

Единый государственный экзамен ПО ФИЗИКЕ

Вариант 16

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 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 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	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
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 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
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

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

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 Па , температура 0°C

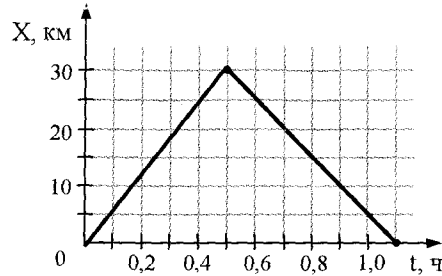
Молярная масса

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	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	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

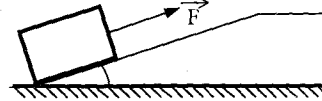


На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт В и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт В – в точке $x = 30$ км. Какое расстояние проезжает автобус на пути из В в А за 12 мин?

- 1) 10 км 2) 15 км 3) 25 км 4) 30 км

A2

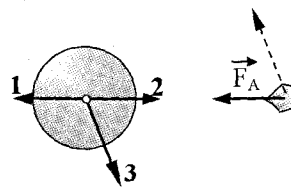
Рабочий втянул по наклонной доске в кузов грузовика тяжелый ящик. Он равномерно тянул ящик вдоль доски (см. рисунок). Длина доски 2 м. Угол между доской и горизонтальным полом 30° . Механическая работа, совершенная рабочим, равна 200 Дж. С какой силой рабочий тянул ящик?



- 1) 100 Н 2) $200\sqrt{3}$ Н 3) $100\sqrt{3}$ Н 4) 200 Н

A3

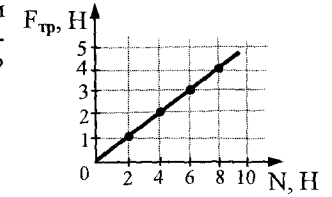
Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землей. Известно, что масса Земли в 10^5 раз больше массы астероида. Вдоль какой стрелки (1, 2 или 3) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны астероида?



- 1) вдоль 1, равна $10^5 F_A$
 2) вдоль 2, равна F_A
 3) вдоль 3, равна $10^{-5} F_A$
 4) вдоль 3, равна F_A

A4

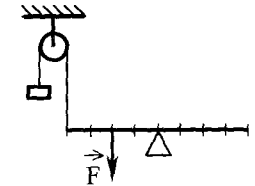
На рисунке приведен график зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?



- 1) 0,2
 2) 0,25
 3) 0,5
 4) 4

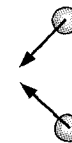
A5

На рисунке изображена система, состоящая из рычага и блока. Масса груза 100 г. Какую силу нужно приложить к рычагу, чтобы система находилась в равновесии?



- 1) 4 Н 2) 2 Н 3) 1 Н 4) 0,5 Н

A6



Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после их столкновения?

- 1) ← 2) ↓ 3) ↖ 4) ↘

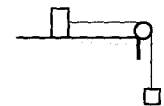
A7

Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то период его гармонических колебаний

- 1) увеличится в 4 раза
 2) увеличится в 2 раза
 3) уменьшится в 4 раза
 4) уменьшится в 2 раза

A8

По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,9 кг, соединенный с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Натяжение вертикальной части нити равно



- 1) 2,25 Н 2) 2,7 Н 3) 3,0 Н 4) 3,6 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 м 2) 25 м 3) 50 м 4) 100 м

- A10** При кипении жидкость переходит в газообразное состояние. При этом состояние вещества меняется так:
- 1) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
 2) возрастает и температура, и внутренняя энергия
 3) возрастает внутренняя энергия, не меняется температура
 4) возрастает температура, уменьшается внутренняя энергия

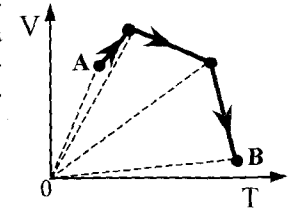
- A11** В результате нагревания давление идеального одноатомного газа при неизменной его плотности увеличилось в 4 раза. Как изменилась средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?
- 1) увеличилась в 4 раза
 2) увеличилась в 2 раза
 3) увеличилась в 16 раз
 4) уменьшилась в 4 раза

- 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** Удельная теплоемкость железа равна 460 Дж/(кг·К). Это означает, что
- 1) для нагревания железа любой массы на 1 К потребуется количество теплоты, равное 460 Дж
 2) 1 кг железа при 0°C выделяет количество теплоты, равное 460 Дж
 3) любой массе железа при 100°C сообщается количество теплоты, равное 460 Дж
 4) для нагревания 1 кг железа на 1 К потребуется количество теплоты, равное 460 Дж

- A14** Гелий, масса которого равна 16 г, поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна
- 1) 0,5 кДж 2) 1,0 кДж 3) 1,5 кДж 4) 2,0 кДж

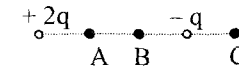
- A15** В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа показан на диаграмме (см. рисунок). Как менялось давление газа при его переходе из состояния А в состояние В?
- 1) все время увеличивалось
 2) все время уменьшалось
 3) сначала увеличивалось, затем уменьшалось
 4) сначала уменьшалось, затем увеличивалось



- A16** Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле положительно заряженного шара, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули, и уже потом убрали заряженный шар (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?

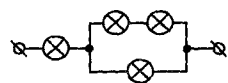
- 1) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго – положителен
 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
 3) заряд первого кубика положителен, заряд второго – отрицателен
 4) заряды первого и второго кубиков равны нулю

- A17** На рисунке изображено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+2q$ и $-q$. В какой из трех точек – А, В или С – значение модуля вектора напряженности электрического поля этих зарядов максимально?



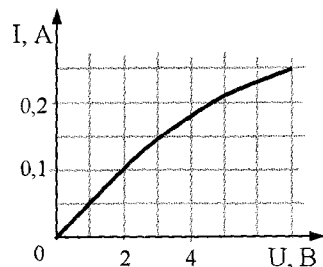
- 1) в точке А
 2) в точке В
 3) в точке С
 4) во всех трех точках модуль напряженности имеет одинаковые значения

A18 На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 4 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 12 Ом, то сопротивление всего участка цепи



- 1) 48 Ом 2) 36 Ом 3) 20 Ом 4) 18 Ом

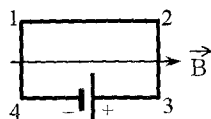
A19



На графике показана зависимость силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 3 В мощность тока в лампе равна

- 1) 13,5 Вт
2) 7 Вт
3) 0,45 Вт
4) 0,2 Вт

A20 Электрическая цепь, состоящая из четырех горизонтальных прямолинейных проводников (1 – 2, 2 – 3, 3 – 4, 4 – 1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4 – 1?

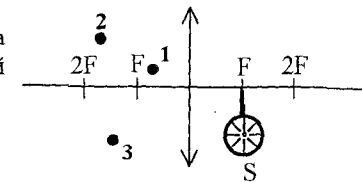


- 1) вертикально вниз \otimes
2) вертикально вверх \odot
3) горизонтально влево \leftarrow
4) горизонтально вправо \rightarrow

A21 На шкале электромагнитных волн за диапазоном видимого света в сторону увеличения частоты сразу следует

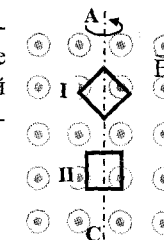
- 1) ультрафиолетовое излучение
2) инфракрасное излучение
3) радиоволны
4) рентгеновское излучение

A22 Где находится изображение нити накала лампы S (см. рисунок), даваемое тонкой собирающей линзой?



- 1) в точке 1
2) в точке 2
3) в точке 3
4) на бесконечности

A23 В однородном магнитном поле вокруг оси AC с одинаковой частотой вращаются две одинаковые проводящие рамки (см. рисунок). Отношение амплитуд колебаний ЭДС индукции $\epsilon_1 : \epsilon_2$, генерируемых в рамках I и II, равно



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

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 Один ученый проверяет законы неупругого столкновения тел в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если экспериментальные установки одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля
2) одинаковыми при любой скорости корабля
3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
4) разными, так как на корабле время течет медленнее

A26 Каков импульс фотона в пучке света с длиной волны 600 нм?

- 1) $9,1 \cdot 10^{26}$ кг·м/с
- 2) $5 \cdot 10^{14}$ кг·м/с
- 3) $39,6 \cdot 10^{-41}$ кг·м/с
- 4) $1,1 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с

A27 Период полураспада ядер изотопа радона $^{220}_{86}\text{Rn}$ составляет 51,5 с. Это означает, что

- 1) за 51,5 с атомный номер каждого ядра $^{220}_{86}\text{Rn}$ уменьшится вдвое
- 2) одно ядро распадается каждые 51,5 с
- 3) половина исходного большого количества ядер $^{220}_{86}\text{Rn}$ распадется за 51,5 с
- 4) все изначально имевшиеся ядра $^{220}_{86}\text{Rn}$ распадутся за 103 с

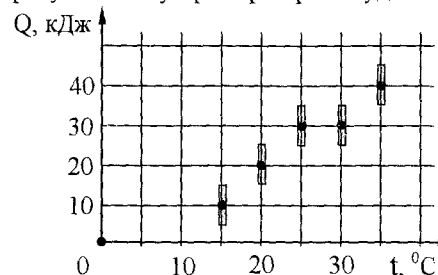
A28 Соответствует ли уравнение $^{12}_7\text{N} \longrightarrow ^{11}_6\text{C} + ^0_1\text{e}$ законам сохранения массового числа и заряда в ядерных реакциях?

- 1) для массового числа соответствует, для заряда — нет
- 2) для массового числа — нет, для заряда — соответствует
- 3) соответствует обоим законам сохранения
- 4) не соответствует обоим законам сохранения

A29 В опыте по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж осветили светом частоты $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно уменьшив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) осталось равным нулю
- 2) уменьшилось в 3 раза
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось в 1,5 раза

A30 Измеряли, какое количество теплоты необходимо для нагревания 2 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Погрешности измерения количества теплоты и температуры составляли соответственно 5 кДж и 0,5 °С. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Чему примерно равна удельная теплоемкость данного вещества?



- 1) 1,8 кДж/(кг·К)
- 2) 1,5 кДж/(кг·К)
- 3) 0,7 кДж/(кг·К)
- 4) при разных значениях температуры теплоемкость разная

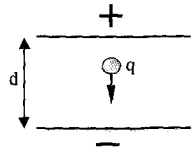
Часть 2

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 (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B1 Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом 30° к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Считать, что потенциальная энергия тела равна нулю на поверхности Земли.

B2 Постоянной массе аргона сообщили 30 кДж теплоты, и он изобарно расширился. При этом объем газа увеличился на 0,06 м³. Каково давление газа? Ответ выразите в килопаскалях (кПа).

B3



Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии $d = 2$ см друг от друга. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4 \cdot 10^{-6}$ кг, ее заряд $q = -8 \cdot 10^{-11}$ Кл. При каком напряжении на пластинах скорость капли будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь. Ответ выразите в киловольтах (кВ).

B4

Длина электромагнитной волны от некоторого источника в вакууме составляет 13,5 мкм. Определите длину этой волны в среде, в которой скорость распространения электромагнитных волн $2,7 \cdot 10^8$ м/с. Ответ выразите в нанометрах (нм).

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

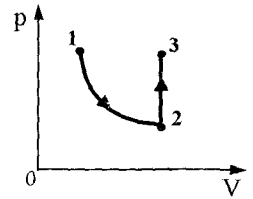
Задания C1 – C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется привести 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

Брусочки с массами m и $3m$ скользят по горизонтальной поверхности доски навстречу друг другу. Скорости брусочков перед ударом противоположны и равны $v_0 = 3$ м/с у каждого. Брусочки слипаются и движутся в дальнейшем поступательно. Коэффициент трения скольжения между брусочками и доской $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместятся слипшиеся брусочки к моменту, когда их общая скорость уменьшится на 40%?

C2

Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C3

Полый металлический шарик массой 2 г имеет положительный заряд 10^{-8} Кл. Он подвешен на шелковой нити в однородном электрическом поле напряженностью 10^6 В/м, направленном вертикально вниз. Шарик совершает малые колебания, проходя 13 полных колебаний за 15 с. Какова длина нити?

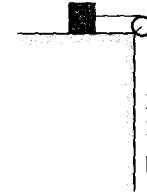
C4

На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы ее не могли увидеть плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоема пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.

C5

Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. На сколько градусов можно нагреть воду за 700 с, если источник излучает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

C6



Брусочек, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из грузика и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием брусочка и поверхностью стола равен 0,25. Грузик маятника совершает колебания с периодом 0,5 с вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна 4,0 см. Чему равно отношение массы брусочка к массе грузика?