

**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 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 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 и 23 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: (14 ± 0,2) н. 22 1, 40, 2 Бланк

Ответ к заданиям 27–31 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, или перьевой ручки.

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 (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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 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 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	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 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	2,3·10 ⁶ Дж/К		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/К		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/К		

Нормальные условия: давление - 10⁵ Па, температура - 0 °С

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 По двум параллельным путям в одну сторону движутся 2 поезда: первый со скоростью 54 км/ч, а второй со скоростью 10 м/с. Сколько времени первый поезд будет обгонять второй, если длина каждого из них 150 м?

Ответ: _____ с

2 Жесткость одной пружины 20 Н/м, другой – 40 Н/м. Пружины соединили последовательно. Найдите жесткость этого соединения.

Ответ: _____ Н/м

3 С какой скоростью надо бросить вниз мяч с высоты 2 м, чтобы он подпрыгнул на высоту 4 м? Удар о землю абсолютно упругий.

Ответ: _____ м/с.

4 Какую длину имеет математический маятник с периодом колебаний 2 с?

Ответ: _____ м.

5 Шар, подвешенный на нити, движется по круговой траектории в горизонтальной плоскости с постоянной по модулю скоростью. Выберите 2 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 та
- 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.

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

Ускорение камня	Полная механическая энергия камня

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: _____

7 Мальчик находится в лифте. Лифт начинает движение вниз с ускорением. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

- | | |
|-----------------------|------------|
| А) Вес мальчика | 1) $mg+ma$ |
| Б) Сила реакции опоры | 2) $mg-ma$ |
| | 3) ma |
| | 4) mg |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

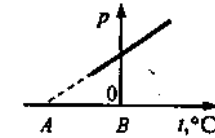
8 Температура алюминиевой детали массой 2 кг увеличилась от 200°C до 400°C. Деталь получила количество теплоты, равное

Ответ: _____ кДж

9 Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внешние силы совершили над ним работу 100 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж

10 На рисунке показан график зависимости давления некоторой массы идеального газа от температуры при постоянном объеме. Какой температуре соответствует точка А?



Ответ: _____ °C

11 При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. В этом процессе

- 1) Давление увеличилось в 4 раза
- 2) Давление не изменилось
- 3) Давление увеличилось в 16 раз
- 4) Температура увеличилась в 16 раз
- 5) Температура увеличилась в 4 раза

Ответ:

--	--

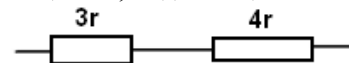
12 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем и давление газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Объем газа	Давление газа

13 На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно



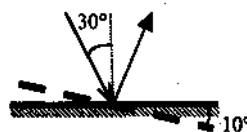
Ответ: _____



14 Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нем наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 6$ мс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каким будет заряд конденсатора через 9 мс?

Ответ: _____ мкКл

15 Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Чему будет равен угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ $^\circ$

16 При переходе света из вакуума в воду

- 1) Частота света увеличивается
- 2) Частота света не изменяется
- 3) Частота уменьшается и длина волны уменьшается
- 4) Частота не изменяется и длина волны увеличивается
- 5) Длина волны уменьшается

Ответ:

--	--

17 В электрической цепи, состоящей из источника тока и реостата, источник тока заменяют на другой, с той же ЭДС, но большим внутренним сопротивлением. Как изменяются при этом следующие физические величины: общее сопротивление цепи и напряжение на реостате?

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

Общее сопротивление цепи	Напряжение на реостате

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) импульс фотона	1) $h\nu/c$
Б) длина волны фотона	2) hc/ν
	3) hc/E
	4) h/ν

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19 Ядро бария ${}_{56}^{143}\text{Ba}$ в результате испускания нейтрона, а затем электрона превратилось в ядро?

- 1) ${}_{56}^{145}\text{Ba}$ 2) ${}_{57}^{142}\text{La}$ 3) ${}_{58}^{143}\text{Ba}$ 4) ${}_{55}^{144}\text{Cs}$

Ответ: _____

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

20 Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Отношение частоты света первого пучка к частоте второго равно

Ответ: _____

21 Электромагнитная волна преломляется на границе раздела воздуха и воды. Как изменяются при переходе из воздуха в воду следующие характеристики электромагнитной волны: частота волны и скорость ее распространения?

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

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

Частота волны	Скорость волны

22 Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда в ядерных реакциях?

- 1) ${}^7_{12}\text{N} = {}^6_{12}\text{C} + {}^1_0\text{e} + \nu_e$
- 2) ${}^6_{11}\text{C} = {}^5_{11}\text{B} + {}^1_0\text{e} + \nu_e$
- 3) ${}^3_6\text{Li} + {}^1_1\text{p} = {}^2_4\text{He} + {}^2_3\text{He}$
- 4) ${}^4_9\text{Be} + {}^1_2\text{H} = {}^7_{10}\text{N} + {}^0_1\text{n}$

23 Ученик решил посчитать скорость испарения молекул воды из стакана в своей комнате. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать ее? Выберите 2 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:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 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.

24 Камень, привязанный к веревке длиной 2.5 м, равномерно вращается в вертикальной плоскости против часовой стрелки. Масса камня 2 кг. При каком значении периода обращения камня его вес в точке максимального подъема будет равен нулю? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ с.

25 В кастрюлю с 2 л воды температурой 25°C долили 3 л кипятка температурой 100°C. Какова будет температура после установления теплового равновесия? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью кастрюли не учитывайте.

Ответ: _____ °C.

26 Частица, имеющая заряд 0.02 нКл, переместилась в однородном горизонтальном электрическом поле на расстояние 0.45 м по горизонтали за время 3 с. Какова масса частицы, если начальная скорость частицы равна нулю, а напряженность электрического поля 5000 В/м?

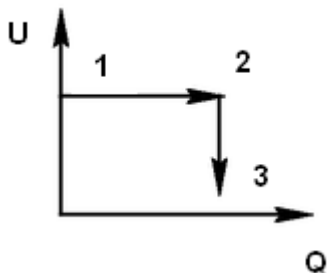
Ответ: _____ мг.

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

Для записи ответов на задания 27–31 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.



- 27 В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показано изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при переходе его из состояния 1-2, а затем в состояние 3. Укажите физические закономерности, которые вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 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 Тело, брошенное вверх со скоростью V_0 двигалось до падения на землю 12 с. Тело, брошенное из той же точки вниз с той же скоростью V_0 падало 3 с. Сколько времени из этой точки будет падать тело без начальной скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 29 В закрытый сосуд объемом $V = 10$ л помещают несколько капель воды общей массой $m = 0.258$ г. Затем начинают увеличивать температуру сосуда настолько медленно, что все время поддерживается равновесие между паром и жидкостью. При температуре $t = 27$ °С вода полностью испаряется. Определите давление p насыщенных паров воды при температуре $t = 27$ °С.
- 30 Два параллельно соединенных воздушных конденсатора емкостью $C_0 = 1$ мкФ каждый заряжены до напряжения $U = 200$ В и отсоединены от источника ЭДС. После этого пространство между обкладками одного из конденсаторов полностью заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$. Определите заряды q_1 и q_2 каждого из конденсаторов, а также напряжение U на конденсаторах.

- 31 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью E . Пролетев путь $5 \cdot 10^{-4}$ м, он приобретает скорость $3 \cdot 10^6$ м/с. Какова напряженность электрического поля?





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–26

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22– 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 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	60	14	4
2	13	15	40
3	6.2	16	25
4	1	17	12
5	34	18	13
6	33	19	2
7	22	20	2
8	360	21	32
9	400	22	4
10	-273	23	13
11	34	24	3
12	12	25	70
13	0.75	26	1

27) переход из состояния 1-2-3 все время идет с увеличением объема газа

28) $t=6$ с

29) 3900 Па

30) $q_1=3.5 \cdot 10^{-4}$ Кл $q_2=0.5 \cdot 10^{-4}$ Кл $U=50$ В

32) 50000 В/м