

**Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**  
**Вариант № 47**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1 – В4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания В1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В2-В4 в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1 – С5), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий 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	$10^{-12}$

**Константы**

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
электрический заряд	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

**Соотношение между различными единицами**

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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**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**

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	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

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	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

**Удельная теплота**

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  $0^\circ\text{С}$

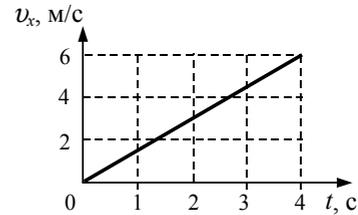
**Молярная масса**

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 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** На рисунке изображен график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  на ось  $Ox$  от времени  $t$ . Проекция ускорения тела на эту ось равна



- 1)  $0,5 \text{ м/с}^2$
- 2)  $1,0 \text{ м/с}^2$
- 3)  $1,5 \text{ м/с}^2$
- 4)  $2,0 \text{ м/с}^2$

**A2** Период равномерного движения материальной точки по окружности равен  $T$ , радиус окружности  $R$ . Точка пройдет по окружности путь, равный  $\pi R$ , за время

- 1)  $2T$
- 2)  $\frac{T}{2}$
- 3)  $\frac{T}{2\pi}$
- 4)  $\frac{T}{\pi}$

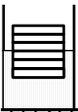
**A3** Электрический заряд шарика  $A$  в 5 раз больше электрического заряда шарика  $B$ . Сравните силу  $F_1$  действия шарика  $A$  на шарик  $B$  с силой  $F_2$  действия шарика  $B$  на шарик  $A$ .

- 1)  $F_1 = 5F_2$
- 2)  $F_1 = 25F_2$
- 3)  $F_1 = \frac{1}{5}F_2$
- 4)  $F_1 = F_2$

**A4** Масса Земли  $\approx 6 \cdot 10^{24}$  кг, масса Луны  $\approx 7 \cdot 10^{22}$  кг, расстояние между ними  $\approx 4 \cdot 10^8$  м. Сила тяготения между ними примерно равна

- 1)  $2 \cdot 10^5 \text{ Н}$
- 2)  $2 \cdot 10^{10} \text{ Н}$
- 3)  $2 \cdot 10^{15} \text{ Н}$
- 4)  $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$

**A5** Шесть одинаковых брусков толщиной  $h$  каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина ее погружения уменьшится на



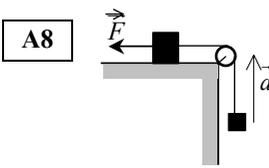
- 1)  $h$
- 2)  $\frac{1}{2}h$
- 3)  $\frac{1}{3}h$
- 4)  $\frac{1}{4}h$

**A6** Две пружины имеют одинаковую жесткость. Первая из них растянута на 1 см, вторая сжата на 1 см. Отношение потенциальных энергий пружин  $\frac{E_2}{E_1}$  равно

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

**A7** Колеблущаяся струна издает звук с длиной волны 0,68 м. Каков период ее колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

- 1) 0,02 с
- 2)  $\frac{1}{2}\pi$  с
- 3)  $5 \cdot 10^{-3}$  с
- 4)  $2 \cdot 10^{-3}$  с



**A8** Груз, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила  $F$ , равная 9 Н (см. рисунок). Вторым груз начал двигаться с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?

- 1) 1,0 кг
- 2) 1,5 кг
- 3) 2,5 кг
- 4) 3,0 кг

**A9** Сани с охотником стоят на очень гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 360 м/с. Общая масса охотника с ружьем и саней 120 кг. Какова скорость саней после выстрела?

- 1) 9 см/с
- 2) 3 см/с
- 3) 1,5 см/с
- 4) 0,75 см/с

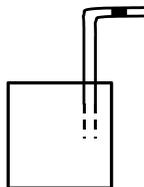
**A10** В сосуде неизменного объема находится 2 моля идеального газа. В сосуд добавили еще один моль газа и изменили температуру так, что давление в сосуде увеличилось в 3 раза. Как изменилась абсолютная температура газа?

- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 2 раза

**A11** Концентрация молекул разреженного газа уменьшилась в 4 раза, а средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул увеличилась в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) не изменилось
- 2) уменьшилось в 4 раза
- 3) увеличилось в 4 раза
- 4) увеличилось в 16 раз

**A12** В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейля (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться к открытому концу трубочки. Какой процесс происходит с воздухом в пакете?

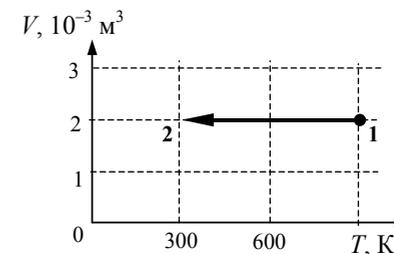


- 1) изобарное нагревание
- 2) изохорное нагревание
- 3) изотермическое расширение
- 4) адиабатный процесс

**A13** Фарфоровую статуэтку массой 0,2 кг обжигали при температуре 1500 К и выставили на стол, где ее температура уменьшилась до 300 К. Какое приблизительное количество теплоты выделила статуэтка при остывании, если удельная теплоемкость фарфора 1100 Дж/кг·К?

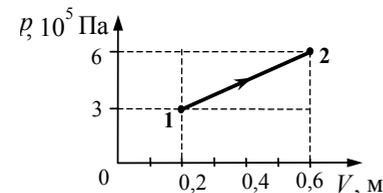
- 1)  $2,6 \cdot 10^5$  Дж
- 2)  $3,3 \cdot 10^5$  Дж
- 3)  $6,6 \cdot 10^4$  Дж
- 4)  $2,6 \cdot 10^2$  Дж

**A14** На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж, в результате чего его внутренняя энергия уменьшилась на



- 1) 1,2 кДж
- 2) 1,8 кДж
- 3) 2,4 кДж
- 4) 3 кДж

**A15**



Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) 360 кДж
- 2) 270 кДж
- 3) 180 кДж
- 4) 60 Дж

**A16**

Емкость плоского конденсатора изменится, если изменить

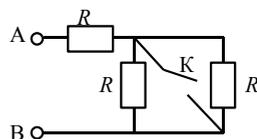
- 1) площадь обкладок
- 2) заряд на обкладках
- 3) напряженность поля в конденсаторе
- 4) напряжение между обкладками

**A17**

Сила взаимодействия двух маленьких неподвижных заряженных тел равна  $F$ . Чему станет равна эта сила, если заряд одного из тел уменьшится в 3 раза, а другого – увеличится в 3 раза?

- 1)  $\frac{F}{9}$
- 2)  $9F$
- 3)  $\frac{F}{3}$
- 4)  $F$

**A18** Как изменится сопротивление участка цепи АВ, изображенного на рисунке, если ключ К замкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 2 Ом.

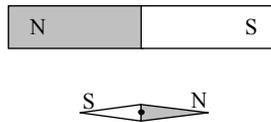


- 1) уменьшится на 2 Ом
- 2) увеличится на 1 Ом
- 3) уменьшится на 1 Ом
- 4) увеличится на 2 Ом

**A19** Электрическая лампочка потребляет мощность 60 Вт при напряжении 220 В. Чему равно сопротивление спирали лампочки?

- 1) 3,7 Ом
- 2) 807 Ом
- 3) 130 Ом
- 4) 0,27 Ом

**A20** К магнитной стрелке компаса, зафиксированной в положении, представленном на рисунке, поднесли магнит. После освобождения фиксатора стрелка компаса установится в положении равновесия,

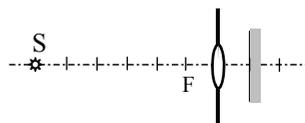


- 1) повернувшись на 180°
- 2) повернувшись на 90° по часовой стрелке
- 3) повернувшись на 90° против часовой стрелки
- 4) оставшись в прежнем положении

**A21** За непрозрачным диском, освещенным ярким источником света небольшого размера, в центре тени можно обнаружить светлое пятно. Какое физическое явление при этом наблюдается?

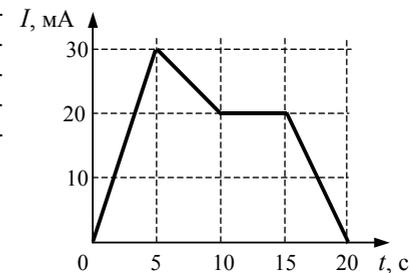
- 1) преломление света
- 2) поляризация света
- 3) дисперсия света
- 4) дифракция света

**A22** Лампочка установлена на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см, вставленной в отверстие в непрозрачной панели. Справа от линзы установлен экран. Какая энергия попадает на экран за 10 с, если мощность излучения, проходящего через линзу, равна 5 мВт?



- 1) 10 мДж
- 2) 20 мДж
- 3) 25 мДж
- 4) 50 мДж

**A23** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.



- 1) 2 мкВ
- 2) 3 мкВ
- 3) 5 мкВ
- 4) 0

**A24** В электрическую цепь включена проволока длиной 20 см, изготовленная из латуни. Если напряжение между концами проволоки 10 В, то по ней идет ток силой 2 А. Напряженность электрического поля в проволоке равна



- 1) 10 В/м
- 2) 20 В/м
- 3) 25 В/м
- 4) 50 В/м

**A25** Космический корабль, удаляющийся от Земли со скоростью  $v = 0,3c$  ( $c$  – скорость света), послал на Землю радиосигнал. Каковы значения  $u_k$  и  $u_z$  скорости радиосигнала относительно корабля и относительно Земли?

- 1)  $u_k = c, u_z = 0,7c$
- 2)  $u_k = 1,3c, u_z = c$
- 3)  $u_k = c, u_z = c$
- 4)  $u_k = 0,7c, u_z = c$

**A26** Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda_1 = 300$  нм, другой – с длиной волны  $\lambda_2 = 700$  нм. Отношение импульсов  $\frac{P_1}{P_2}$  фотонов,

излучаемых лазерами, равно

- 1)  $\frac{7}{3}$
- 2)  $\frac{3}{7}$
- 3)  $\sqrt{\frac{7}{3}}$
- 4)  $\sqrt{\frac{3}{7}}$

**A27** Ядро атома содержит 13 нейтронов и 9 протонов, вокруг него обращаются 8 электронов. Эта система частиц –

- 1) атом фтора  ${}^{22}_9\text{F}$
- 2) ион фтора  ${}^{22}_9\text{F}$
- 3) атом кислорода  ${}^{22}_8\text{O}$
- 4) ион кислорода  ${}^{13}_8\text{O}$

**A28** В образце, содержащем радиоактивный изотоп висмута  ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ , одновременно происходят реакции превращения его в полоний  ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{212}_{84}\text{Po}$  и таллий  ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{208}_{81}\text{Tl}$ .

При этом регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:

- 1)  $\alpha$ -излучение и  $\gamma$ -излучение
- 2) только  $\beta$ -излучение
- 3) и  $\alpha$ -, и  $\beta$ -излучение
- 4) только  $\gamma$ -излучение

**A29** Работа выхода электрона из металла  $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найдите максимальную длину волны  $\lambda$  излучения, которым могут выбиваться электроны.

- 1) 660 нм
- 2) 66 нм
- 3) 6,6 нм
- 4) 6600 нм

**A30** Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от ее длины?



## Часть 2

*В задании В1 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** Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Как изменяются при этом его скорость, ускорение, кинетическая энергия? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) скорость		1) увеличится
Б) ускорение		2) уменьшится
В) кинетическая энергия		3) не изменится

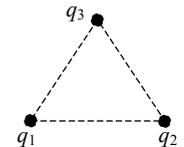
А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

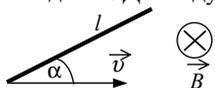
*Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

**В2** С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм<sup>3</sup> давление газа возросло в 2 раза. Каким был первоначальный объем газа (в дм<sup>3</sup>)?

**В3** Три медных изолированных шарика диаметром 1 см каждый расположены в воздухе в вершинах правильного треугольника со стороной 20 см. Первый шарик несет заряд  $q_1 = 80$  нКл, второй  $q_2 = 30$  нКл, а третий  $q_3 = 40$  нКл. С какой силой первый шарик действует на третий? Ответ выразите в миллиньютонах.



- В4** Проводящий стержень длиной  $l = 20$  см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл со скоростью  $v = 1$  м/с так, что угол между стержнем и вектором скорости  $\alpha = 30^\circ$  (см. рисунок). Найдите ЭДС индукции, возникающую в стержне.

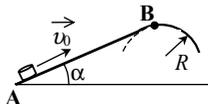


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

### Часть 3

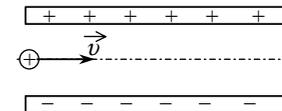
**Задания C1 – C5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. 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.**

- C1** Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке касания В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R = 0,4$  м. Если в точке А скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите коэффициент трения  $\mu$  между наклонной плоскостью и шайбой.



- C2** В калориметре находился 1 кг льда. Какой была температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру  $20^\circ\text{C}$ , в калориметре установилось тепловое равновесие при  $-2^\circ\text{C}$ ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

- C3** Положительно заряженная пылинка, имеющая массу  $10^{-8}$  г, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой пылинка должна влететь в конденсатор, чтобы затем пролететь его насквозь, равна 30 м/с. Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряженность электрического поля внутри конденсатора 500 кВ/м. Чему равен заряд частицы? Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



- C4** Плоская горизонтальная фигура площадью  $S = 0,1$  м<sup>2</sup>, ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление  $R = 5$  Ом, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с  $B_{1z} = 0,2$  Тл до  $B_{2z} = -0,2$  Тл?

- C5** Препарат, активность которого равна  $1,7 \cdot 10^{12}$  частиц в секунду, помещен в калориметр, заполненный водой при  $293$  К. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 10 г воды, если известно, что данный препарат испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоемкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.