

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант №1

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 (А1–А21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, 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	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

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			
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	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	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

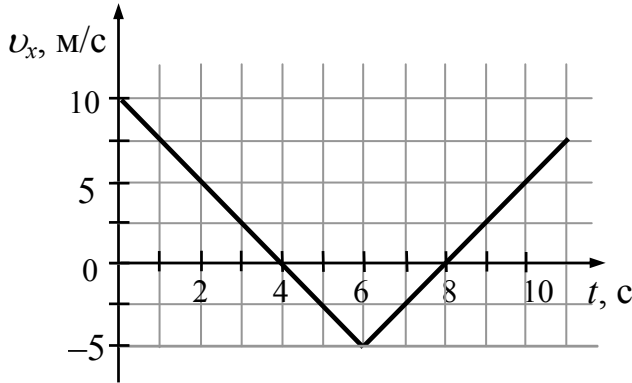
Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура 0°С

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



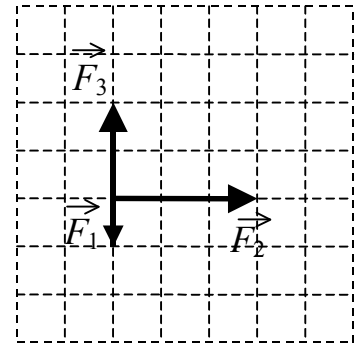
Тело движется по оси x . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите, какой путь прошло тело за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 4$ с.

- 1) 10 м
- 2) 15 м
- 3) 45 м
- 4) 20 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?

- 1) $\sqrt{10}$ Н
- 2) 6 Н
- 3) 4 Н
- 4) $\sqrt{13}$ Н



A3

Под действием груза пружина удлинилась на 1 см. Такой же груз подвесили к пружине с вдвое большей жесткостью. Удлинение второй пружины равно

- 1) 0,25 см
- 2) 0,5 см
- 3) 1 см
- 4) 2 см

A4

Бильярдный шар массой m , движущийся со скоростью v , ударяется о борт стола под углом 45° . Удар абсолютно упругий. Определите модуль изменения импульса шара.

- 1) 0
- 2) mv
- 3) $mv\sqrt{2}$
- 4) $2mv$

A5

Под действием силы тяги двигателя, равной 1000 Н, автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя равна

- 1) $1 \cdot 10^4$ Вт 2) $2 \cdot 10^4$ Вт 3) $3 \cdot 10^4$ Вт 4) $4 \cdot 10^4$ Вт

A6

Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 30 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отраженным звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,18 с. Какова скорость звука, определенная учеником?

- 1) 167 м/с 2) 333 м/с 3) 380 м/с 4) 540 м/с

A7

Одним из подтверждений положения молекулярно-кинетической теории строения вещества о том, что частицы вещества хаотично движутся, может служить

А. возможность испарения жидкости при любой температуре.

Б. зависимость давления столба жидкости от глубины.

В. выталкивание из жидкости погруженных в нее тел.

Какие из утверждений правильны?

- 1) только А
2) только Б
3) только А и Б
4) только Б и В

A8

Как изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию поступательного теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа тоже уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

A9

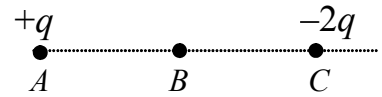
В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным,

- 1) повышая температуру
2) уменьшая объем сосуда
3) увеличивая внутреннюю энергию
4) добавляя в сосуд другой газ

A10 В процессе эксперимента газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

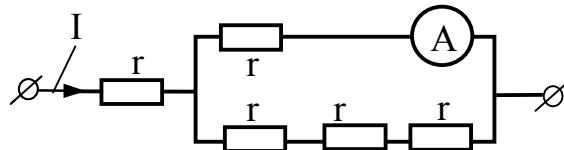
- 1) 3 кДж
- 2) 10 кДж
- 3) 13 кДж
- 4) 16 кДж

A11 Точка B находится на середине отрезка AC . Неподвижные точечные заряды $+q$ и $-2q$ расположены в точках A и C соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку C взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке B увеличилась в 2 раза, сохранив первоначальное направление?



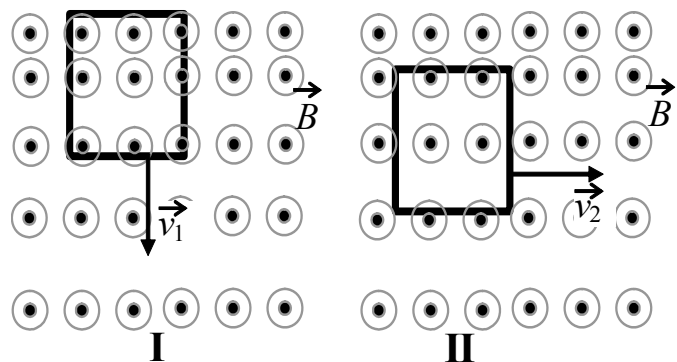
- 1) $-5q$
- 2) $4q$
- 3) $-3q$
- 4) $3q$

A12 Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 4$ А. Что показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



- 1) 1 А
- 2) 2 А
- 3) 3 А
- 4) 1,5 А

A13 Проволочная рамка движется в неоднородном магнитном поле с силовыми линиями, выходящими из плоскости листа, в случае I со скоростью \vec{v}_1 , в случае II со скоростью \vec{v}_2 (см. рисунок). Плоскость рамки остается перпендикулярной линиям вектора магнитной индукции \vec{B} . В каком случае возникает ток в рамке?



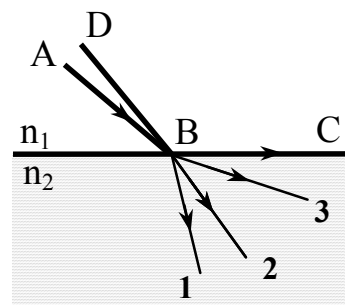
- 1) только в случае I
- 2) только в случае II
- 3) в обоих случаях
- 4) ни в одном из случаев

A14 В каком из перечисленных ниже диапазонов электромагнитного излучения электромагнитные волны имеют максимальную частоту?

- 1) рентгеновском
- 2) ультрафиолетовом
- 3) видимом
- 4) инфракрасном

A15

Луч АВ преломляется в точке В на границе раздела двух сред с показателями преломления $n_1 > n_2$ и идет по пути ВС (см. рисунок). Если изменить угол падения луча и направить падающий луч по пути DB, то преломленный луч



- 1) пойдет по пути 1
- 2) пойдет по пути 2
- 3) пойдет по пути 3
- 4) исчезнет

Просветление оптических стекол основано на явлении

A16

- 1) интерференции света
- 2) дисперсии света
- 3) преломления света
- 4) полного внутреннего отражения света

A17 В планетарной модели атома принимается, что число

- 1) электронов на орбитах равно числу протонов в ядре
- 2) протонов равно числу нейтронов в ядре
- 3) электронов на орбитах равно сумме чисел протонов и нейтронов в ядре
- 4) нейтронов в ядре равно сумме чисел электронов на орбитах и протонов в ядре

A18 Электрон внешней оболочки атома сначала переходит из стационарного состояния с энергией E_1 в стационарное состояние с энергией E_2 , поглощая фотон частотой ν_1 . Затем он переходит из состояния E_2 в стационарное состояние с энергией E_3 , поглощая фотон частотой $\nu_2 > \nu_1$. Что происходит при переходе электрона из состояния E_3 в состояние E_1 ?

- 1) излучение фотона частотой $\nu_2 + \nu_1$
- 2) излучение фотона частотой $\nu_2 - \nu_1$
- 3) поглощение фотона частотой $\nu_2 - \nu_1$
- 4) поглощение фотона частотой $\nu_2 + \nu_1$

A19

Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 мг этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

- 1) 13 мг 2) 26 мг 3) 39 мг 4) 52 г

A20

При исследовании зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза определяли число колебаний маятника за 60 с. Полученные при этом данные приведены ниже в таблице.

Число колебаний за 60 с	30	15	10
Масса груза, кг	0,1	0,4	0,9

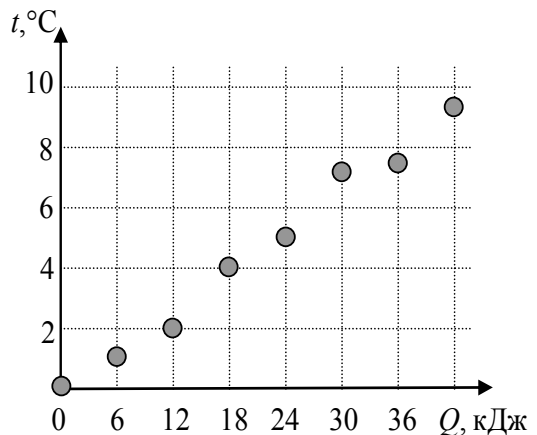
На основании этих данных можно сделать вывод, что

- 1) период колебаний пропорционален массе груза
- 2) период колебаний обратно пропорционален массе груза
- 3) период колебаний пропорционален корню квадратному из массы груза
- 4) период колебаний уменьшается с увеличением массы груза

A21

С использованием нагревателя известной мощности исследовалась зависимость температуры 1 кг вещества от количества теплоты, полученного от нагревателя. Результаты измерений указаны на рисунке точками. Чему примерно равна удельная теплоёмкость данного вещества?

- 1) 6,0 кДж/(кг·К)
- 2) 1,0 кДж/(кг·К)
- 3) 4,5 кДж/(кг·К)
- 4) 2,5 кДж/(кг·К)



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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости?

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.

Скорость	Потенциальная энергия	Сила реакции наклонной плоскости

В2 При настройке контура радиопередатчика его индуктивность увеличили. Как при этом изменятся следующие три величины: период колебаний тока в контуре, частота излучаемых волн, длина волны излучения?

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.

Период колебаний тока в контуре	Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

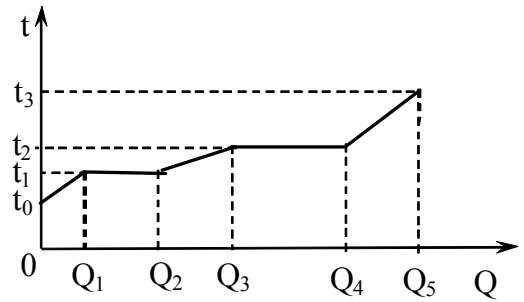
В3

Небольшое количество твердого вещества массой m стали нагревать в

запаянной капсуле. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им все большего количества теплоты Q .

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****ФОРМУЛЫ**

А) удельная теплоемкость вещества в твердом состоянии

1) $\frac{Q_2}{m}$

2) $\frac{Q_2 - Q_1}{m}$

Б) удельная теплота парообразования

3) $\frac{Q_1}{(t_1 - t_0)m}$

4) $\frac{Q_4 - Q_3}{m}$

Ответ:

А	Б

В4

Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. (M – масса Земли, R – радиус орбиты, G – гравитационная постоянная). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**ФОРМУЛЫ**

А) Скорость спутника

1) $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$

2) $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

Б) Период обращения спутника вокруг Земли

3) $4\pi^2\sqrt{\frac{R}{GM}}$

4) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

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 Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты со скоростью 3,4 км/с. Радиус планеты равен 3400 км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

- 1) 3,0 км/с² 2) 4,0 м/с² 3) 9,8 м/с² 4) 9,8 км/с²

A23 При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх шарик массой 100 г поднимается на высоту 2 м. Какова жесткость пружины, если до выстрела она была сжата на 5 см? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 2000 Н/м 2) 1600 Н/м 3) 800 Н/м 4) 250 Н/м

A24 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

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** Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

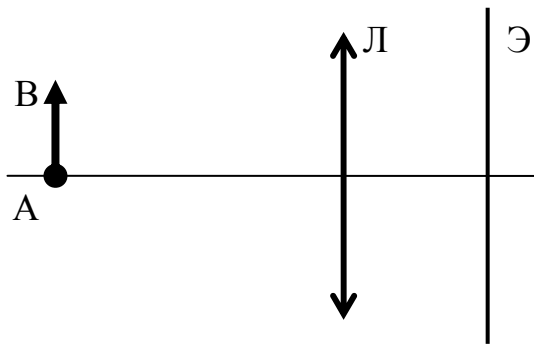


Рис. 1

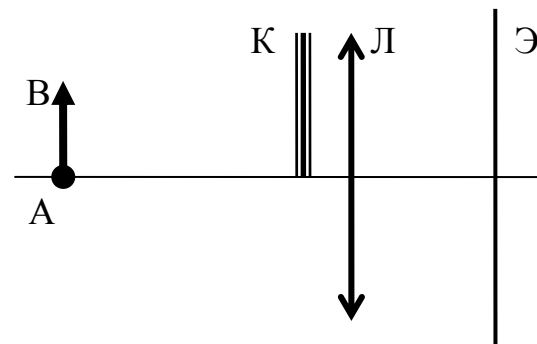


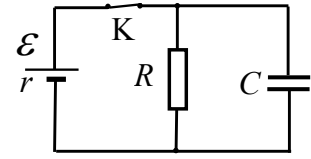
Рис. 2

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.

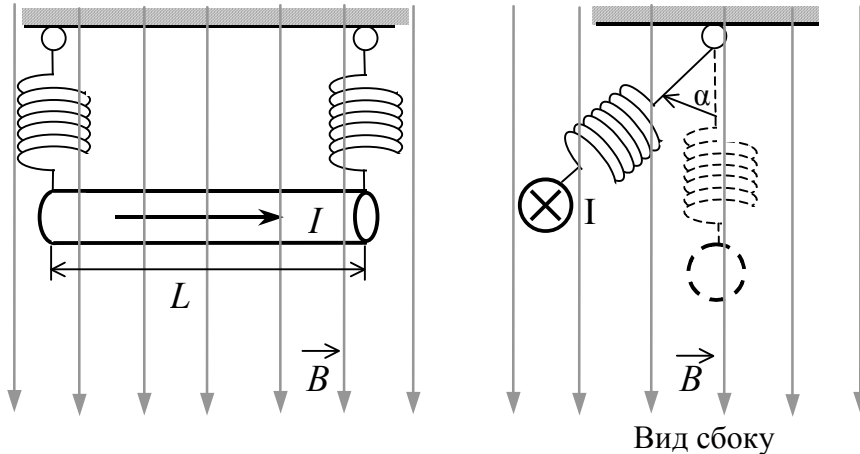
- С2** Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г , а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?

- С3** В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0\text{ °C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20\text{ °C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

C4 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 25$ Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. После размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки r .



C5 По прямому горизонтальному проводнику длиной $L = 1$ м с площадью поперечного сечения $S = 1,25 \cdot 10^{-5}$ м², подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок жесткостью $k = 100$ Н/м, течет ток $I = 10$ А (см. рисунок). Какой угол α составляют оси пружинок с вертикалью при включении вертикального магнитного поля с индукцией $B = 0,1$ Тл, если абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет $\Delta l = 7 \cdot 10^{-3}$ м? (Плотность материала проводника $\rho = 8 \cdot 10^3$ кг/м³).



C6 Покоящийся атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны $\lambda = 80$ нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.

