

# Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

## Тренировочный вариант № 1 Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

### Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

#### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

<b>Соотношение между различными единицами</b>	
температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

<b>Масса частиц</b>	
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>	
подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$
алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$
железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$
ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

<b>Удельная теплоемкость</b>	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

<b>Удельная теплота</b>	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

**Нормальные условия:** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$

<b>Молярная масса</b>			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

### Часть 1

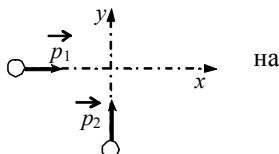
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело свободно падает из состояния покоя с высоты 50 м. На какой высоте окажется тело через 3 с падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1) 0 м                      2) 5 м                      3) 10 м                      4) 45 м

- A2** Материальная точка равномерно движется со скоростью  $v$  по окружности радиусом  $r$ . Как изменится модуль ее центростремительного ускорения, если скорость точки будет втрое больше?
- 1) уменьшится в 3 раза  
2) уменьшится в 9 раз  
3) увеличится в 3 раза  
4) увеличится в 9 раз

- A3** У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который находится на расстоянии двух ее радиусов от земной поверхности?
- 1) 360 Н                      2) 240 Н                      3) 180 Н                      4) 80 Н

- A4** По гладкой горизонтальной плоскости по осям  $x$  и  $y$  движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю  $p_1 = 2$  кг·м/с и  $p_2 = 3$  кг·м/с, как показано на рисунке. Чему равен модуль импульса системы этих двух тел после их абсолютно неупругого удара?

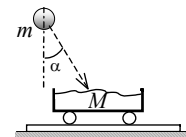


- 1)  $\sqrt{13}$  кг·м/с                      2) 5 кг·м/с                      3)  $\sqrt{5}$  кг·м/с                      4) 1 кг·м/с

- A5** Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту через реку со скоростями  $v_1 = 108$  км/ч и  $v_2 = 54$  км/ч. Масса легкового автомобиля  $m_1 = 1000$  кг, а грузовика  $m_2 = 4500$  кг. Каково отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля, если отсчитывать их потенциальную энергию от уровня воды?
- 1) 0,5                      2) 2                      3) 4,5                      4) 2,25

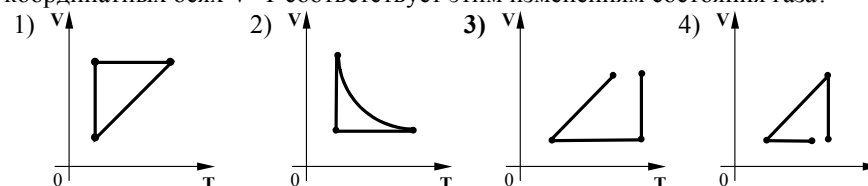
- A6** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?
- 1) 8 с                      2) 6 с                      3) 4 с                      4) 2 с

- A7** Камень массой  $m = 4$  кг падает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой  $M = 16$  кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки после падения в нее камня равна



- A8** Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул разреженного газа уменьшилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?
- 1) увеличилась в 4 раза  
2) увеличилась в 2 раза  
3) уменьшилась в 2 раза  
4) уменьшилась в 4 раза

- A9** Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях  $V$ – $T$  соответствует этим изменениям состояния газа?



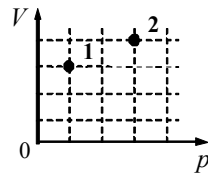
- A10** Температура медного образца массой 100 г повысилась с  $20^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты получил образец?
- 1) 760 Дж                      2) 1520 Дж                      3) 3040 Дж                      4) 2280 Дж

- A11** Газ получил количество теплоты 400 Дж, и его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж. При этом
- 1) над газом совершили работу 200 Дж  
2) над газом совершили работу 600 Дж  
3) газ совершил работу 200 Дж  
4) газ совершил работу 600 Дж

**A12**

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1)  $T_2 = 4T_1$
- 2)  $T_2 = \frac{1}{4}T_1$
- 3)  $T_2 = \frac{4}{3}T_1$
- 4)  $T_2 = \frac{3}{4}T_1$



**A13**

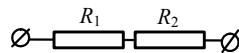
Модуль силы воздействия одного неподвижного точечного заряженного тела на другое равен  $F$ . Чему станет равен модуль этой силы, если увеличить заряд одного тела в 2 раза, а второго – в 3 раза?

- 1)  $5F$
- 2)  $\frac{1}{5}F$
- 3)  $6F$
- 4)  $\frac{1}{6}F$

**A14**

По участку цепи, состоящему из резисторов  $R_1 = 2$  кОм и  $R_2 = 4$  кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток  $I = 100$  мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время  $t = 1$  мин?

- 1) 3,6 кДж
- 2) 60 кДж
- 3) 360 Дж
- 4) 60 Дж



**A15**

Прямолинейный проводник длиной  $L$  с током  $I$  помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции  $B$ . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 3 раза?

- 1) уменьшится в 1,5 раза
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) увеличится в 1,5 раза
- 4) увеличится в 6 раз

**A16**

Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме вдоль оси  $Oz$ . На каком минимальном расстоянии друг от друга (выраженном в единицах длины волны  $\lambda$ ) находятся точки, для которых разность фаз колебаний вектора магнитной индукции составляет  $\frac{\pi}{2}$ ?

- 1)  $\frac{1}{4}\lambda$
- 2)  $\frac{3}{4}\lambda$
- 3)  $2\lambda$
- 4)  $\frac{1}{2}\lambda$

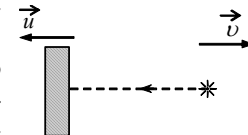
**A17**

Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и отраженным увеличили на  $30^\circ$ . Угол между зеркалом и отраженным лучом

- 1) увеличился на  $30^\circ$
- 2) увеличился на  $15^\circ$
- 3) уменьшился на  $30^\circ$
- 4) уменьшился на  $15^\circ$

**A18**

В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью  $c$ . Источник света движется в этой системе отсчета со скоростью  $v$ , а зеркало – со скоростью  $u$  в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется в этой системе отсчета свет, отраженный от зеркала?



- 1)  $c + v + u$
- 2)  $c$
- 3)  $c + v$
- 4)  $c - v$

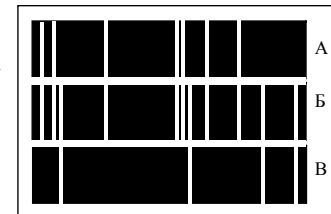
**A19**

Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = 4$  влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая – в поле с индукцией  $B_1$ , вторая – в поле с индукцией  $B_2$ . Найдите отношение времен  $\frac{T_2}{T_1}$ , затраченных частицами на один оборот, если радиус их траекторий одинаков, а отношение индукций  $\frac{B_2}{B_1} = 2$ .

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 8
- 4) 4

**A20**

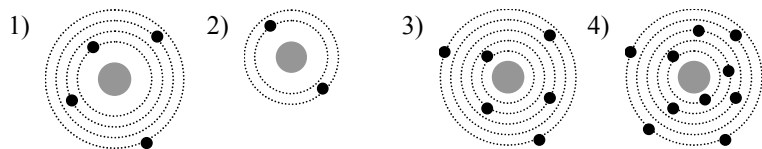
На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения атомарных газов А и В и газовой смеси Б. На основании анализа этих участков спектров можно сказать, что смесь газов содержит



- 1) только газы А и В
- 2) газы А, В и другие
- 3) газ А и другой неизвестный газ
- 4) газ В и другой неизвестный газ

**A21**

На рисунке изображены схемы четырех атомов, составленные в соответствии с теорией Резерфорда. Черными точками обозначены электроны. Атому  ${}^4_2\text{He}$  соответствует схема



**A22** Ядро изотопа урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$  после нескольких радиоактивных распадов превратилось в ядро изотопа  ${}_{92}^{234}\text{U}$ . Какие это были распады?

- 1) один  $\alpha$  и один  $\beta$
- 2) один  $\alpha$  и два  $\beta$
- 3) два  $\alpha$  и один  $\beta$
- 4) такое превращение невозможно

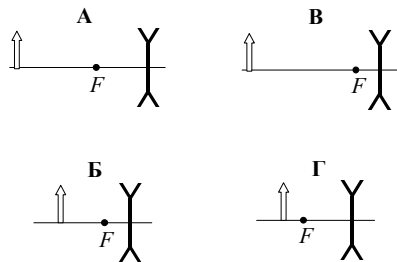
**A23** В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, называется задерживающим напряжением. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов, в ходе которого при освещении одной и той же пластины светом разной частоты было получено значение  $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

Задерживающее напряжение $U$ , В		0,6
Частота $\nu$ , $10^{14}$ Гц	5,5	6,1

Каково опущенное в таблице первое значение задерживающего напряжения?

- 1) 0,8 В
- 2) 0,7 В
- 3) 0,5 В
- 4) 0,4 В

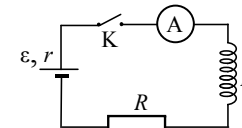
**A24** Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) Б и В
- 4) В и Г

**A25**

В схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  замыкают в момент времени  $t = 0$ . Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице.



$t$ , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I$ , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Определите ЭДС источника, если сопротивление резистора  $R = 100$  Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.

- 1) 1,5 В
- 2) 3 В
- 3) 6 В
- 4) 7 В

## Часть 2

*Ответом к каждому из заданий В1–В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.*

**В1.** Одноатомный идеальный газ в изотермическом процессе совершает работу  $A > 0$ . Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа, если его масса остается неизменной?

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	Внутренняя энергия газа

Часть 3

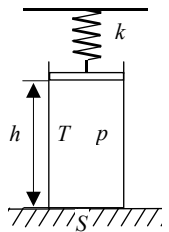
**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**С1.** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

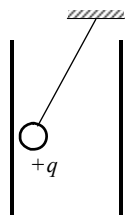
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2.** Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

**С3.** Газ с температурой  $T = 300$  К и давлением  $p = 2 \cdot 10^5$  Па находится в цилиндрическом сосуде с сечением  $S = 0,1$  м<sup>2</sup> под невесомым поршнем, который удерживается пружиной с жесткостью  $k = 1,5 \cdot 10^4$  Н/м на высоте  $h = 2$  м над дном сосуда (см. рис.). Температуру газа увеличили на  $\Delta T = 15$  К. Чему равно при этом смещение поршня  $\Delta h$ ?



**С4.** Маленький шарик с зарядом  $q$  и массой  $m$ , подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости  $k$ , находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора  $d$ . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити  $\Delta l$ ?



**В2.** Фотон с энергией  $E$  движется в вакууме. Пусть  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	Формула
А) Частота фотона	1) $hc/E$
Б) Импульс фотона	2) $E/c^2$
	3) $E/c$
	4) $E/h$

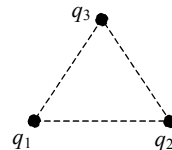
А	Б

**Ответом к каждому из заданий В3–В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.**

**В3.** Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>. На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?

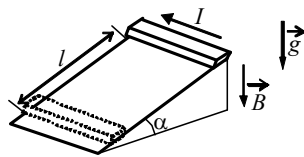
**В4.** Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

**В5.** Три медных шарика диаметром 1 см каждый расположены в воздухе в вершинах правильного треугольника со стороной 20 см. Первый шарик несет заряд  $q_1 = 4$  нКл, второй  $q_2 = 3$  нКл, а третий  $q_3 = 2$  нКл. С какой силой второй шарик действует на первый? Ответ выразите в микроニュтонах (мкН), округлив до десятых.



**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1**

**С5.** Тонкий металлический брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $L$  и массу  $m$ , соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости в вертикальном магнитном поле индукцией  $B$ . По стержню протекает электрический ток  $I$  в направлении, указанном на рисунке. Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите время, в течение которого брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние  $l$ .



**С6.** В вакууме находятся две покрытые кальцием пластинки, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8000$  пФ. При длительном освещении одной из пластинок светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $q = 11 \cdot 10^{-9}$  Кл. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите длину волны  $\lambda$  света, освещающего пластинку.