

**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. 37,5 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

741 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

3894
 Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 1,40,2 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	санτι	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	$0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} = 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св. года}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
чугуна	$800 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$

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 – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

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.

- Зависимость проекции скорости от времени движения тела имеет вид $V_x = -10 + 3t$. Найдите координату тела через 15 с от начала движения, если $x_0 = 0$.
 Ответ: _____ м.
- Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/м имеет запас потенциальной энергии 4 Дж.
 Ответ: _____ Н.
- Расстояние между центрами двух шаров равно 1 м, масса каждого шара 1 кг. Силы тяготения между ними примерно равны по модулю.
 Ответ: _____ $\cdot 10^{-10}$ Н.
- Шарик массой 5 кг вылетает вертикально из пушки со скоростью 10 м/с. На какую максимальную высоту поднимется шарик, если в полете он потеряет 10% от начальной кинетической энергии. ($g = 10 \text{ М/с}^2$)
 Ответ: _____ м.



5 Шар, подвешенный на нити, движется по круговой траектории в горизонтальной плоскости с постоянной по модулю скоростью. Выберите **два** верных утверждения.

- 1) ускорение шарика равно нулю
- 2) ускорение шарика направлено вертикально вниз
- 3) ускорение шарика направлено к центру окружности
- 4) равнодействующая всех сил равна ma
- 5) равнодействующая всех сил равна 0

Ответ:

--	--

6 Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что происходит с его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

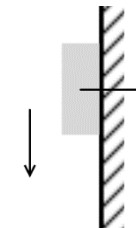
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение камня	Полная механическая энергия камня

7 На тело массой m ,двигающееся вниз вдоль стенки, действует горизонтальная сила \vec{F} . Коэффициент трения тела о стенку равен μ .

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.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| А) сила трения | 1) μmg |
| Б) ускорение тела | 2) μF |
| | 3) $g - \frac{\mu F}{m}$ |
| | 4) $\frac{F}{m}$ |

Ответ:

А	Б

8 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

Ответ: _____ Дж / (кг · К).

9 При изобарном нагревании одноатомного газа в количестве 2 моль его температура изменилась на 50 К. Какое количество теплоты получил газ в процессе теплообмена?

Ответ: _____ Дж.

10 Идеальный газ получил количество теплоты 900 Дж. При этом внешние силы совершили работу равную 500 Дж. Насколько изменилась его внутренняя энергия?

Ответ: _____ Дж.



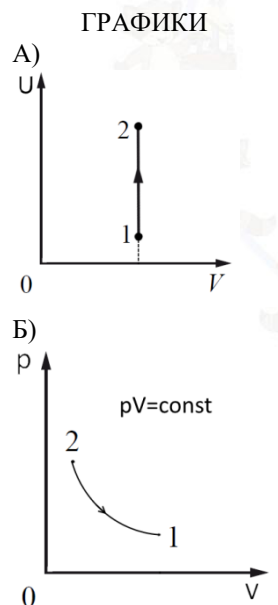
11 Давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 2 раза. Выберите из предложенного перечня два верных утверждения, которые соответствуют описанной ситуации.

- 1) Температура газа увеличилась в 2 раза.
- 2) Объем газа остается неизменным.
- 3) Температура газа уменьшилась в 2 раза.
- 4) Объем газа увеличился в 2 раза.
- 5) Количество молекул газа увеличилось в 2 раза.

Ответ:

--	--

12 На рисунках приведены графики А и Б двух процессов, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $p-V$ и $U-V$, где p – давление, V – объём и U – внутренняя энергия газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- УТВЕРЖДЕНИЯ**
- 1) Внешние силы совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
 - 2) Газ совершает отрицательную работу, но внутренняя энергия не изменяется
 - 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
 - 4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

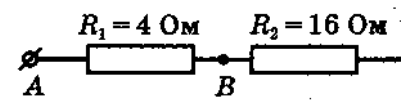
А	Б

Ответ:

13 Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O ? (*вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх*)? Ответ запишите словом(-ами).

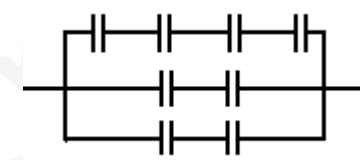
Ответ: _____.

14 Чему равно напряжение, которое покажет идеальный вольтметр, подсоединенный к резистору R_2 , если известно, что между точками A и B напряжение составляет 8 В?



Ответ: _____ В.

15 Ёмкость каждого конденсатора равна 100 мкФ. Чему равна ёмкость батареи конденсаторов?



Ответ: _____ мкФ.



16 Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
- 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
- 3) будет увеличиваться максимальная энергия фотоэлектронов
- 4) будет увеличиваться как максимальная энергия, так и количество фотоэлектронов
- 5) фотоэффект будет происходить при любой интенсивности света

Выберите два верных утверждения.

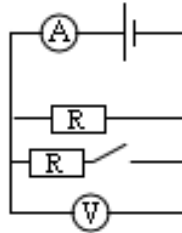
Ответ:

--	--

17 Как изменятся показания на амперметре и вольтметре, если ключ на схеме замкнуть?

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.

Амперметр	Вольтметр

18 Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- А) магнитный поток
Б) индуктивность

- 1) Тесла
- 2) Генри
- 3) Вебер
- 4) Вольт

Ответ:

А	Б

19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}_{92}^{238}\text{U}$?

Число протонов	Число нейтронов

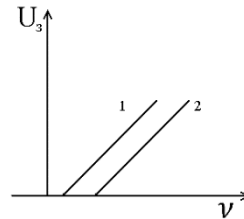
20 Период полураспада радиоактивного изотопа кальция составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов, то через сколько суток их будет $1 \cdot 10^{24}$?

Ответ: _____ сут.



21

В опытах по внешнему фотоэффекту изучалась зависимость запирающего напряжения от частоты падающего света. Для первого материала зависимость на графике под цифрой «1». Если заменить первоначальный материал фотокатода на другой, то зависимость будет другой – на графике под цифрой «2». Как изменилась работа выхода и максимальная длина волны, когда фотоэффект не наблюдается.



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 повториться.

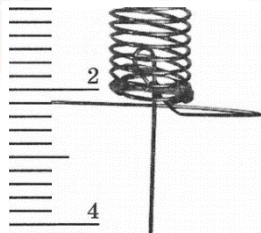
Работа выхода	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{кр}$

Ответ:

--	--

22

Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в Н.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

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

23

Ученик решил посчитать скорость испарения молекул воды из стакана в своей комнате. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать ее? Выберите два верных утверждения.

- 1) Массы воды и времени испарения воды.
- 2) Массы воды, времени испарения воды и влажности в комнате.
- 3) Объема воды и времени испарения воды.
- 4) Массы воды, времени испарения воды и влажности в комнате.
- 5) Массы воды, времени испарения воды и объема комнаты.

Ответ:

--	--

24

Какие утверждения о звездах являются верными? В ответе укажите номера всех утверждений.

- 1) Красные звёзды – самые горячие.
- 2) Звёзды продолжают формироваться в нашей Галактике и в настоящее время.
- 3) В декабре Солнце удаляется на максимальное расстояние от Земли.
- 4) При одинаковой светимости горячая звезда имеет меньший размер, нежели холодная.
- 5) Диапазон значений масс существующих звёзд намного шире, чем диапазон светимостей.

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.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210308



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 Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27⁰С, при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найдите количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода?

Ответ: _____ кДж

- 26 Между зарядами +6.4 · 10⁻⁶ Кл и - 6.4 · 10⁻⁶ Кл расстояние равно 12 см. Найдите напряженность поля в точке, удаленной на 8 см от обоих зарядов? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ · 10⁷ В/м.

- 27 Круглую рамку с постоянной скоростью вводят в прямоугольную зону магнитного неоднородного поля, направленного на нас, которое возрастает и имеет максимум в центре. Опишите направление силы тока, возникающего в рамке, и силы, действующие на нее в процессе входа в эту зону и выхода из нее.



Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.

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 На какой высоте от поверхности планеты обращается искусственный спутник по круговой орбите со скоростью 5,7 км/с. Радиус планеты равен 5700 км. Ускорение свободного падения на поверхности планеты 6 м/с².

- 29 Металлическая замкнутая цепочка длиной L=60 сантиметров? Диск раскручивают с помощью электродвигателя. Когда частота вращения диска достигает n = 10 Гц, цепочка соскакивает с диска. Она ведет себя как жесткий обруч: может, например, катиться по столу, пока вращения не замедлится. Какова сила T натяжения цепочки в тот момент, когда она соскакивает с диска? Масса цепочки M = 40 г.

- 30 В цилиндре под поршнем площадью S = 100см² и массой m₁ = 50 кг находится воздух при температуре t₁ = 7 °С. Поршень находится на высоте h₁ =60 см от дна цилиндра. Воздух в цилиндре гревают до t₂ = 47°С, а на поршень ставят гирю массой m₂ =100 кг. На сколько опустится или поднимется поршень по сравнению со своим начальным положением? Атмосферное давление p_a = 100 кПа, трением поршня о стенки цилиндра можно пренебречь.

- 31 Какой максимальный заряд может приобрести шар радиусом 10 см в результате облучения его светом с длиной волны λ =110 нм, если работа выхода электронов с поверхности шара равна 9 · 10⁻¹⁹ Дж?

- 32 Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус – скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой плёнки, которая зеркально отражает солнечный свет. Какой должна быть площадь паруса, чтобы аппарат массой 500 кг (включая массу паруса) имел ускорение 10⁻³ м/с²?

Мощность W солнечного излучения, падающего на 1 м² поверхности, перпендикулярную солнечному свету, составляет 1370 Вт/м².



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)

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
VK.COM/EGE100BALLOV

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210308



vk.com/ege100ballov