

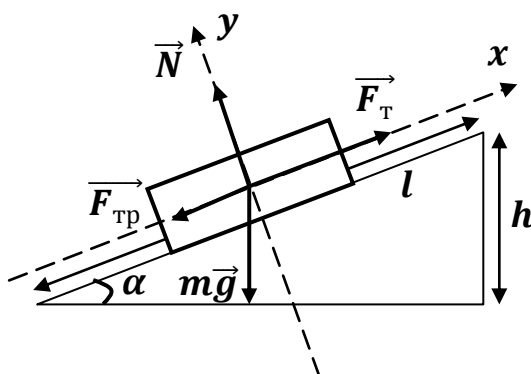
## Объяснения к заданиям по физике пробного тестирования «ЗиГзаг»-2010

1. Б. Поскольку график начинается из начала координат, то мы имеем дело с уравнением для перемещения  $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ . Воспользуемся тем, что нам известны координаты вершины параболы. Из курса алгебры известно, что для уравнения  $y = ax^2 + bx + c$ :  $x_B = -\frac{b}{2a}$ . Тогда для случая нашего уравнения  $t_B = -\frac{v_0}{a} = 2$ , с другой стороны, подставляя эту координату в уравнение для перемещения, получаем  $S_B = 2v_0 + 2a = 20$ . Решая полученную систему из двух уравнений, находим  $v_0 = 20, a = -10$ .

Тогда уравнение движения  $s = 20t - 5t^2$ .

Замечание: пользуясь тем, что задания тестовые, возможен и второй способ решения – подстановкой в предложенные уравнения движения координат точек, указанных на графике.

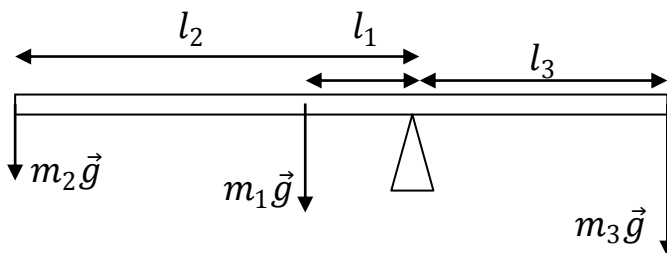
2. А.



Сделав проекции сил на оси ОХ и ОУ, получаем уравнение:

$$F_T = mgsin\alpha + \mu mgcos\alpha = mg(sin\alpha + \mu cos\alpha) = mg\left(\frac{h}{l} + \mu \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}\right) = 700\left(\frac{3}{5} + 0,05 \cdot \frac{4}{5}\right) = 448 \text{ (Н)}$$

3. А.



Запишем второе условие равновесия для рычага:

$$m_1 gl_1 + m_2 gl_2 - m_3 gl_3 = 0 \Rightarrow l_3 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_3} = \frac{400 + 1200}{50} = 32 \text{ (см)}$$

4. Г. Поскольку в задаче упоминается взаимодействие тел со связью их скоростей и сил взаимодействия, то она решается с использованием второго закона Ньютона в импульсной форме. Так как движение в задаче происходит вдоль одной оси, то в скалярной записи уравнение принимает простейший вид:

$$m\Delta v = F\Delta t$$

Так как шайба после столкновения отлетела в противоположном направлении, то модуль изменения ее скорости равен  $30+20=50$  (м/с).

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,2 \cdot 50}{0,05} = 200 \text{ (Н)}.$$

**5. В.** По приведенному в тесте рисунку видно, что вес тела в воздухе составляет 7 единиц, а в жидкости 6 единиц. Из этого делается вывод, что сила Архимеда, действующая на тело в жидкости равна седьмой части его веса в воздухе. Значит, можем записать уравнение:

$$F_A = \frac{1}{7}mg \Rightarrow \rho_{\text{ж}}gV = \frac{1}{7}\rho_{\text{ч}}gV \Rightarrow \rho_{\text{ж}} = \frac{1}{7}\rho_{\text{ч}} = \frac{7000}{7} = 1000 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Замечание: в роли жидкости подходит дистиллированная вода.

**6. Г.** Поскольку газ находится под подвижным поршнем, то процесс нагревания газа будет изобарным.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1 + \Delta V}{1,2T_1} \Rightarrow V_1 = \frac{\Delta V}{0,2} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ (л)}.$$

**7. Б.** Главное не посчитать в этом случае, что поскольку газ занимает объем баллона, который не меняется, то задачу стоит решать по уравнению изохоры. Важно обратить внимание, что в ходе процесса меняется масса газа, поэтому придется вывести особое уравнение, описывающее взаимосвязь его макропараметров.

Воспользуемся для этого уравнением Менделеева-Клапейрона и разделим по разные стороны равенства переменные параметры и константы:

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{p}{mT} = \frac{R}{VM} \Rightarrow \frac{p}{mT} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{m_1T_1} = \frac{p_2}{m_2T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{m_1T_1} = \frac{p_2}{\frac{m_1}{2} \cdot 4T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 = 2p_1.$$

Значит, давление возрастет в два раза.

**8. Б.** Поскольку цилиндр находится в вакууме, то гелий находится только под давлением подвижного поршня, а следовательно, работа, совершенная газом, идет только на изменение потенциальной энергии поршня.

$$\begin{cases} A = m_{\text{п}}gh \\ A = p\Delta V = \frac{m_{\text{г}}}{M_{\text{г}}}R\Delta T \end{cases} \Rightarrow h = \frac{m_{\text{г}}R\Delta T}{M_{\text{г}}m_{\text{п}}g} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 2}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,831 \cdot 10} = 1 \text{ (м)}.$$

**9. В.** Поскольку 25% теплоты горения бензина идет на нагревание льда до температуры плавления, на его плавление и на нагревание воды до температуры кипения. Следовательно, можем записать уравнение теплового баланса:

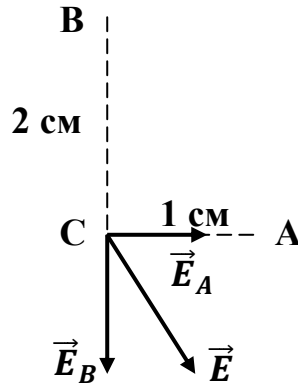
$$0,25qm_{\text{б}} = c_{\text{л}}m_{\text{л}}(0 - t_{\text{л}}) + \lambda m_{\text{л}} + c_{\text{в}}m_{\text{л}} \cdot 100 \Rightarrow m_{\text{б}} = \frac{c_{\text{л}}m_{\text{л}}(0 - t_{\text{л}}) + \lambda m_{\text{л}} + c_{\text{в}}m_{\text{л}} \cdot 100}{0,25q}$$

$$m_{\text{б}} = \frac{2100 \cdot 15 \cdot 10 + 15 \cdot 330000 + 2400 \cdot 15 \cdot 100}{0,25 \cdot 46000000} \approx 1 \text{ (кг)}.$$

**10. Г.** Для расчета максимальной высоты колонны следует рассмотреть предел прочности ее нагрузки под собственным весом у основания.

$$\sigma_{\text{п.п.}} = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S h g}{S} = \rho g h \Rightarrow h = \frac{\sigma_{\text{п.п.}}}{\rho g} = \frac{10^9}{8000 \cdot 10} = 12500 \text{ (м)} = 12,5 \text{ (км)}.$$

**11. А.**

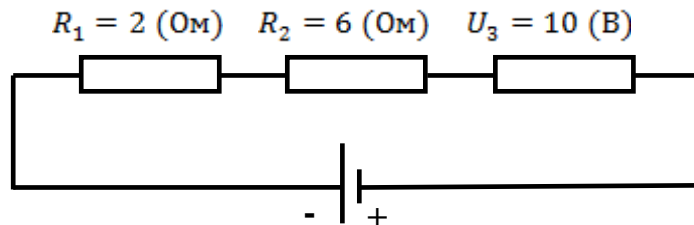


По правилу сложения (принципу суперпозиции) полей, учитывая, что векторы напряженности от точек **A** и **B** перпендикулярны:

$$E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = \sqrt{k^2 \frac{q_A^2}{R_A^4} + k^2 \frac{q_B^2}{R_B^4}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \sqrt{\frac{(2\sqrt{2} \cdot 10^{-6})^2}{(10^{-2})^4} + \frac{(4 \cdot 10^{-6})^2}{(2 \cdot 10^{-2})^4}} = 27 \cdot 10^7 \text{ (В/м)}.$$

**12. Б.** Так как точки **B**, **C**, **D** находятся на эквипотенциальной поверхности, то разность потенциалов между точкой **A** и любой из этих точек одинаковая, а следовательно, и работа кулоновских сил по перемещению заряда одинакова.

**13. В.**



Запишем напряжение на клеммах источника тока:

$$U = \varepsilon - Ir$$

Пользуясь правилами последовательного соединения проводников, запишем:

$$\begin{cases} U_{12} = \varepsilon - Ir - U_3 \\ U_{12} = (R_1 + R_2)I \end{cases} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon - U}{R_1 + R_2 + r} = \frac{50 - 10}{2 + 6 + 2} = 4 \text{ (А)}.$$

**14. Г.** Удобно воспользоваться следующей формулой для мощности на участке цепи:

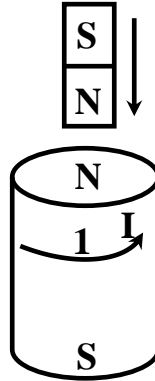
$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l_1}{S}} = \frac{U^2 S}{\rho \cdot 0,8l} = 1,25 \cdot \frac{U^2 S}{\rho l} = 1,25 \cdot \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l}{S}} = 1,25 P.$$

Следовательно, мощность увеличится в 1,25 раза.

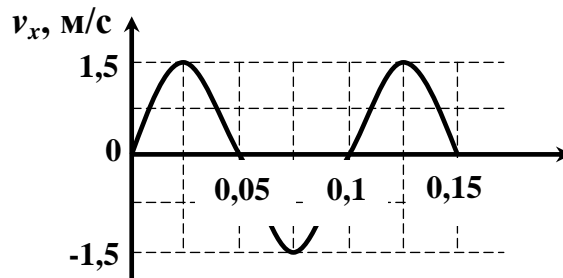
**15. Б.** Запишем закон изменения сопротивления от изменения температуры проводника:

$$\begin{cases} R = R_0(1 + \alpha\Delta T) \\ R = \frac{U}{I} \end{cases} \Rightarrow \frac{U}{I} = R_0(1 + \alpha\Delta T) \Rightarrow \alpha = \frac{\frac{U}{IR_0} - 1}{\Delta T} = \frac{\frac{220}{1 \cdot 110} - 1}{500} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (K}^{-1}\text{)}.$$

**16. А.** По правилу Ленца определяем, что индукционный ток, возникающий в катушке, порождает магнитное поле с северным полюсом у верхнего края катушки. По правилу правой руки определяем, что индукционный ток имеет направление 1.



**17. В.**



$$v_{max} = 1,5 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$T = 0,1 \text{ (с)}; \omega = \frac{2\pi}{0,1} = 20\pi$$

Поскольку график начинается из нуля и имеет форму синусоиды, то можем записать по закону гармонических колебаний:

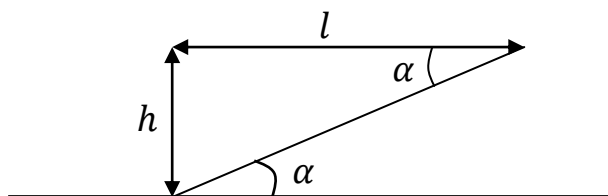
$$v = v_{max} \sin \omega t = 1,5 \sin 20\pi t.$$

**18. Г.** Для ясности запишем формулу периода малых колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

По величинам, присутствующим в формуле легко видеть, что период зависит от длины нити маятника и от ускорения свободного падения, которое зависит от широты местности на Земле (так как она имеет особую форму - геоид).

**19. Б.** Эффект возможен вследствие того, что пока звук дойдет до наблюдателя на земле, самолет уже успеет пролететь определенное расстояние и оказаться по линии видимости под каким-то острым углом к горизонту.



$$\begin{cases} l = vt \\ h = ct \\ \frac{h}{l} = tg\alpha \end{cases} \Rightarrow \frac{c}{v} = tg\alpha \Rightarrow v = \frac{c}{tg\alpha} = 340\sqrt{3} \text{ (м/с)}.$$

Где  $c$  – скорость звука в воздухе.

**20. А.** Важно обратить внимание, что минимальное время между импульсами локатора ограничивается расстоянием, которое должна пройти электромагнитная волна до цели и назад, т.е. двойное расстояние.

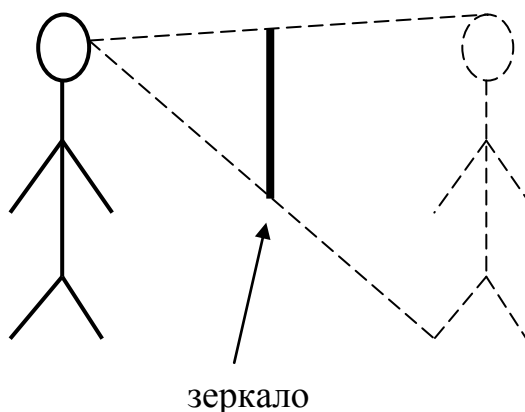
$$t = \frac{2L}{c} \Rightarrow v = \frac{c}{2L} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 60 \cdot 10^3} = 2500 \text{ (Гц)}.$$

Где  $c$  – скорость света в вакууме (воздухе).

**21. А.** Запишем закон сохранения энергии в колебательном контуре, в котором приравняем начальное энергетическое состояние контура, когда полностью заряжен конденсатор, и состояние в тот момент, о котором говорится в условии задачи.

$$\frac{cU_0^2}{2} = \frac{cU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{c(U_0^2 - U^2)}{L}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-9} \cdot (50^2 - 30^2)}{4 \cdot 10^{-3}}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ (А)}.$$

**22. Г.** Поскольку плоскость зеркала находится посередине между человеком и его изображением, то по приведенной схеме видно, что оно является средней линией в треугольнике, основанием которого является изображение, а вершиной – глаза человека. А по свойству средней линии треугольника она равна половине параллельного основания. Значит, имеем  $182/2 = 91 \text{ (см)}$ .



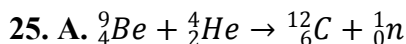
**23. В.** Задача решается простым применением формулы сложения релятивистских скоростей (так как они близки к скорости света). Поскольку и космический корабль, и снаряд, выпущенный с него, летят в одном направлении, то скорости складываются.

$$v = \frac{v_0 + v_1}{1 + \frac{v_0 v_1}{c^2}} = \frac{0,5c + 0,4c}{1 + \frac{0,5c \cdot 0,4c}{c^2}} = 0,75c.$$

Где  $c$  – скорость света в вакууме.

**24. В.** Красная граница фотоэффекта соответствует минимальной частоте электромагнитного излучения, при которой еще наблюдается «вырывание» электронов с поверхности облучаемого образца. Таким образом, фотоэффект может прекратиться при уменьшении частоты излучения, а следовательно, и увеличении его длины волны.

$$\lambda = \frac{c}{\nu}.$$



В уравнении ядерной реакции должны совпадать суммы нижних индексов (количество протонов) и суммы верхних индексов элементов (количество нуклонов) с правой и с левой части уравнения. Кроме того, порядковые номера (нижние индексы) должны соответствовать элементам в таблице Менделеева.

**26. 1-В; 2-А; 3-Д; 4-Г.**

**27. 1-А; 2-В; 3-Д; 4-Б.**

**28.** Полет камушков будет описываться уравнениями движения тела, брошенного под углом к горизонту.

$$\begin{cases} h = \frac{gt^2}{2} \\ l = vt \end{cases} \Rightarrow l = v \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 30 \text{ (м)}.$$

**Ответ: 30.**

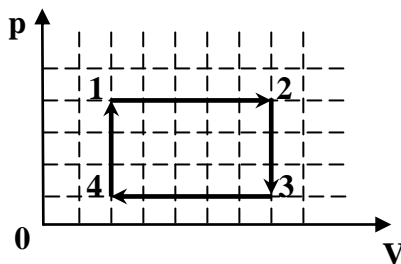
**29.** Запишем формулы скорости искусственного спутника планеты и периода обращения спутника:

$$\begin{cases} v = \sqrt{\frac{GM}{R_{\text{орб}}}} \\ T = \frac{2\pi R_{\text{орб}}}{v} \end{cases} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 R_{\text{орб}}^3}{GT^2} = \frac{4 \cdot 9 \cdot (6670 \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (6,67 \cdot 10^4)^2} = 3,6 \cdot 10^{22} \text{ (кг)}.$$

Так как ответ требуется подать поделенным на  $10^{22}$ , то:

**Ответ: 3,6.**

**30.**



Воспользуемся формулой для КПД идеальной тепловой машины:

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{нагр}}}$$

Введем единичные отрезки на осях:  $V_0, p_0$ . Воспользуемся тем фактом, что работа за весь цикл равна площади внутри графика.

$$A = 5V_0 \cdot 3p_0 = 15p_0V_0$$

Участки нагрева на графике 4-1 и 1-2:

$$\begin{cases} Q_{\text{нагр}} = Q_{41} + Q_{12} \\ Q_{41} = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 3p_0 \cdot 2V_0 = 9p_0V_0 \text{ (процесс изохорный)} \Rightarrow \eta = \frac{15p_0V_0}{59p_0V_0} \approx 0,25 \\ Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot 5V_0 + 4p_0 \cdot 5V_0 = 50p_0V_0 \end{cases}$$

Переводя в проценты, получаем 25%.

**Ответ: 25.**

**31.** Воспользуемся формулой расчета относительной влажности:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

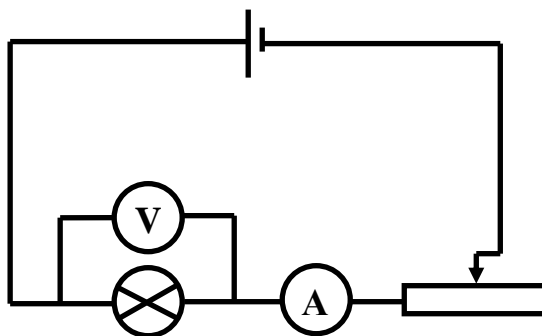
Используя ее, получаем для начального и конечного состояния воздуха:

$$\begin{cases} m_1 = \frac{\varphi_1}{100\%} \rho_{\text{н}} V_1 \\ m_2 = \frac{\varphi_2}{100\%} \rho_{\text{н}} V_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta m = \frac{\rho_{\text{н}}}{100\%} (\varphi_1 V_1 - \varphi_2 V_2) = 12,8 \cdot (0,5 - 0,25) = 3,2 \text{ (г)}.$$

Замечание: поскольку по условию сказано, что выпадет роса, то относительная влажность во втором случае равна 100%. Для нахождения плотности насыщенного пара при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  пользуемся приведенной в условии таблицей.

**Ответ: 3,2.**

**32.** Изобразим электрическую цепь, указанную на фотографии в виде схемы:



На фото №1 реостат включен в положение с максимальным сопротивлением, на фото №2 в среднее положение.

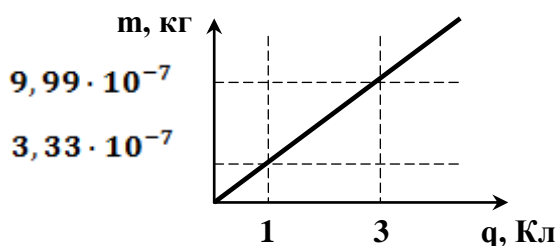
Амперметр и вольтметр в цепи показывают силу тока и напряжение на лампочке соответственно. Запишем законы Ома для участка цепи: на лампочке и на всей цепи в двух положениях реостата:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{max}} + R_{\text{л1}}} \\ I_2 = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{ср}} + R_{\text{л2}}} \\ R_{\text{л1}} = \frac{U_1}{I_1} \\ R_{\text{л2}} = \frac{U_2}{I_2} \\ R_{\text{ср}} = \frac{R_{\text{max}}}{2} \end{array} \right. \Rightarrow R_{\text{max}} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - \frac{I_2}{2}} = \frac{2,8 - 2,2}{0,21 - \frac{0,22}{2}} = 6 \text{ (Ом)}.$$

В том факте, что в расчетах меняется сопротивление лампочки, учтено, что амперметр и вольтметр в цепи реальные и имеют ненулевые и конечные сопротивления.

**Ответ: 6.**

**33.** Начнем с того, что определим электрохимический эквивалент меди из графика, приведенного в условии.



Воспользуемся формулой:

$$m = kq \Rightarrow k = \frac{m}{q} = \frac{3,33 \cdot 10^{-7}}{1} = 3,33 \cdot 10^{-7} \text{ (кг/Кл)}$$

Далее запишем закон Фарадея в иной форме и соотношения для количества вещества меди на электроде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \\ m = kIt \end{array} \right. \Rightarrow N = \frac{kIt N_A}{M} = \frac{3,33 \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 64 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{0,064} \approx 6 \cdot 10^{20}$$

Так как в условии требуется поделить ответ на  $10^{20}$ , то:

**Ответ: 6.**

**34.** Заряженные частицы будут двигаться в магнитном поле по круговой траектории под действием силы Лоренца:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{л}\alpha} = q_{\alpha} v_{\alpha} B \\ F_{\text{л}H} = q_H v_H B \\ F = m a_{\text{ц}} \\ a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{v_{\alpha}}{v_H} = \frac{q_{\alpha} R_{\alpha} m_H}{q_H R_H m_{\alpha}} = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 3}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 4} = 2$$



Скорость  $\alpha$ -частицы в два раза больше.

**Ответ: 2.**

**35.** Запишем соотношение для частот и емкостей, указанное в условии, и следствие из формулы Томсона:

$$\begin{cases} \frac{v_1}{v_2} = 3 \\ v = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\ C_2 = C_1 + \Delta C \end{cases} \Rightarrow C_1 = \frac{\Delta C}{8} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6}}{8} = 0,05 \cdot 10^{-6} \text{ (Ф)} = 0,05 \text{ (мкФ)}$$

**Ответ: 0,05.**

**36.** Ход луча – это длина линии, которую он описывает, проходя через стеклянную призму.

Запишем геометрический факт, который вытекает из того, что прямоугольные треугольники  $AOB$  и  $OCD$  построены на радиусах и  $AO=OD$ :

$$\frac{AB}{CD} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{9}{6} = 1,5 \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{1,5}$$

Где  $\beta$  - угол преломления луча в призме (менее  $90^\circ$ ).

Из прямоугольного треугольника  $OMS$ :

$$\begin{cases} OM = \frac{OS}{\cos \beta} \\ \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \end{cases} \Rightarrow OM = \frac{OS}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{2,25}}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{1 - \frac{(0,75)^2}{2,25}}} = 2 \text{ (см)}.$$

**Ответ: 2.**

**37.** Важно обратить внимание, что после распада осталось  $N=20$  атомов радиоактивного вещества.

Запишем закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow T = -\frac{t}{\log_2 \frac{N}{N_0}} = -\frac{360}{\log_2 \frac{20}{320}} = 90 \text{ (мин)}.$$

В расчетах время распада переведено в минуты, чтобы получить соответствующий результат, как и требовалось в условии задачи.

**Ответ: 90.**