

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201309**

ID профиля: **845034**

Вариант 2

Мистовицк

(3)

продовження $n \perp$

4) Вертикальна, що складається з укріплення селера рівня

$$\frac{mg - T \cdot \sin \alpha}{m} = \frac{mg - 0,34 mg \cdot \frac{3}{5}}{m} \approx 0,8 g$$

Тодя из уравнения равноускоренного движения

$$H = \frac{0,8g \cdot t^2}{2}, \quad t = \sqrt{\frac{2H}{0,8g}} = \frac{\sqrt{H}}{2}$$

Отвѣт: 1) $\tan \beta = \frac{1}{3}$, β - искомый угол

2) 1,36 g

3) 20 : 1

4) $\frac{\sqrt{H}}{2}$ секунд., если H измеряется в метрах.

Числовый (2)

2. 1) Зависимость линейная \Rightarrow

$$C_{\text{ср}} = \frac{C(T_0) + C\left(\frac{T_0}{2}\right)}{2} = \frac{\frac{5}{2} \text{ В} + \frac{5}{4} \text{ В}}{2} = \frac{15}{8} \text{ В}$$

$$Q_1 = C_{\text{ср}} \cdot m \cdot \Delta T$$

$$m = m_{\text{He}} \cdot J = 4 \cdot 10^{-3} \text{ J}, \quad \Delta T = T_0 - \frac{T_0}{2} = \frac{T_0}{2}$$

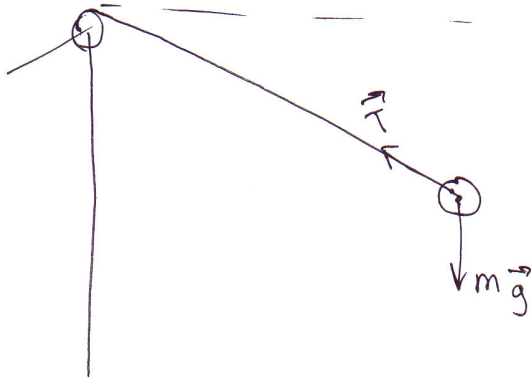
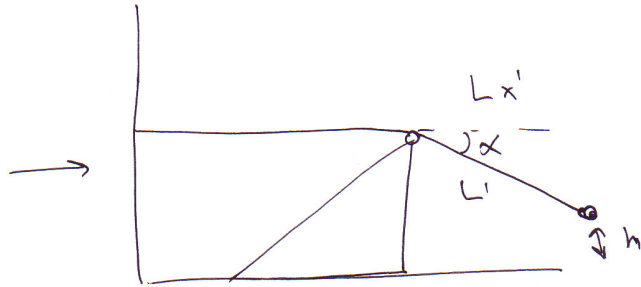
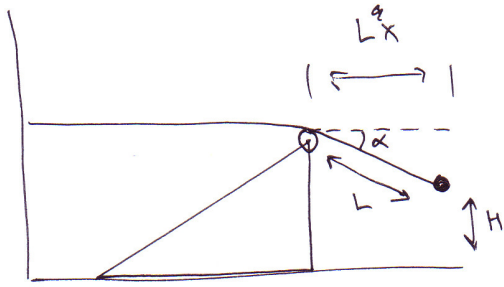
$$Q_1 = \frac{15}{8} \text{ В} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot \frac{T_0}{2} = 3,116 \cdot 10^{-2} \text{ J} \cdot T_0 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $Q_1 = 3,116 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot T_0 \text{ Дж}$ или $3,116 \cdot 10^{-2} \text{ J} \cdot T_0 \text{ Дж}$

Метод Бернулли

(1)

1.



$$\cos \alpha = \frac{4}{5}, \quad \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$L' = \frac{4}{5} \cdot L$$

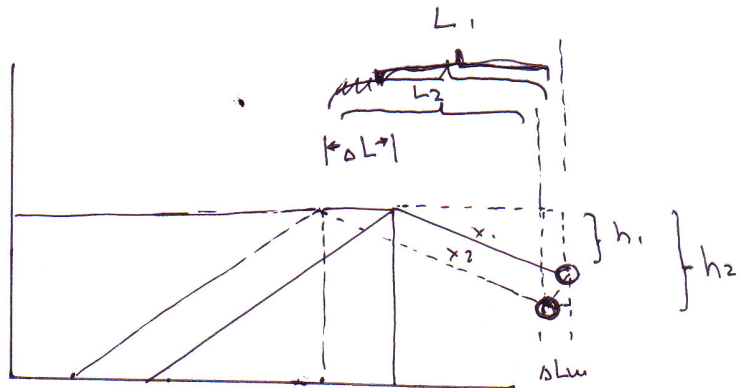
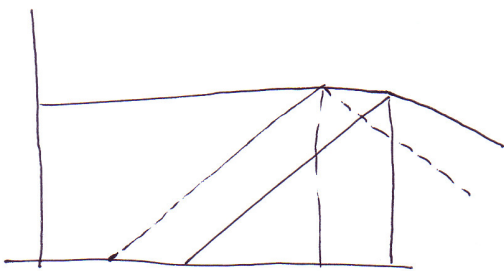
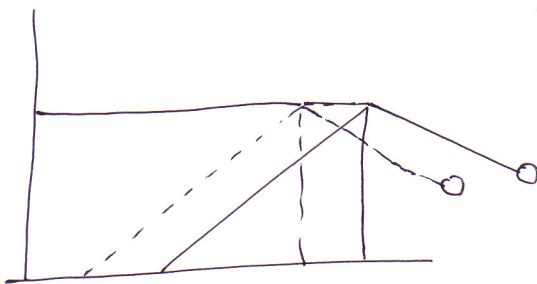
$$Lx' = \frac{4}{5} \cdot Lx$$

$$\Delta h = H - h = \frac{3}{5}L - \frac{3}{5}L' = \frac{3}{5}(L - L')$$

$$\Delta h = \sqrt{L^2 - Lx^2} - \sqrt{L'^2 - Lx'^2}$$

$$\Delta Lx = Lx - Lx' = \frac{4}{5}(L - L')$$

$$\Delta L =$$



$$h_1 = \frac{3}{5} \cdot L_1$$

$$h_2 = \frac{3}{5} L_2 = \frac{12}{25} \Delta L + \frac{3}{5} L_1$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{12}{25} \Delta L$$

$$\tan \alpha = \frac{\Delta Lw}{\Delta h} = \frac{\frac{1}{5} \Delta L}{\frac{12}{25} \Delta L} = \frac{5}{12}$$

$$L_2 = \frac{5}{4} \Delta L + L_1 \cdot \frac{4}{5}$$

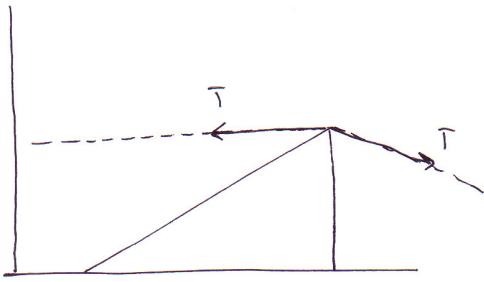
$$L_2 = \frac{4 \Delta L}{5} + L_1$$

$$\Delta Lw = L_1 + \Delta L - L_2 = \frac{1}{5} \Delta L$$

$$\Delta L + x_1 \cdot \frac{4}{5} = x_2 \cdot \frac{4}{5}$$

Упроблем

(2)



$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{12}{13}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{5}{13}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{5}{12}$$

$$\alpha \approx 36,87^\circ$$

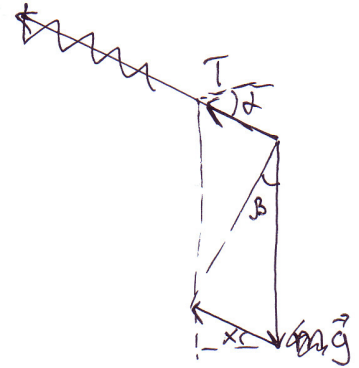
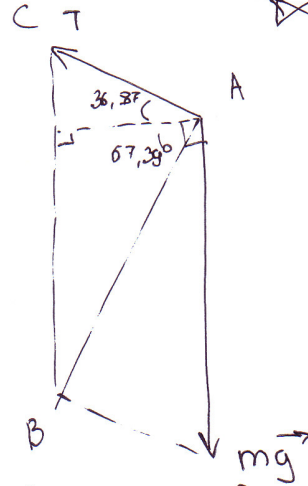
$$\beta \approx 22,61^\circ$$

$$\sin(90 - \beta) = \cos \beta =$$

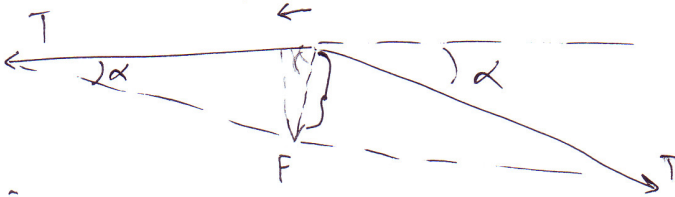


$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \cos \beta$$

$$\sin BAC = \sin 104,26 = 0,97$$



$$\frac{mg}{\sin BAC} = \frac{T}{\sin ABC} \Rightarrow T = \frac{mg \cdot \sin ABC}{\sin BAC} = \frac{mg \cdot \frac{3}{13}}{0,97} \approx 0,40 mg$$



$$F =$$

$$F^2 = T^2 + T^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot T^2 = 2T^2 - \frac{8}{5}T^2 = \frac{2}{5}T^2$$

$$F = 0,63 T$$

$$\gamma = \frac{180 - \alpha}{2} = 71,57^\circ$$

$$\cos \alpha F_x = 0,95 \cdot F_x = \cos \gamma \cdot F = 0,32 \cdot 0,63 T =$$

$$= 0,08064 mg \quad \text{аккура: } \frac{0,08064 mg}{m}$$

$$h_1 = \frac{3}{4} L_1$$

$$h_2 = \frac{3}{4} L_2 = \frac{3 \Delta L}{5} + \frac{3}{4} L_1$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{3 \Delta L}{5}$$

$$L_2 - L_1 = \frac{4 \Delta L}{5}$$

Чертовик

(3)

2. Теплоёмкость зависит линейно \Rightarrow среднему температурному
молеку рассматриваем по формуле $C_p = \frac{C(T_1) + C(T_2)}{2}$

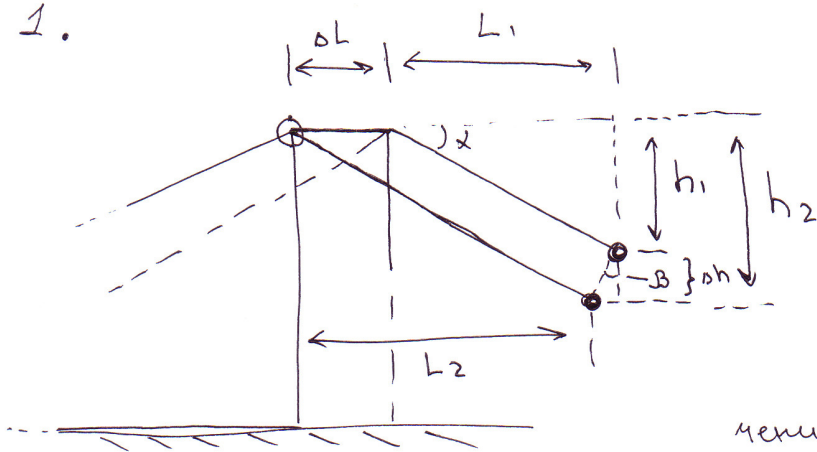
В нашем случае $C_p = \frac{\frac{5}{2} R + \frac{5}{4} R}{2} = \frac{15}{8} R$

$$Q_1 = C_p \cdot m \cdot \Delta T$$

$$m = M_{H_2} \cdot V = 0,004 \cdot V$$

$$Q_1 = \frac{15}{8} R \cdot 0,004 V \cdot \frac{1}{2} T_0 = \cancel{0,00375 R V T_0} = \cancel{0,03116 D_2 k}$$
$$= 3,75 \cdot 10^{-3} R V T_0 = 31,16 \cdot 10^{-3} V T_0 D_2 k$$

1.



Пусть ~~изначальное~~ расстояние от колеса до шара равно L_1 , конечное - L_2 . ~~Пусть~~ Пусть h_1 и h_2 - разница в высоте колеса и шара над землей. (Все обозначения на рисунке). $\Delta h = h_2 - h_1$

1) Угол между вертикалью и вектором ускорения шара можно выразить через тангенс, в данном случае $\text{tg } \beta = \frac{\Delta L + L_1 - L_2}{\Delta h}$,

где ΔL - расстояние, ~~на которое~~ ^{на которое} сместился клин.

Длину опускающего участка можно выразить двумя способами.

Она равна $L_2 \cdot \cos \alpha$ или $\Delta L + L_1 \cdot \cos \alpha$

$$L_2 \cdot \frac{5}{4} = \Delta L + L_1 \cdot \frac{5}{4} \Rightarrow L_2 = \frac{4 \Delta L}{5} + L_1$$

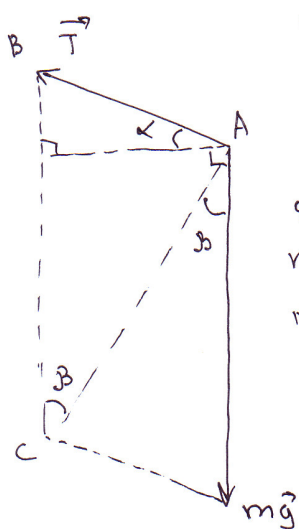
h_1 и h_2 соответственно равны $L_1 \cdot \text{tg } \alpha$ и $L_2 \cdot \text{tg } \alpha$

$$h_1 = \frac{3 L_1}{4}, \quad h_2 = \frac{3 L_2}{4} = \frac{3 \Delta L}{5} + \frac{3 L_1}{4}$$

$\Delta h = \frac{3 \Delta L}{5}$ Теперь найдем тангенс искомого угла

$$\text{tg } \beta = \frac{\Delta L + L_1 - \frac{4 \Delta L}{5} - L_1}{\frac{3 \Delta L}{5}} = \frac{1}{3}$$

2)



На шар действуют две силы: сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$

На клин действуют сила тяжести $M\vec{g}$ и две силы натяжения нити, равные по модулю, так как нить нерастяжима, одна направлена к стене, другая - к шару.

Найдем T . В $\triangle ABC$ (см. рисунок):

$$\angle ACB = \beta, \quad \angle BAC = \alpha + 90^\circ - \beta$$

$$\angle ACB \approx 18,43^\circ, \quad \angle BAC \approx 108,44^\circ$$

по теореме синусов $\frac{AB}{\sin \beta} = \frac{BC}{\sin BAC} \Rightarrow AB = T =$

$$\frac{BC \cdot \sin \beta}{\sin BAC} = \frac{mg \cdot 0,32}{0,95} = 0,34 mg \quad \text{натяжение на шаре. итд} \rightarrow$$

Штатив

(2)

продолжение № 1

На горизонтальное смещение шарика действует только сила натяжения T . Её проекция на горизонтальную ось равна

$$T_x = T \cdot \cos \alpha = 0,34 \text{ мд} \cdot \frac{4}{5} = 0,272 \text{ мд}$$

Горизонтальная составляющая ускорения шара равна

$$a_{шx} = 0,272 \text{ г. При этом шар за какое-то время}$$

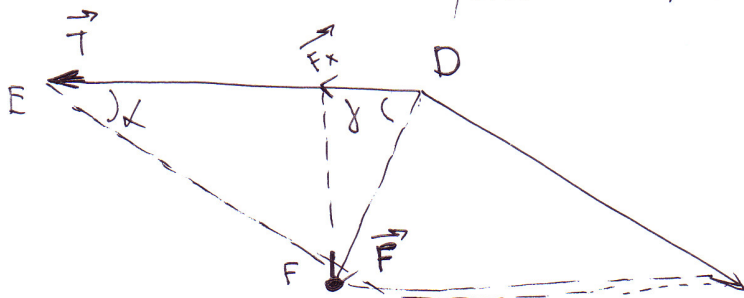
сместился на расстояние, равное $\frac{1}{5} \Delta L$, а кисть за это же время сместилась на расстояние ΔL , т.е. в 5 раз больше.

Из формулы равноускоренного движения при начальной скорости равной нулю видно, что расстояние зависит прямо пропорционально от ускорения:

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \text{ускорение кисти в 5 раз больше}$$

ускорения шара и равно $0,272 \text{ г} \cdot 5 = 1,36 \text{ г}$.

3)



Как я писал ранее, на кисть действуют две силы T , под действием которых он движется.

Сила натяжения в

горизонтальном движении не участвует, и.т.т. направлены вертикально. Обозначим равнодействующую двух сил натяжения за F (см. рисунок) В ΔDFE $ED = EF = |\vec{T}|$, $DF = |\vec{F}|$, $\angle DEF = \alpha$

По теореме косинусов $F = \sqrt{T^2 + T^2 - 2 \cos \alpha T^2} =$

$$= \sqrt{\frac{2}{5} T^2} = 0,63 T$$

Горизонтальная составляющая силы F равна $F_x = F \cdot \cos \gamma$,

где γ - угол между DF и DE . $\gamma = \frac{180 - \alpha}{2} \approx 71,57^\circ$

$$F_x = 0,63 T \cdot 0,32 \approx 0,2 T = 0,068 \text{ мд}$$

$$\text{Ускорение кисти равно } 1,36 \text{ г} = \frac{F_x}{m} = \frac{0,068 \text{ мд}}{m} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{1,36}{0,068} = 20$$

4) см. на след. листе \rightarrow

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201309**

ID профиля: **845034**

Вариант 2

3. 1) По условию до замыкания ключа установилось равновесие. Тогда, если U_1 и U_2 - напряжения на соответствующих конденсаторах, $U_1 \cdot U_2 = \epsilon$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1}, \quad U_2 = \frac{q_2}{C_2}, \quad q_1 = q_2, \text{ т.к. соединение последовательное} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}, \quad U_1 = \frac{\epsilon}{4}, \quad U_2 = \frac{3\epsilon}{4}$$

После замыкания появляется при параллельном увеличении цепи: источник + 1-й конденсатор, второй конденсатор и резистор.

Напряжение на первом участке равно $\frac{3\epsilon}{4}$, (потому что ~~на~~ напряжение источника складывается с напряжением 1-го конденсатора, но действуют они в разные стороны $\Rightarrow U$ на первом участке равно $\epsilon - U_1 = \frac{3\epsilon}{4}$)

Тогда напряжение на резисторе тоже равно $\frac{3\epsilon}{4}$, а сила тока - $I = \frac{3\epsilon}{4R}$

- 2) Работа источника складывается из количества теплоты, выделенного на резисторе и изменения энергии э. полев. ~~на конденсаторах~~ конденсаторов, а сама она равна работе по перемещению заряда.

$$\epsilon \cdot \Delta q = \Delta E + Q$$

Найдём сначала Δq

Первый конденсатор:

$$\Delta q_1 = q_1' - q_1 = 3\epsilon C - \frac{3\epsilon C}{4} = \frac{3\epsilon C}{4}$$

Почему: $q_1' = 3\epsilon C$, т.к. макс ток перестанет идти в тот момент, когда напряжение на C_1 станет равным ϵ .

$$\text{В этот момент } q_1' = C_1 \cdot \epsilon = 3\epsilon C$$

продолжение на след. листе \rightarrow

Чистовик

(2)

прогрессивное N 3

Второй конденсатор:

$$\Delta q_2 = q_2' - q_2 = 0 - \frac{3\epsilon C}{4} = -\frac{3\epsilon C}{4}$$

Пояснение: раз ток перестал течь, то второй конденсатор полностью разрядился $\Rightarrow q_2' = 0$

Общее изменение заряда:

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{6\epsilon C}{4}$$

Плотность энергии ΔE

$$E_k = \frac{q^2}{2Ck} - \text{формула, которую я использовал}$$

Первый конденсатор:

$$\Delta E_1 = E_1' - E_1 = \frac{9\epsilon^2 C}{6} - \frac{\frac{9}{16}\epsilon^2 C}{6} = \frac{45\epsilon^2 C}{32}$$

Второй конденсатор

$$\Delta E_2 = E_2' - E_2 = 0 - \frac{\frac{9}{16}\epsilon^2 C}{2} = -\frac{9\epsilon^2 C}{32}$$

Общее изменение энергии эл. поле:

$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2 = \frac{36\epsilon^2 C}{32} = \frac{9\epsilon^2 C}{8}$$

Подставим в формулу работы:

$$\frac{6\epsilon^2 C}{4} = \frac{9\epsilon^2 C}{8} + Q, \quad Q = \frac{3\epsilon^2 C}{8}$$

Ответ: 1) $I = \frac{3\epsilon}{4R}$

2) $Q = \frac{3\epsilon^2 C}{8}$

4. 1) ЭДС, возникающая в контуре вследствие изменения площади равна

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t}$$

Возвратим машинку прощукать времени t_1 , за это время перемычка \perp сместится на расстояние $v_0 \cdot t_1$, площадь изменится на $L \cdot v_0 \cdot t_1$, ЭДС будет равно

$$\mathcal{E}_1 = \frac{B \cdot L \cdot v_0 \cdot t_1}{t_1} = B \cdot L \cdot v_0$$

Тогда сила тока в контуре будет равна $\frac{B \cdot L \cdot v_0}{5R}$, м.к по условию сопротивлением рельс можно пренебречь.

Сила Ампера, действующая на вторую перемычку:

$$F_{A2} = B \cdot I \cdot L = \frac{B^2 L^2 \cdot v_0}{5R}, \text{ а ускорение:}$$

$$a_2 = \frac{F_{A2}}{\frac{m}{2}} = \frac{2 B^2 L^2 \cdot v_0}{5 m R}$$

2) Через большой промежуток времени площадь контура не будет меняться, м.к возникнет состояние равновесия.

Тогда скорости перемычек будут равны. Обозначим их за v_1

По закону сохранения импульса:

$$m \cdot v_0 = \frac{m}{2} \cdot v_1 + m \cdot v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{m v_0}{\frac{3}{2} m} = \frac{2}{3} v_0$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{2 B^2 L^2 \cdot v_0}{5 m \cdot R}$

2) $\frac{2}{3} v_0$

Математика

(4)

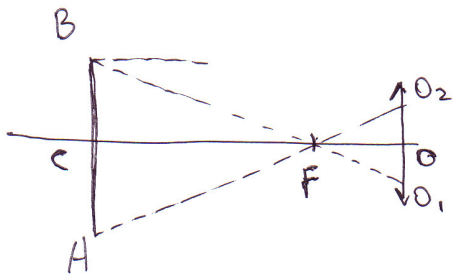
5. 1) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad F = 9,12 \text{ см}, \quad d = 0,48 \text{ м}$$

Находим f . Подстановка даёт значение $f = 0,16 \text{ м}$
 Линза формирует изображение на расстоянии 16 см от
 самой себя. По условию расстояние от линзы до
 изображения равно 24 см

Тогда расстояние от линзы до линзы равно
 $24 + 16 = 40 \text{ см}$

2) Все лучи, идущие от центра линзы и ~~проходящие~~
 проходящие через фокус, доходят перпендикулярно на линзу.
 Тогда (см. рисунок)



$\triangle BCF \sim \triangle O_1OF$ по двум углам

$$\frac{CF}{BC} = \frac{OF}{OO_1} \Rightarrow OO_1 = \frac{BC \cdot OF}{CF} =$$

$$= \frac{4,5 \text{ см} \cdot 12 \text{ см}}{36 \text{ см}} = 1,5 \text{ см. Это радиус}$$

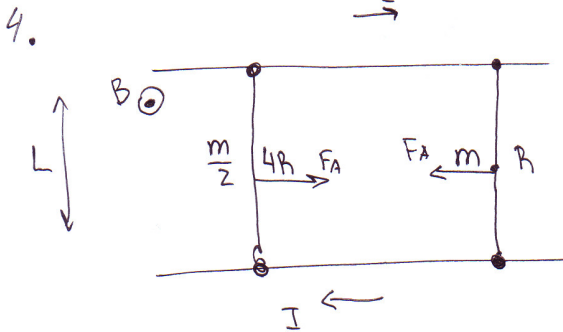
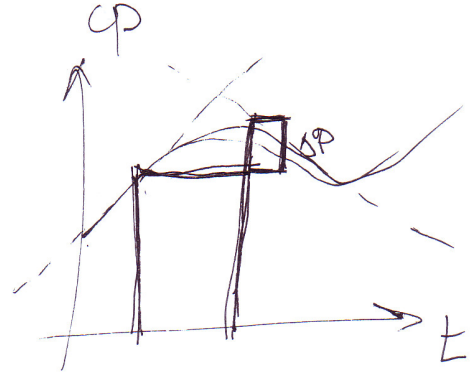
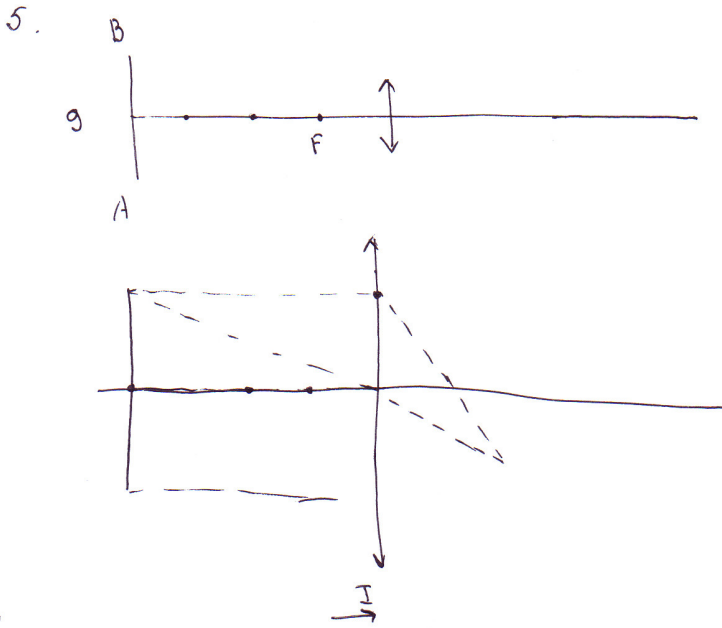
Диаметр равен 3 см .

Ответ: 1) 40 см

2) 3 см .

Черновики

(1)



$$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S = L \cdot v \cdot \Delta t$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t} = BL \cdot v_0$$

$$I = \frac{BL v_0}{5R}$$

$$F_A = BIL \Rightarrow Q_2 = \frac{BIL}{\frac{m}{2}} = \frac{2BIL}{m} = \frac{2B^2 L^2 v_0}{5mR}$$

$$m \cdot v_0 = \frac{m}{2} \cdot v_1 + m v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{m v_0}{\frac{3}{2} m} = \frac{2}{3} v_0$$

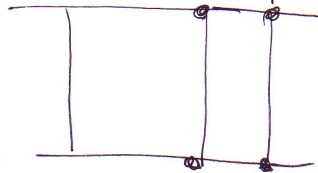
$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m (\frac{2}{3} v_0)^2}{2} + \frac{m (\frac{2}{3} v_0)^2}{2} \neq Q$$

$$Q = \frac{2m v_0^2 - \frac{4}{9} m v_0^2 - \frac{2}{9} m v_0^2}{4} = \frac{\frac{8}{9} m v_0^2}{4} = \frac{2m v_0^2}{9}$$

$$Q = \frac{1m v_0^2}{6}$$

$$Q_i = \frac{\mathcal{E}^2 \cdot t_i}{R}$$

$$\mathcal{E}_L =$$



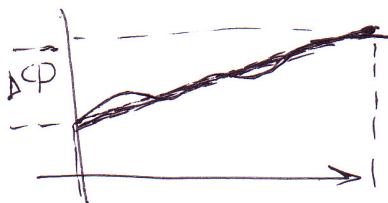
$$Q = \mathcal{E} \cdot I \cdot t = \frac{\mathcal{E}^2}{R} \cdot t$$

$$\Delta \Phi = \mathcal{E} \cdot \Delta t$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta \Phi = B \cdot L \cdot \Delta l$$

$$Q = \frac{m v_0^2}{6} = \frac{B^2 L^2 \cdot \Delta l^2}{5R \cdot \Delta t}$$

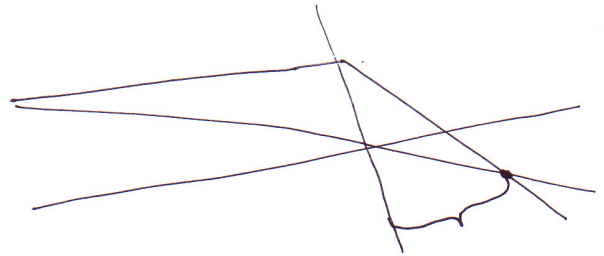
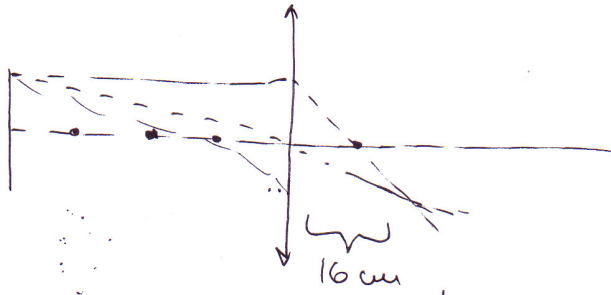


$$I = \frac{\mathcal{E}}{5R} = \frac{BLv}{5R}$$

$$Q = \frac{\frac{\Delta \Phi^2}{\Delta t^2} \cdot \Delta t}{5R} = \frac{\Delta \Phi^2}{5R \Delta t}$$

Черновики (2)

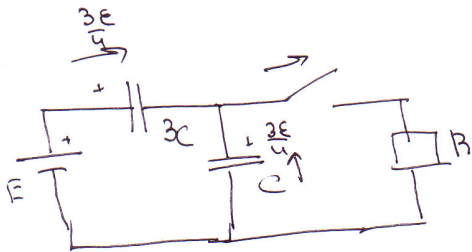
5.



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{0,12} - \frac{1}{0,48} = \frac{4}{0,48} - \frac{1}{0,48} = \frac{3}{0,48} = \frac{1}{0,16} \Rightarrow f = 16 \text{ см}$$

$$X = \frac{1}{f} \cdot 16 + 24 = 40 \text{ см}$$

3.



1: $\frac{3E}{4}$ 2: $\frac{3E}{4}$

$$V_1 + V_2 = E$$

$$\frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C} = E$$

$$q_1 = q_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{3}$$

$$V_1 = \frac{E}{4}, \quad V_2 = \frac{3E}{4}$$

$$\begin{array}{r} 16 \cdot 9 \\ \times 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \overline{) 6} \\ - 12 \\ \hline 15 \\ - 12 \\ \hline 3 \end{array}$$

1)

$$I = \frac{3E}{4R}$$

2)

$$\Delta q_1 = q_1' - q_1, \quad q_1 = \frac{3E \cdot C}{4}$$

$$q_1' = E \cdot C \Rightarrow \Delta q_1 = \frac{E \cdot C}{4}$$

$$\Delta q_2 = q_2' - q_2, \quad q_2 = \frac{3E \cdot C}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta q_2 = \frac{3E \cdot C}{4}$$

$$dE_1 = \frac{U_1'^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = \frac{q_1'^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} = \frac{E^2 C}{2} - \frac{9E^2 C}{8}$$

$$E_1' = \frac{E^2 C}{8}$$

$$E_2' =$$

$$\frac{q_1'^2}{2C} =$$

Упробер

(3)

$$3. \quad U_1 + U_2 = \mathcal{E}$$

$$q_1 = q_2 \Rightarrow U_1 = \frac{\mathcal{E}}{4} \quad U_2 = \frac{3\mathcal{E}}{4}$$

$$1) \quad I = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$$

$$2) \quad \Delta q_1 = q_1' - q_1 = 3\mathcal{E}C - \frac{3\mathcal{E}C}{4} = \frac{9\mathcal{E}C}{4}$$

$$\Delta q_2 = q_2' - q_2 = 0 - \frac{3\mathcal{E}C}{4} = -\frac{3\mathcal{E}C}{4}$$

$$\Delta q = \frac{6\mathcal{E}C}{4}$$

$$\Delta E_1 = E_1' - E_1 = \frac{9\mathcal{E}^2 C}{6} - \frac{9}{16} \frac{\mathcal{E}^2 C}{6} = \frac{45\mathcal{E}^2 C}{32}$$

$$\Delta E_2 = E_2' - E_2 = 0 - \frac{9}{16} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = -\frac{9}{32} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

$$\Delta E = \frac{36}{32} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{9}{8} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

$$A = \mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{6}{4} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

$$Q = A - \Delta E = \frac{6\mathcal{E}^2 C}{4} - \frac{9\mathcal{E}^2 C}{8} = \frac{3}{8} \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$