

**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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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 двух 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 РА В О Бланк

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

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 22 1, 40, 2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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 гелевой 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 $\pi$	$\pi=3,14$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	$931 \text{ МэВ}$
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** подсолнечного масла  $900 \text{ кг/м}^3$   
 воды  $1000 \text{ кг/м}^3$  алюминия  $2700 \text{ кг/м}^3$   
 древесины (сосна)  $400 \text{ кг/м}^3$  железа  $7800 \text{ кг/м}^3$   
 керосина  $800 \text{ кг/м}^3$  ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**  
 воды  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  алюминия  $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 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  $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$   
 плавления свинца  $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$   
 плавления льда  $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

**Нормальные условия:** давление –  $10^5 \text{ Па}$ , температура –  $0 \text{ }^\circ\text{C}$

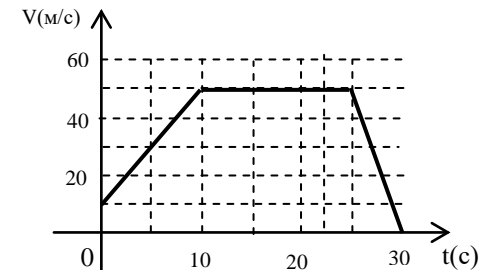
**Молярная масса**

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.

- 1 Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите путь пройденный телом за 6 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ км

- 2 К пружине динамометра подвесили гирьку массой 500 г. При этом пружина удлинилась на 4 см. Груз какой массы нужно подвесить к этой пружине, чтобы ее удлинение составляло 8 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

- 3 Растянутая пружина жесткостью  $100 \text{ Н/м}$  действует на прикрепленное к ней тело с силой  $20 \text{ Н}$ . Чему равна потенциальная энергия пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

- 4 Период колебания двух маятников относятся друг к другу как  $3 : 2$ . Во сколько раз первый маятник длиннее второго?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз



5

Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую с меньшим радиусом орбиты. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

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.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

6

В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой  $m = 300$  г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие два вывода можно сделать из приведенных ниже результатов эксперимента?

S (м)	0	1	4	9	16	25	36	49
t (с)	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) За первые 3с, сила, действующая на тело, совершила работу 5,4 Дж.
- 5) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.

Ответ:

--	--

7

Мяч брошен под углом  $30^\circ$  к горизонту, с начальной скоростью  $V_0$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		Формулы	
A	Максимальная высота подъема	1	$\frac{V_0 \sin \alpha}{g}$
B	Время полета	2	$\frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$
B	Дальность полета	3	$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
		4	$\frac{V_0 \sin \alpha}{2g}$
		5	$\frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	B	B

8

В калориметр, в котором находилась вода массой 2 кг при температуре  $0^\circ\text{C}$ , бросили 300 г льда при температуре  $-55^\circ\text{C}$ . Какая масса льда в граммах окажется в калориметре после установления теплового равновесия?

Ответ: \_\_\_\_\_ г





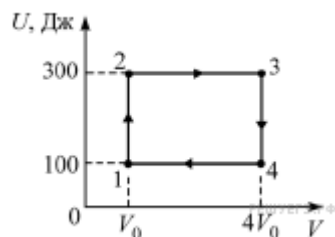
**9** Во сколько раз изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа увеличить в 2 раза и концентрацию молекул газа увеличить в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз

**10** В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль кислорода. Температура газа равна 127°C. Чему равно давление газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа

**11** Два моля одноатомного идеального газа участвуют в циклическом процессе, график которого изображён на  $UV$ -диаграмме ( $U$  — внутренняя энергия газа,  $V$  — его объём).



Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) В процессе 1–2 газ изобарно нагревается.
- 2) В процессе 2–3 температура газа увеличивается.
- 3) В процессе 3–4 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 работа газа отрицательная.
- 5) В процессе 1–2 газ совершает работу 200 Дж.

Ответ: 

--	--

**12** В закрытом сосуде находится идеальный газ. Как при охлаждении сосуда с газом изменятся величины: давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

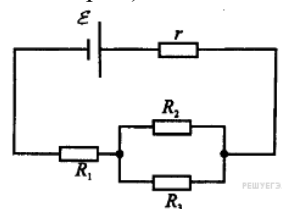
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

**13** На изолирующей нити подвешен маленький шарик массой 1 г, имеющий заряд 1 нКл. К нему снизу подносят на расстоянии 2 см другой заряженный маленький шарик, и при этом сила натяжения уменьшается вдвое. Чему равен заряд второго шарика?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

**14** Источник тока имеет ЭДС 8 В внутреннее сопротивление 1 Ом,  $R_1=R_2=R_3=2$  Ом. Какой силы ток течет через источник? (Ответ дайте в амперах.)



Ответ: \_\_\_\_\_ А

**15** Определить энергию магнитного поля соленоида в котором при силе тока 4 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж



**16** Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

$q$ , мКл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$U$ , В	0	0,04	0,12	0,16	0,22	0,24

Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялась соответственно 0,005 мКл и 0,01 В.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Электроёмкость конденсатора примерно равна 5 мФ.
- 2) Электроёмкость конденсатора примерно равна 200 мкФ.
- 3) С увеличением заряда напряжение увеличивается.
- 4) Для заряда 0,06 мКл напряжение на конденсаторе составит 0,5 В.
- 5) Напряжение на конденсаторе не зависит от заряда.

Ответ:

**17** Что представляют собой следующие виды излучения?

ПРОЦЕСС	ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ
А) Альфа-излучение	1) Поток электронов
Б) Бета-излучение	2) Электромагнитные волны
В) Гамма-излучение	3) Ядра атома гелия

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

А	Б	В

**18** Колебательный контур радиоприемника настроен на некоторую длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора увеличить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Частота колебаний	Длина волны

**19** В результате некоторого числа  $\alpha$ -распадов и некоторого числа электронных  $\beta$ -распадов из ядра  ${}^A_z X$  получается ядро  ${}^{A-8}_{z-1} Y$ . Чему равно число  $\alpha$ -распадов в этой ядерной реакции?

Ответ: \_\_\_\_\_

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

**20** Работа выхода электрона из металла  $3 \cdot 10^{-19}$ . Найдите максимальную длину волны излучения, которым могут выбиваться электроны. (Ответ дать в нанометрах.) Постоянную Планка принять равной  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, а скорость света —  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ нм

**21** Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Что произойдет с частотой падающего света, импульсом фотонов и кинетической энергией вылетающих электронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны 700 нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) Частота падающего света
- Б) Импульс фотонов
- В) Кинетическая энергия вылетающих электронов

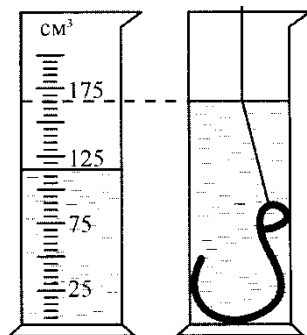
**ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В

**22** Крючок массой 425 г опущен в мензурку с водой. Определить объем крючка с учетом погрешности измерения, которая равна цене деления измерительного цилиндра.



Ответ: (    ±    ) см<sup>3</sup>

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

**23** Необходимо при помощи маятника экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник взял штатив с муфтой и лапкой, нить и секундомер.

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

- 1) электронные весы
- 2) алюминиевый шарик
- 3) динамометр
- 4) линейка
- 5) мензурка

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: 

--	--



24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, $10^3$ км	Средняя плотность, $\text{кг/м}^3$
Луна	1737	384,4	3350
Фобос	12	9,38	2200
Ио	1815	422,6	3570
Европа	1569	670,9	2970
Каллисто	2400	1883	1860
Титан	2575	1221,9	1880
Оберон	761	587	1500
Тритон	1350	355	2980

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Каллисто.
- 2) Объем Тритона почти в 2 раза меньше объема Титана.
- 3) Масса Титана больше массы Каллисто.
- 4) Ускорение свободного падения на Ио составляет примерно  $1,82 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Первая космическая скорость для Европы примерно равна  $1,64 \text{ км/с}$ .

Ответ:

--	--

Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 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

Ледокол массой  $6000 \text{ т}$ , идущий с выключенными двигателями со скоростью  $8 \text{ м/с}$  наталкивается на неподвижную льдину и двигает ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшилась при этом до  $3 \text{ м/с}$ . Определить массу льдины.

Ответ: \_\_\_\_\_ т

26

Тело при полном погружении в воду становится легче в 5 раз, чем в воздухе. Определить плотность этого тела.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{кг/м}^3$

27

Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $5 \text{ мТл}$  по окружности. Найти период его обращения.

Ответ: \_\_\_\_\_ нс

*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*

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190121



*Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНКОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 28 Тяжелый шарик начинает скатываться без трения по наклонному желобу, образующего «мертвую петлю» радиусом  $R$ . с какой высоты шарик должен начать движение, чтобы не оторваться от желоба при прохождении им верхней точки траектории?

*Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.*

- 29 Эскалатор поднимает стоящего человека за 1 мин. если эскалатор стоит, а человек идеи по нему сам, на тот же подъем уходит 3 минуты. сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся эскалатору?

- 30 Нагретое до температуры  $90^{\circ}\text{C}$  тело опустили в сосуд с водой, при этом температура воды повысилась с  $10^{\circ}\text{C}$  до  $25^{\circ}\text{C}$ . До какой температуры нагревается эта вода, если после этого в нее, не вынимая первого тела, опустить еще такое же тело, тоже нагретое до температуры  $90^{\circ}\text{C}$ ?

- 31 При подключении к батарее гальванического элемента проводника сопротивлением  $16\ \Omega$  сила тока в цепи стала равна  $1\ \text{A}$ , а при подключении проводника сопротивлением  $8\ \Omega$  стала равна  $1,8\ \text{A}$ . Какой ток даст элемент, если его замкнуть накоротко?

- 32 Наблюдатель ростом  $1,8\ \text{м}$  идет к уличному фонарю со скоростью  $0,8\ \text{м/с}$ . В некоторый момент времени длина его тени равна  $1,5\ \text{м}$ , а через  $3\ \text{с}$  она стала равной  $1\ \text{м}$ . На какой высоте над тротуаром подвешен фонарь?

### СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

<b>ФИО:</b>	Курочкина Галина Львовна Образовательный центр «LancmanSchool»
<b>Предмет:</b>	Физика
<b>Стаж:</b>	35 лет

### 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\\_39008096](https://vk.com/topic-10175642_39008096)

(также доступны другие варианты для скачивания)

