

Единый государственный экзамен ПО ФИЗИКЕ

Вариант 29

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 40 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (A1 – A30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1 – B4), на которые следует дать краткий ответ в численном виде.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1 – C6), 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 прочтите каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполните 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}
mega	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
дека	д	10^1	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$

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 Па , температура 0°C

Молярная масса

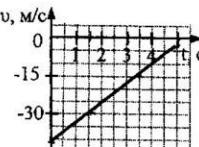
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углеродистого 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 «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите ускорение тела.

- 1) 1 м/с^2
- 2) $7,5 \text{ м/с}^2$
- 3) 10 м/с^2
- 4) 15 м/с^2



- A2** Материальная точка движется по окружности. Как изменится величина ее центростремительного ускорения, если скорость увеличить в 2 раза?

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

- A3** В инерциальной системе отсчета сила \mathbf{F} сообщает телу массой m ускорение \mathbf{a} . Ускорение тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $\frac{\mathbf{F}}{2}$ в этой системе отсчета равно

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

- A4** Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{2}$?

- 1) $2F$
- 2) $4F$
- 3) $8F$
- 4) $16F$

- A5** Какова сила давления керосина, заполняющего цистерну, на заплату в ее стене, находящуюся на глубине 2 м ? Площадь заплаты 10 см^2 . Атмосферное давление не учитывать.

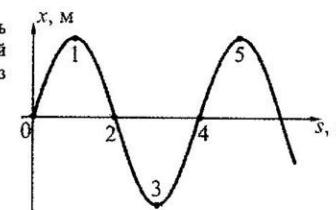
- 1) 16 Н
- 2) 160000 Н
- 3) $1,6 \text{ Н}$
- 4) $0,4 \text{ Н}$

- A6** Воробей массой $0,05 \text{ кг}$ летит со скоростью 10 м/с . Какова кинетическая энергия воробья?

- 1) $0,5 \text{ Дж}$
- 2) $2,5 \text{ Дж}$
- 3) $5,0 \text{ Дж}$
- 4) 25 Дж

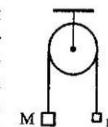
- A7** На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 3 равна

- 1) π
- 2) 2π
- 3) 0
- 4) $\frac{\pi}{2}$



- A8** Два груза, подвешенные на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через легкий блок (см. рисунок), движутся равноускоренно. В некоторый момент времени скорость левого груза массой $M = 1 \text{ кг}$ была направлена вверх и равнялась 4 м/с . После этого, пройдя 2 м , груз остановился. Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.

- 1) $4,3 \text{ Н}$
- 2) 6 Н
- 3) 14 Н
- 4) $23,3 \text{ Н}$



- A9** Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с . Спустившись по склону горы под углом 30° к горизонту, автомобиль увеличивает скорость до 30 м/с . Какое расстояние проходит машина под уклон? Трением пренебречь.

- 1) $12,5 \text{ м}$
- 2) 25 м
- 3) 50 м
- 4) 100 м

- A10** При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль идеального газа занимает объем V_0 . Каково давление 2 моль газа при том же объеме V_0 и температуре $2T_0$?

- 1) $4p_0$
- 2) $2p_0$
- 3) p_0
- 4) $8p_0$

A11

Концентрацию молекул одноатомного газа уменьшили в 6 раз. Давление газа при этом снизилось в 2 раза. Как изменилась средняя энергия хаотичного движения молекул газа?

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) уменьшилась в 6 раз
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) увеличилась в 12 раз

A12

Относительная влажность воздуха в комнате равна 50%. Каково отношение парциального давления водяного пара в комнате к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре $\frac{P}{P_n}$?

- 1) $\frac{1}{2}$
- 2) 2
- 3) $\frac{1}{5}$
- 4) $\frac{1}{50}$

A13

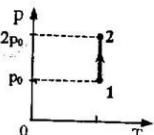
В кастрюле с водой, поставленной на электроплиту, теплопередача в воде осуществляется преимущественно

- 1) излучением
- 2) конвекцией, теплопроводностью
- 3) теплопроводностью
- 4) конвекцией

A14

На рТ-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 50 кДж теплоты. Работа внешних сил равна

- 1) 0 кДж
- 2) 25 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 100 кДж

**A15**

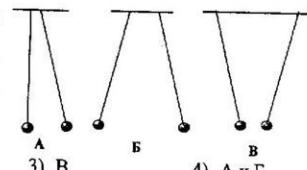
КПД тепловой машины 70%. Каким будет КПД, если рабочее тело машины за один цикл будет получать от нагревателя в 3 раза меньше теплоты, отдавая при этом холодильнику прежнее количество тепла?

- 1) 10%
- 2) 20%
- 3) 30%
- 4) 40%

A16

Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Оба шарика зарядили одинаковыми положительными зарядами. На каком из рисунков изображены эти два шарика?

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) А и Б

**A17**

На рисунке показано направление вектора напряженности электрического поля \vec{E} в точке А, равноудаленной от равных по модулю точечных зарядов q_1 и q_2 . Какие знаки имеют заряды?



- 1) $q_1 > 0, q_2 < 0$
- 2) $q_1 < 0, q_2 > 0$
- 3) $q_1 > 0, q_2 > 0$
- 4) $q_1 < 0, q_2 < 0$

A18

Сопротивление каждого резистора в схеме участка цепи на рисунке равно 100 Ом. Участок подключен к источнику постоянного напряжения выводами А и В. Сила тока через резистор R_4 равна 60 мА. Какова сила тока через резистор R_2 ?

- 1) 90 мА
- 2) 60 мА
- 3) 40 мА
- 4) 180 мА

A19

Расход электроэнергии четырех одинаковых последовательно включенных лампочек за час равен Q. Каким будет расход электроэнергии за час, если число лампочек и подводимое к ним напряжение увеличить вдвое?

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

A20 Плоская рамка помещена в однородное магнитное поле, линии магнитной индукции которого перпендикулярны ее плоскости. Если площадь рамки увеличить в 4 раза, а индукцию магнитного поля в 4 раза уменьшить, то магнитный поток через рамку

- 1) уменьшится в 16 раз
- 2) увеличится в 16 раз
- 3) не изменится
- 4) уменьшится в 2 раза

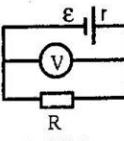
A21 При распространении электромагнитных волн в вакууме происходят изменения

- 1) напряженности электрического и индукции магнитного полей
- 2) только индукции магнитного поля
- 3) только напряженности электрического поля
- 4) либо напряженности электрического поля, либо индукции магнитного поля

A22 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 30° . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?

- 1) 75°
- 2) 60°
- 3) 30°
- 4) 15°

A23 На рисунке изображена схема электрической цепи. Показание идеального вольтметра 2 В, сопротивление резистора $R = 4 \Omega$. Определите значение силы тока в цепи.



- 1) 1 А
- 2) 2 А
- 3) 0 А
- 4) 0,5 А

A24 Светящаяся точка расположена в фокусе собирающей линзы. После прохождения через линзу лучи

- 1) пойдут параллельно главной оптической оси
- 2) соберутся в фокусе
- 3) соберутся в точке, расположенной между линзой и фокусом
- 4) соберутся в точке, находящейся за двойным фокусом

A25 На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, который приближается к зеркалу со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?

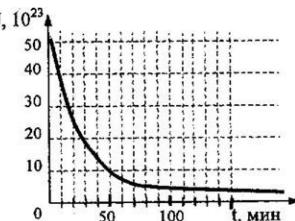
- 1) $c - v$
- 2) $c + v$
- 3) c
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A26 Дискретность энергии атома проявляется

- 1) только при излучении света
- 2) при излучении и поглощении света
- 3) только при поглощении света
- 4) при излучении и отражении света

A27 Дан график зависимости числа $N, 10^{23}$

нераспавшихся ядер ртути $^{190}_{80}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



- 1) 10 мин
- 2) 20 мин
- 3) 40 мин
- 4) 50 мин

A28 При бомбардировке изотопа бора $^{10}_5\text{B}$ нейтронами $^{1}_0\text{n}$ образуются α -частица $^{4}_2\text{He}$ и ядро

- 1) $^{6}_3\text{Li}$
- 2) $^{7}_4\text{Be}$
- 3) $^{7}_3\text{Li}$
- 4) $^{11}_5\text{B}$

A29 При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

- 1) 400 нм
- 2) 430 нм
- 3) 540 нм
- 4) 2160 нм

A30

Исследовалась зависимость плотности ρ газа в сосуде от его давления p при постоянной температуре. Погрешность измерения плотности и давления соответственно равны $0,1 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $0,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Результаты измерений представлены в таблице.

$p, 10^5 \text{ Па}$	0,5	0,8	1,0	1,6
$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	0,5	0,7	1,0	1,5

На основании этих результатов можно сделать вывод:

- 1) газ можно считать идеальным при всех значениях давления
- 2) температура газа пропорциональна плотности газа
- 3) температура газа пропорциональна давлению
- 4) при давлении $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ герметичность сосуда нарушилась

Часть 2

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B1 – B4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифра, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B1

Груз подвешен на пружине жесткости $100 \text{ Н}/\text{м}$ к потолку лифта. Лифт равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с . Какова масса груза, если удлинение пружины $1,5 \text{ см}$, а начальная скорость груза равна нулю?

B2

В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. К какой должна быть минимальная температура болта, имеющего массу 50 г и удельную теплоемкость $500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, чтобы после опускания его в калориметр весь лед растаял? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$) и округлите до целого.

B3

Заряженный шарик массой 1 г перемещается в электростатическом поле в вакууме из точки А с потенциалом 600 В в точку С, потенциал которой равен нулю. Определите скорость шарика в точке А, если его скорость в точке С равна $20 \text{ см}/\text{с}$. Заряд шарика 10 нКл . Ответ выразите в $\text{см}/\text{с}$ и округлите до целого значения.

B4

Фокусное расстояние собирающей линзы равно 40 см . На каком расстоянии от линзы находится предмет, если линза дает его мнимое изображение на расстоянии 60 см от линзы? Ответ выразите в сантиметрах (см).

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1 – С6 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 (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

C1

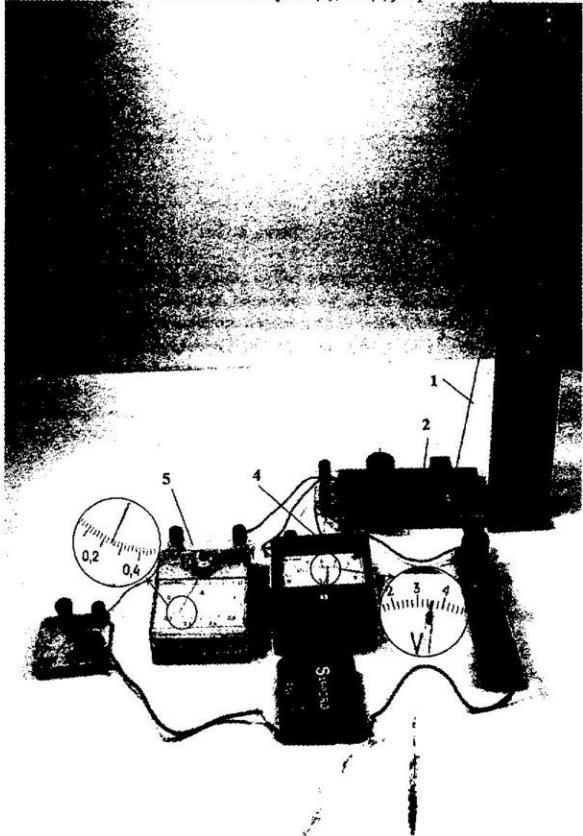
Пушка, закрепленная на высоте 5 м , стреляет в горизонтальном направлении снарядами массой 10 кг . Вследствие отдачи ее ствол сжимает на 1 м пружину жесткости $6 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$, производящую перезарядку пушки. При этом на сжатие этой пружины идет относительная доля $\eta = \frac{1}{6}$ энергии отдачи. Какова масса ствола, если дальность полета снаряда равна 600 м ?

C2

В сосуде находится одноатомный идеальный газ, масса которого 12 г , а молярная масса $0,004 \text{ кг}/\text{моль}$. Вначале давление в сосуде было равно $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при температуре 400 К . После охлаждения газа давление понизилось до $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Какое количество теплоты отдал газ?

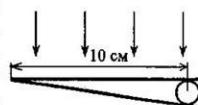
C3

Для исследования преобразования электрической энергии в механическую была собрана установка, представленная на фотографии: один конец нити (1) укреплен на валу электродвигателя (2), другой перекинут через неподвижный блок, и к нему привязан груз (3) массой 0,1 кг. За какое время этот груз поднимется на высоту 0,4 м, если при силе тока, проходящего через двигатель, зафиксированной амперметром (5), и напряжении, зафиксированном вольтметром (4), КПД устройства равен 5%?



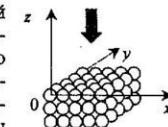
C4

Между краями двух хорошо отшлифованных тонких плоских стеклянных пластинок помещена тонкая проволочка диаметром 0,06 мм; противоположные концы пластинок плотно прижаты друг к другу (см. рисунок). На верхнюю пластинку нормально к ее поверхности падает монохроматический пучок света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между двумя соседними интерференционными полосами, если длина пластиинки 10 см.



C5

При исследовании структуры кристаллической решетки пучок электронов, имеющих одинаковую скорость V , направляется перпендикулярно поверхности кристалла вдоль оси Oz , как показано на рисунке. После взаимодействия с кристаллом отраженные от первого слоя электроны движутся в определенных направлениях, образуя дифракционные максимумы. В плоскости Oxz возникает максимум первого порядка. Чему равен период атомной решетки исследуемого вещества вдоль оси Ox , если кинетическая энергия электронов равна 54 эВ, а первый дифракционный максимум соответствует отражению электронов под углом $\alpha = 50^\circ$ к оси Oz в плоскости xOz ?



C6

Электроны, вылетевшие под действием света с катода фотоэлемента горизонтально в северном направлении, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Электрическое поле направлено горизонтально на запад, а магнитное – вертикально вверх. Какой должна быть частота падающего света, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена на запад? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, напряженность электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.

