

Часть 1

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

Шифр: **21203152**

ID профиля: **377474**

Вариант 2

N2

Чистовик. страница

①

V мал
T₀

$$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$$

R

$$Q = C V \Delta T$$

$$dQ = C(T) \cdot V \cdot dT$$

$$dQ = \frac{5}{2} R \cdot \frac{V}{T_0} \cdot T \cdot dT$$

$$Q = \frac{5}{2} \frac{R V}{T_0} \int_{T_0}^{T_1} T dT = \frac{5}{2} \frac{R V}{T_0} \left(\frac{T_1^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} (T_1^2 - T_0^2).$$

$$1) T_1 = \frac{1}{2} T_0 : Q' = \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} \left(\frac{1}{4} T_0^2 - T_0^2 \right) =$$

$$= \frac{5}{4} R V T_0 \cdot \frac{1-4}{4} = -\frac{15}{16} R V T_0,$$

тогда газ отдаст $Q_1 = |Q'| = \frac{15}{16} R V T_0$.

2) I начало термодинамики: $\Delta Q = A + \Delta U$;

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R (T_1 - T_0) \quad (i=3, \text{ т.к. } \text{земий} - \text{одноатомный газ})$$

$$\Delta Q = A + \frac{3}{2} V R (T_1 - T_0) = \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} (T_1^2 - T_0^2)$$

$$\Leftrightarrow A = \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} T_1^2 - \frac{5}{4} R V T_0 - \frac{3}{2} V R T_1 + \frac{3}{2} V R T_0$$

Найдем производную:

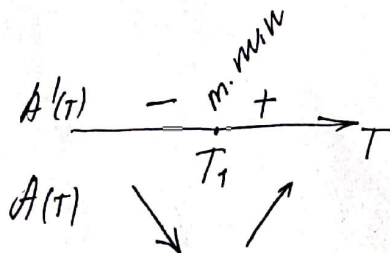
$$A' = \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} \cdot 2 T_1 - \frac{3}{2} V R, \text{ нули производной:}$$

(ищем точки экстремума)

$$\frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} \cdot 2 T_1 - \frac{3}{2} V R = 0$$

$$\frac{5}{2} \frac{R V}{T_0} \cdot T_1 = \frac{3}{2} V R$$

$$T_1 = \frac{3}{5} T_0$$



\Rightarrow при $T_1 = \frac{3}{5} T_0$ газ совершает минимальную работу:

$$3) A_{\min} = A(T_1) = \frac{5}{4} \frac{R V}{T_0} \left(\frac{9}{25} T_0^2 - T_0^2 \right) - \frac{3}{2} V R \left(\frac{3}{5} - 1 \right) T_0 \ominus$$

(см. продолжение на след. стр.)

21203152 (U377474 M1269728)

(продолжение №2):

$$\Leftrightarrow \frac{5}{4} R \sqrt{T_0} \frac{9-25}{25} - \frac{3}{2} \sqrt{RT_0} \frac{3-5}{5} = \frac{3}{5} \sqrt{RT_0} - \frac{16 \cdot 5}{25 \cdot 4} \sqrt{RT_0} = -\frac{1}{5} \cdot \sqrt{RT_0}$$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15}{16} \sqrt{RT_0}$;

2) $\frac{3}{5} T_0$;

3) $-\frac{1}{5} \cdot \sqrt{RT_0}$

✗

N1.

Чистовик. страница (3)

~~Угол наклона нити к горизонту не меняется:~~

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

Пусть клин ~~стало~~ совинуться на x влево по горизонтали.

Найдем горизонтальное и вертикальное смещение при этом шара (переместился из m . K в m . K' на рисунке)

Пусть $KA = 5l$; $AB = AK \cdot \cos \alpha = 5l \cdot \frac{4}{5} = 4l$

$$A_1K' = AK + x = 5l + x$$

$$A_1B_1 = A_1K' \cdot \cos \alpha$$

$$A_1B_1 = (x + 5l) \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{5}x + 4l$$

$$BB_1 = A_1B - A_1B_1 = x + 4l - \frac{4}{5}x - 4l = \frac{1}{5}x - \text{смещение шара по горизонтали.}$$

$$B_1K' = A_1K' \cdot \sin \alpha = (5l + x) \cdot \frac{3}{5} = 3l + \frac{3}{5}x$$

$$BK = AK \cdot \sin \alpha = 5l \cdot \frac{3}{5} = 3l$$

$$B_1K' - BK = 3l + \frac{3}{5}x - 3l = \frac{3}{5}x - \text{смещение шара по вертикали}$$

(перемещение)
Смещение шара ~~на~~ направлено вдоль прямой KK'

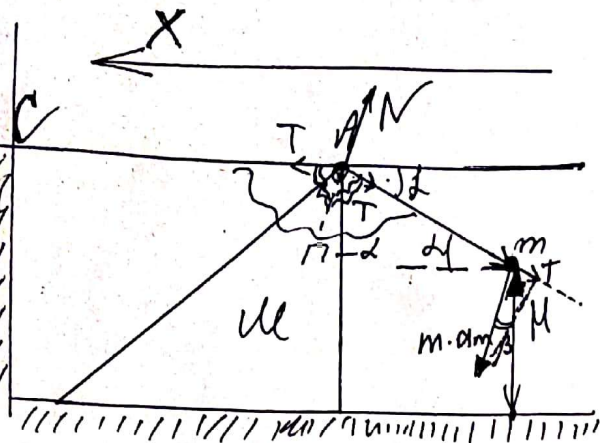
\Rightarrow ускорение шара тоже направлено вдоль этой прямой (прямолинейное движение шара в $КСО$). Т.е. ускорение шара направлено к вертикали под углом β :

$$\tan \beta = \frac{BB_1}{B_1K' - BK} = \frac{\frac{1}{5}x}{\frac{3}{5}x} = \frac{1}{3}, \quad \beta = \arctan \frac{1}{3}$$

(продолжение задачи №1):

Цистовск. страница 4

Пусть масса шара m , масса клина M .



смещение вдоль оси x

Клина и шара:
(x_M) (x_m)

$$x_M = 5x_m$$

$$a = \ddot{x}$$

$$\Rightarrow a_M = 5a_m$$

2 закон Ньютона на OX : $M a_M = N_x$, где N_x - горизонтальная проекция силы N , действующей на клин в A со стороны нити с шаром.

Нить лёгкая, нерастяжимая и везде натянута

$$\begin{aligned} \text{с силой } T &= m a_m \cdot \cos\left(\pi - \alpha - \left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)\right) = \\ &= m a_m \cdot \cos(\pi - \alpha + \beta) \end{aligned}$$

$$\text{в м.А: } N = 2T \cdot \cos \frac{\pi - \alpha}{2} = 2 \cos \frac{\pi - \alpha}{2} \cdot m a_m \cdot \cos(\pi - \alpha + \beta)$$

$$N_x = N \cdot \cos \frac{\pi - \alpha}{2}$$

$$\Rightarrow M \cdot 5a_m = N \cdot \cos \frac{\pi - \alpha}{2} = \cos^2\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) \cdot 2 m a_m \cdot \cos(\pi - \alpha + \beta)$$

$$\frac{M}{m} = \frac{5}{\cos^2\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) \cdot 2 \cdot \cos(\pi - \alpha + \beta)}$$

(Продолж.-е задачи n1):

Чистовик . страница

(5)

Работает

$$a_m = g \cdot \cos \beta$$

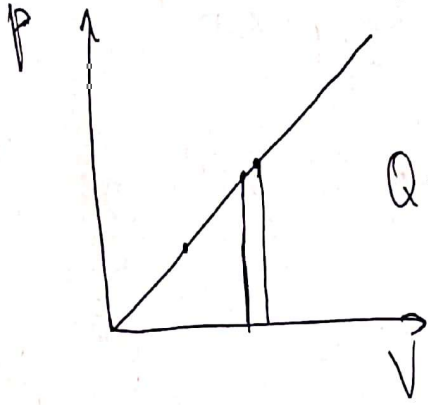
AM

Отвечая: 1) β ; $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{3}$ ($\beta = \operatorname{arctg} \frac{1}{3}$)

2) $a_m = 5g \cdot \cos \beta$

3) $\frac{m}{M} = \frac{5}{2 \cdot \cos^2(\frac{\pi - \alpha}{2}) \cdot \cos(\pi - \alpha + \beta)}$, $\beta = \operatorname{arctg} \frac{1}{3}$

Урновик (1)



$$Q = \int p dV + \frac{3}{2} \int p dV = C_V + 2VdV$$

~~U = W~~

$$\frac{p}{V} = \alpha \quad pV^\gamma = \text{const}$$

$$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T_2}{T_0}$$

$$\int T dT = \frac{T^2}{2}$$

$$-Q = \frac{C - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R} \cdot \frac{5}{2}R$$

$$-Q + \frac{5}{2}R = C - \frac{5}{2}R$$

~~Q₁ = Q₂~~

$$dQ = C(T) \cdot dT = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} dT$$

$$Q = \frac{5}{2} R \frac{T_2^2}{2 T_0} = \frac{5}{4} R \frac{T_2^2}{T_0} (T_2 - T_1)$$

$$Q = \frac{5}{4} R \frac{T_2^2}{T_0} \left(\frac{1}{2} T_2^2 - T_1^2 \right) = - \frac{5}{8} R \frac{T_2^2}{T_0}$$

$$Q_1 = |Q| = \frac{5}{8} R T_2^2$$

$$\frac{5}{8} R T_2^2$$

2) T_1 ?

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$\delta A = p dV$$

Черновик 2.

$$Q = cV \Delta T + A = \frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} (T_1^2 - T_0^2)$$

$$\frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} < \frac{3}{2}$$

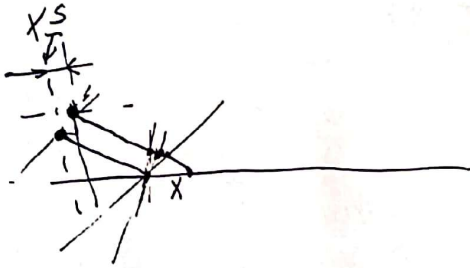
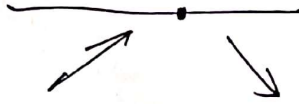
$$A = \frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} (T_1^2 - T_0^2) - \frac{3}{2} RV (T_1 - T_0)$$

$$\frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} < \frac{3}{2}$$

$$A' = \frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} \cdot 2T_1 - \frac{3}{2} RV = 0$$

$$\frac{5}{2} \frac{RV}{T_0} T_1 = \frac{3}{2} RV$$

$$T_1 = \frac{3T_0}{5}$$



$$x \frac{s}{h} = h - \gamma h$$

$$x \frac{s}{h} =$$

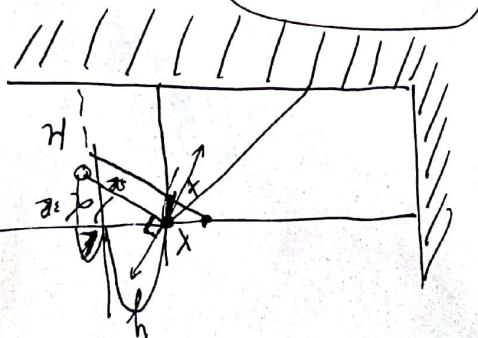
$$= \frac{s}{h} - \gamma h + \gamma h = h - \gamma h$$

$$\frac{s}{h} = \frac{\gamma s + x}{h + x}$$

$$\frac{s}{h} = \frac{\gamma s + x}{h + x}$$

$$\frac{1}{2} T_0$$

$$A' = \frac{5}{4} \frac{RV}{T_0} T_0 - \frac{3}{2} RV = \frac{5}{4} RV - \frac{3}{2} RV < 0$$

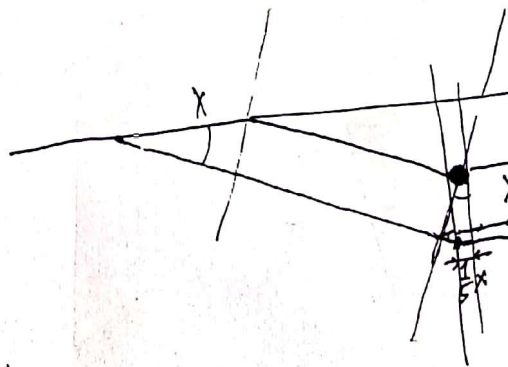
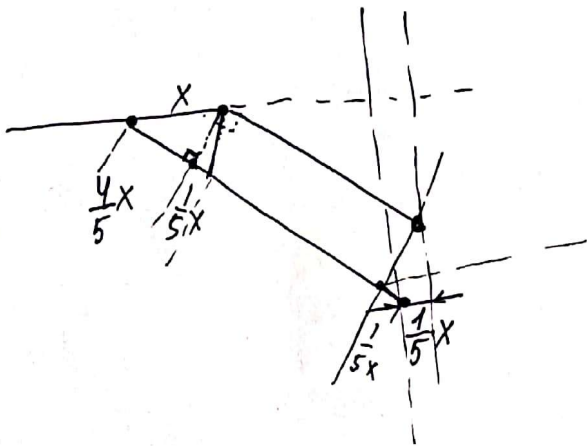
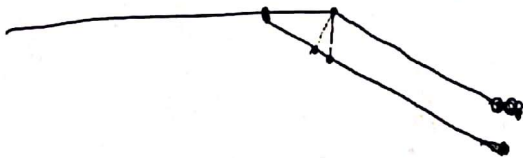
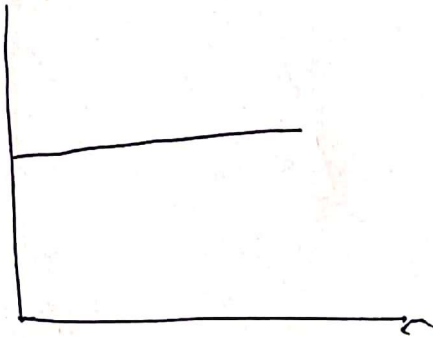


21203152 (U377474 M1269728)

$\frac{5}{4} RV T_0 - \frac{3}{2} RV T_0 = -\frac{1}{5} RV T_0$

$\frac{5}{4} RV T_0 - \frac{3}{2} RV T_0 = -\frac{1}{5} RV T_0$

Черновик (3)



$$\Delta h = \left(\frac{12}{25} + \frac{3}{25} \right) X = \frac{15}{25} X = \left(\frac{3}{5} X \right)$$

$$\tan \varphi = \frac{\frac{1}{5} X}{\frac{3}{5} X} = \left(\frac{1}{3} \right)$$

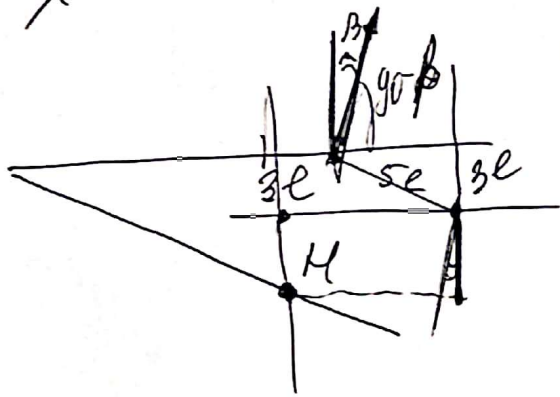
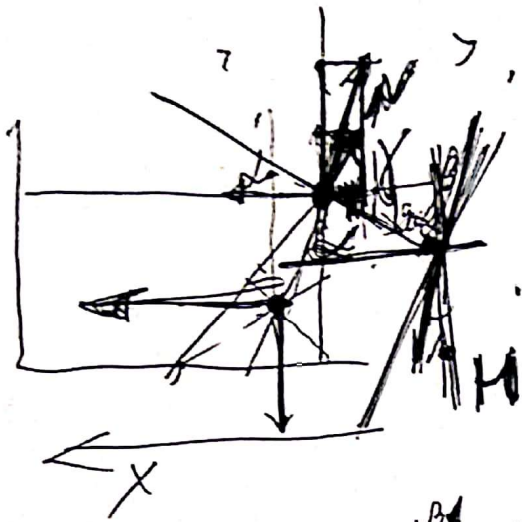
Угловик (4) ...

$$X_m = \frac{1}{3} X_{uu}$$

ЗСЭ: $mg \Delta H =$

$a_m = ?$

$$f = am$$

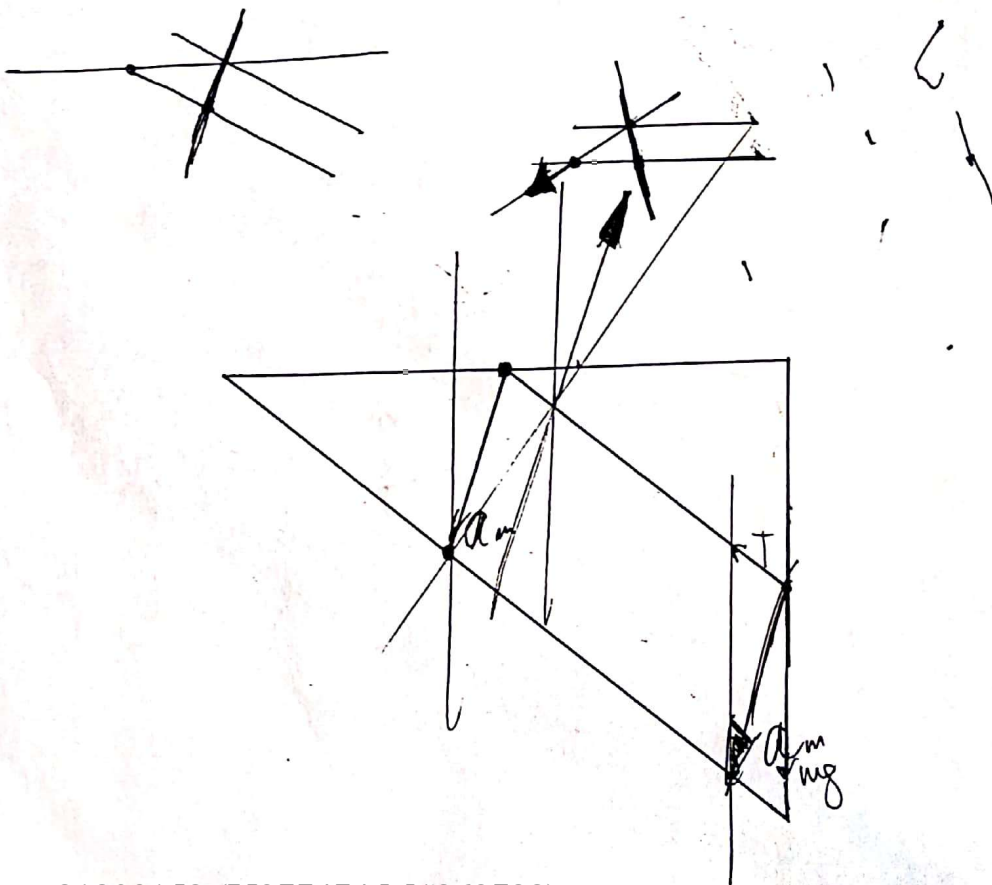


$$f_{sp} = \frac{N_r}{mg} \Rightarrow N_r = mg \cdot f_{sp}$$

$$Ma_H = N_r$$

$$Ma \quad a_m \cdot \cos \alpha =$$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$



Часть 2

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

Шифр: **21203152**

ID профиля: **377474**

Вариант 2

Чистовик. страница (1).

N5.

- $F = 12 \text{ см}$
- $M = 9 \text{ см}$
- $d = 48 \text{ см}$
- $\Delta x = 24 \text{ см}$

1) по формуле тонкой линзы:

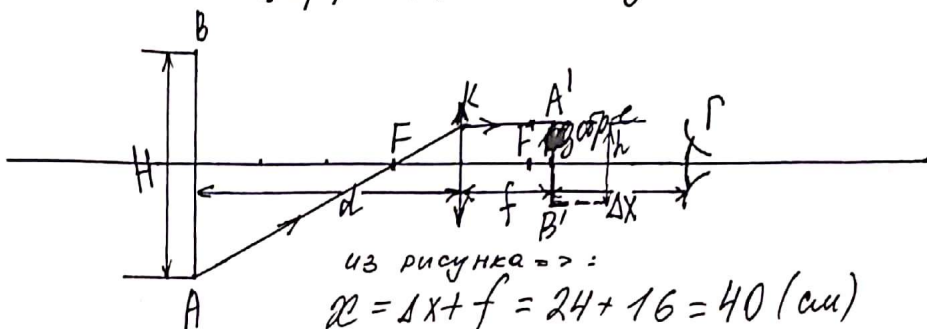
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{F \cdot d}{d - F};$$

$$f = \frac{12 \cdot 48}{48 - 12} = \frac{12 \cdot 4}{1 \cdot 3} = 16 \text{ (см)} -$$

расстояние, на котором

находится действительное изображение
цифры «8» от линзы:

- 1) x - ?
- 2) A_m - ?
- 3) Γ - ?



из рисунка \Rightarrow :

$$x = \Delta x + f = 24 + 16 = 40 \text{ (см)}$$

рис. 1.

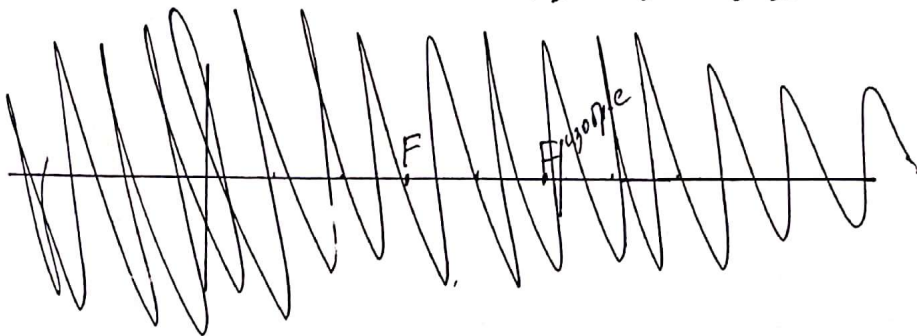
- расстояние от глаза
до линзы.

увеличение линзы равно ~~...~~

$$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{d} \Rightarrow h = H \frac{f}{d} = 9 \cdot \frac{16}{48} = 3 \text{ (см)} -$$

высота изображения
(диаметр)

~~... диаметр ...
... ходит ...
... параллельно главной оптической оси ...~~



(продолжение №5):

Цистовик. страница ②

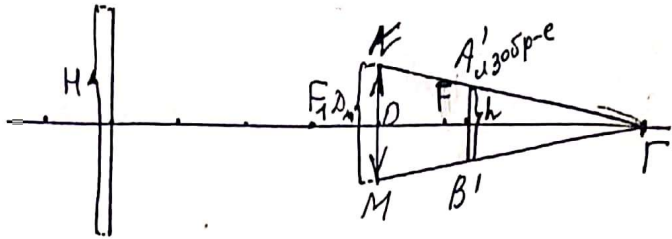


рис. 2

2) минимальный диаметр D_m линзы, при котором наблюдатель увидит целиком всё изобр-е циферблата зависит от положения человека относительно зеркала:

Имеем подобные треугольники: $\triangle KMG \sim \triangle A'B'G$

$$\Rightarrow \frac{D_m}{h} = \frac{\Delta x + f}{\Delta x} = \frac{2}{1} = \frac{40}{24} \Rightarrow \frac{D_m}{h} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow D_m = h \cdot \frac{2}{1} = 3 \cdot \frac{40}{24} = 5 \text{ (см)}$$

3) экран надо поставить в передней фокусе линзы F_1 (рис. 2) (между циферблатом

и линзой. Он непрозрачный

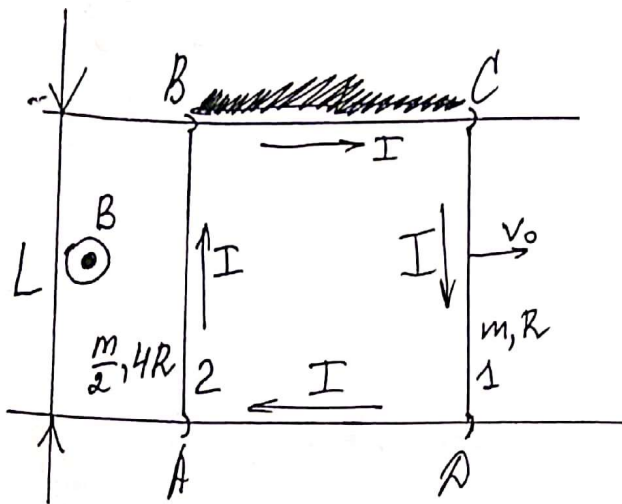
\Rightarrow будет перекрывать лучи, идущие от циферблата и сам не будет виден, т.к. стоит в фокусе.

Ответ: 1) 40 см

2) 5 см

3) в фокусе линзы между циферблатом и линзой, на расстоянии $F = 12$ см от линзы.

N4.



Перемычке 1

придали скорость v_0
 \Rightarrow за dt площадь ~~рама~~
 рамки начала увеличиваться
 \Rightarrow на $dS = v_0 \cdot dt \cdot L$

\Rightarrow магнитный поток
 через рамку ABCD
 стал увеличиваться и \Rightarrow

в рамке возникла ЭДС
 индукции $\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} =$

$$= - \frac{dB \cdot dS}{dt} = - \frac{B \cdot v_0 \cdot dt \cdot L}{dt} = - B v_0 L,$$

знак минус - т.к. \mathcal{E}_i противодействует изменению магнитного
 потока \Rightarrow в рамке ABCD создастся ток I по часовой стрелке.

Запишем 2 закон Кирхгофа для контура ABCDA:

$$4R \cdot I + RI = |\mathcal{E}_i|$$

$$5R \cdot I = B \cdot v_0 \cdot L$$

$$I = \frac{B v_0 L}{5R} \quad \text{- ток через контур в начальный момент.}$$

Тогда на перемычку 2 со стороны внешнего магнитного
 поля действует сила Ампера вправо (по правилу левой руки)

2 Закон Ньютона:
 (для перемычки 2)

$$\frac{m}{2} \cdot a_{20} = BIL$$

$$\Rightarrow a_{20} = \frac{2BIL}{m} = \frac{2BL \cdot B v_0 L}{m \cdot 5R} = \frac{2}{5} \cdot \frac{B^2 L^2 v_0}{m \cdot R}$$

- ускорение перемычки 2 в начальный
 момент

2 Закон Ньютона:

$$m \cdot a_{10} = BIL$$

(для перемычки 1)

$$\Rightarrow a_{10} = \frac{BIL}{m} = \frac{1}{5} \cdot \frac{B^2 L^2 v_0}{m \cdot R} = \frac{1}{2} \cdot a_{20}$$

- ускорение перемычки 1 в начальный
 момент.

(продолжение №4):

Чистовик. страница 4

Через продолжительный промежуток времени, то есть в установившемся режиме, скорости ~~по~~ перемычек сравняются. Они станут двигаться с одинаковыми скоростями, равными v_1 .

Относительное ускорение перемычек равно $a_2 - a_1 = a_{отн}$, где a_2 - ускорение второй перемычки, a_1 - первой.

В начальный момент времени $a_{отн}$ равно: $a_{отн0} = a_{20} - a_{10} = a_{10} = \frac{1}{5} \frac{B^2 L^2 V_0}{mR}$.

В установившемся режиме $a_{отн} = 0$.

$$a_{отн} = a_2 - a_1 = \left(\frac{2}{m} - \frac{1}{m} \right) \cdot BL \cdot I(t) = \frac{1}{m} \cdot B \cdot L \cdot \frac{\mathcal{E}_i(t)}{5R} = \frac{BL}{5mR} \cdot \frac{dS}{dt}$$

может стать равной нулю, только когда $\frac{dS}{dt} = 0$ - площадь рамки (и расстояние между ними) перестало изменяться.

Скорость перемычки 1 вначале V_0 ,

перемычку 2 $\Phi = 0$.

$$V \cdot \frac{3m}{2} = \frac{m}{2} \cdot 0 + m \cdot V_0$$

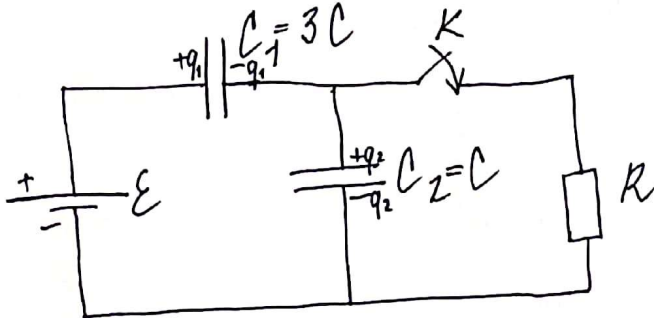
$$V = \frac{2}{3} V_0$$

Ответ: 1) $\frac{2}{5} \frac{B^2 L^2 V_0}{mR}$

2) $\frac{2}{3} V_0$

21203152 (U57/475/M269729)

N3.



1) режим установився
 \Rightarrow конденсаторы зарядились до зарядов q_{10} и q_{20} ;
 до ~~продвижения~~ замыкания ключа конденсаторы соединены последовательно
 $\Rightarrow q_{10} = q_{20} = q_0$.

Их можно заменить эквивалентным конденсатором C_0 :

$$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3C \cdot C}{3C + C} = \frac{3}{4} C$$

$$\Rightarrow q_0 = C_0 \cdot \varepsilon = \frac{3}{4} C \cdot \varepsilon$$

Сразу после замыкания ключа ~~идет~~ весь ток от источника пойдет на резистор, т.к.

конденсаторы заряжены \Rightarrow сопротивление $C_2 \rightarrow \infty$.

тогда ток через резистор сразу после замыкания ключа равен $I_R = \frac{\varepsilon}{R}$.

2) Конденсаторы будут перезаряжаться.

ЗЭЭ: $A_{ст} = Q + \Delta W(\eta)$ $A_{ст} = \varepsilon \Delta q$ - работа источника

^{нашем} в установившемся режиме ток через резистор R течь не будет, т.к. конденсатор C_1 будет заряжен \Rightarrow падение на резисторе будет 0

21203152 (U377474 M1269729)

\Rightarrow на C_2 падение напряжения тоже будет 0 \Rightarrow

(Продолжение №3):

Штабелюк.

страница 6

\Rightarrow всё падение напряжения будет на C_1 :

$$E = U_{C_1} \quad (\text{2 закон Кирхгофа})$$

$$\Rightarrow \Delta W = \frac{U_{C_1}^2}{2} - \frac{C_2 \cdot E^2}{2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 3 C E^2}{2 \cdot 4} - \frac{3}{8} C E^2 = \frac{9}{8} C E^2$$

$$\Delta Q = q_1 - q_0, \quad q_1 = C_1 \cdot U_{C_1} = 3 C E$$

$$\Delta Q = \frac{4 \cdot 3 C E}{4} - \frac{3}{4} C E = \frac{9}{4} C E$$

$$(1): E \cdot \frac{9}{4} C E = Q + \frac{9}{8} C E^2$$

$$Q = \frac{9}{8} C E^2 - \text{выделится в цепи после замыкания ключа.}$$

3) когда через I_0 течёт ток I_0 :

C_2 и R соединены параллельно \Rightarrow напряжения на R и C_2 равны: $U_R = U_{C_2}$.

$$\text{2 закон Кирхгофа: } E = U_{C_1}' + U_R$$

$$I_0 = \frac{q_2' - q_2}{dt}$$

$$q = C U;$$

$$q_2 = U_R \cdot C$$

$$q_1 = U_{C_1}' \cdot C_1 = U_{C_1}' \cdot 3C$$

$$\text{1 закон Кирхгофа: } I_{C_1} = I_R + I_0 = \frac{q_1' - q_1}{dt}$$

$$\Rightarrow I_R = \frac{q_1 - q_2}{dt}$$

$$\Rightarrow E = \frac{q_1}{3C} + U_R$$

21203152 (U377474 MI219729)

(продолжение №3):

Установив.

Страница (7)

$$\Rightarrow \quad \cancel{E} = \frac{q_1}{3C} + \frac{q_R}{dt} \cdot R$$

$$E dt = \frac{I_R + I_0}{3C} + q_R \cdot R$$

~~Или~~ \perp

Ответ: 1) $\frac{E}{R}$

2) $\frac{9}{8} C E^2$

3)

~~Черновик (1)~~

Черновик (1)

N5.

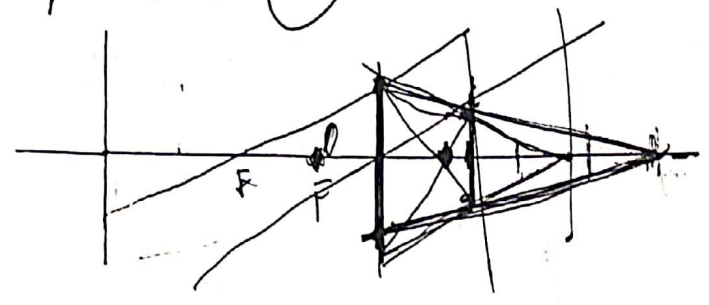
$F = 12 \text{ см}$

$H = 9 \text{ см}$

$d = 48 \text{ см} = 3F$

$\Delta x = 24 \text{ см}$

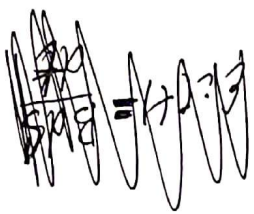
- 1) $x - ?$
- 2) $D_m - ?$
- 3) экран



1) по формуле тонкой линзы:

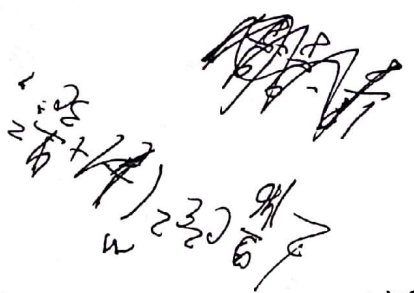
$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{12} - \frac{1}{48} = \frac{4-1}{48} = \frac{3}{48} = \frac{1}{16}$
 $f = 16$



$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{12} - \frac{1}{48} = \frac{3}{48} = \frac{1}{16}$
 $f = 16$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$
 $\frac{1}{12} = \frac{1}{16} + \frac{1}{d}$
 $\frac{1}{d} = \frac{1}{12} - \frac{1}{16} = \frac{4-3}{48} = \frac{1}{48}$
 $d = 48$



$a_2 t = v_0 + a_1 t$

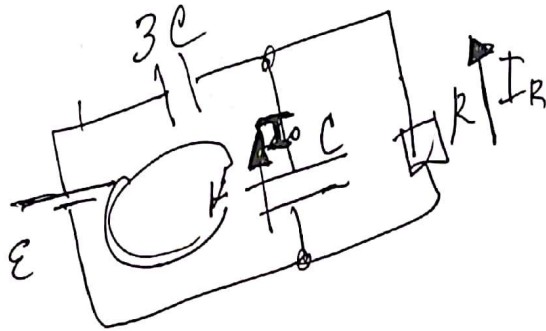
$v_0 + a_1 t$



~~Учебная работа~~ (1)



Черновик. (2)



$$E = 3C \cdot U_{cl} +$$