

**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 2 частей, включающих в себя 32 задания. Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются по приведённому ниже образцу в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: 

4
---

2	4																
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 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 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 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

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, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
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	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031609



<b>Соотношение между различными единицами</b>	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

<b>Масса частиц</b>	
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.

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

<b>Удельная теплоёмкость</b>			
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)		

<b>Удельная теплота</b>	
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

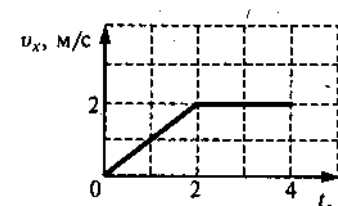
<b>Молярная масса</b>			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Часть 1**

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. 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.

**Часть 1**

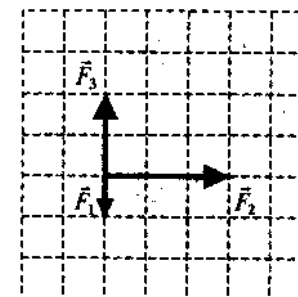
**1** Тело движется по оси  $Ox$ . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени 4 с?



- 1) 6 м
- 2) 8 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м

Ответ: \_\_\_\_\_

**2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют три горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_1 = 1$  Н?



- 1)  $\sqrt{10}$  Н
- 2) 6 Н
- 3) 4 Н
- 4)  $\sqrt{13}$  Н

Ответ: \_\_\_\_\_





**3** Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

**4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг • м/с. Каков модуль силы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

**5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?

Ответ: \_\_\_\_\_ с

**6** Материальная точка движется с постоянной скоростью по прямой и в некоторый момент начинает тормозить. Как изменится величина силы трения и тормозной путь, если коэффициент трения уменьшится в 1.5 раза? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Сила трения	Тормозной путь

**7** Тело бросили с земли с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость $V_y$ в точке максимального подъема	1) 0
Б) максимальная высота подъема	2) $V_0 \cdot \sin \alpha$
	3) $V_0^2 \sin^2 \alpha / 2g$
	4) $V_0^2 \sin \alpha / 2g$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

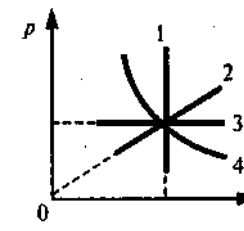
А	Б

**8** Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?  
1) 100 К    2) 173 К    3) 273 К    4) 373 К

Ответ: \_\_\_\_\_

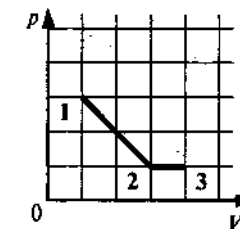
**9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору



Ответ: \_\_\_\_\_

**10** На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа  $A_{12}/A_{23}$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_

**11** Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины 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	Работа газа за цикл

**12** Установите соответствие между законами или условиями протекания различных изопроцессов и названием изопроцесса.

Законы или условия протекания изопроцессов

Название Изопроцесса

А)  $A = p \cdot \Delta V$

1) изохорный

Б)  $\Delta U = 0$

2) изобарный

3) изотермический

4) адиабатный

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

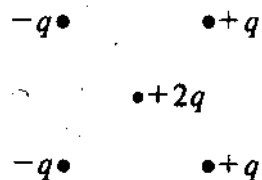
А	Б

Ответ:

**13** Как направлена кулоновская сила  $F$ , действующая на положительный точечный заряд  $2q$ , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$ ?

- 1) вправо
- 2) влево
- 3) вверх
- 4) вниз

Ответ: \_\_\_\_\_



**14** На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

- 1) в плоскости чертежа вверх
- 2) в плоскости чертежа вниз
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа

Ответ: \_\_\_\_\_



**15** Какой заряд нужно сообщить двум параллельно соединенным конденсаторам, чтобы зарядить их до разности потенциалов 20000 В, если емкости конденсаторов равны 2000 пФ и 1000 пФ.

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

**16** Луч света переходит из глицерина в воду. Определите угол преломления луча, если угол падения равен  $30^\circ$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ $^\circ$

**17** К источнику тока присоединен резистор. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в ней и напряжение на клеммах источника тока, если последовательно к имеющемуся резистору подсоединить еще два таких же?

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

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

	Сила тока	
Общее сопротивление цепи	в цепи	Напряжение на источнике тока



**18** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

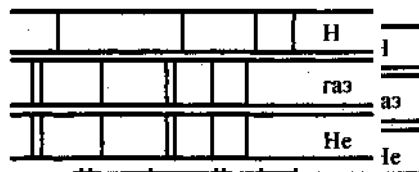
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле	1) $mV/qB$
Б) период обращения по окружности заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле	2) $2\pi m/qB$
	3) $qB/mV$
	4) $2\pi R/qB$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

**19** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

Ответ: \_\_\_\_\_

**20** Какая частица X участвует в реакции  ${}_9^{19}\text{F} + X = {}_2^4\text{He} + {}_8^{16}\text{O}$

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) альфа- частица

Ответ: \_\_\_\_\_

**21** 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

**22** При освещении металлической пластины светом частотой  $\nu$  наблюдается фотоэффект. Как изменятся кинетическая энергия фотоэлектронов и количество выбитых электронов при увеличении интенсивности и частоты падающего света в 2 раза?

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.

Кинетическая энергия фотоэлектронов	Количество выбитых электронов

**23** Человек сидит на стуле. Что можно утверждать про силу веса человека?

- 1) приложена к человеку и направлена вниз
- 2) приложена к стулу и направлена вверх
- 3) приложена к стулу и направлена вниз
- 4) приложена к человеку и направлена вверх

Ответ: \_\_\_\_\_

**24** Ученик решил посчитать скорость испарения молекул воды из стакана в своей комнате. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать ее?

- 1) Массы воды и времени испарения воды
- 2) Массы воды и объёма комнаты
- 3) Объёма воды и времени испарения воды
- 4) Массы воды, времени испарения воды и влажности в комнате



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031609



5) Массы воды, времени испарения воды и объема комнаты

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

**25** Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время  $t$  увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите  $t$ , если ускорение точки равно  $5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ с

**26** В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура  $0^\circ\text{C}$ . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура  $-5^\circ\text{C}$ . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$

**27** Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать  $\sin \alpha = \text{tga}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ мкм

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.*

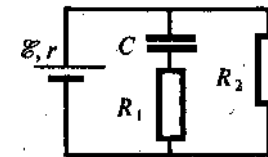
*Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.*

**28** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

**29** Гоночный автомобиль движется в горизонтальной плоскости со скоростью 90 км/ч по внутренней поверхности вертикального цилиндра радиусом 10 м. Определите максимальный коэффициент трения между шинами автомобиля и поверхностью цилиндра, при котором возможно такое движение.

**30** В сосуде находится некоторое количество воды и такое же количество льда в состоянии теплового равновесия. Через сосуд пропускают водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Определите температуру воды в сосуде  $t_2$ , если масса пара, пропущенного через воду, равна первоначальной массе воды. Теплоемкостью сосуда можно пренебречь.

**31** Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника  $r = 10 \text{ Ом}$ , ЭДС 30 В, сопротивления резисторов  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ . Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



**32** Электроэнергия передается от генератора к потребителю по проводам, общее сопротивление которых  $r = 400 \text{ Ом}$ . Коэффициент полезного действия линии передачи 0,95. Определите сопротивление нагрузки  $R$ . Внутреннее сопротивление генератора  $r_g = 100 \text{ Ом}$ .

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031609





## Система оценивания экзаменационной работы по физике

### Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 8–10, 13–16, 19–21, 23 и 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемая цифра или число.

Каждое из заданий 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	15	0.00006
2	1	16	33.5
3	4,5	17	121
4	2	18	12
5	2	19	3
6	21	20	1
7	13	21	328
8	4	22	11
9	4	23	3
10	4	24	13
11	22	25	2
12	23	26	0
13	2	27	0,5
14	3		

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

- 28** Масса жидкости в сосуде будет увеличиваться. Также проанализируйте уравнение Менделеева-Клапейрона.
- 29** 0.2 Указание: рассмотрите силы, действующие на автомобиль. Запишите 2 закон Ньютона. Центростремительное ускорение направлено горизонтально.
- 30**  $100^{\circ}$  Указание: составьте уравнение теплового баланса. Помните, что при тепловом равновесии температура воды и льда одинакова и равна  $0^{\circ}\text{C}$ .
- 31** 1 мм. Указание: нужно вспомнить формулу плоского конденсатора, а также записать закон Ома для полной цепи. Учсть, что сопротивление конденсатора равно бесконечности.
- 32** 9500 Ом Указание: Из формулы для КПД получите формулу, связывающую КПД с внешним и внутренним сопротивлениями.