

Ответы: ЕГЭ по Физике

1	30
2	0,5
3	1000
4	2
5	135
6	11
7	168
8	909
9	25
10	13
11	80
12	к наблюдателю
13	1,5
14	34
15	34
16	13 4
17	12
18	15

19

(2,00 ± 0,25)

20

14

21

Возможное решение

1. При перемещении ползунка от правого до левого конца реостата сила тока, текущего через амперметр, будет увеличиваться, т.к. сопротивление цепи будет уменьшаться (в соответствии с законом Ома для полной цепи и зависимостью сопротивления провода от его длины).
2. Поскольку измерительные приборы идеальные, то ток I в цепи течёт через резистор R_1 , часть резистора R_2 , сопротивление которой равно R_x , и амперметр с нулевым сопротивлением.
3. Согласно законам Ома для полной цепи и для участка цепи, $I = E/(R_1 + R_x)$, а напряжение, фиксируемое вольтметром, равно $U = IR_1 = ER_1/(R_1 + R_x)$.
4. Поскольку при максимальном x сопротивление $R_x = R_1$, а при $x = 0$ сопротивление $R_x = 0$, то искомое отношение $I_2/I_1 = 2R_1/R_1 = 2$.

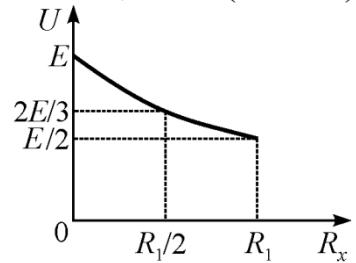


График зависимости $U(R_x)$ изображён на рисунке – это кривая с «выпуклостью» вниз, идущая от E при $R_x = 0$ до $E/2$ при $R_x = R_1$. Середине реостата соответствует $R_2 = R_1/2$, и $U(R_1/2) = 2E/3$.

22

Возможное решение

Воспользуемся формулами основного уравнения МКТ идеального газа, массы одной молекулы и концентрации:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2, \quad n = \frac{N}{V}, \quad m_0 = \frac{M}{N_A}, \quad N = \nu N_A. \quad \text{Откуда } p = \frac{\nu M \bar{v}^2}{3V}.$$

Из графика возьмем одну точку, в которой $V = 0,014 \text{ м}^3$ и $\bar{v} = 300 \text{ м/с}$. Давление газа равно

$$p = \frac{2 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^4}{3 \cdot 14 \cdot 10^{-3}} = 120 \text{ кПа}.$$

23

Возможное решение

1. Магнитный поток Φ через катушку индуктивности пропорционален току через неё: $\Phi = LI$.
2. Магнитное поле B_i каждого витка с током также пропорционально току: $B_i = kI$, и по принципу суперпозиции индукция магнитного поля в катушке с N витками равна $B = NB_i = NkI$, и с учётом условия магнитный поток $\Phi = BNS = kN^2SI$.
3. Приравнявая два записанных выражения для Φ , получаем: $L = kN^2S$.
4. По формуле Томсона период колебаний в контуре равен $T = 2\pi(LC)^{1/2}$, а соответствующая длина волны $\lambda = cT = 2\pi c(kN^2SC)^{1/2}$, то есть $\lambda \sim N$. Используя данные из условия, получаем: $\lambda_2/\lambda_1 = N_2/N_1 = 1/2$, $\lambda_2 = \lambda_1/2 = 16$ м, так что $\lambda_2 - \lambda_1 = -16$ м, т.е. длина волны принимаемых сигналов уменьшится. Ответ: уменьшится на $\lambda_2 - \lambda_1 = -16$ м

24

Возможное решение

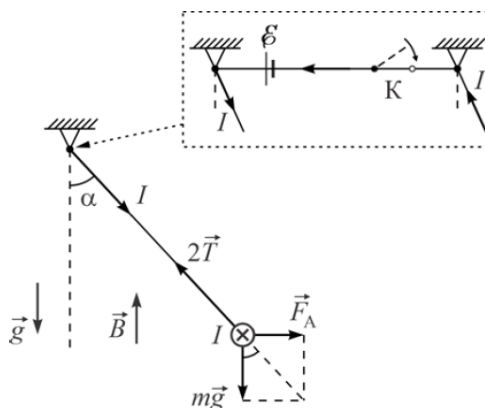
1. Согласно уравнению состояния Клапейрона–Менделеева для идеального газа, $p_i V_i = \nu_i RT_i$, где ν_i и T_i – количество газа и температура в каждом из объёмов V_i , а $i = 1, 2$.
2. Поскольку цилиндр теплоизолированный и жёсткий, то в процессе установления равновесия системы полное изменение количества теплоты, получаемое и отдаваемое всем газом, равно нулю и суммарная работа газа равна нулю: $\Delta Q = 0$ и $\Delta A = 0$. Поэтому на основании первого начала термодинамики внутренняя энергия системы не изменяется: $\Delta U = 0$, то есть $U = U_1 + U_2 = \text{const}$.
3. Согласно выражению для внутренней энергии идеального одноатомного газа и уравнению Клапейрона–Менделеева, $U = (3/2)\nu RT = (3/2)pV$.
4. Поскольку суммарный объём газа в процессе не меняется, $V = V_1 + V_2 = \text{const}$, то для конечного состояния системы получаем: $U = (3/2)p(V_1 + V_2) = U_1 + U_2 = (3/2)(p_1 V_1 + p_2 V_2)$, где p – искомое давление.
5. Окончательно получаем: $p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 260$ кПа.

Ответ: $p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 260$ кПа

25

Возможное решение

1. Согласно принципу суперпозиции сил, сила Ампера, действующая на каждый плоский виток с током, равна нулю, поскольку для любого малого элемента витка имеется симметричный элемент с другой стороны от оси катушки с противоположным направлением тока и силы взаимодействия с магнитным полем. Таким образом, для каждого витка остаётся только сила, действующая на отрезок с током длиной Δl , направленный вдоль оси катушки. Поэтому катушка эквивалентна прямому проводнику длиной $l = N\Delta l$, расположенному вдоль её оси.



2. Найдём силы, действующие на систему в положении равновесия. Это сила тяжести mg , действующая по вертикали вниз на катушку с проволокой, сила Ампера F_A , действующая на катушку по горизонтали, и сила натяжения $2T$, действующая вверх вдоль проводников подвески и наклонённая под углом α к вертикали (см. рисунок). Сумма этих трёх векторов сил равна нулю в силу условия равновесия твёрдого тела в ИСО.

3. Катушка эквивалентна прямому проводнику, направленному вдоль её оси, и имеющему длину $l = N\Delta l = N \cdot 2r = 800 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 0,24$ м, по которому по закону Ома для полной цепи течёт ток $I = \varepsilon/R$. Сопротивление катушки вычисляется по формуле $R = \rho \cdot L/S$, в которой длина проводника $L = \pi D \cdot N = 3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 800 = 50,24$ м, а площадь его сечения $S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 0,15^2 \text{ мм}^2$, так что $R = 0,0175 \text{ (Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м)} \cdot 50,24 \text{ м} / (0,07065 \text{ мм}^2) \approx 12,44 \text{ Ом}$. Ток в цепи после замыкания ключа равен $I = \varepsilon/R = 12/12,44 \approx 0,9646$ А, а сила Ампера $F_A = B \cdot I \cdot l \approx B \cdot 0,9646 \cdot 0,24 \approx B \cdot 0,2315$ Н.

4. Масса катушки определяется только массой медной проволоки и равна $m = \rho \cdot \pi r^2 \cdot L \approx 8,92 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 2,25 \cdot 10^{-8} \cdot 50,24 \approx 31,66 \cdot 10^{-3}$ кг, так что $mg \approx 0,3166$ Н.

5. Из рисунка видно, что $F_A = mg \tan \alpha \approx 0,3166 \cdot 1 \approx B \cdot 0,2315$, откуда $B \approx 0,3166 / 0,2315 \approx 1,367$ Тл

26

Возможное решение

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО). Тело описываем моделью материальной точки, так как его размеры малы по сравнению с диском.

2. При вращении диска на тело действуют потенциальная сила тяжести, сила реакции опоры, перпендикулярная опоре, потенциальная сила упругости, возникающая в упруго деформированной пружине и сила трения покоя. Работа силы тяжести и силы реакции опоры равны нулю.

3. Поскольку тело описывается моделью материальной точки, в ИСО применим второй закон Ньютона. Равнодействующая сила направлена к центру, следовательно, тело движется с центростремительным ускорением. Для материальной точки применимы законы равномерного движения по окружности.

Решение

1. На груз действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} , сила упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$.

Выясним, в каком состоянии будет находиться пружина. Если грузик находится на расстоянии L от центра, то равнодействующая сила равна $ma = 4\pi^2 v^2 L = 3\text{Н}$. Максимальная сила трения равна $F_{\text{т}} = \mu mg = 5\text{Н}$. Значит, пружина должна быть сжата, сила упругости направлена вправо (см. рис.), а сила трения — влево. Поскольку пружина максимально сжата, а груз при этом находится в покое относительно диска, сила трения покоя принимает максимальное значение: $F_{\text{тр}} = \mu N$.

2. Второй закон Ньютона в проекциях на оси инерциальной системы отсчёта XOY имеет вид: $OX: ma_{\text{ц}} = F_{\text{тр}} - F_{\text{упр}}$; $OY: 0 = N - mg$. Сила упругости определяется законом Гука: $F_{\text{упр}} = k\Delta x$. Центростремительное ускорение груза выражается формулой $a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{R_{\text{мин}}} = 4\pi^2 v^2 R_{\text{мин}}$.

3. Из формул, приведённых выше, получаем: $4\pi^2 v^2 R_{\text{мин}} m = \mu mg - k\Delta x$, где $R_{\text{мин}} = L - \Delta x$. Окончательно получим:

$$R_{\text{мин}} = \frac{kL - \mu mg}{k - 4\pi^2 v^2 m} = \frac{30 \cdot 0,3 - 0,5 \cdot 1 \cdot 10}{30 - 4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,5^2 \cdot 1} \approx 0,2 \text{ м.}$$

