

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной 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 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 3 8 9 4 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

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	π=3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7 · 10 ⁻¹¹ Н · м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль · К)
постоянная Больцмана	k = 1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _A = 6 · 10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3 · 10 ⁸ 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 · 10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж · с



Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46·10 ¹⁵ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года

Масса частиц

электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а. е. м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а. е. м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а. е. м.

Астрономические величины

средний радиус Земли	R _З = 6370 км
радиус Солнца	R _С = 6,96 · 10 ⁸ м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

Плотность

подсолнечного масла 900 кг/м ³	алюминия 2700 кг/м ³
воды 1000 кг/м ³	железа 7800 кг/м ³
древесины (сосна) 400 кг/м ³	ртути 13600 кг/м ³
керосина 800 кг/м ³	

Удельная теплоёмкость

воды 4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда 2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	

Удельная теплота

парообразования воды	2,3 · 10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3 · 10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10⁵ Па, температура – 0 °С

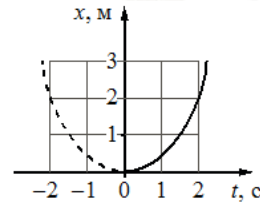
Молярная масса

азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
воды	18 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

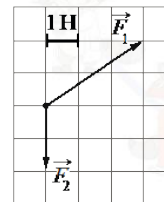
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ох. График зависимости её координаты от времени $x = x(t)$ изображён на рисунке. Определите проекцию a_x ускорения этого тела.



Ответ: _____ м/с².

- 2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Определите модуль равнодействующей этих сил.



Ответ: _____ Н.

- 3 Мяч выпустили из рук на высоте 10 м с начальной скоростью, равной нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 50 Дж. Потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 Дж. Какова масса мяча?

Ответ: _____ кг.



4 Деревянный кубик имеет ребро длиной 3 см. Определите архимедову силу, действующую на кубик при его полном погружении в воду.

Ответ: _____ Н.

5 Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен 40 м.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля по мосту.

- 1) Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
- 2) Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз.
- 3) В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной 15000 Н.
- 4) Центростремительное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно 2,5 м/с².
- 5) Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.

Ответ:

--	--

6 Груз, подвешенный к пружине жёсткостью k, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x₀. Что произойдёт с периодом колебаний и максимальной скоростью груза, если при неизменной амплитуде колебаний использовать пружину меньшей жёсткости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний маятника	Максимальная скорость груза

7 Шайба массой m, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Импульс первоначально покоившейся шайбы после столкновения
- Б) Суммарная кинетическая энергия шайб после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{m^2v}{m+M}$
- 2) $\frac{mMv}{m+M}$
- 3) $\frac{m^2v^2}{2(m+M)}$
- 4) $\frac{(m+M)v^2}{2}$

Ответ:

А	Б

8 Аргон и неон находятся в одном сосуде и отделены легкой подвижной стенкой. Концентрации газов одинаковые. Определите отношение средней кинетической энергии аргона к энергии неона.

Ответ: _____.

9 Внешние силы совершили над газом работу 30 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты отдал газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.



10 В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 50%. Во сколько раз при неизменной температуре уменьшится объём сосуда к моменту, когда водяной пар станет насыщенным?

Ответ: в _____ раза.

11 В двух различных сосудах находится по 1 моль идеальных газов. Объём первого сосуда в 2 раза больше, чем второго. В первом сосуде находится неон при температуре 27 °С; во втором – аргон при температуре 600 К.

Выберите два верных утверждения о параметрах состояния указанных газов.

- 1) Концентрация неона в 2 раза больше, чем аргона.
- 2) Среднеквадратичные скорости молекул неона и аргона одинаковы.
- 3) Давление аргона в 4 раза больше, чем неона.
- 4) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Абсолютная температура газа во втором сосуде примерно в 22 раза больше, чем в первом.

Ответ:

--	--

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

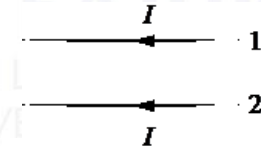
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

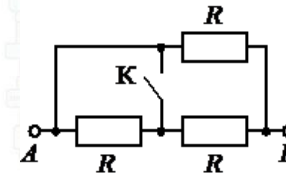
13 По двум прямым тонким длинным проводникам, параллельным друг другу, текут токи I (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила Ампера, действующая на проводник 2 со стороны проводника 1?



Ответ запишите словом (словами): *вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.*

Ответ: _____.

14 На сколько уменьшится сопротивление участка цепи АВ, изображённого на рисунке, после замыкания ключа К, если сопротивление каждого резистора $R = 6 \text{ Ом}$?



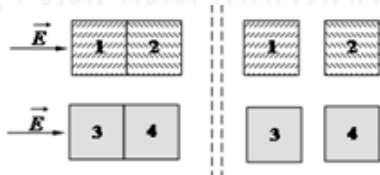
Ответ: _____ Ом.

15 В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$ за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а $B_{\text{макс}}$ в 2 раза уменьшить.

Ответ: _____ В.



16 Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизил вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными медными кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка). Выберите два верных утверждения, описывающих данный процесс..



- 1) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 2) При помещении стеклянных кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
- 3) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 4) После разделения кубик 2 приобретает положительный заряд.
- 5) После разделения кубик 3 приобретает отрицательный заряд.

Ответ:

--	--

17 В первом опыте по проволочному резистору протекал ток. Для второго опыта взяли резистор из проволоки той же длины из того же металла, но с вдвое большей площадью поперечного сечения. Через него пропустили вдвое больший ток. Как изменились при переходе от первого опыта ко второму следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе и его сопротивление?

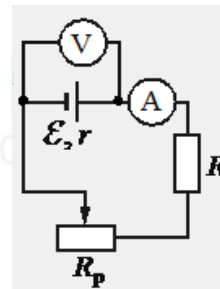
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Тепловая мощность	Сопротивление резистора

18 Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.



Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

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

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

ФОРМУЛЫ

- А) показания амперметра
Б) показания вольтметра

- 1) $\frac{\varepsilon(R + R_p)}{R + R_p + r}$
- 2) $\frac{\varepsilon r}{R + R_p + r}$
- 3) $\frac{\varepsilon}{R + R_p + r}$
- 4) $\varepsilon(R + R_p - r)$

Ответ:

А	Б



19 Определите заряд и массовое число ядра, образовавшейся в результате ядерной реакции, частицы: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_2^4\text{He}$.

Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число ядра A.

ЗАРЯД ЯДРА Z	МАССОВОЕ ЧИСЛО ЯДРА A

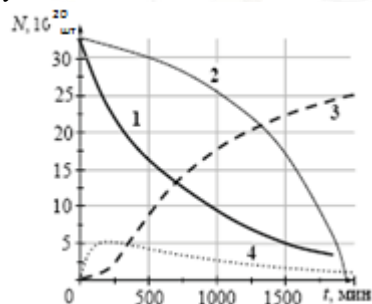
20 Период полураспада T изотопа селена ${}_{34}^{81}\text{Se}$ равен 18 мин. Какая масса этого изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 120 мг ${}_{34}^{81}\text{Se}$, через 54 мин.?

Ответ: _____ мг.

21 Находящаяся в закрытом сосуде платина ${}_{78}^{200}\text{Pt}$ в результате одного электронного β -распада переходит в радиоактивный изотоп золота ${}_{79}^{200}\text{Au}$, который затем превращается в стабильный изотоп ртути ${}_{80}^{200}\text{Hg}$. На рисунке приведены графики изменения в сосуде числа атомов с течением времени.

Установите соответствие между изотопами химических веществ и графиками изменения числа их атомов с течением времени.

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



Химический элемент	Номер графика
А) Платина ${}_{78}^{200}\text{Pt}$	1) 2) 3) 4)
Б) Ртуть ${}_{80}^{200}\text{Hg}$	

Ответ:

А	Б

22 С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина оказалась (50 ± 1) мм. Запишите, чему равна толщина одного листа бумаги с учетом погрешности.

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность бензина. Для этого школьник взял стакан с бензином и динамометр.

Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) калориметр
- 2) мензурка
- 3) стальной цилиндр с крючком
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

--	--



24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Название созвездия
Альдебаран	3600	5,0	45	Телец
Мероп	14 000	4,5	4	Телец
Антарес А	3400	12,5	5	Скорпион
ан-Ният	30 700	15	5	Скорпион
Мирфак	6600	11	56	Персей
Алголь А	12 000	3,6	2,3	Персей
Ригель	11 200	40	138	Орион
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Так как звёзды Антарес А и ан-Ният имеют примерно одинаковые массы, они относятся к одному спектральному классу
- 2) Так как звёзды Ригель и Бетельгейзе относятся к одному созвездию, они находятся на одинаковом расстоянии от Земли.
- 3) Звезда Альдебаран является красным гигантом.
- 4) Температура поверхности звезды Бетельгейзе выше, чем температура поверхности Солнца.
- 5) Звезда Ригель является сверхгигантом.

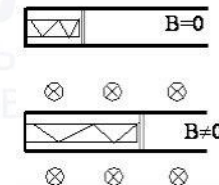
Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Свободно перемещающийся по рамке проводник с током через изолятор прикреплен к пружине жесткостью 5 Н/м (см. рис.). Длина проводника 0,5 м, и по нему течет ток силой 2 А. При включении магнитного поля, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки, пружина растянулась на 10 см. Определите величину индукции магнитного поля (в мТл).



Ответ: _____ Тл.

26 Емкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 6 мкФ. Уравнение колебаний напряжения на конденсаторе имеет вид: $U = 50\cos(10^3t)$, где все величины выражены в СИ. Найдите амплитуду силы тока.

Ответ: _____ А.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

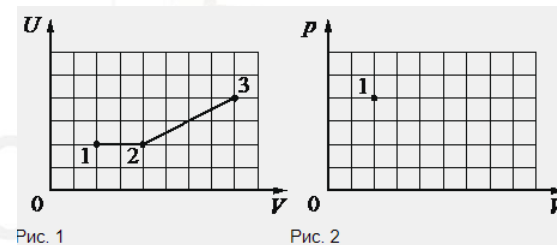


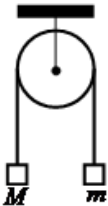
Рис. 1

Рис. 2

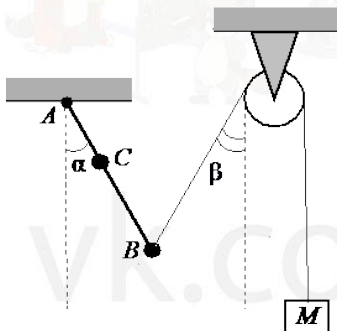


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 28** Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Через $t=1$ с после начала движения скорость правого груза (массой $m = 1$ кг) была направлена вертикально вверх и равна 4 м/с. Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.

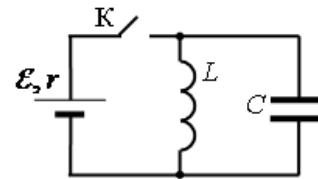


- 29** Невесомый стержень АВ с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках С и В соответственно, шарнирно закреплён в точке А. Груз массой $M = 100$ г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня АВ. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз М и стержень.



- 30** В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 180 г и температуру -55°C , 25% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна 500 Дж/(кг·К). Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

- 31** В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $E=8$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1,5$ мГн. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. В момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний напряжение на конденсаторе равно ЭДС источника, сила тока в контуре $I = 3,5$ А. Найдите ёмкость конденсатора С. Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь. Ответ округлите до десятых долей мкФ.



- 32** Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$, где получающиеся α -частицы обладают кинетической энергией $E = 5,3$ МэВ. Сколько атомов полония должно распастись в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было превратить в воду лёд объёмом $V = 10$ см³, находящийся при температуре 0°C ? Плотность льда $\rho = 900$ кг/м³, теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.



О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_41259310

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (ФИПИ)
- демоверсия по физике 20

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна
Предмет:	Физика
Стаж:	12 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	https://vk.com/examcourses

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
[VK.COM/EGE100BALLOV](https://vk.com/ege100ballov)



vk.com/ege100ballov

