

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант

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	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

$$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$$

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 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а.е.м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ 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	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·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	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

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

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

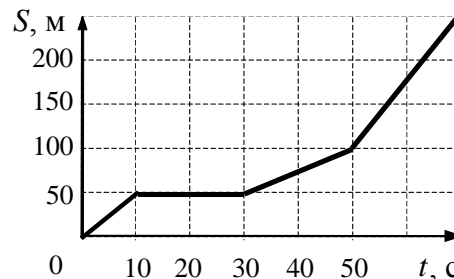
Часть 1

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 пути S велосипедиста от времени t . В каком интервале времени после начала движения велосипедист не двигался?

- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 10 до 30 с
- 3) от 30 до 50 с
- 4) от 50 с и далее



A2

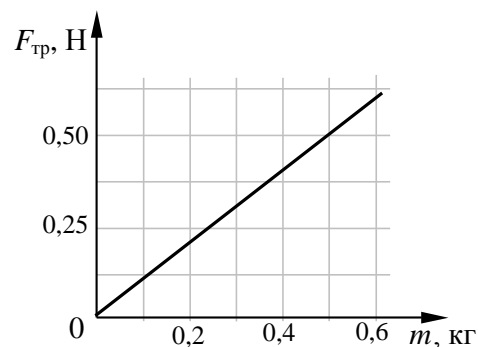
Шарик движется по окружности радиусом r со скоростью v . Как изменится его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив скорость шарика прежней?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) увеличится в 9 раз
- 4) уменьшится в 9 раз

A3

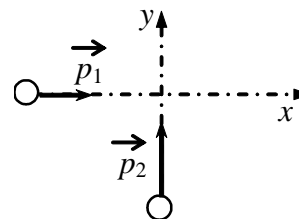
При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ стального бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен

- 1) 0,10
- 2) 0,02
- 3) 1,00
- 4) 0,20



A4

По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Найдите модуль импульса первой шайбы после удара.



- 1) 2 кг·м/с
- 2) 2,5 кг·м/с
- 3) 3,5 кг·м/с
- 4) 4 кг·м/с

A5

Землей постепенно уменьшается. При спуске парашютиста

- 1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию
- 2) его полная механическая энергия не меняется
- 3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию парашютиста и воздуха
- 4) его кинетическая энергия преобразуется в потенциальную

A6

Тело, подвешенное на пружине, совершает гармонические колебания с частотой ν . С какой частотой изменяется кинетическая энергия тела?

- 1) $\frac{\nu}{2}$ 2) ν^2 3) ν 4) 2ν

A7

В результате нагревания неона его абсолютная температура увеличилась в 4 раза. Средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул при этом

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

A8

Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние А	1,0	4	300
состояние В	1,5	8	

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

- 1) 300 2) 450 3) 600 4) 900

A9

В замкнутом сосуде, разделенном перегородкой на две равные части, находится влажный воздух. Относительная влажность воздуха в первой половине сосуда 30%, а во второй 60%. Какой станет влажность воздуха, если перегородку убрать? Температура воздуха в сосуде неизменна.

- 1) 90% 2) 45% 3) 50% 4) 100%

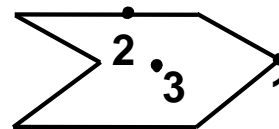
A10

Газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 400 Дж
2) увеличилась на 200 Дж
3) уменьшилась на 400 Дж
4) уменьшилась на 200 Дж

A11

Металлическому полому телу, сечение которого представлено на рисунке, сообщен отрицательный заряд. Каково соотношение между потенциалами точек 1, 2 и 3, если тело помещено в однородное электростатическое поле?

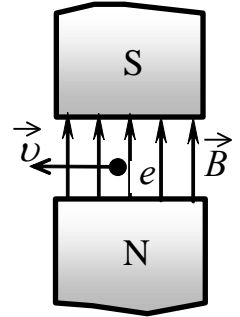


- 1) $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$
2) $\varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$
3) $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$
4) $\varphi_2 > \varphi_1, \varphi_2 > \varphi_3$

A12 Перемещая заряд в первом проводнике, электрическое поле совершает работу 20 Дж. Во втором проводнике при перемещении такого же заряда электрическое поле совершает работу 40 Дж. Отношение $\frac{U_1}{U_2}$ напряжений на концах первого и второго проводников равно

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

A13 Электрон e , влетающий в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?

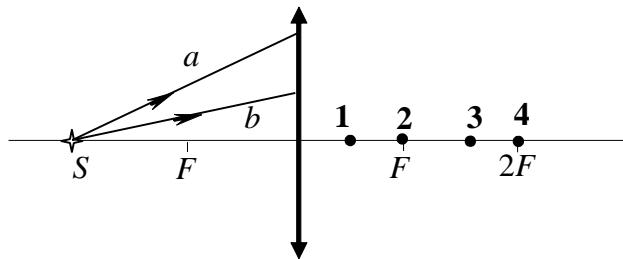


- 1) вертикально вниз \downarrow
 2) горизонтально вправо \rightarrow
 3) к наблюдателю \odot
 4) от наблюдателя \otimes

A14 Какое утверждение верно?
 В теории электромагнитного поля Максвелла
А. переменное электрическое поле порождает вихревое магнитное поле.
Б. переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле.

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

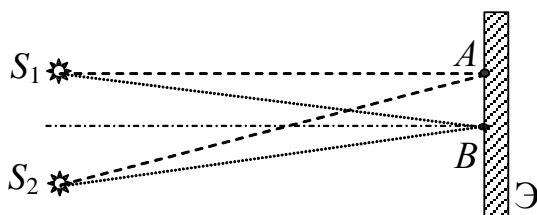
A15 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

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

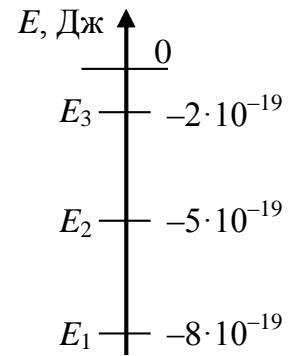
A16 Свет от двух когерентных синфазных источников S_1 и S_2 с длиной волны λ достигает экрана Э. На нем наблюдается интерференционная картина. Светлые полосы в точках A и B наблюдаются потому, что



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

A17

Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов разреженного газа имеет вид, показанный на рисунке. Атомы находятся в состоянии с энергией E_3 . Фотоны какой энергии может поглощать данный газ согласно постулатам Бора?



- 1) любой в пределах от $2 \cdot 10^{-19}$ Дж до $8 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) любой, но меньшей $2 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) только $2 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) любой, большей или равной $2 \cdot 10^{-19}$ Дж

A18

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

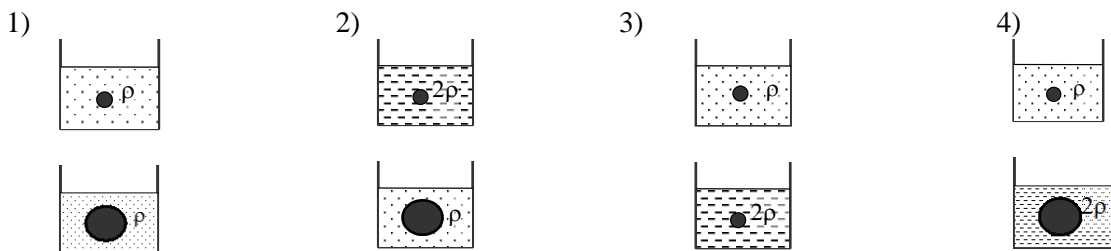
A19

Торий $^{232}_{90}\text{Th}$, испытав 4 электронных β -распада и 6 α -распадов, превращается в стабильный элемент

- 1) $^{224}_{66}\text{Dy}$
- 2) $^{208}_{78}\text{Pt}$
- 3) $^{208}_{82}\text{Pb}$
- 4) $^{256}_{98}\text{Cf}$

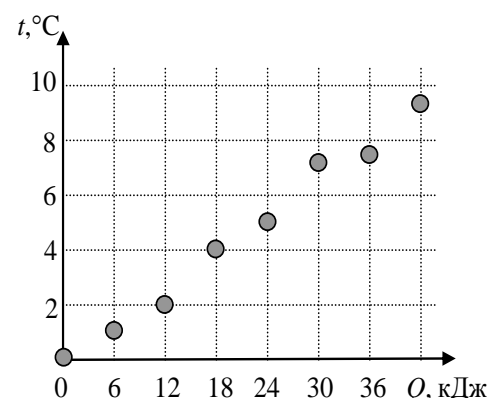
A20

Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объем погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от плотности жидкости? (Плотность жидкости указана на рисунках.)

**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

Температуру холодильника тепловой машины Карно увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

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.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

В2

Электромагнитная волна преломляется на границе раздела воздуха и воды. Как изменяются при переходе из воздуха в воду следующие характеристики электромагнитной волны: частота волны, длина волны и скорость ее распространения?

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.

Частота волны	Длина волны	Скорость волны

В3

Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (где все величины выражены в СИ) и значениями проекций его начальной скорости и ускорения.

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

- КООРДИНАТА**
- А) $x = 6t^2$
- Б) $x = 6 - 3t$

- НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ**
- 1) $v_{0x} = -3 \text{ м/с}, a_x = 0$
- 2) $v_{0x} = 6 \text{ м/с}, a_x = 3 \text{ м/с}^2$
- 3) $v_{0x} = 0, a_x = 12 \text{ м/с}^2$
- 4) $v_{0x} = 3 \text{ м/с}, a_x = 6 \text{ м/с}^2$

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
- Б) Период обращения спутника вокруг Земли
- 1) $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$
- 2) $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$
- 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

Брусок массой $M = 300$ г соединен с грузом массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусок скользит без трения по закрепленной наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Чему равно ускорение бруска?



- 1) 1 м/с^2 2) $2,5 \text{ м/с}^2$ 3) 7 м/с^2 4) 17 м/с^2

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

При температуре 300 К и давлении 10^5 Па плотность газа равна $1,7 \text{ кг/м}^3$. Какова молярная масса газа?

- 1) $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ 2) $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ 3) $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ 4) $96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

A25

Частица, имеющая заряд 2 нКл, переместилась в однородном горизонтальном электрическом поле на расстояние 0,45 м по горизонтали за время 3 с. Какова масса частицы, если начальная скорость частицы равна нулю, а напряженность электрического поля 50 В/м?

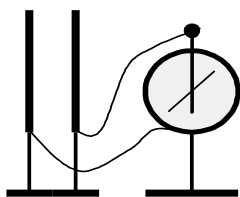
- 1) 1 мг 2) 2 мг 3) 0,5 мг 4) 4,5 мг

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

На изолирующих штативах укреплены две одинаковых стальных пластины конденсатора. Пластины соединены проводниками с электрометром. Одну из пластин заряжают при помощи наэлектризованной палочки. При этом электрометр показывает наличие напряжения между пластинами (см. рисунок). Как изменятся показания электрометра, если в промежуток между пластинами внести диэлектрическую пластину из оргстекла. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



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

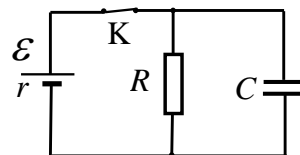
Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R . С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г , а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?

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.

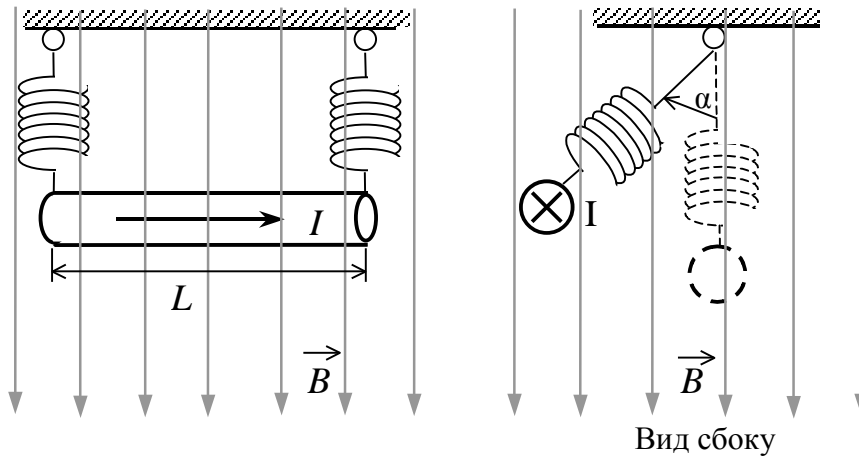
С4

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24\text{ В}$, сопротивление резистора $R = 25\text{ Ом}$, 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 пружин жесткостью $k = 100$ Н/м, течет ток $I = 10$ А (см. рисунок). Какой угол α составляют оси пружин с вертикалью при включении вертикального магнитного поля с индукцией $B = 0,1$ Тл, если абсолютное удлинение каждой из пружин при этом составляет $\Delta l = 7 \cdot 10^{-3}$ м? (Плотность материала проводника $\rho = 8 \cdot 10^3$ кг/м³).



C6

На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

