

**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 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ 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 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	Р	А	В	О
----	---	---	---	---	---	---

 Бланк

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

КИМ

Заряд ядра <i>Z</i>	Массовое число ядра <i>A</i>
38	94

3	8	9	4
---	---	---	---

Ответ: (1,4 ± 0,2) н.

1	,	4	0	,	2
---	---	---	---	---	---

 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 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 гелиевой 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 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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц

электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 ·
протона	10 ⁻⁴ а.е.м.



нейтрона $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
 радиус Солнца $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
 температура поверхности Солнца $T = 6000 \text{ К}$

Плотность

подсолнечного масла 900 кг/м^3 железа 7800 кг/м^3
 воды 1000 кг/м^3 керосина 800 кг/м^3
 алюминия 2700 кг/м^3 ртути 13600 кг/м^3
 древесины (сосна) 400 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ железа $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 алюминия $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ чугуна $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ свинца $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 меди $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

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

- 1 Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 5 + 2t - 4t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

 Ответ: _____ м/с²

- 2 К пружине жесткостью k подвесили гирьку массой $0,1 \text{ кг}$. При этом пружина удлинилась на $2,5 \text{ см}$. Каким будет удлинение пружины жесткостью $3k$ при добавлении еще трех таких же гирек по $0,1 \text{ кг}$? Ответ округлите до десятых.

 Ответ: _____ см

- 3 Тело массой 5 кг движется по прямой траектории так, что его скорость меняется со временем в соответствии с уравнением $v = 2t$. Чему равна его кинетическая энергия через 5 с после начала движения?

 Ответ: _____ Дж

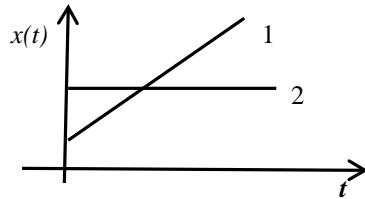
- 4 Точка совершает гармонические колебания по закону $x(t) = 2\text{Sin}(\pi t/2 + \pi/3) \text{ см}$. Определить скорость точки в начальный момент времени.

 Ответ: _____ см/с

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190916



5 На рисунке приведен график зависимости координаты x от времени t для двух тел.



Выберете **два** верных утверждения.

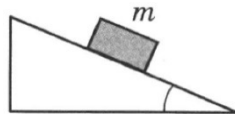
- 1) Скорость первого тела больше, чем скорость второго.
- 2) Тела движутся в одном направлении.
- 3) Первое тело движется равномерно, второе – равноускоренно.
- 4) Второе тело покоится, первое – движется равномерно.
- 5) Скорости обоих тел одинаковы.

Ответ:

--	--

6 Тело массой m из состояния покоя соскальзывает с вершины клина с углом раствора α (см. рисунок). Как изменятся ускорение тела и сила реакции опоры, действующая на него, если угол α увеличить?

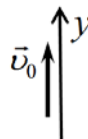
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения и запишите выбранные цифры в таблицу. Цифры в ответе могут повторяться.

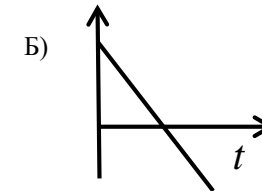
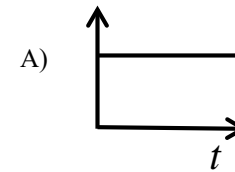
Ускорение	Сила реакции опоры

7 Тело массой m , брошенное вертикально вверх, упало обратно на землю (см. рис). Установите соответствие между физическими величинами и графиками зависимости этих величин от времени.



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

ГРАФИКИ



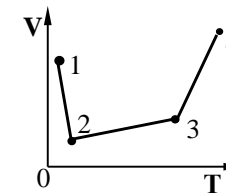
Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль ускорения тела
- 2) равнодействующая всех сил, действующих на тело
- 3) проекция скорости тела на ось Y
- 4) кинетическая энергия тела

8 В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости объема газа от температуры при изменении его состояния представлен на рисунке. В каком состоянии давление газа наибольшее?



Ответ: _____

9 Тепловой двигатель за цикл получает от нагревателя 3 кДж теплоты и отдает холодильнику 2,4 кДж теплоты. Чему равен КПД двигателя?

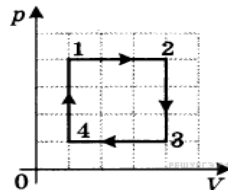
Ответ: _____ %



10 При температуре 12°C водяной пар имеет давление 700 Па . Давление насыщенного пара для этой температуры равно 1400 Па . Рассчитайте относительную влажность воздуха.

Ответ: _____ %

11 На рисунке в координатах p - V показан циклический процесс $1-2-3-4-1$, совершаемый одним молем идеального одноатомного газа. Из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

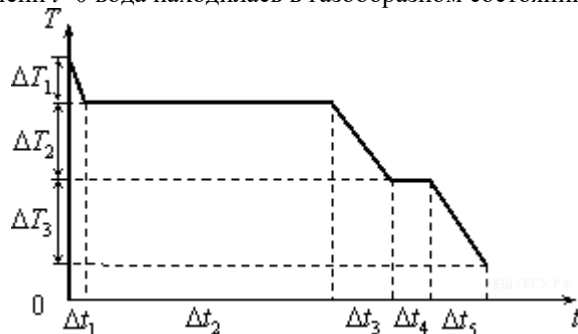


- 1) В процессе $1-2$ внутренняя энергия газа уменьшается.
- 2) В процесс $2-3$ газ не совершает работу.
- 3) В процессе $3-4$ газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе $4-1$ температура газа увеличивается в 3 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе $1-2$, в 4 раза больше работы, совершённой над газом в процессе $3-4$.

Ответ:

--	--

12 На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t=0$ вода находилась в газообразном состоянии.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛЫ

А) удельная теплоемкость льда

1) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

3) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

Б) удельная теплота плавления льда

2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m \cdot \Delta T_2}$

4) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

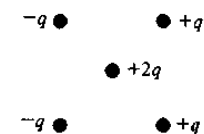
Ответ:

А	Б

13 Замкнутый проводник сопротивлением $R = 3\text{ Ом}$ находится в магнитном поле. В результате изменения этого поля магнитный поток, пронизывающий контур, возрос с $\Phi_1 = 0,002\text{ мВб}$ до $\Phi_2 = 0,005\text{ мВб}$. Какой заряд прошел через поперечное сечение проводника?

Ответ: _____ мкКл

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



Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх**

Ответ: _____

15 При гармонических колебаниях в идеальном контуре максимальная энергия поля конденсатора равна 10 Дж . Чему равно значение максимальной энергии магнитного поля катушки?

Ответ: _____ Дж



16 Плоский воздушный конденсатор, длительное время соединённый с источником постоянного тока, отключили от источника тока. Затем между обкладками конденсатора поместили диэлектрик с проницаемостью 2,5. Как изменились после внесения диэлектрика энергия электрического поля внутри конденсатора, напряжение между обкладками конденсатора и его заряд?

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

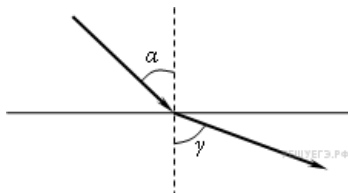
- | | |
|----------------------------|-----------------|
| А) энергия конденсатора | 1) увеличится |
| Б) напряжение на обкладках | 2) уменьшится |
| В) заряд | 3) не изменится |

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.
Цифры в ответах могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

17 Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок).



Что происходит при этом с длиной волны, частотой электромагнитных колебаний в световой волн и скоростью их распространения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.
Цифры в ответах могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|----------------|-----------------|
| А) длина волны | 1) увеличится |
| Б) частота | 2) уменьшится |
| В) скорость | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

18 Два источника света расположены от точки А на расстояниях L_1 и L_2 соответственно. Источники когерентны, синфазны, и испускают свет частотой ν .

Установите соответствие между физическими явлениями и условиями, при наблюдении которых эти явления можно наблюдать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

А) Наблюдение максимума интерференционной картины в точке А

$$1) L_1 - L_2 = \frac{mc}{\nu}$$

Б) Наблюдение минимума интерференционной картины в точке А

$$2) L_1 + L_2 = \frac{mc}{\nu}$$

$$3) L_1 - L_2 = \frac{(2m - 1)c}{2\nu}$$

$$4) L_1 + L_2 = \frac{(2m - 1)c}{2\nu}$$

Здесь m — целое число

Ответ:

А	Б

19 Каково отношение числа нуклонов к числу протонов в ядре атома серебра ($^{107}_{47}Ag$). Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____.

20 Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 300$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 600$ нм. Чему равно отношение импульсов фотонов, излучаемых лазерами?

Ответ: _____.



21 Радиоактивное ядро испытывает α -распад. Определите, как при этом меняется число нуклонов в ядре, число нейтронов в ядре.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов	Число нейтронов

Ответ:

22 Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в Н.



Ответ: (____ ± ____) Н

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

23 Для экспериментального определения жёсткости пружины ученик закрепил пружину на штативе. Какие ещё **два** прибора из приведенного ниже перечня оборудования необходимо использовать ученику для проведения эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) линейка
- 3) секундомер
- 4) термометр
- 5) груз известной массы

В ответ запишите порядковые номера выбранных приборов.

Ответ:

--	--

24 В таблице представлены некоторые характеристики ярких звезд.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Используя таблицу, выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и запишите их номера в порядке возрастания:

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом.
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит, они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла

Ответ:

--	--

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.



Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 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.

25 Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, через 2 с упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

Ответ: _____ м/с

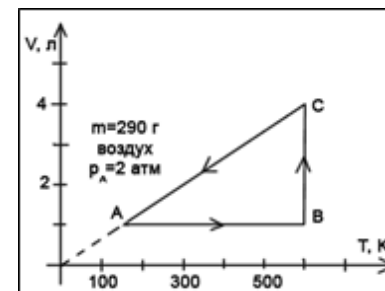
26 В кастрюлю, содержащую 2 л воды температурой 25 °С, долили 3 л кипятка температурой 100 °С. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплообмен с окружающей средой и теплоемкость кастрюли не учитывайте.

Ответ: _____ °С

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

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 На рисунке в координатах V-T изображен график замкнутого цикла, совершаемого одним молем идеального одноатомного газа. Перечертите этот график в координатах p-V. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Рассчитайте количество теплоты, которое получил газ в процессе АВ. Полученный ответ выразите в кДж и округлите до целых.

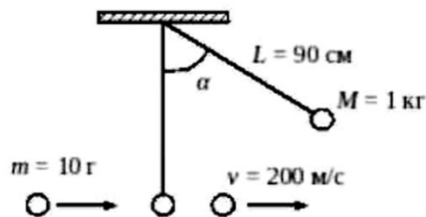


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28 Идеальная тепловая машина с температурой холодильника 300 К и температурой нагревателя 500 К за один цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты 8 Дж. За счёт совершаемой машиной работы груз массой 16 кг втаскивается вверх по гладкой наклонной плоскости, закреплённой на земле. На какую высоту поднимется этот груз над уровнем земли через 100 циклов работы машины?

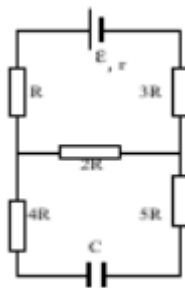


- 29 Шар массой 1 кг , подвешенный на нити длиной 90 см , отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г , летящая навстречу шару. Пуля пробивает шар и продолжает двигаться горизонтально со скоростью 200 м/с . С какой скоростью летела пуля, если шар, продолжая движение в горизонтальном направлении, отклоняется на угол 39° ? (Массу шара считать неизменной, диаметр шара - пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39^\circ = 7/9$).



- 30 Горизонтальный теплоизолированный цилиндр с гладкими стенками разделён на две равные части подвижным теплопроводным поршнем. В одну часть цилиндра поместили гелий при температуре 300 К , а в другую – аргон при температуре 900 К . В начальный момент времени поршень находится в равновесии, но через некоторое время плавно и медленно смещается в новое положение. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент? Считать теплоёмкости поршня и цилиндра пренебрежимо малыми.

- 31 Конденсатор ёмкостью C подключен по электрической схеме на рисунке. Выведите формулу для расчёта энергии конденсатора. Величины R , r , C и \mathcal{E} считать известными.



- 32 Вылетающие из фотокатода электроны попадают в магнитное поле с индукцией $0,4 \text{ мТл}$ перпендикулярно полю и движутся по окружности радиуса 10 мм . Какова частота падающего на фотоэлемент света, если работа выхода материала катода равна $4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

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_39951777
 (также доступны другие варианты для скачивания)

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Михайлова Наталья Юрьевна, МБОУ «Воткинский лицей»
Предмет:	физика
Стаж:	20 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/devaspica
Сайт и доп. информация:	https://infourok.ru/user/mihaylova-natalya-yurevna



Корректоры варианта

Елена Гущина https://vk.com/bagira_wise
Людмила Макашутина <https://vk.com/id135579343>
Михаил Кузьмин <https://vk.com/mukuzmin1986>
Ирина Малова <https://vk.com/id42453932>
Ольга Лопатина <https://vk.com/id184477882>
Светлана Гнедая <https://vk.com/lana201463>
Александр Халилов <https://vk.com/a.khalilov2013>
Наталья Стрелкова <https://vk.com/id60494864>

Список источников:

- Физика. Решение задач. Н.И. Зорин
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- Подготовка к ЕГЭ в 2018 году. Диагностические работы. Е.А. Вишнякова, М. В. Семенов
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. С.Б. Бобошина, 2017
- ЕГЭ 2016. Типовые тестовые задания. М.Ю. Демидова
- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, 2018
- варианты досрочного ЕГЭ по физике 2015-2019 гг. (фипи)



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–24

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 23 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

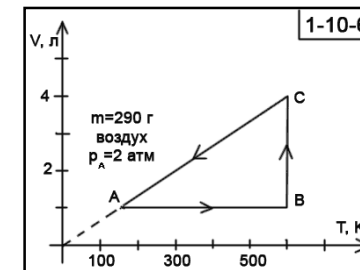
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	-8	14	влево
2	2,5	15	10
3	250	16	223
4	1,57	17	131
5	14	18	13
6	12	19	2,28
7	13	20	2
8	3	21	22
9	20	22	1,40,1
10	50	23	25
11	25	24	35
12	41	25	10
13	1	26	70

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

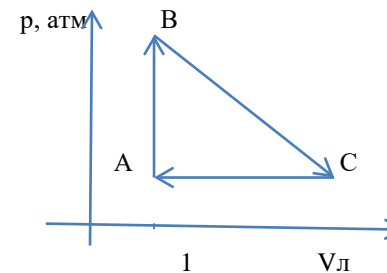
Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27

На рисунке изображен график замкнутого цикла в координатах V-T, Перечертите этот график в координатах p-V и определите процессы, в которых газ получает тепло. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика.



Возможное решение



- Газ получает тепло на участках АВ и ВС.
- Процесс АВ является изохорным, в нем абсолютная температура увеличилась в 4 раза ($T_B=600\text{К}$, $T_A=150\text{К}$), следовательно и давление увеличится в 4 раза. $p_B=8\text{атм}$. Закон Шарля ($\frac{p}{T} = \text{const}$) Так как и давление, и температура растут, следовательно, газ тепло получает.



3. Процесс ВС является изотермическим .В нем при постоянной абсолютной $T=600\text{K}$ объем газа увеличивается в 4раза. ($V_B=1\text{л}, V_C=4\text{л}$), следовательно, газ расширяется за счет полученной теплоты.
 4. Процесс СА-изобарный, следовательно давление в точках А и С одинаковое.(2 атм) При этом объем газа уменьшается, и температура падает. Значит, над газом совершают работу внешние силы, а тепло отводится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: законы изопроцессов).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недостаток. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
о	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Идеальная тепловая машина с температурой холодильника 300 К и температурой нагревателя 500 К за один цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты 8 Дж. За счёт совершаемой машиной работы груз массой 16 кг втаскивается вверх по гладкой наклонной плоскости, стоящей на земле. На какую высоту над уровнем земли поднимется этот груз через 100 циклов работы машины? Ответ приведите в метрах.

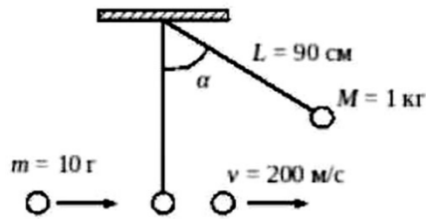
Возможное решение	
1.Высота, на которую поднимется груз .определяется формуле: $h = \frac{A}{mg}$, где $A=N A_p$ - работа, совершенная идеальной машиной за 100 циклов работы. $A_p=\eta Q_n$. η идеальной машины: $\eta=1-\frac{T_x}{T_n}$, отсюда $h=\frac{NQ(T_n-T_x)}{T_n mg}$, после подстановки данных получим $h=2\text{м}$. Ответ: 2м.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перемещение при равноускоренном движении</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи	1



Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

29

Шар массой 1 кг , подвешенный на нити длиной 90 см , отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г , летящая навстречу шару, она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально со скоростью 200 м/с . С какой скоростью летела пуля, если шар, продолжая движение в горизонтальном направлении, отклоняется на угол 39° ? (Массу шара считать неизменной, диаметр шара - пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39^\circ = 7/9$)



Возможное решение

1. Из закона сохранения импульса: $mu_0 - Mv_1 = mu - Mv_0$,
 u_0 - начальная скорость пули, v_1 - скорость шара после попадания в него пули, u - скорость пули после столкновения, v_0 - скорость шара перед столкновением.

2. Из закона сохранения энергии определим скорости шара до и после столкновения: $v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \beta)}$$

Решая систему уравнений относительно u_0 , получим ответ: $u_0 = 300 \text{ м/с}$

Ответ: $u_0 = 300 \text{ м/с}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения</i>	3

<p><i>импульса в векторной и скалярной форме, закон сохранения энергии)</i></p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием положения шара и пули до и после взаимодействия;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в</p>	1



основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30 Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводным поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К; объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Поршень медленно перемещается без трения. Теплоёмкость поршня и цилиндра пренебрежимо мала. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент?

Возможное решение	
1. Гелий и аргон можно считать идеальным газом, внутренняя энергия которого определяется выражением: $U = \frac{3}{2} \nu RT$.	
2. Так как поршень находится в состоянии механического равновесия, следовательно, давление гелия и аргона равны. Используя уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$, получим: $\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$	
3. Так как сосуд теплоизолирован, внутренняя энергия системы сохраняется: $\frac{3}{2} R \nu_1 T_1 + \frac{3}{2} R \nu_2 T_2 = \frac{3}{2} R (\nu_1 + \nu_2) T$, где T-температура газов после установления теплового равновесия.	
4. Учитывая $\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$, определим $T = 2 \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$.	
5. Тогда отношение внутренней	

энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент $\frac{U'_1}{U_1} = \frac{T}{T_1} = 2 \frac{T_2}{T_1 + T_2} = \frac{3}{2} = 1,5$ Ответ: 1,5.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае уравнение Менделеева-Клапейрона, формула внутренней энергии, условие равновесия поршня в цилиндре, понимание, что в теплоизолированной системе, внутренняя энергия сохраняется) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)	2



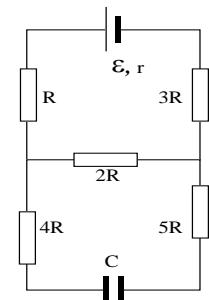
<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

31 Чему равна энергия конденсатора ёмкости C , подключенного по электрической схеме (см.рис)? Величины R , r , C и \mathcal{E} считать известными.

Возможное решение

1. Конденсатор C заряжается, ток через него не идет, как и через $4R$ и $5R$.
2. Так как конденсатор подключен параллельно $2R$, следовательно,

<p>по законам параллельного соединения напряжение на конденсаторе равно напряжению на $2R$. $U_{2r} = \frac{\mathcal{E}2R}{6R+r}$, где $6R$-общее сопротивление цепи. 3. Энергия конденсатора : $W = \frac{CU^2}{2}$. 4. Учитывая выражение для U_{2R}, получим: $W = \frac{C}{2} \left(\frac{2R}{6R+1} \right)^2$ Ответ: $W = \frac{C}{2} \left(\frac{2R}{6R+1} \right)^2$ Дж</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае закон Ома для участка цепи и для полной цепи формула энергии заряженного конденсатора)</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3



Вылетающие из фотокатода электроны попадают в магнитное поле с индукцией 0,4мТл перпендикулярно полю и движутся по окружности радиуса 10мм. Какова частота падающего света, если работа выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж?

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в</p>	1

основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Возможное решение	
<i>Решение</i>	
1. Частота падающего света определяется уравнением Эйнштейна:	
$h\nu = A_{\text{в}} + E_{\text{к}}$	
2. $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$ где v - скорость вылетевших из фотокатода электронов.	
3. В магнитном поле на электроны действует сила Лоренца: $F_{\text{л}} = Bvq \sin \alpha$.	
4. По второму закону Ньютона: $F = ma$, отсюда скорость $v = \frac{BqR}{m}$	
5. Частота падающего света: $\nu = \frac{A_{\text{в}} + E_{\text{к}}}{h}$. Учитывая предыдущие формулы, получим: $\nu = \frac{2mA + (BqR)^2}{2mh} \approx 0,69 \times 10^{15}$ Гц	
Ответ: $0,69 \times 10^{15}$ Гц	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна. второй закон Ньютона, формула силы Лоренца</i>);	3





<p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

ИЛИ	
<p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0 3

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.