

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант №2

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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	санци	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}

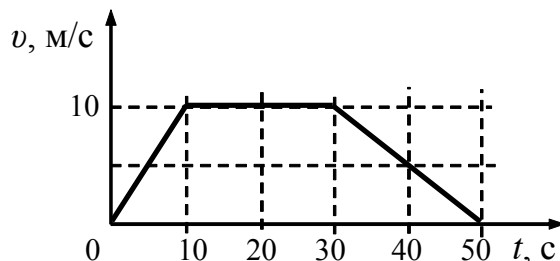
Константы			
число π			$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле			$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная			$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная			$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана			$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
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			$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Соотношение между различными единицами			
температура			$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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			$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	$\approx 1,008 \text{ а.е.м.}$	
Плотность			
		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3
Удельная теплоёмкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
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°С			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

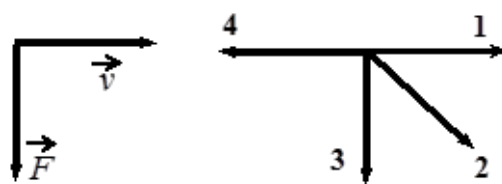
На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 50 с.



- 1) 0 м
- 2) 200 м
- 3) 300 м
- 4) 350 м

A2

На левом рисунке представлены вектор скорости тела в инерциальной системе отсчета и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения данного тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

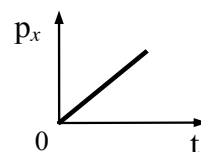
A3

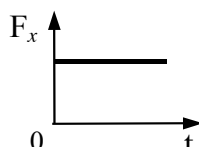
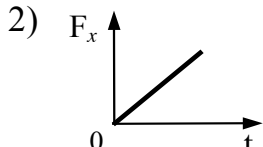
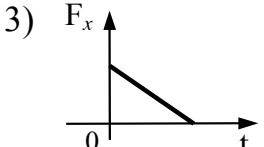
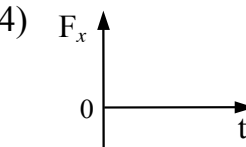
Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли.

- 1) 70 Н
- 2) 140 Н
- 3) 210 Н
- 4) 280 Н

A4

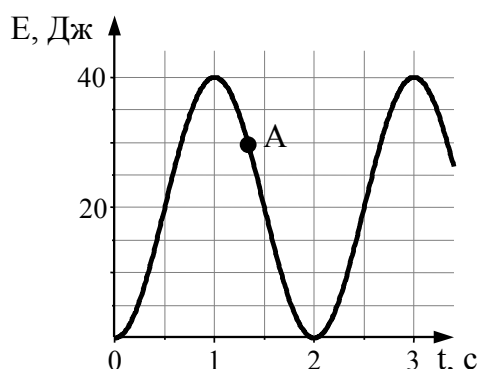
На графике показана зависимость проекции импульса P_x тележки от времени. Какой вид имеет график изменения проекции равнодействующей всех сил F_x , действующих на тележку, от времени?



- 1) 
- 2) 
- 3) 
- 4) 

A5

На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребенка на качелях. Чему равна его полная механическая энергия в момент, соответствующий точке А на графике? Потерями энергии пренебречь.



- 1) 10 Дж
- 2) 20 Дж
- 3) 25 Дж
- 4) 40 Дж

A6

Во время опыта по исследованию выталкивающей силы, действующей на полностью погруженное в воду тело, ученик в 3 раза уменьшил глубину его положения под водой. При этом выталкивающая сила

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 3 раза
- 3) уменьшилась в 3 раза
- 4) увеличилась в 9 раз

A7

3 моль водорода находятся в сосуде при комнатной температуре и давлении p . Каким будет давление 3 моль кислорода в том же сосуде и при той же температуре? (Газы считать идеальными.)

- 1) p
- 2) $8p$
- 3) $16p$
- 4) $\frac{1}{16}p$

A8

В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

- 1) изобарный
- 2) изохорный
- 3) изотермический
- 4) адиабатный

A9

В закрытой колбе с сухими стенками находится воздух с парами воды. Воздух в колбе немного остудили, а стенки колбы остались сухими. При этом

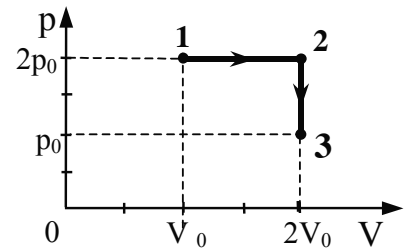
- А.** концентрация молекул водяного пара не изменилась
Б. относительная влажность воздуха в колбе уменьшилась

Из этих утверждений

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) оба утверждения верны
- 4) оба утверждения неверны

A10

Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объема. Работа, совершенная газом, равна



- 1) $\frac{1}{2} p_0 V_0$ 2) $p_0 V_0$ 3) $2p_0 V_0$ 4) $4p_0 V_0$

A11

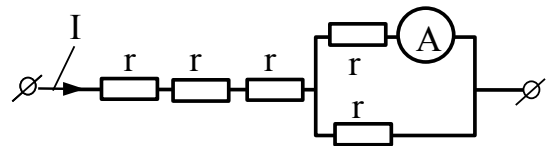
Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля \vec{E} , созданного двумя равными положительными зарядами в точке O?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A12

Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



- 1) 1 А 2) 2 А 3) 3 А 4) 5 А

A13

Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?

- 1) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- 2) взаимодействие двух проводов с током
- 3) появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита
- 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

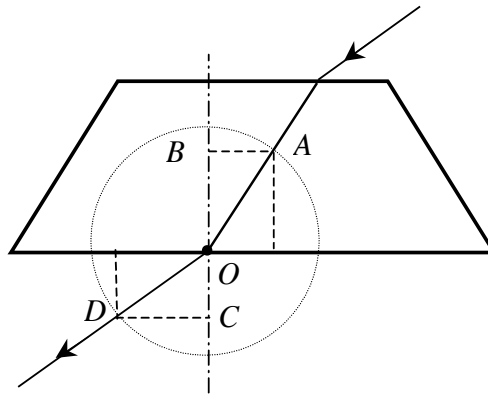
A14

Параллельно какой координатной оси распространяется плоская электромагнитная волна, если в некоторый момент времени в точке с координатами (x, y, z) напряженность электрического поля $\vec{E} = (E, 0, 0)$, а индукция магнитного поля $\vec{B} = (0, 0, B)$?

- 1) параллельно оси X
- 2) параллельно оси Y
- 3) параллельно оси Z
- 4) такая волна невозможна

A15

На рисунке показан ход светового луча через стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

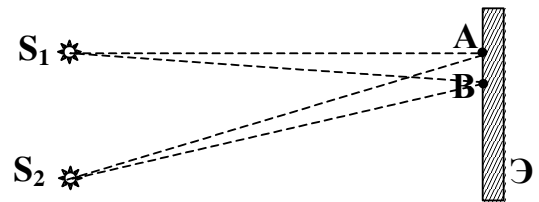


Показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков

- 1) $\frac{CD}{AB}$ 2) $\frac{AB}{CD}$ 3) $\frac{OB}{OD}$ 4) $\frac{OD}{OB}$

A16

Свет от двух синфазных когерентных источников S_1 и S_2 с длиной волны λ достигает экрана Э. На нем наблюдается интерференционная картина. Темные полосы в точках А и В возникают потому, что



- 1) $S_2B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A = (2m + 1)\lambda/2$, (k, m – целые числа)
 2) $S_2B - S_1B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A - S_1A = (2m + 1)\lambda/2$, (k, m – целые числа)
 3) $S_2B = 2k\lambda/2$; $S_1A = 2m\lambda/2$, (k, m – целые числа)
 4) $S_2B - S_1B = 2k\lambda/2$; $S_2A - S_1A = 2m\lambda/2$, (k, m – целые числа)

A17

Нагретый атомарный газ углерод $^{15}_6\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?

- 1) спектр углерода $^{15}_6\text{C}$ исчезнет и заменится спектром азота $^{15}_7\text{N}$
 2) спектр станет ярче из-за выделяющейся энергии
 3) спектр сдвинется из-за уменьшения числа атомов углерода
 4) спектр $^{15}_6\text{C}$ станет менее ярким, к нему добавятся линии азота $^{15}_7\text{N}$

A18

Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра $^{132}_{50}\text{Sn}$?

	p – число протонов	n – число нейтронов
1)	132	182
2)	132	50
3)	50	132
4)	50	82

A19

Какая из записей противоречит закону сохранения массового числа в ядерных реакциях?

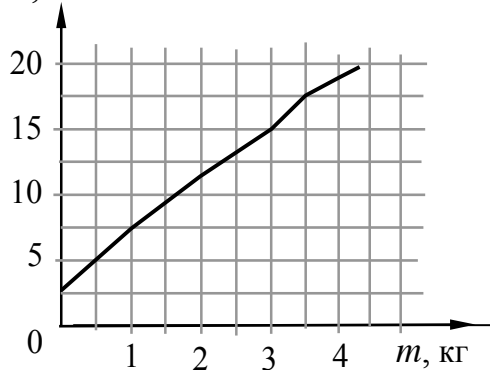
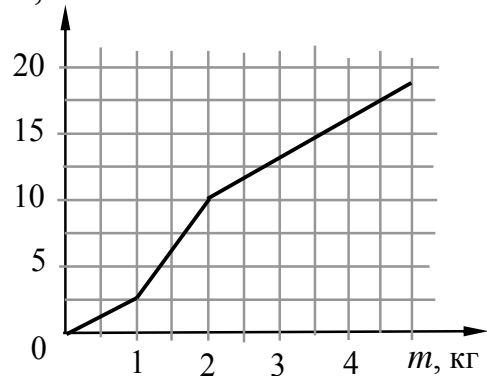
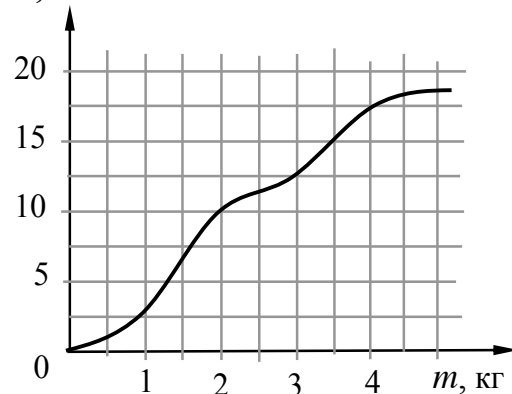
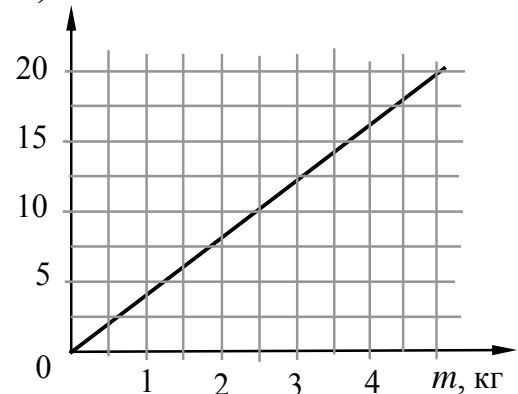
- 1) ${}^{12}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^0_1\text{e} + \nu_e$
- 2) ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^{10}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e} + \tilde{\nu}_e$
- 3) ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$
- 4) ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$

A20

Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на посещённой ими планете. Результаты измерений представлены в таблице.

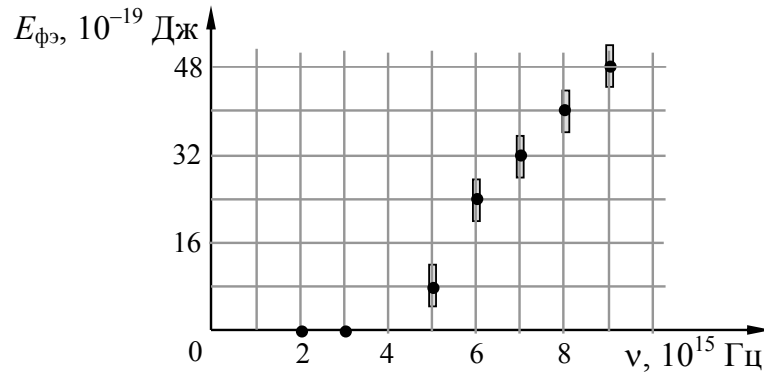
m , кг	1	2,5	3	3,5	4	4,5
F , Н	2,5	10,0	12,5	15	17,5	18,5

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н. Какой из графиков построен правильно, с учётом всех результатов измерений и их погрешностей?

1) F , Н3) F , Н2) F , Н4) F , Н

A21

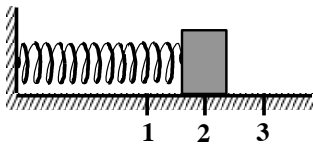
При изучении явления фотоэффекта исследовалась зависимость максимальной энергии $E_{\text{фэ}}$ вылетающих из освещенной пластины фотоэлектронов от частоты ν падающего света. Погрешности измерения частоты света и энергии фотоэлектронов составляли соответственно $5 \cdot 10^{13}$ Гц и $4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, постоянная Планка приблизительно равна



- 1) $2 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 2) $5 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 3) $7 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 4) $9 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

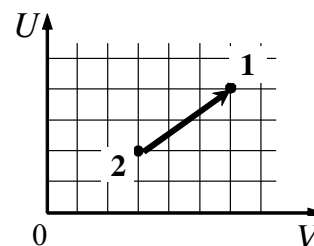
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жесткость пружины

B2

Два моля идеального одноатомного газа переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). U – внутренняя энергия газа, V – объем газа. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа, его температура и теплоемкость газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

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

Давление	Температура	Теплоемкость газа

B3

Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 параллельно подсоединили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки равно U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока через батарейку

Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$

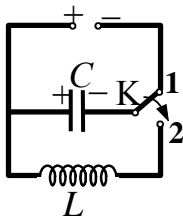
2) $U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

3) $\frac{U}{R_1 + R_2}$

4) U

А	Б

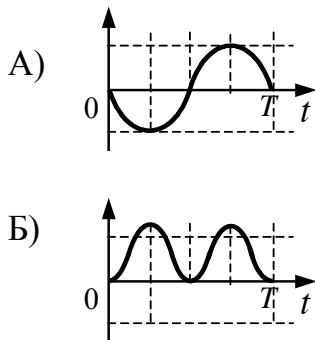
В4



Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) энергия электрического поля конденсатора
- 3) сила тока в катушке
- 4) энергия магнитного поля катушки

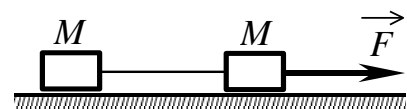
А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22

Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?



- 1) 3 Н
- 2) 6 Н
- 3) 12 Н
- 4) 24 Н

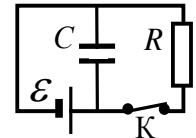
A23

Два моля идеального газа находились в баллоне, где имеется клапан, выпускающий газ при давлении внутри баллона более $1,5 \cdot 10^5$ Па. При температуре 300 К давление в баллоне было равно $1 \cdot 10^5$ Па. Затем газ нагрели до температуры 600 К. Сколько газа при этом вышло из баллона?

- 1) 0,25 моль.
- 2) 0,5 моль
- 3) 1 моль
- 4) 1,5 моль

A24

Конденсатор ёмкостью $C = 2$ мкФ присоединён к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. В начальный момент времени ключ К был замкнут (см. рисунок). Какой станет энергия конденсатора через длительное время (не менее 1 с) после размыкания ключа К, если сопротивление резистора $R = 10$ Ом?



- 1) 100 мкДж
- 2) 200 мкДж
- 3) 100 нДж
- 4) 200 нДж

A25

В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Амплитудное значение силы тока в первом контуре 3 мА. Каково амплитудное значение силы тока во втором контуре, если период колебаний в нем в 3 раза больше, а максимальное значение заряда конденсатора в 6 раз больше, чем в первом?

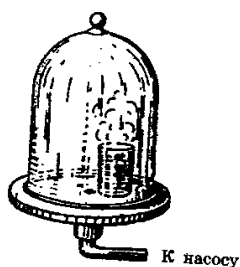
- 1) $\frac{2}{3}$ мА
- 2) $\frac{3}{2}$ мА
- 3) 3 мА
- 4) 6 мА

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

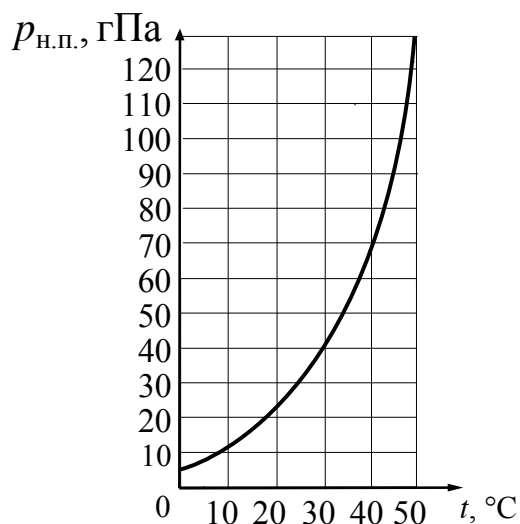
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1

В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. *а*), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало. Используя график зависимости давления *насыщенного пара* от температуры (рис. *б*), укажите, какое давление воздуха нужно создать под колоколом насоса, чтобы вода закипела при 40 °С. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



(*а*)



(*б*)

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

С2

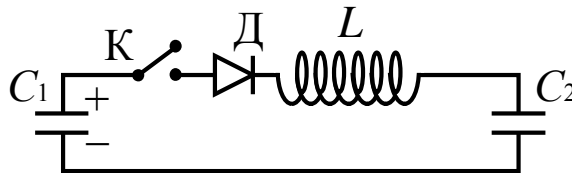
Полый конус с углом при вершине 2α вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен μ . При каком максимальном расстоянии L от вершины шайба будет неподвижна относительно конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.

С3

В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p = 10^5$ Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты $|Q| = 75$ Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние $x = 10$ см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

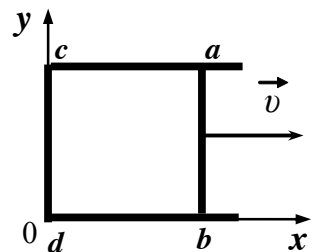
С4

К конденсатору C_1 через диод и катушку индуктивности L подключён конденсатор ёмкостью $C_2 = 2$ мкФ. До замыкания ключа K конденсатор C_1 был заряжен до напряжения $U = 50$ В, а конденсатор C_2 не заряжен. После замыкания ключа система перешла в новое состояние равновесия, в котором напряжение на конденсаторе C_2 оказалось равным $U_2 = 20$ В. Какова ёмкость конденсатора C_1 ? (Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.)



С5

По П-образному проводнику $acdb$ постоянного сечения скользит со скоростью \vec{v} медная перемычка ab длиной l из того же материала и такого же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Какова индукция магнитного поля B , если в тот момент, когда $ab = ac$, разность потенциалов между точками a и b равна U ? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводов велико.



С6

Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 2 см. Какова частота ν падающего света?