

Единый государственный экзамен ПО ФИЗИКЕ

Вариант 17

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	санتي	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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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
древеси́ны (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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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

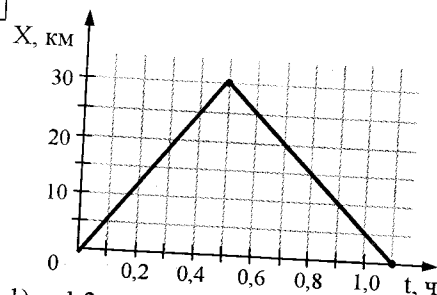
Молярная масса

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	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	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 Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б – в точке $x = 30$ км. Во сколько раз скорость автобуса на пути из А в Б больше его скорости на пути из Б в А?

- 1) в 1,2 раза 2) в 1,5 раза 3) в 1,8 раза 4) в 2 раза

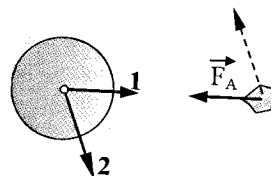
A2

Для того чтобы равномерно переместить тяжелый контейнер по шероховатому горизонтальному полу на 30 м, необходимо совершить работу не менее 27 кДж. Какова сила трения?

- 1) 81 Н 2) 90 Н 3) 900 Н 4) 81000 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 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны астероида?



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

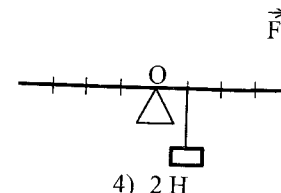
A4

На шероховатом горизонтальном полу стоит ящик массой 70 кг. Какую минимальную горизонтальную силу необходимо приложить к ящику, чтобы сдвинуть его с места? Коэффициент трения между ящиком и полом равен 0,7.

- 1) 49 Н 2) 100 Н 3) 490 Н 4) 1000 Н

A5

На рисунке изображен рычаг, находящийся в равновесии. Длина рычага 80 см, масса груза 0,2 кг. Сила F , приложенная к концу рычага, равна



- 1) 0,5 Н 2) 0,67 Н 3) 1,5 Н 4) 2 Н

A6

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

- 1) 2) 3) 4)

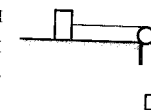
A7

Если длину математического маятника увеличить в 4 раза, а массу его груза в 4 раза уменьшить, то период свободных гармонических колебаний маятника

- 1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) не изменится
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). Натяжение вертикальной части нити равно 2,7 Н. Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен



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

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 образовании тумана вода переходит из газообразного состояния в жидкое. При этом состояние вещества меняется так:

- 1) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия
- 2) уменьшается и температура, и внутренняя энергия
- 3) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия
- 4) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура

A11 Как изменится давление идеального одноатомного газа, если средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 2 раза?

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

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) $\frac{1}{50}$

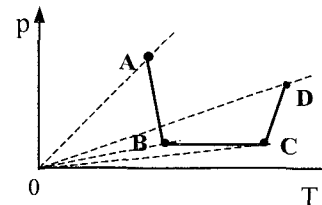
A13 Удельная теплоемкость меди 370 Дж/(кг·°C). Это означает, что для нагревания

- 1) 370 кг меди на 1°C необходимо затратить количество теплоты 1 Дж
- 2) 1 кг меди на 1°C необходимо затратить количество теплоты 370 Дж
- 3) 1 кг меди на 370°C необходимо затратить количество теплоты 1 Дж
- 4) любой массы меди на 1°C необходимо затратить количество теплоты 370 Дж

A14 Гелий, масса которого равна 16 г, поглощает количество теплоты Q. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Поглощенное количество теплоты равно

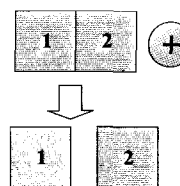
- 1) 0,5 кДж
- 2) 1,0 кДж
- 3) 1,5 кДж
- 4) 2,0 кДж

A15 В сосуде постоянного объема находится идеальный газ, массу которого изменяют. На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния газа. В какой из точек диаграммы масса газа наибольшая?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

A16

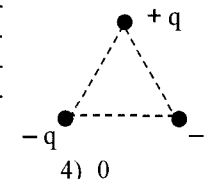


Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле положительно заряженного шара, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули, и уже потом убрали заряженный шар (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1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

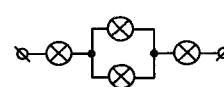
A17

В вершинах равностороннего треугольника находятся заряды $+q$, $-q$ и $-q$. Какую напряженность электростатического поля создадут в центре треугольника все три заряда, если один из зарядов создает в центре треугольника напряженность поля E_0 ?



- 1) E_0
- 2) $2E_0$
- 3) $(1+\sqrt{3})E_0$
- 4) 0

A18



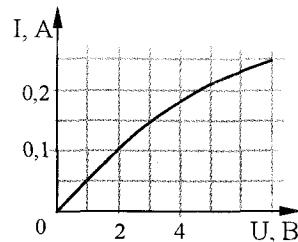
На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 4 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 12 Ом, то сопротивление всего участка цепи

- 1) 48 Ом
- 2) 36 Ом
- 3) 30 Ом
- 4) 18 Ом

A19

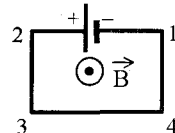
На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 0,15 А мощность тока в лампе равна

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



A20

Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных 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 вертикально вверх (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4 – 1?



- 1) горизонтально влево ←
- 2) горизонтально вправо →
- 3) вертикально вверх ⊙
- 4) вертикально вниз ⊗

A21

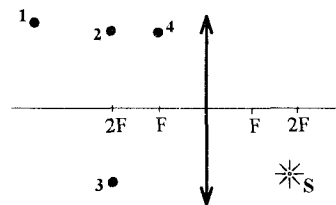
На шкале электромагнитных волн за диапазоном видимого света в сторону уменьшения частоты сразу следует

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

A22

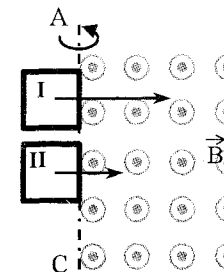
Изображением точки S (см. рисунок), полученным собирающей линзой, является точка

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



A23

В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Границу AC магнитного поля пересекают две одинаковые рамки, движущиеся с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям. Если скорость рамки I в 2 раза больше, чем скорость рамки II, то генерируемые ЭДС индукции в рамках I и II относятся как



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

A26

Свет с длиной волны 660 нм полностью поглощается при нормальном падении на поверхность. Импульс, переданный поверхности одним фотоном, равен

- 1) 10^{-27} кг·м/с
- 2) $2 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с
- 3) $4 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с
- 4) $5 \cdot 10^{-28}$ кг·м/с

A27 Период полураспада ядер актинона (изотопа радона) $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого атома актинона уменьшится вдвое
- 2) один атом актинона распадается каждые 3,9 с
- 3) все изначально имеющиеся атомы актинона распадутся за 7,8 с
- 4) половина изначально имевшихся атомов актинона распадется за 3,9 с

A28 Соответствует ли уравнение $^{11}_6\text{C} \longrightarrow ^{11}_7\text{N} + ^0_{-1}\text{e}$ законам сохранения массового числа и заряда в ядерных реакциях?

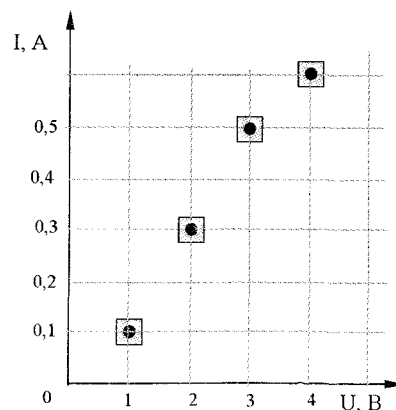
- 1) для массового числа соответствует, для заряда — нет
- 2) для массового числа — нет, для заряда — соответствует
- 3) соответствует обоим законам сохранения
- 4) не соответствует обоим законам сохранения

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

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) стала отличной от нуля

A30 Исследовалась зависимость силы тока в резисторе от напряжения на его концах. Погрешности измерения силы тока и напряжения составляли соответственно 0,025 А и 0,25 В. Результаты измерений с учетом их погрешностей представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, сопротивление резистора приблизительно равно

- 1) 0,15 Ом
- 2) 5 Ом
- 3) 7 Ом
- 4) 10 Ом



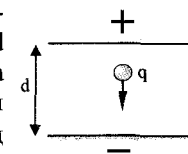
Часть 2

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) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B1 Мальчик на санках с общей массой 60 кг спускается с ледяной горы и останавливается, проехав 40 м по горизонтальной поверхности после спуска. Какова высота горы, если сила сопротивления движению на горизонтальном участке равна 60 Н? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

B2 При изобарном расширении постоянной массы гелия при нормальном атмосферном давлении его объем увеличился на $0,2 \text{ м}^3$. Определите изменение внутренней энергии гелия. Ответ выразите в килоджоулях (кДж).

B3 Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии d друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 10 кВ. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4 \cdot 10^{-6}$ кг, ее заряд $q = -8 \cdot 10^{-11}$ Кл. При каком расстоянии между пластинами скорость капли будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь. Ответ выразите в сантиметрах (см).



B4 При распространении электромагнитной волны в глицерине на пути 2 мм укладывается $N = 7350$ длин волн. Определите длину этой волны в вакууме. Показатель преломления глицерина 1,47. Ответ выразите в нанометрах (нм).

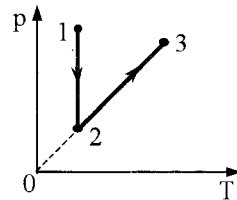
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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 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** Летящий кусок пластилина нагоняет движущийся по горизонтальной поверхности стола брусок и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом сонаправлены и равны соответственно $v_0 = 4,5$ м/с и $\frac{1}{4}v_0$. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,2$. На какое расстояние переместится брусок с пластилином к моменту, когда их скорость станет $\frac{4}{15}v_0$?

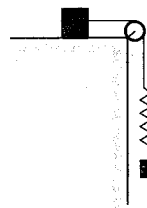
- C2** Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



- C3** Полый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженности $2 \cdot 10^6$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $3 \cdot 10^{-8}$ Кл. Определите период свободных гармонических колебаний данного маятника.

- C4** Под медленно движущимся плоскодонным кораблем с вертикальными бортами плывет разведчик в легком водолазном костюме. Ширина корабля 4 м, глубина погружения его днища 1,5 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На каком максимальном расстоянии от днища корабля должен держаться разведчик, чтобы его не могли увидеть находящиеся вокруг другие водолазы? Рассеиванием света водой и размерами разведчика 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. Сколько фотонов излучает источник за 1 с, если за время 700 с вода нагревается на 10°C ? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

- C6**  Брусок, 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 бруска и поверхностью стола равен 0,25. Грузик маятника совершает колебания с частотой 2,5 Гц вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна 4,0 см. Чему равно минимальное значение отношения массы бруска к массе грузика?