

**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 В П Р А В О 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

3 8 9 4

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 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	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	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



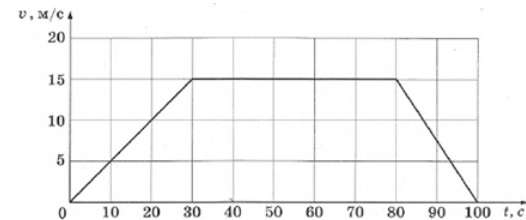
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м.		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а. е. м.		
Астрономические величины			
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км		
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м		
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К		
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 $4,2 \cdot 10^3$ 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 800 Дж/(кг·К)		
свинца 130 Дж/(кг·К)			
Удельная теплота			
парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/К			
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/К			
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/К			
Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0 °С			
Молярная масса			
азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль		
аргона $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль		
водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития $6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль		
воздуха $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль		
воды $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа $44 \cdot 10^{-3}$ 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

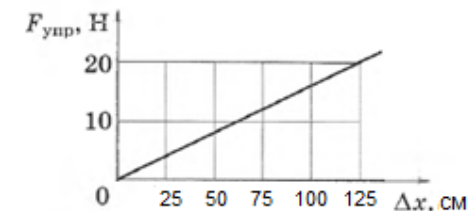
На рисунке представлен график зависимости скорости v прямолинейно движущегося тела от времени t . Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 80 до 100 с после начала движения.



Ответ: _____ м

2

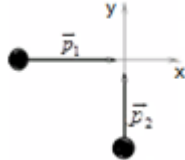
На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины F от величины ее деформации x . Какова жесткость пружины?



Ответ: _____ Н/м



3 Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 8 \text{ кг*м/с}$, второго тела $p_2 = 6 \text{ кг*м/с}$. Каков модуль импульса системы тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ: _____ кг*м/с

4 Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 1 кг. Определите массу рыбы?



Ответ: _____ кг

5 Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси OX . В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

t, с	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
x, см	0	2	4	2	0	2	4

Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) В момент времени 0,8 с модуль импульса тела максимален.
- 2) В момент времени 0,6 с тело проходит положение равновесия.
- 3) В момент времени 1,0 с тело обладает максимальной потенциальной энергией.
- 4) Частота колебаний 0,8 Гц
- 5) Амплитуда колебаний тела равна 2 см.

Ответ:

6 Ученики проводили опыт с небольшим бруском, лежащим на горизонтальном диске. Диск вращался вместе с бруском с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска уменьшили. Как изменялись при этом линейная скорость бруска и сила нормального давления бруска на опору?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

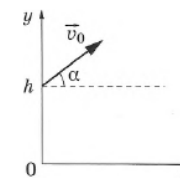
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Линейная скорость бруска	Сила нормального давления бруска на опору

Ответ:

7 В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t .

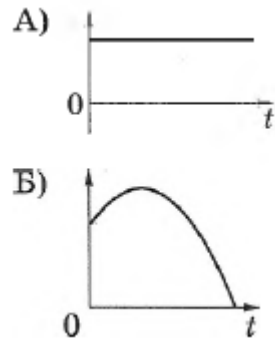


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y=0$).

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



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса мячика на ось Oy
- 2) кинетическая энергия мячика
- 3) проекция импульса мячика на ось Ox
- 4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б

8 При уменьшении абсолютной температуры среднеквадратичная скорость хаотичного теплового движения молекул газа уменьшилась в 2 раза. Начальная температура газа равна 600 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К

9 Тепловая машина с КПД 20% за цикл работы получила от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую работу совершила машина за цикл?

Ответ: _____ Дж

10 Температура железной детали массой 0,3 кг повысилась с 20° С до 60° С. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании?

Ответ: _____ Дж

11 При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях.

Какие два из утверждений, приведенных ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

На основании анализа этой таблицы выберите **два** верных утверждения:

- 1) Внутренняя энергия газа в состоянии 3 равна внутренней энергии газа в состоянии 2.
- 2) При переходе от состояния 1 к состоянию 2 в ходе изотермического процесса газ совершил положительную работу.
- 3) В состояниях 1 и 7 объем газа одинаковый
- 4) При переходе от состояния 6 к состоянию 7 в ходе изохорного процесса газ отдал тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 в 1,5 раза больше объема газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--



12 В сосуде неизменного объема находится идеальный газ. Если часть газа выпустить из сосуда при постоянной температуре, то как изменятся величины: плотность газа и количество вещества в сосуде?

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.

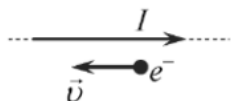
Плотность газа	Количество вещества в сосуде

Ответ:

А	Б

13 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F}_L ?

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



Ответ: _____

14 Расстояние между двумя точечными зарядами увеличили в 3 раза, при этом величину одного из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил взаимодействия.

Ответ: в _____ раза

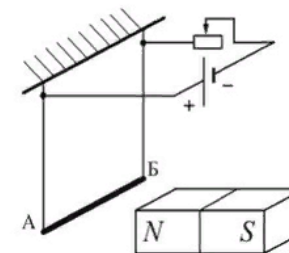
15 Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____

16 Алюминиевый проводник AB подвешен на тонких медных проволочках и подключен к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают **влево**.

Из приведенного ниже списка **два** правильных утверждения.



- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии магнитного поля, созданного магнитом, вокруг проводника AB направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник AB , увеличивается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник уменьшаются
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику AB , уменьшается.

Ответ:

--	--



- 17** Протон движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. Как изменятся период обращения и радиус орбиты, если увеличится магнитная индукция при неизменной скорости движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) период обращения частицы
Б) радиус орбиты частицы

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Ответ:

--	--

- 18** Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны в воде – ν , длина световой волны в воде – λ , показатель преломления воды относительно воздуха – n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) скорость света в воздухе
Б) скорость света в воде

- 1) $\lambda\nu$
2) λn
3) $\lambda\nu n$
4) $\frac{\lambda}{\nu}n$

Ответ:

А	Б

- 19** Ядро висмута $^{214}_{83}\text{Bi}$ испытывает электронный β^- -распад, при этом образуется ядро элемента ^A_ZX . Каковы заряд Z (в единицах элементарного заряда) и массовое число A образовавшегося ядра.

Запишите в таблицу цифры для каждой физической величины

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

Ответ:

--	--

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

- 20** Какая доля от большого количества радиоактивных атомов останется нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____

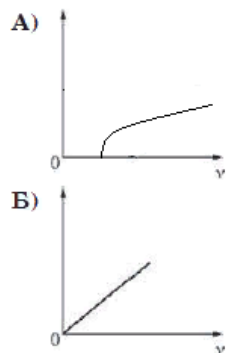
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902



21 При освещении металлической пластины светом наблюдается фотоэффект. Частоту света ν плавно изменяют. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от частоты падающего света 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) работа выхода фотоэлектрона из металла
- 2) максимальный импульс фотоэлектронов
- 3) энергия падающего на металл фотона
- 4) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Ответ:

А	Б

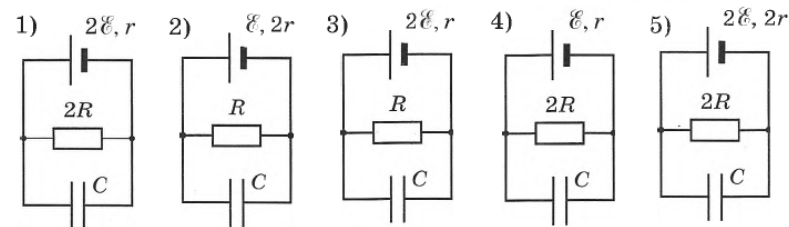
22 В книге 250 листов. По результатам измерения с помощью миллиметровой линейки толщина книги составила 3,5 см. Чему равна толщина одного листа, если погрешность линейки 1 мм.

Чему равна толщина одного листа книги с учетом погрешности?

Ответ: (_____ ± _____) мм

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

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора?



Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

В ответ запишите номера выбранных опытов.

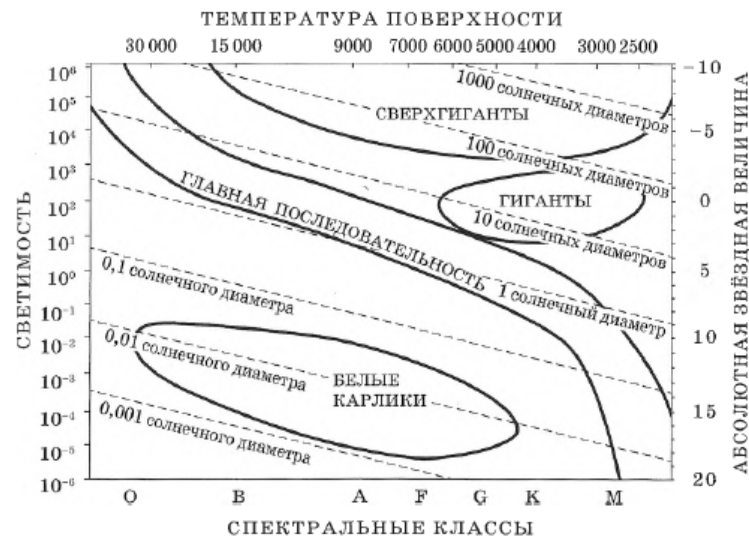
Ответ:

--	--



24

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга-Рессела.



Выберете **все** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме и укажите их номера.

- 1) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, а значит, она относится к сверхгигантам;
- 2) Плотность белых карликов существенно выше средней плотности гигантов.
- 3) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса О главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса F главной последовательности.
- 4) Температура поверхности звезд спектрального класса А выше температуры поверхности звезд спектрального класса G.
- 5) Звезды спектрального класса А имеют температуру поверхности не выше 5000 К.

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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Газ находится в запаянной колбе при температуре 300 К, давление газа равно 120 кПа. Чему станет равным давление газа в колбе, если колбу поместить в морозильную камеру с температурой 200 К? Ответ выразите в кПа

Ответ: _____ кПа

26

Фокусное расстояние собирающей линзы равно 40 см. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета, расположенного на расстоянии 24 см от линзы.

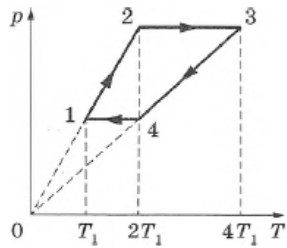
Ответ: _____ см

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



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** В тепловом двигателе 3 моль неона совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах $p-T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и в 2 раза больше температуры в точке 1, а температуры в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Постройте график этого процесса в переменных $p-V$. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики. Найдите модуль отношения работ $|A_{13} / A_{41}|$.



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.

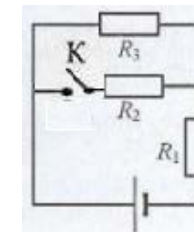
- 28** Какой путь пройдет тело за 2 с, двигаясь по прямой в одном направлении, если его скорость за это время уменьшилась в 3 раза? Модуль ускорения тела равен 5 м/с^2 .

- 29** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2 \text{ кг}$. По доске скользит шайба массой $m = 0,5 \text{ кг}$. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени доска покоится. В момент $\tau = 0,8 \text{ с}$ шайба перестает скользить по доске. Определите скорость шайбы в начальный момент (доска в начальный момент покоится).



- 30** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

- 31** Определить во сколько раз изменилась мощность третьего резистора после размыкания ключа в схеме, изображенной на рисунке. $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $r = 0,50 \text{ Ом}$.



- 32 На поверхность водяной капли объемом $V=1 \text{ мм}^3$ каждую секунду падает $N=10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47 \text{ К}$?

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 100 баллов» <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_39951777

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- варианты ЕГЭ основная волна 2019

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна
Предмет:	физика
Стаж:	11 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	https://vk.com/examcourses

Корректоры варианта

Елена Гущина https://vk.com/bagira_wise

Людмила Макашутина <https://vk.com/id135579343>

Михаил Кузьмин <https://vk.com/mukuzmin1986>

Ирина Малова <https://vk.com/id42453932>

Ольга Лопатина <https://vk.com/id184477882>

Светлана Гнедая <https://vk.com/lana201463>

Александр Халилов <https://vk.com/a.khalilov2013>

Наталья Стрелкова <https://vk.com/id60494864>

