

**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}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный электрический заряд)	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031616



Часть 1

Соотношение между различными единицами	
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

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.

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

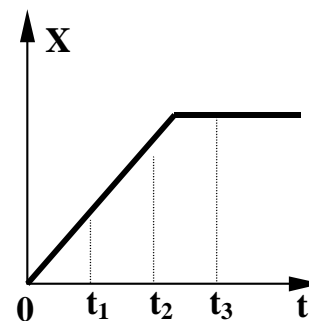
Нормальные условия: давление - 10^5 Па, температура - 0 °С

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	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

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 На рисунке представлен график зависимости координаты тела, движущегося вдоль оси OX, от времени. Сравните скорости v_1 , v_2 и v_3 тела в моменты времени t_1 , t_2 , t_3 .



- 1) $v_1 > v_2 = v_3$
- 2) $v_1 > v_2 > v_3$
- 3) $v_1 < v_2 < v_3$
- 4) $v_1 = v_2 > v_3$

Ответ: _____





2 В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение a . Ускорение тела массой $2m$ под действием силы $(1/2)F$ в этой системе отсчета равно

1) $4a$ 2) a 3) $0.25a$ 4) $0.5a$

Ответ: _____

3 Сила гравитационного притяжения между шарами, находящимися на расстоянии 4 м друг от друга, равна 16 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние уменьшить до 2 м?

Ответ: _____ нН

4 Из ствола пушки под углом 60 градусов к горизонту вылетает снаряд массой 10 кг. До выстрела пушка покоилась. Масса пушки 10 т. Чему равно отношение скорости снаряда к скорости пушки после выстрела?

Ответ: _____

5 На рычаг действуют две силы, плечи которых равны 0,1 м и 0,3 м. Сила, действующая на короткое плечо, равна 3 Н. Чему должна быть равна сила, действующая на длинное плечо, чтобы рычаг был в равновесии?

Ответ: _____ Н

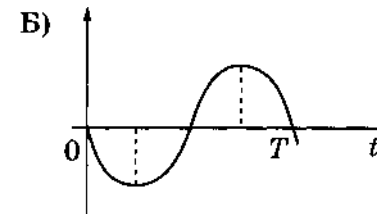
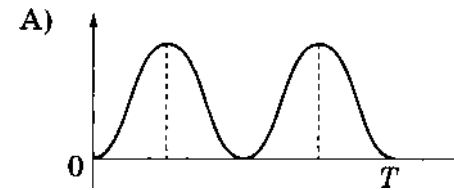
6 Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила и сила тяжести, действующие на теплоход

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

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

Архимедова сила	Сила тяжести

7 Груз, привязанный к нити, в момент $t = 0$ вышел с начальной скоростью V_0 из состояния равновесия. Причем начальная скорость направлена против ОХ. На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



Графики:

- 1) координата груза x
- 2) проекция скорости груза v_x
- 3) кинетическая энергия груза
- 4) потенциальная энергия

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

Ответ:

А	Б



8 Какой из перечисленных ниже опытов (А, Б или В) подтверждает вывод молекулярно-кинетической теории о том, что скорость молекул растет при увеличении температуры?

А. Интенсивность броуновского движения растет с повышением температуры.

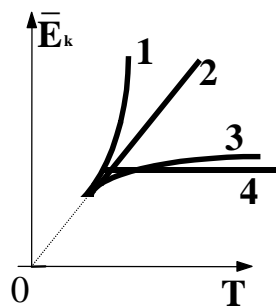
Б. Давление газа в сосуде растет с повышением температуры.

В. Скорость диффузии красителя в воде повышается с ростом температуры.

- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) А, Б и В

Ответ: _____

9 Какой график (см. рис.) – верно изображает зависимость средней кинетической энергии частиц идеального газа от абсолютной температуры?



Ответ: _____

10 Относительная влажность воздуха в комнате равна 60%. Давление насыщенного водяного пара при той же температуре равно 2,5 кПа. Атмосферное давление равно 100 кПа, Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?

Ответ: _____ кПа

11 В процессе сжатия 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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.

Температура гелия	Давление гелия

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:

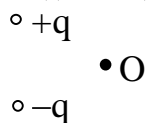


13 При трении пластмассовой линейки о шерсть линейка заряжается отрицательно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шерсть
- 2) протоны переходят с линейки на шерсть
- 3) электроны переходят с шерсти на линейку
- 4) протоны переходят с шерсти на линейку

Ответ: _____

14 Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O (см.рис)?



- 1) ← 2) → 3) ↑ 4) ↓

Ответ: _____

15 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из пяти таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение Q_2/Q_1 ?

Ответ: _____

16 Точечный источник света находится на расстоянии 1,2 м от плоского зеркала. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?

Ответ: _____ м

17 Ученик исследует преломление света на границе воздух-стекло.

Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?

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

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

Угол преломления	Показатель преломления стекла

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) длина световой волны в воздухе	2) $\lambda \cdot n$
	3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
	4) $\lambda \cdot n / \nu$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

19 Ядро атома содержит 16 нейтронов и 15 протонов, вокруг него обращаются 15 электронов. Эта система частиц —

- 1) ион фосфора $_{15}^{31}\text{P}$
- 2) атом фосфора $_{15}^{31}\text{P}$
- 3) ион серы $_{16}^{31}\text{S}$
- 4) атом серы $_{16}^{31}\text{S}$

Ответ: _____

20 Какие из перечисленных ниже веществ используются в качестве топлива атомных электростанций?

- А. уран
 Б. каменный уголь
 В. кадмий
 Г. графит

- 1) А, Б, Г 2) А, Б 3) только А 4) А, Б, В, Г

Ответ: _____

21 Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение частоты света первого пучка к частоте второго?

Ответ: _____

22 Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона: число протонов в ядре, число нейтронов в ядре?

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

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

Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

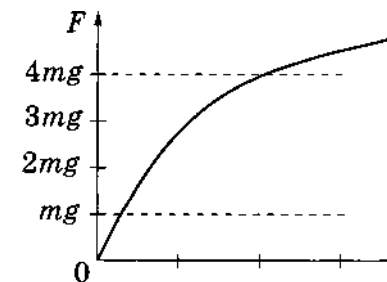
23 Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если расстояние между пластинами конденсатора увеличить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

Ответ: _____

24

Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике.



Период малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резинового жгуте, равен T_1 .

Выберите *два* утверждения, соответствующих данному

графику.

- 1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
- 2) Частота колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
- 3) При увеличении массы груза период его колебаний на резинового жгуте увеличивается.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом



жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.

- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T < 0,5T_0$.

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) Чему равно изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 500 Дж, а газ при постоянном давлении 10^5 Па расширился на $3 \cdot 10^{-3}$ м³?

Ответ: _____ Дж

- 26) Воздух нагревали в сосуде постоянного объёма. При этом абсолютная температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление увеличилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз уменьшилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: _____ раза

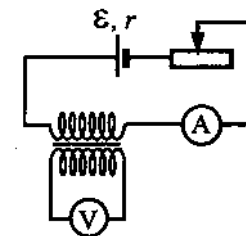
- 27) Карандаш совмещен с главной оптической осью тонкой собирающей линзы, его длина равна фокусному расстоянию линзы $f = 12$ см. Середина карандаша находится на расстоянии $2f$ от линзы. Рассчитайте длину изображения карандаша. Ответ выразите в см.

Ответ: _____ см

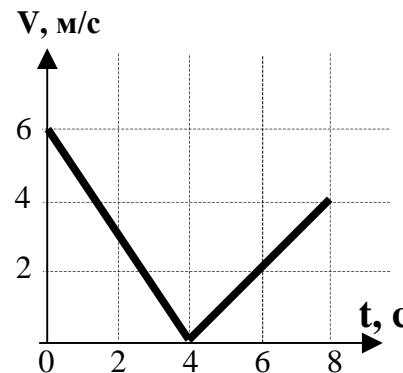
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

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 чётко и разборчиво.

- 28) На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вправо. ЭДС самоиндукции пренебречь.



- 29) Шайба, брошенная вдоль наклонной плоскости, скользит по ней, двигаясь вверх, а затем движется вниз. График зависимости модуля скорости шайбы от времени дан на рисунке. Найти угол наклона плоскости к горизонту.



30 Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара?

31 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности равна 5 мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе 2 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1.2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент?

32 С какой скоростью вылетает α -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиуса 0,5 м (α -частица – ядро атома гелия, молярная масса гелия 0,004 кг/моль).





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	4	15	3,6
2	3	16	0,6
3	64	17	23
4	2000	18	32
5	1	19	2
6	33	20	3
7	41	21	2
8	4	22	21
9	2	23	1
10	1,5	24	34
11	31	25	200
12	23	26	2
13	3	27	16
14	4		

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** Показания амперметра будут плавно уменьшаться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на конца вторичной обмотки.
- 29** $\text{Arcsin } 0.125$ Указание: найти ускорение шайбы и, конечно, записать 2 закон Ньютона для шайбы.
- 30** 100 кг Указание: записать 2 закон Ньютона для шара, затем закон Менделеева-Клапейрона для гелия и для воздуха.
- 31** 4 мА Указание: использовать закон сохранения энергии в колебательном контуре. А также уравнение гармонических колебаний.
- 32** $1.9 \cdot 10^7$ м/с Указание: использовать 2 закон Ньютона для альфа-частицы.