, как показано на схеме. При разомкнутом ключе конденсатор ёмкостью $C = 50$ пФ заряжают до напряжения 9 В от источника питания. Затем ключ замыкают. Чему будет равен установившийся заряд на конденсаторе ёмкостью $C/2$?

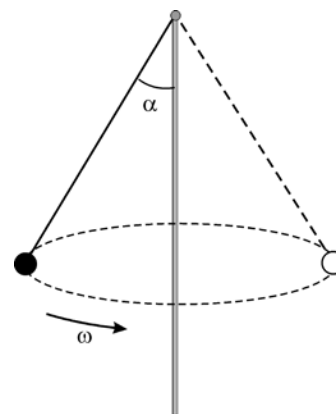


Ответ: _____ пКл.

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

- 28** Известно, что быстрый поток воды в горных реках легко переворачивает тяжёлые камни. Проанализируйте, основываясь на физических законах и закономерностях, это явление, считая для упрощения, что поток воды плотностью ρ , движущийся со скоростью v , «упирается» в кубический камень с ребром a и останавливается в пределах его поперечного сечения $S = a^2$, создавая силу F , называемую «скоростным напором». Оцените, во сколько раз увеличится масса переворачиваемых камней, если скорость воды возрастёт в 2 раза (селевой поток)?

- 29** К концу вертикального стержня привязана лёгкая нерастяжимая нить с маленьким грузиком на конце. Грузик раскрутили на нити так, что она отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Как и во сколько раз надо изменить угловую скорость ω вращения грузика вокруг стержня для того, чтобы этот угол стал равным $\beta = 45^\circ$?



- 30** Для получения и поддержания температуры 0°C , одной из двух реперных точек на шкале Цельсия, в лабораторной практике часто используют следующий метод. В теплоизолированный стакан наливают дистиллированную воду комнатной температуры, поливают воду сверху жидким азотом, перемешивая смесь ложкой до тех пор, пока не образуется масса серого цвета, состоящая из мелких кристалликов льда и воды. Это обеспечивает нужную температуру в течение длительного времени – смесь помещают в сосуд Дьюара, где она медленно тает при 0°C . Какой объём V жидкого азота требуется израсходовать для получения массы $m = 200$ г такой смеси, содержащей 50% льда и 50% воды (по массе), из воды при 20°C ? Теплоёмкостями стакана и ложки, а также потерями теплоты можно пренебречь. Плотность жидкого азота $\rho_{ж} = 808$ кг/м³, удельная теплота парообразования $r = 197,6$ кДж/кг.

31 В плоском незаряженном воздушном конденсаторе с площадью пластин $S = 200 \text{ см}^2$ и расстоянием между ними $d = 2 \text{ мм}$ в некоторый момент времени одной из пластин сообщили заряд $q = 50 \text{ нКл}$, оставив вторую пластину незаряженной. Чему после этого стала равна разность потенциалов между пластинами? Краевыми эффектами пренебречь, электрическое поле внутри конденсатора считать однородным.

32 В современных научных и технических устройствах часто используются линейные датчики индукции магнитного поля, работа которых основана на эффекте Холла. Этот эффект состоит в возникновении поперечной разности потенциалов в проводнике или полупроводнике с электрическим током, находящемся в магнитном поле, перпендикулярном току. Пусть вдоль однородного длинного образца полупроводника прямоугольной формы с поперечным сечением размерами $b = 0,2 \text{ мм}$ и $d = 10 \text{ мм}$ и концентрацией носителей заряда e положительного знака («дырок»), равной $n = 10^{20} \text{ см}^{-3}$, течёт постоянный ток $I = 100 \text{ мА}$, а сам образец находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, направленной перпендикулярно плоскости образца, вдоль его ребра b (см. рисунок). Чему равна при этом холловская разность потенциалов U_x между гранями образца, параллельными вектору магнитной индукции и току?

