

Часть 1

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

Шифр: **21200866**

ID профиля: **161993**

Вариант 3

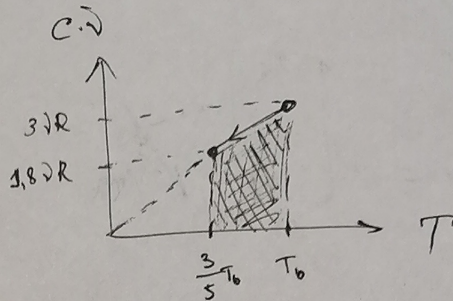
Черновик

Примеровая
мисл

$$C(T) = 3R \frac{T}{T_0}$$

$$C \cdot \dot{T}$$

$$C \cdot \dot{T} = 3 \cdot \dot{T} R \frac{T}{T_0}$$



$$S = (T_0 - \frac{3}{5}T_0) \left(\frac{3\dot{T}R + 1.8\dot{T}R}{2} \right) -$$

$$= \frac{2}{5}T_0 \cdot 2.4\dot{T}R = \frac{24}{25}T_0\dot{T}R$$

$$A = (3R \frac{T}{T_0}) \cdot \dot{T} \cdot T =$$

$$= \frac{3R\dot{T}}{T_0} \cdot T^2$$

↓

~~A_{min} = \dots~~

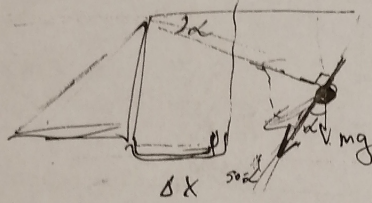
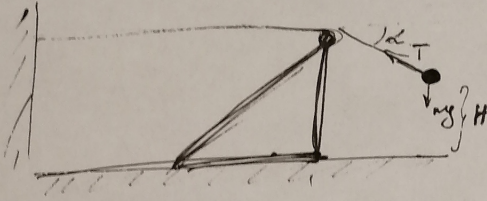
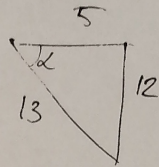
$$(\dots)' = \frac{3R\dot{T}}{T_0} \cdot 2T = 0$$

$$\downarrow \\ T = 0$$

Упружина

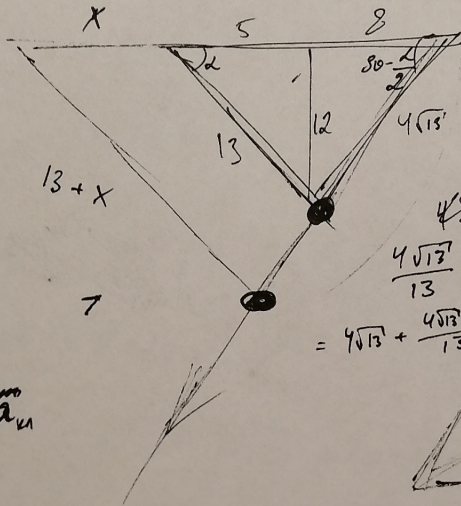
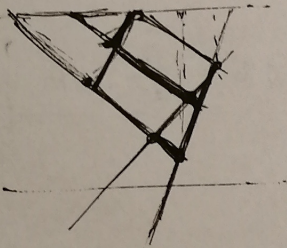
$$mgh = \frac{mv_{\max}^2}{2} + \frac{M \cdot v_{\max}^2}{2}$$

$$20mH = \frac{m \cdot a_{\text{cm}}^2 \cdot t^2}{184} + \frac{M \cdot a_{\text{cm}}^2 \cdot t^2}{184}$$



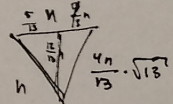
$$m(20H - a_{\text{cm}}^2 \cdot t^2) = M(a_{\text{cm}}^2 \cdot t^2)$$

$$\frac{m}{M} = \dots$$



1) $\tan \beta = 1.5$

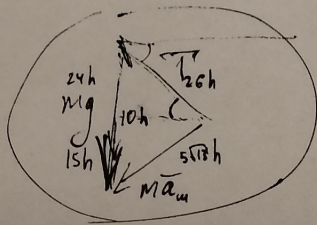
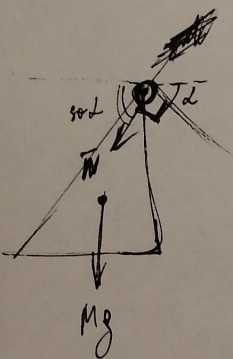
$$\frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot (13+x) = 4\sqrt{13} + \frac{4\sqrt{13} \cdot x}{13}$$



$$\sqrt{\frac{144+64}{169}} = \frac{20}{13} = \frac{h}{4\sqrt{13}}$$

$$h = \sqrt{13} \cdot \frac{4}{13}$$

$$\dots = M \ddot{a}_{\text{cm}}$$



$$4\sqrt{13} + \frac{a_{\text{cm}} \cdot t^2}{2} \Rightarrow 4+8=13$$

$$\Rightarrow \frac{a_{\text{cm}} \cdot t^2}{2} = \frac{4\sqrt{13} \cdot x}{13}$$

$$T = \frac{26}{39} mg = \frac{2}{3} mg$$

$$m a_{\text{cm}} = \frac{5\sqrt{13}}{39} mg$$

$$a_{\text{cm}} = \frac{5\sqrt{13}}{39} g$$

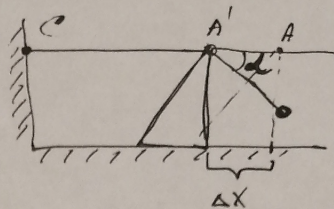
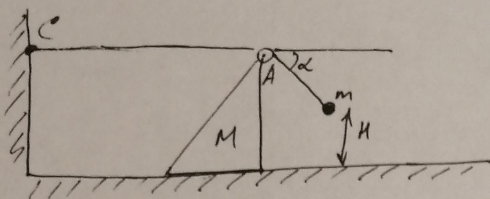
$$\frac{5\sqrt{13}}{2 \cdot 39} \cdot g \cdot t^2 = \frac{4\sqrt{13} \cdot x}{13}$$

2) $a_{\text{cm}} = \frac{5}{12} g$

$$\frac{5}{6} g t^2 = 4x$$

$$x = \frac{5}{24} g \cdot t^2 = \frac{(\frac{5}{12} g) \cdot t^2}{2}$$

Дано:



$\cos \alpha = \frac{5}{13}$

Трение нет

- Найти: 1) \angle (горизонт; $\vec{a}_{шара}$) = ?
 2) $a_{шара}$ = ?
 3) m_M = ?
 4) t_0 (шар на столе) = ?

Известно, что угол наклона нити к горизонту не меняется. Пусть тогда в какой-то момент нити сдвинулся относительно начального положения на Δx . На сколько же уменьшился «наклонный» участок веревки:

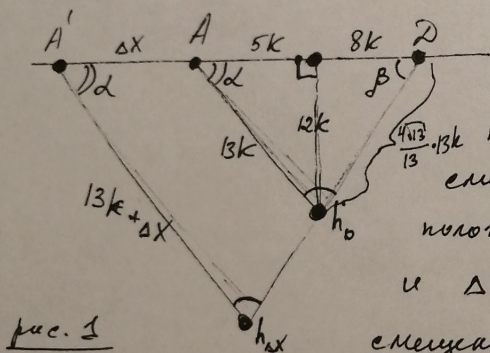


рис. 1

Тогда если изначально он был равен по длине $13k$ (k -кий действительный коэффициент), то стал $13k + \Delta x$. Если рассмотреть равнобедренный ΔADh_0 , где h_0 - изначальное положение шара, а $AD \parallel$ горизонту, $AD = 13k$, и $\Delta A'Dh_{\Delta x}$, где A' и $h_{\Delta x}$ - точки A и h_0 после смещения шара, то ясно, что они подобны (оба равнобедренные, т.к. $A'D = 13 + \Delta x = A'h_{\Delta x}$, и по условию неизменен угол α). Т.е. $h_{\Delta x} \in Dh_0$ вне зависимости от Δx .

Тогда множество всех $h_{\Delta x}$ - это траектория движения шарика. Раз он движется по прямой, то вдоль этой прямой направлено и его ускорение (иначе траектория бы отклонилась от прямой). Тогда

\angle (горизонт; $\vec{a}_{шара}$) = $\angle ADh_0 = \beta$. $\text{tg } \beta = \frac{\sqrt{13^2 k^2 - 5^2 k^2}}{13k - 5k} = \frac{12k}{8k} = 1,5$
 см. рис. 1

Рассмотрим треугольник сил для шарика (рис. 2). На него действуют сила натяжения нити и сила тяжести, которые в сумме дают $m\vec{a}_{шара}$ по II закону Ньютона.

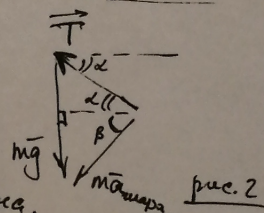


рис. 2

$$\rightarrow \frac{1}{3}H = \frac{5 \cdot g \cdot t_0^2}{2 \cdot 3g}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 13}{5g} \cdot H} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{26H}{50}} \quad (\text{если подставить } g = 10 \frac{m}{c^2}) \approx 0,72 \sqrt{H(c)}$$

Запишем ЗСЭ для системы «клин-шарик» и преобразуем:

$$m \cdot g \cdot H + \cancel{F_{\text{нот клин}}} + 0 + 0 = 0 + \cancel{F_{\text{нот клин}}} + \frac{m \cdot v_{\text{ш}}^2}{2} + \frac{M \cdot v_{\text{кл}}^2}{2}$$

$$m \left(g \cdot H - \frac{(a_{\text{шар}} \cdot t_0)^2}{2} \right) = M \cdot \frac{(a_{\text{клин}} \cdot t_0)^2}{2}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{(a_{\text{клин}} \cdot t_0)^2}{2gH - (a_{\text{шар}} \cdot t_0)^2} = \frac{\frac{25}{144} g^2 \cdot \frac{26 \cdot H}{5 \cdot g}}{2 \cdot g \cdot H - \frac{25 \cdot 13}{39^2} g^2 \cdot \frac{26H}{5g}} = \frac{\frac{25 \cdot 26}{144 \cdot 5} \cdot gH}{2gH - \frac{25 \cdot 13 \cdot 26}{39^2 \cdot 5} \cdot gH} =$$

$$= \frac{\frac{5 \cdot 26}{144}}{2 - \frac{5 \cdot 2}{g}} = \frac{5 \cdot 26 \cdot g}{144 \cdot 8} = \frac{65}{64}$$

Ответ: 1) \angle (горизонт; $\vec{a}_{\text{шар}}$) = $\arctg(4,5)$

2) $a_{\text{клин}} = \frac{5}{12}g$

3) $\frac{m}{M} = \frac{65}{64}$

4) t_0 (шар на столе) = $\sqrt{\frac{26 \cdot H}{5 \cdot g}} \approx 0,72 \cdot \sqrt{H}$ (с)

Числовика

Задача 2

Дано:

μ_e

ν, T_0

$$c(T) = 3R \frac{T}{T_0}$$

Найти:

1) $Q_3 = ?$

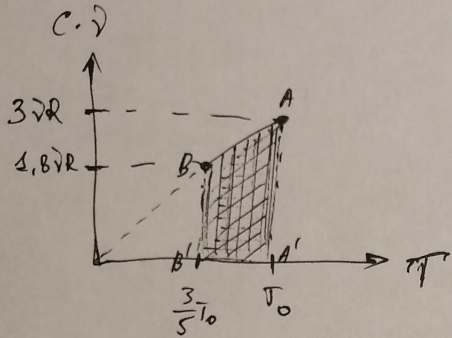
(при $T_0 \rightarrow \frac{3}{5}T_0$)

2) $A_{\min} \Rightarrow (T_0 \rightarrow ?)$

3) $A_{\min} = ?$

Физика,
11 класс

мет 4



Начертить зависимость

$$c(T) = ?$$

$$Q_3 = \left[\text{площадь под графиком } ABB'A' \right] =$$

$$= \left(T_0 - \frac{3}{5}T_0 \right) \left(\frac{3\nu R + 1.8\nu R}{2} \right) = \frac{2}{5}T_0 \cdot 2.4\nu R =$$

$$= \underline{\underline{\frac{24}{25} T_0 \nu R}}$$

Чистовик } Тогда если $10h$ - высота в этом

Задача 1 } треугольнике (к стороне $13h$), то

из известных соотношений для углов имеем, что

$$T = \frac{10h}{\cos \alpha} = \frac{10h \cdot 13}{5} = 26h, \quad m_{\text{шар}} = \sqrt{(10h)^2 + (15h)^2} = 5\sqrt{13}h, \quad mg =$$

$$= 10h \cdot \frac{12}{5} + 10h \cdot 1,5 = 24h + 15h = 39h.$$

Отсюда $a_{\text{шар}} = \frac{5\sqrt{13}h}{m} = \frac{5\sqrt{13}h}{39h} \cdot g = \frac{5\sqrt{13}}{39}g$.

Тогда снова вернемся к треугольнику с рис. 1.

$$h_{\Delta X} - h_0 = \frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot (13h + \Delta X) - \frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot 13h = \frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot \Delta X \quad \text{с другой стороны}$$

$$h_{\Delta X} - h_0 = \frac{a_{\text{шар}} \cdot t^2}{2} = \frac{5\sqrt{13}}{2 \cdot 39} g t^2. \quad \text{Тогда}$$

$$\frac{4\sqrt{13}}{13} \cdot \Delta X = \frac{5\sqrt{13}}{2 \cdot 39} g t^2$$

$$\Delta X = \frac{5}{24} g t^2$$

Но ΔX , если посмотреть на это с ~~другой~~ другой стороны, - это смещение клина,

$$\Delta X = \frac{a_{\text{клин}} \cdot t^2}{2} \quad (\text{исходная скорость } = 0 \text{ и исходная точка - точка отсчета})$$

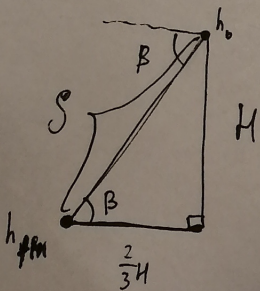
$$\frac{5}{24} g t^2 = \frac{a_{\text{клин}} \cdot t^2}{2}$$

$$a_{\text{клин}} = \frac{5}{12} g$$

Раз шарик движется под углом β к горизонту, то до стола он пройдет длину гипотенузы прямоугольного треугольника с углом β и противолежащим ему катетом H .

$$S = \sqrt{H^2 + \left(\frac{H}{\tan \beta}\right)^2} = \sqrt{H^2 + \frac{4}{9}H^2} = \frac{\sqrt{13}}{3}H. \quad \text{Зная } a_{\text{шар}}, \text{ можно}$$

найти время для прохождения расстояния: $\frac{\sqrt{13}}{3}H = \frac{5\sqrt{13}}{39}g \cdot \frac{t_0^2}{2} \rightarrow$



Часть 2

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

Шифр: **21200866**

ID профиля: **161993**

Вариант 3

Упробек

$$\Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{up}} = B \cdot v \cdot q \cdot \sin \alpha$$

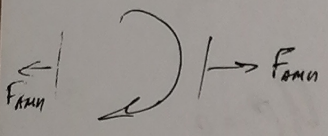
$$F_{\text{am}} = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

~~Радиус~~

$$2m \cdot a = B \cdot I \cdot L$$

$$a = \frac{B \cdot L}{2m} \cdot I$$

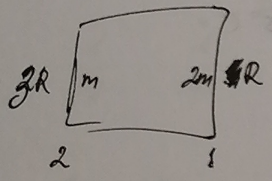
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$



$$\frac{\mathcal{E}}{4R} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t \cdot 4R} =$$

$$= - \frac{B \cdot v \cdot L \cdot \Delta t}{\Delta t \cdot 4R} =$$

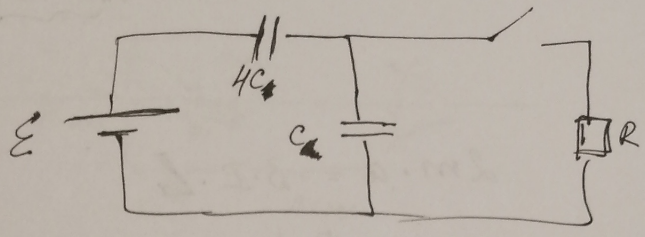
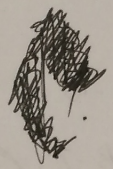
$$= - \frac{B \cdot v \cdot L}{4R}$$



Радиус = 4R

$$a = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot v}{4R}$$

Черновик



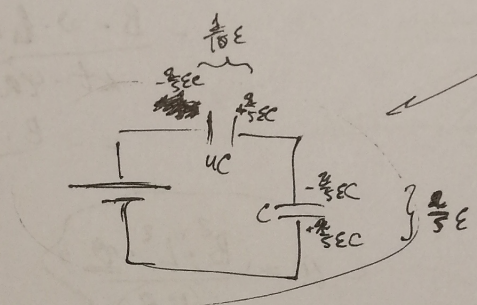
$q = CV$

$\frac{CV^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$

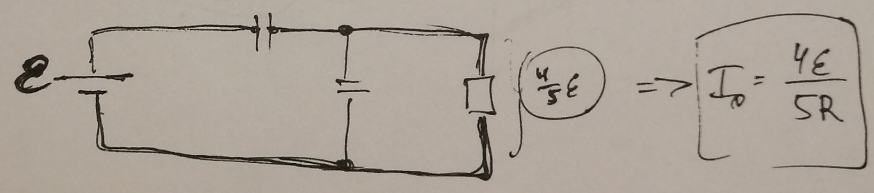
$\frac{1}{4C} + \frac{1}{C} = \frac{5}{4C} = \frac{1}{\frac{4}{5}C}$

$UC = q$

$q = \epsilon \cdot \frac{4}{5}C = \frac{4}{5}\epsilon C$

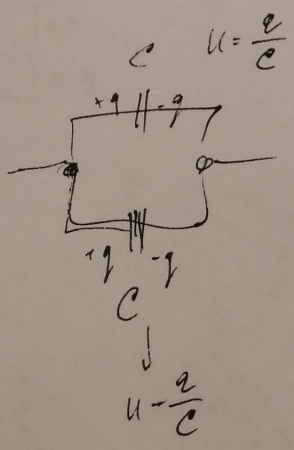


$\epsilon = I \cdot R$
 $U = \frac{I \cdot \Delta t}{C}$



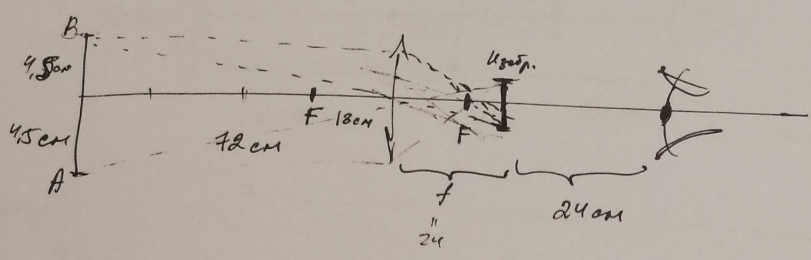
$\epsilon = \frac{I \cdot \Delta t}{C}$

$Q = \left(\frac{q_1^2}{8C} + \frac{q_2^2}{2C} \right) - \left(\frac{(q_1')^2}{8C} + \frac{(q_2')^2}{2C} \right)$



$2C$
 $U = \frac{\epsilon}{2C}$

Черновик



18

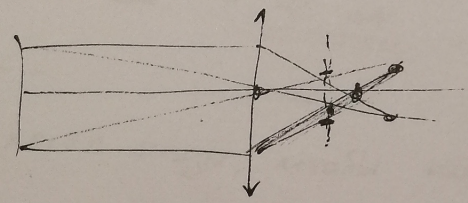
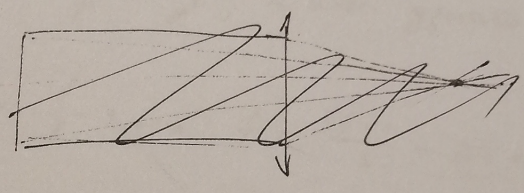
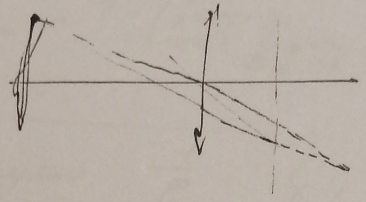
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{18} = \frac{1}{72} + \frac{1}{f}$$

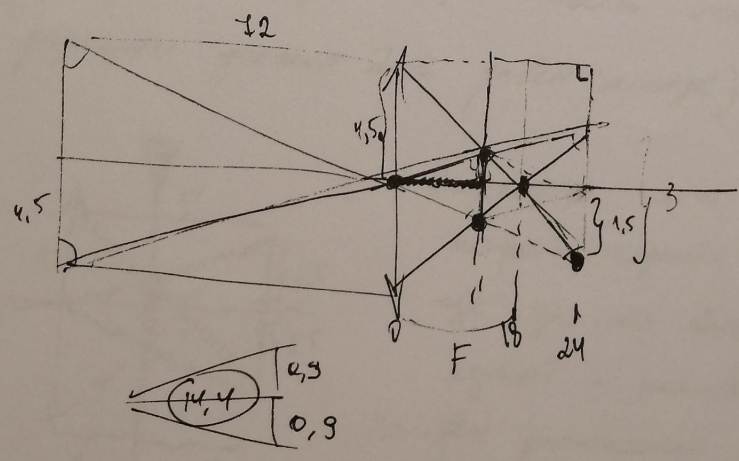
$$\frac{1}{18} = \frac{0,25}{18} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{0,75}{18} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{18}{0,75} = 24$$



- 1) $x = 48 \text{ cm}$
- 2) $9 \text{ cm} ?$
- 3) $14,4$



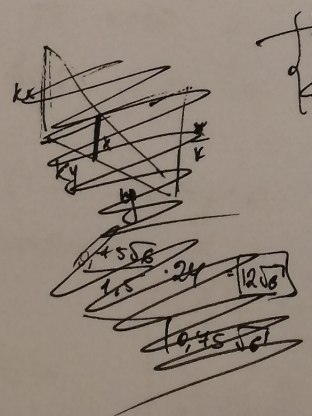
$$24 \cdot 3 = 72$$

~~14,4~~

$$\begin{cases} \frac{x}{4,5} = \frac{m}{n+m} = \frac{m}{24} \\ \frac{x}{3} = \frac{n}{n+m} = \frac{n}{24} \\ n+m = 24 \end{cases}$$

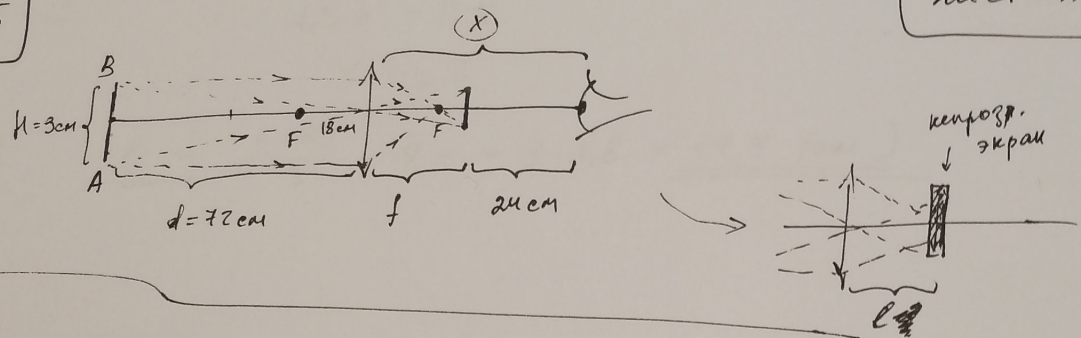
~~$$\frac{x}{3} + \frac{x}{4,5} = 1$$~~

$$\begin{aligned} 4,5x + 3x &= 13,5 \\ 7,5x &= 13,5 \\ x &= 1,8 \end{aligned}$$



~~$$\frac{x}{k} = 4,5$$~~
~~$$\frac{x}{k} = 3$$~~
~~$$x^2 = 3 \cdot 4,5 = 3 \cdot 3 \cdot 1,5$$~~
~~$$x = \sqrt{27} = 3 \sqrt{3} = 4,5 \sqrt{6}$$~~

Дано:



Найти:

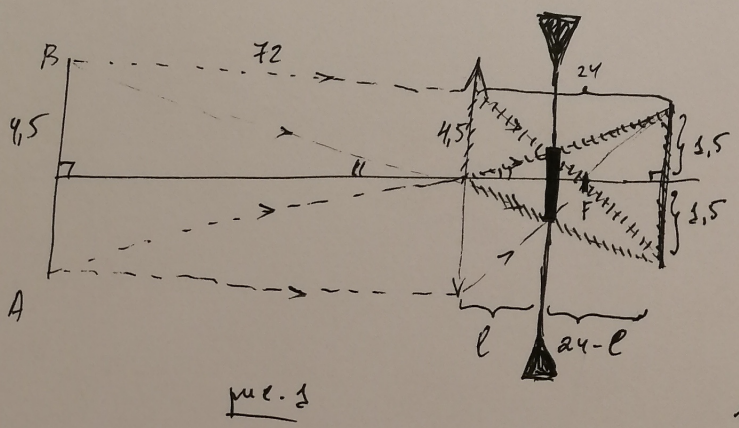
- 1) $x = ?$
- 2) $D_m = ?$ (мин диаметр, чтобы видеть весь АВ)
- 3) $l = ?$ (кач изобразилась)

Воспользуемся формулой $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, чтобы узнать f :

$$\frac{1}{18\text{см}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{72\text{см}} \Rightarrow \frac{3}{72\text{см}} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{72\text{см}}{3} = 24\text{см}$$

Тогда $x = f + 24\text{см} = 24\text{см} + 24\text{см} = 48\text{см}$

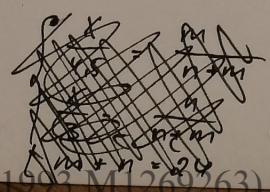
Посмотрим на ход лучей после линзы, чтобы понять, где поставить непрозрачный экран (до линзы ставить не бесполезно, т.к. тогда он по размерам должен быть равен линзе).



Выделяется место, обозначенное ширкой черной линией на рис. 1, где диаметр общего потока лучей - наименьший.

Каждым расстоянием l от линзы до него и поставим экран там, ведь тогда он перекроет всё световое пятно

Из треугольников, помеченных отрезка - x , то



(т.к. перекроет всё пятно).

итриховкой, видно, что l диаметр широкого

$$\begin{cases} \frac{x}{4.5} = \frac{24-l}{24} \\ \frac{x}{3} = \frac{l}{24} \end{cases} \Rightarrow \frac{x}{4.5} + \frac{x}{3} = 1 \Rightarrow$$

Числовик
Задача 5

$$\begin{aligned} \Rightarrow 3x + 4,5x &= 13,5 \\ 7,5x &= 13,5 \\ x &= 1,8 \end{aligned}$$

Физика, 11 класс
лист №2

Тогда $\underline{l} = \frac{x \cdot 24}{3} = 8x = 8 \cdot 1,8 = \underline{14,4 \text{ (см)}}$

Ответ: 1) $x = 48 \text{ см}$

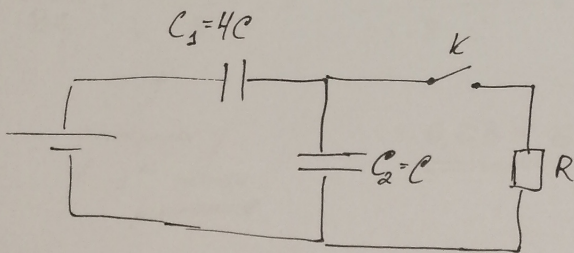
2) —

3) $l = 14,4 \text{ см}$

[справа от линзы
на расстоянии
14,4 см]

Числовик
Задача 3

Дано:



1) $I_1 = ?$

(ток через R после замыкания K)

2) $Q = ?$

(теплоты выделится после замыкания K)

3) $U_0 = ?$

(на R после замыкания K, когда через $C_1 - I_0$)

До замыкания K можно рассматривать исключительно контур с конденсаторами. ~~В цепи C_1 и C_2 заряды q_1 и q_2 равны, так как они соединены последовательно, $q_1 = q_2$ и $U_1 + U_2 = U_{общ} = \varepsilon \Rightarrow \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow \frac{5q}{4C} = \varepsilon \Rightarrow q = \frac{4\varepsilon C}{5}$~~

Т.к. они соединены последовательно, $q_1 = q_2$ и $U_1 + U_2 = U_{общ} = \varepsilon$

$$\varepsilon \Rightarrow \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \varepsilon \Rightarrow \frac{5q}{4C} = \varepsilon \Rightarrow q = \frac{4\varepsilon C}{5} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = \frac{\varepsilon}{5} \\ U_2 = \frac{4\varepsilon}{5} \end{cases}$$

Тогда после замыкания K, напряжения уже не будут изменяться, и $U_R = U_2 = \frac{4\varepsilon}{5}$ (параллельное соединение) $\Rightarrow I_1 = \frac{U_R}{R} = \frac{4\varepsilon}{5R}$

$$I_1 = \frac{U_R}{R} = \frac{4\varepsilon}{5R}$$

После замыкания K заряд постепенно перераспределится так, что он весь окажется на C_1 , а заряд на C_2 будет равен 0.

(Иначе на резисторе есть напряжение \Rightarrow течет ток, который как раз и перераспределит заряды).

$$Q = \left(\frac{q^2}{8C} + \frac{q^2}{2C} \right) - \left(\frac{(2q)^2}{8C} + \frac{0}{2C} \right) = \frac{5q^2}{8C} - \frac{4q^2}{8C} = \frac{q^2}{8C}$$

↑
исходная энергия конденсаторов

↑
конечная энергия конденсаторов

$$\left. \begin{array}{l} \text{Числовик} \\ \text{Задача 3} \end{array} \right\} = \frac{1}{8c} \cdot \left(\frac{4\epsilon c}{5} \right)^2 = \frac{16 \cdot \epsilon^2 \cdot c^2}{25 \cdot 8 \cdot c} =$$

$$\begin{array}{l} \uparrow \\ \text{Насколько } q \\ \text{в 1-ой части} \\ \text{решения} \end{array} = \underline{\underline{0,08 \cdot \epsilon^2 \cdot c}}$$

Если ток через C_1 равен I_0 , то $\frac{dq}{dt} = I_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow dt \cdot I_0 = dq. \text{ Тогда } U_{\text{конд}} = \frac{q}{C} = \frac{dt \cdot I_0}{C}. \text{ (на конденсаторе).}$$

$$\text{На резисторе } U_0 = \epsilon - U_{\text{конд}} = \epsilon - \frac{I_0 \cdot dt}{C}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_1 = \frac{4\epsilon}{5R}$$

$$2) Q = 0,08 \cdot \epsilon^2 \cdot c$$

$$3) U_0 = \epsilon - \frac{I_0 \cdot dt}{C}$$