

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 приведённом 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																				
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 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																			
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 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 понадобится 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 = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н · м ² /Кл ²
модуль заряда электрона	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
(элементарный электрический заряд)	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж · с
постоянная Планка	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031607



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

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.

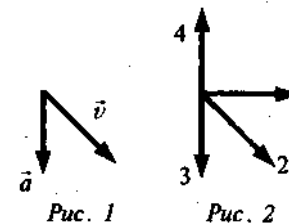
Часть 1

1 Материальная точка равномерно движется со скоростью V по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль ее центростремительного ускорения

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

Ответ: _____

2 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости V и ускорения a мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил F , приложенных к мячу?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

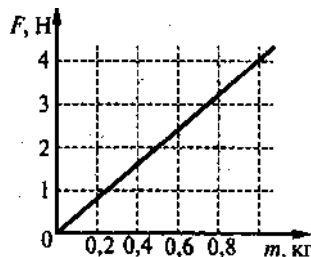
Ответ: _____

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031607





3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно



Ответ: _____ м/с²

4 Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля равно 3. Каково отношение их скоростей, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 3?

Ответ: _____

5 К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткость первой пружины 300 Н/м. Жесткость второй пружины 600 Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F



равен

Ответ: _____ Н

6 Материальная точка движется с постоянной скоростью по окружности радиусом R . Как изменится угловая скорость и период обращения по окружности, если скорость точки увеличить в 2 раза, а радиус окружности увеличить в 2 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.

Угловая скорость	Период обращения

7 Тело бросили с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость V_x в точке максимального подъема	1) 0
Б) дальность полета	2) $V_0 \cdot \cos \alpha$
	3) $V_0 t$
	4) $V_{0x} t$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

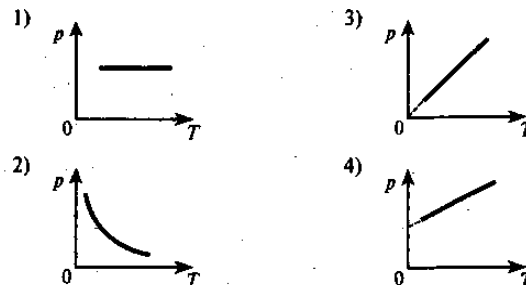
А	Б

8 Дым представляет собой частицы сажи, взвешенные в воздухе. Твердые частицы сажи долго не падают вниз потому, что

- 1) частицы сажи совершают броуновское движение в воздухе
- 2) температура частиц сажи всегда выше температуры воздуха
- 3) воздух выталкивает их вверх согласно закону Архимеда
- 4) Земля не притягивает столь мелкие частицы

Ответ: _____

9 На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график





10 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)

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) $pV = \text{const}$

1) изохорный

Б) $V/T = \text{const}$

2) изобарный

3) изотермический

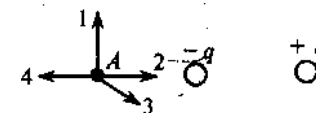
4) адиабатный

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

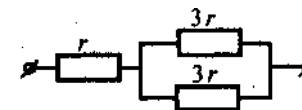
13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$ ($q > 0$). Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке A соответствует стрелка



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ: _____

14 На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1$ Ом?



- 1) 7 Ом
- 2) 2.5 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 3 Ом

Ответ:

15 Дуговая печь потребляет ток 200 А от сети, имеющей напряжение 127 В, через ограничительное сопротивление 0.2 Ом. Определите мощность, потребляемую печью?

Ответ: _____ Вт

16 Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 2000 витков, при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В.

Ответ: _____ Вб/с



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 один такой же?

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

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

Общее сопротивление цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле
- Б) модуль силы, действующей на проводник с током, находящийся в постоянном магнитном поле

ФОРМУЛЫ

- 1) mV/qB
- 2) $qVB \cdot \sin\alpha$
- 3) qB/mV
- 4) $IBl \cdot \sin\alpha$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19 Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов,

заряд ядра положителен.

4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

Ответ: _____

20 Ядро изотопа тория ${}_{90}^{224}\text{Th}$ претерпевает три последовательных α -распада. В результате получится ядро

- 1) полония ${}_{84}^{212}\text{Po}$
- 2) кюрия ${}_{96}^{246}\text{Cm}$
- 3) платины ${}_{78}^{196}\text{Pt}$
- 4) урана ${}_{92}^{236}\text{U}$

Ответ: _____

21 Какая часть атомов кобальта распадается за 20 суток, если период полураспада равен 72 суткам? Ответ выразите в процентах.

Ответ: _____ %

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

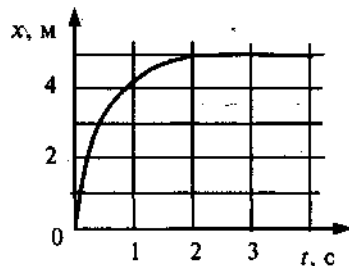
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Кинетическая энергия фотоэлектронов	Количество выбитых электронов

23

Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик действовала все увеличивающаяся сила

Ответ: _____

24

Ученик изучал в школьной лаборатории колебания пружинного маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 2) массы маятника и знание жесткости пружины
- 3) жесткости пружины и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 4) амплитуды колебаний маятника и его массы
- 5) количества колебаний и времени, за которое они совершены
- 6) количества колебаний и амплитуды колебаний маятника

Ответ:

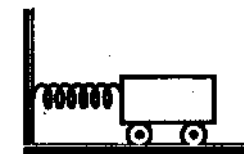
--	--

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

Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?



Ответ: _____ Дж

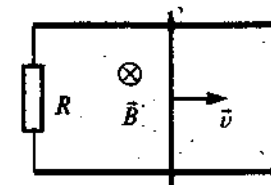
26

С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объема газа на 150 дм³ его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

Ответ: _____ дм³

27

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними.



Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0.1$ Тл, расстояние между рельсами $L = 10$ см, скорость движения перемычки $V = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила индукционного тока в контуре? Ответ выразите в миллиамперах (мА).

Ответ: _____ мА

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031607



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** Подъемной силой воздушного шара является архимедова сила, которая создается атмосферным воздухом.
- 1) Как изменяется архимедова сила по мере подъема воздушного шара?
 - 2) Зачем воздухоплаватели берут с собой балласт – мешки с песком?
- 29** Самолет делает «мертвую петлю», двигаясь по окружности радиусом 0,4 км в вертикальной плоскости. Определите скорость самолета, при которой в верхней точке траектории летчик не давил бы на сиденье и не отделялся от него.
- 30** В одном сосуде находится азот при температуре $T_1 = 300$ К, а в другом — водород при температуре $T_2 = 350$ К. Объемы сосудов одинаковы. Плотность газов одинакова и равна $\rho = 10^{-3}$ г/см³. Сосуды соединяют трубкой, объем которой мал по сравнению с объемом сосудов. Определите давление p в сосудах после соединения. Удельная теплоемкость азота при постоянном объеме $c_a = 750$ Дж/кг*К, водорода $c_b = 10^4$ Дж/кг*К.
- 31** Определите работу A , которую надо совершить, чтобы четыре одинаковых электрических заряда $q = 10^{-8}$ Кл расположить в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см.
- 32** В замкнутую накоротко катушку из медной проволоки вводят магнит, создающий внутри ее поле $B = 10^{-2}$ Тл. Определите заряд q , протекающий при этом через катушку. Радиус витка катушки $r = 10$ см, площадь поперечного сечения проволоки $S = 0,1$ мм².



**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	17400
2	3	16	0.06
3	4	17	121
4	1	18	14
5	6	19	1
6	33	20	1
7	24	21	17.5
8	1	22	13
9	3	23	3
10	250	24	25
11	22	25	0.01
12	32	26	150
13	2	27	10
14	2		

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** 1) Плотность воздуха уменьшается с высотой, поэтому архимедова сила становится меньше
2) Сбрасывая балласт, уменьшают силу тяжести. Воздушный шар поднимается выше
- 29** 62.6 м/с Указание: запишите 2 закон Ньютона в верхней точке петли. Помните, если летчик не давит на сиденье, значит его вес равен нулю.
- 30** $7.7 \cdot 10^5$ Па. Указание: давление смеси определите из закона Дальтона. Давление каждого газа получите из уравнения Менделеева-Клапейрона. Учтите, что полная внутренняя энергия газов не изменяется!
- 31** $4.9 \cdot 10^{-5}$ Дж. Указание: переносите заряды из бесконечности в соответствующие точки поля. Помните, что потенциал поля возрастает после каждого перенесения заряда. Не забудьте про принцип суперпозиции полей.
- 32** $2.8 \cdot 10^{-3}$ Кл. Указание: используйте закон электромагнитной индукции, закон Ома и формулу связи силы тока с зарядом, протекающим по катушке.