

## Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Вариант № 353

#### 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 вычислениях 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>			
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

<b>Нормальные условия:</b>	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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

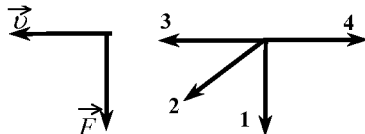
**Часть 1**

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** Материальная точка равномерно движется по окружности радиуса  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменится центростремительное ускорение, если скорость точки увеличится втрое, а радиус ее траектории останется прежним?

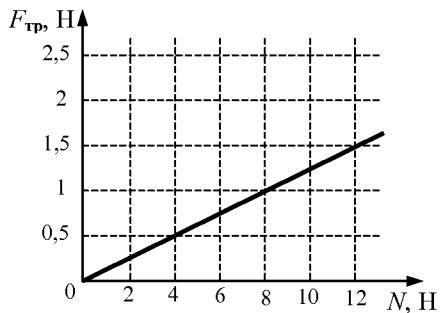
- 1) уменьшится в  $\frac{1}{3}$  раза
- 2) уменьшится в 3 раза
- 3) увеличится в 9 раз
- 4) увеличится в 3 раза

**A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил  $\vec{F}$ , действующих на тело, и вектор скорости тела  $\vec{v}$  в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



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

**A3** На графике приведена зависимость силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?



- 1) 0,125
- 2) 0,5
- 3) 8
- 4) 4

**A4** Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля  $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$ . Каково отношение их масс, если отношение скорости автокрана

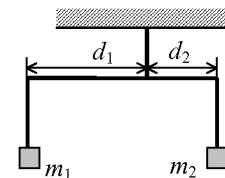
к скорости легкового автомобиля  $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$ ?

- 1) 0,6
- 2) 1,8
- 3) 6
- 4) 8

**A5** Автомобиль массой  $10^3$  кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1)  $10^4$  Дж
- 2)  $2 \cdot 10^5$  Дж
- 3)  $2 \cdot 10^4$  Дж
- 4)  $4 \cdot 10^5$  Дж

**A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после увеличения массы первого тела в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) уменьшить в 4 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) увеличить в 2 раза

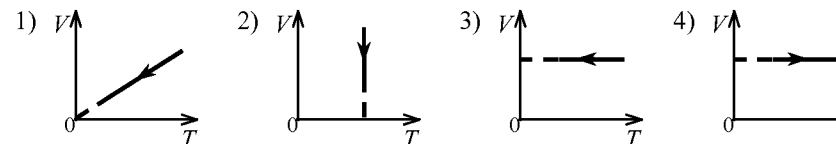
**A7** Три одинаковых шарика находятся на оси  $x$ . Правый шарик покоится, а левый и средний движутся вправо. Модули их скоростей равны соответственно  $6v$  и  $3v$ . Какими будут модуль и направление скорости всех трех шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1)  $v$ , вправо
- 2)  $2v$ , вправо
- 3)  $v$ , влево
- 4)  $3v$ , вправо

**A8** В жидкости молекулы могут перескакивать в новое положение равновесия, отстоящее от предыдущего на расстоянии порядка размера самой молекулы. Какое свойство жидкости можно объяснить таким характером движения молекул?

- 1) текучесть
- 2) малая сжимаемость
- 3) изменение объёма при нагревании
- 4) прозрачность

**A9** Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) является графиком изохорного охлаждения газа?



**A10** При уменьшении объема сосуда в 2 раза и увеличении абсолютной температуры разреженного газа вдвое давление этого газа увеличилось в 2 раза. Число частиц в сосуде при этом

- 1) уменьшилось в 2 раза
- 2) осталось без изменения
- 3) увеличилось в 2 раза
- 4) увеличилось в 4 раза

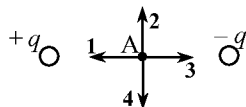
**A11** При остывании 1 кг воздуха от 20°C до 15°C при постоянном давлении он отдает количество теплоты, равное 5000 Дж. Чему равна удельная теплоемкость воздуха в этом процессе?

- 1) 18 Дж/(кг·К)
- 2) 250 Дж/(кг·К)
- 3) 1000 Дж/(кг·К)
- 4) 25000 Дж/(кг·К)

**A12** У идеального теплового двигателя температура нагревателя 427°C, а температура холодильника 27°C. Рабочее тело получает за цикл работы от нагревателя 30 кДж теплоты. Какую работу совершает за один цикл этот двигатель?

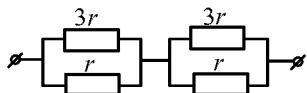
- 1) 10,6 кДж
- 2) 12,3 кДж
- 3) 28,1 кДж
- 4) 17,1 кДж

**A13** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $-q$  и  $+q$ . Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



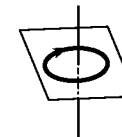
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A14** На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если  $r = 1$  Ом?



- 1) 2,5 Ом
- 2) 6 Ом
- 3) 8 Ом
- 4) 1,5 Ом

**A15** На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

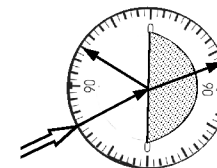


- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

**A16** Заряженный конденсатор в первый раз подключили к катушке с индуктивностью  $L$ , а во второй – к катушке с индуктивностью  $4L$ . В обоих случаях в контуре возникли свободные незатухающие колебания. Во втором случае период колебаний

- 1) в 2 раза меньше
- 2) в 2 раза больше
- 3) в 4 раза меньше
- 4) в 4 раза больше

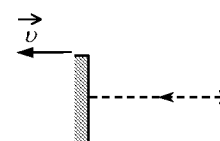
**A17** На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



Показатель преломления стекла равен отношению

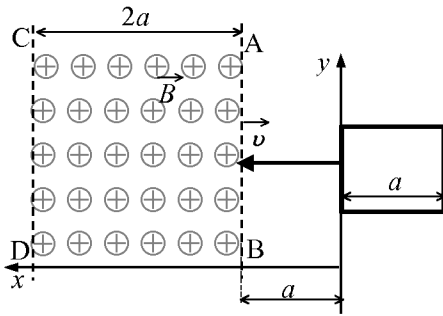
- 1)  $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 2)  $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 3)  $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$
- 4)  $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 20^\circ}$

**A18** В некоторой инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью  $c$ . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом, которое удаляется от источника со скоростью  $v$ ?



- 1)  $c - v$
- 2)  $c$
- 3)  $c + v$
- 4)  $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

**A19** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью  $v$ , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в момент времени  $t_0$  передняя сторона рамки касается плоскости CD?



- 1) 2) 3) 4)

**A20** Планетарной модели атома соответствует утверждение:

- 1) ядро – в центре, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 2) ядро – в центре, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 3) ядро – в центре, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре
- 4) ядро – в центре, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре

**A21** Период полураспада ядер изотопа таллия  $^{209}_{81}\text{Tl}$  составляет 2,2 мин. Это означает, что

- 1) за 2,2 мин атомный номер каждого атома таллия уменьшится вдвое
- 2) одно ядро таллия распадается каждые 2,2 мин
- 3) половина исходного большого количества ядер таллия распадается за 2,2 мин
- 4) все изначально имеющиеся ядра таллия распадутся за 4,4 мин

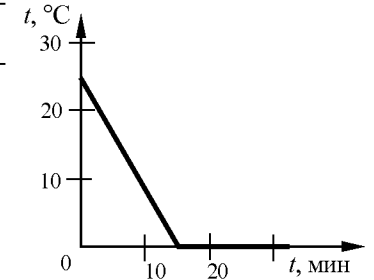
**A22** Сколько нейтронов образуется в реакции  $^{92}_{42}\text{Mo} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{92}_{43}\text{Tc} + ?^1_0\text{n}$ ?

1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 0

**A23** На поверхность металла падают фотоны с энергией 3,2 эВ. Чему равна максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, если работа выхода электрона с поверхности этого металла равна 1,4 эВ?

1) 1,4 эВ                      2) 1,8 эВ                      3) 3,2 эВ                      4) 4,6 эВ

**A24** На графике приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени. Этот график позволяет с уверенностью сделать вывод, что



- 1) первые 15 минут вещество постепенно охлаждалось, а затем стало кристаллизоваться
- 2) первые 15 минут вещество охлаждалось, а затем стало конденсироваться
- 3) температура кристаллизации вещества равна 0°C
- 4) первые 15 минут температура вещества понижалась, а затем не менялась

**A25** В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений физических величин?

- 1) 3 Па и 2 Н/м<sup>2</sup>
- 2) 1 Па и 1 Н·м<sup>2</sup>
- 3) 2 Дж·м и 1 Па
- 4) 3 Н·с и 4 Па

**Часть 2**

*В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)*

**В1** Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы груза маятника и жесткости его пружины. Если увеличить массу груза, а жесткость пружины уменьшить, то как изменятся 3 величины: период колебаний маятника, их частота, период изменения потенциальной энергии маятника?

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |   |                 |
|---|-----------------|
| А) период колебаний                       | 1) увеличится   |
| Б) частота колебаний                      | 2) уменьшится   |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

**В2** Как изменятся массовое число радиоактивного ядра и число нейтронов в нем в результате  $\beta^-$ -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

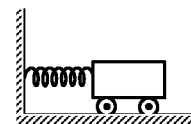
**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| А) число нейтронов     | 1) увеличится   |
| Б) массовое число ядра | 2) не изменится |
|                        | 3) уменьшится   |

А	Б

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

**В3**

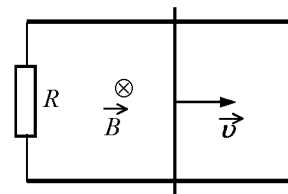


Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Какова амплитуда колебаний груза?

**В4**

С идеальным газом проводится изотермический процесс, в котором для увеличения давления газа на 150 кПа объем газа уменьшили в 2 раза. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа? Ответ выразите в килопаскалях (кПа).

**В5**



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: сила индукционного тока в контуре  $i_{\text{инд}} = 10$  мА, расстояние между рельсами  $l = 10$  см, скорость движения перемычки  $v = 2$  м/с, сопротивление контура  $R = 2$  Ом. Какова индукция магнитного поля?

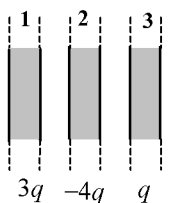
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1**

**Часть 3**

*Задания C1–C6 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 (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.*

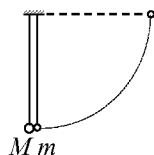
*В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.*

**C1** На трех параллельных металлических пластинах большой площади располагаются заряды, указанные на рисунке. Какой заряд находится на правой плоскости третьей пластины? Ответ объясните.

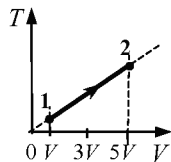


*Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.*

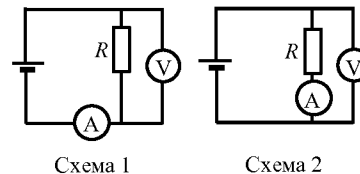
**C2** Два шарика висят, соприкасаясь, на нитях. Правый шарик, масса которого  $m = 0,2$  кг, отклоняют на угол  $90^\circ$  и отпускают без начальной скорости. Какой должна быть масса левого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии правого шарика перешла в тепло?



**C3** На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа  $0^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



**C4** Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $\frac{1}{10}R$ , сопротивление вольтметра  $9R$ . В первой схеме показания вольтметра равны  $U_1$ . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



**C5** Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью  $C = 1$  мкФ и катушку индуктивности  $L = 0,01$  Гн. Какой должна стать емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний энергии магнитного поля в контуре увеличилась на  $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ ?

**C6** Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов  $\Delta U = 15000$  В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света  $\lambda_1 = 820$  нм, а для света, излучаемого экраном,  $\lambda_2 = 410$  нм. Какое количество  $k$  фотонов, падающих на катод, приходится в среднем на один выбитый фотоэлектрон, если прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод, в  $N = 1000$  раз? Работу выхода электронов  $A_{\text{вых}}$  принять равной 1 эВ. Считать, что энергия электронов переходит в энергию света без потерь.