

Ответы: ЕГЭ по физике

1	21
2	-2,5
3	350
4	15
5	145
6	22
7	3
8	50
9	25
10	22
11	вверх
12	2
13	8
14	345
15	22
16	1000
17	33
18	345

19

 $(4,50 \pm 0,25)$

20

24

21

Возможное решение

1. Пусть правый край пластины находится внутри конденсатора на расстоянии x от левых краев обкладок ($0 \leq x \leq d$). В этот момент времени t можно представить рассматриваемый конденсатор как систему, состоящую из двух параллельно соединенных конденсаторов. Первый из них заполнен диэлектриком и имеет площадь обкладки ax , а второй – воздушный, с площадью обкладки $(a-x)a$.

2. Ёмкость первого конденсатора равна $C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon a x}{d}$, ёмкость второго конденсатора равна $C_2 = \frac{\varepsilon_0 (a-x)a}{d}$. Здесь $\varepsilon_0 = 1/(4\pi k) \approx 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

В соответствии с формулой для ёмкости параллельно соединенных конденсаторов, ёмкость рассматриваемого конденсатора в данный момент равна $C = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0 a}{d}((\varepsilon - 1)x + a)$.

3. Заряд конденсатора в данный момент равен $q = CU = \frac{\varepsilon_0 a U}{d}((\varepsilon - 1)x + a)$.

Поскольку пластина движется равномерно, то $x = Vt$ и $q(t) = CU = \frac{\varepsilon_0 a U}{d}((\varepsilon - 1)Vt + a)$. Следовательно, сила тока, текущего через

источник, равна $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_0 a U (\varepsilon - 1) V}{d} = I_0 = \text{const}$. Этот постоянный ток источника заряжает конденсатор, поскольку его ёмкость возрастает при выдвижении пластины в пространство между обкладками.

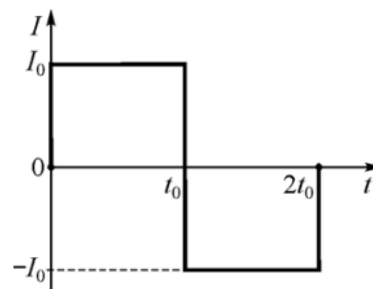
4. Полученный результат справедлив при $0 \leq t \leq \frac{a}{V}$. В момент времени

$t_0 = a/V$ пластина займет всё пространство между обкладками конденсатора и остановится. После этого пластина начнёт двигаться с той же по модулю скоростью в противоположном направлении, выходя из конденсатора

наружу. Из соображений симметрии ясно, что при $\frac{a}{V} \leq t \leq \frac{2a}{V}$ через источник

будет протекать точно такой же по модулю, но противоположный по знаку ток $-I_0$, поскольку ёмкость, а значит, и заряд конденсатора будут уменьшаться.

5. График зависимости силы электрического тока I , протекающего через источник напряжения, от времени t изображён на рисунке. Отметим, что в рамках рассматриваемой модели в определённые моменты времени сила тока изменяется скачкообразно: в момент $t = 0$ – от 0 до I_0 ; в момент $t = t_0 = a/V$ – от I_0 до $-I_0$; в момент $t = 2t_0 = 2a/V$ – от $-I_0$ до 0.



22

Решение.

После того, как пружину сжали, совершив над ней работу, на систему пружина – брусок больше не действует внешних сил, совершающих работу, а значит, для этой системы выполняется закон сохранения полной механической энергии. Все потенциальная энергия сжатой пружины переходит в кинетическую энергию бруска:

$$E_{\text{пот}} = E_{\text{кин}} \Leftrightarrow \frac{Mv^2}{2} = \frac{k(\Delta x)^2}{2} \Leftrightarrow k = M \frac{v^2}{(\Delta x)^2} = 0,1 \text{ кг} \cdot \frac{(1 \text{ м/с})^2}{(0,01 \text{ м})^2} = 1000 \text{ Н/м}$$

Ответ: 1000.

23

Возможное решение

1. Согласно формуле Томсона и правилу вычисления ёмкости при параллельном соединении конденсаторов период электромагнитных колебаний в контуре вначале был равен $T_1 = 1/f_1 = 2\pi(LC_{\Sigma})^{1/2} = 2\pi[L(C_1 + C_2)]^{1/2} = 2\pi(4LC)^{1/2}$, а длина соответствующей волны $\lambda_1 = cT_1 = c/f_1 = 3 \cdot 10^8 / (20 \cdot 10^6) = 15 \text{ м}$ (здесь c – скорость света в вакууме).
2. После пробоя и выгорания первого конденсатора период стал равным $T_2 = 2\pi(LC)^{1/2} = T_1/2$, а принимаемая длина волны $\lambda_2 = cT_2 = cT_1/2 = \lambda_1/2 = 7,5 \text{ м}$.
3. Таким образом, принимаемая приемником длина волны изменилась на $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 7,5 - 15 = -7,5 \text{ м}$, то есть уменьшилась на 7,5 м.

24

Возможное решение

1. Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты ΔQ_{12} при испарении воды было израсходовано на работу A_{12} против внешних сил атмосферного давления и на изменение ΔU_{12} внутренней энергии воды: $\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$.
2. Масса m воды находится, исходя из её объёма $V_{\text{в}}$ и плотности $\rho_{\text{в}}$, данной в таблицах: $m = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} = 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 0,1 \text{ кг}$.
3. Количество теплоты Q_{12} определяется из массы $m = 0,1 \text{ кг}$ воды и табличной удельной теплоты её парообразования $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ при нормальном атмосферном давлении $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ и температуре кипения $T = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ К}$. Получаем: $\Delta Q_{12} = mL = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.
4. Работа, совершённая паром в процессе расширения при нормальном атмосферном давлении, равна $A_{12} = p_0(V_{\text{п}} - V_{\text{в}}) \approx p_0 V_{\text{п}} = mRT/\mu = 0,1 \cdot 8,31 \cdot 373 / 0,018 \approx 17220 \text{ Дж}$, поскольку по условию объём пара намного больше исходного объёма воды, а сам пар можно считать идеальным газом с молярной массой $\mu = 0,018 \text{ кг/моль}$, подчиняющимся уравнению Менделеева – Клапейрона.
5. Из записанных соотношений следует, что $\Delta U_{12} = \Delta Q_{12} - A_{12} = m(L - RT/\mu) = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} (L - RT/\mu) \approx 230000 - 17000 = 213000 = 213 \text{ кДж}$.

25

Возможное решение

1. Отклонение луча света по вертикали (ось Y) на барабанае происходит, очевидно, по закону $y = y_0 \sin(\nu t + \varphi) = y_0 \sin(t/T_0 + \varphi)$, где $T_0 = 1/\nu \approx 0,0045455$ с – период колебаний звуковой волны, а φ – начальная фаза колебаний, которую будем считать равной нулю ($\varphi = 0$) в момент попадания луча света на край одного из зеркал барабана, вращающегося с угловой частотой $\omega = 2\pi/T$.

2. Два полных периода колебания луча света вдоль оси Y происходят за время $2T_0 \approx 0,0090909$ с, и чтобы на экране получалась неподвижная картинка, за это время зеркальный барабан должен повернуться на $1/12$ часть полного оборота.

3. При этом луч, отражённый от края следующего зеркала, попадет на то же место, что и в первый раз, и опишет за время $2T_0$ ту же траекторию на экране, то есть картинка будет неподвижной и «мигающей» на частоте $\nu/2 = 110$ Гц.

4. Из написанного следует, что период обращения зеркального барабана должен быть стабильным и равняться $T = 12 \cdot 2T_0 \approx 0,1090909$ с $= 2\pi/\omega$.

5. Таким образом, угловая частота вращения зеркального барабана должна равняться $\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu/24 \approx 2 \cdot 3,14/0,1090909 \approx 57,6$ с $^{-1}$, а за одну минуту он должен делать $n = 60 \cdot \omega/2\pi = 15\nu/6 = 550$ об/мин.

Ответ: Барабан должен делать $n = 15\nu/6 = 550$ об/мин

26

Возможное решение

Обоснование;

Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является только сила тяжести mg , которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт больших внутренних сил, разрывающих снаряд при взрыве. По сравнению с этими большими силами конечная сила тяжести пренебрежимо мала. Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в поле тяжести в процессе разрыва. В инерциальной системе отсчёта выполняется закон сохранения импульса тел.

Перейдем к решению. Для системы выполняются законы сохранения импульса и энергии (не механической энергии, а просто энергии, так как в данном случае внутренняя энергия взрывчатого вещества переходит в кинетическую энергию осколков):

$$\frac{2mv_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$2mv_0 = mv_1 - mv_2$$

Здесь v_0 — скорость снаряда до взрыва. Решая систему из двух уравнений, для энергии взрыва получаем

$$v_2 = v_1 - 2v_0$$

$$\Delta E = \frac{m}{2}(v_1^2 + v_2^2 - 2v_0^2) = m(v_1 - v_0)^2$$

Ответ: $\Delta E = m(v_1 - v_0)^2$