

Часть 1

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

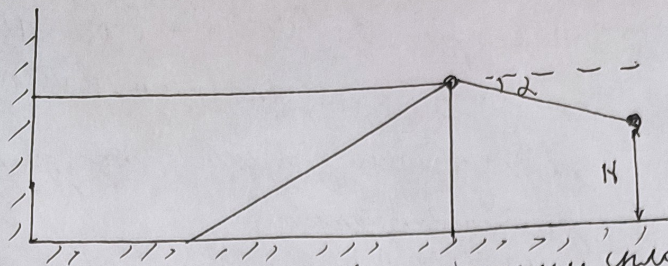
Шифр: **21202401**

ID профиля: **326597**

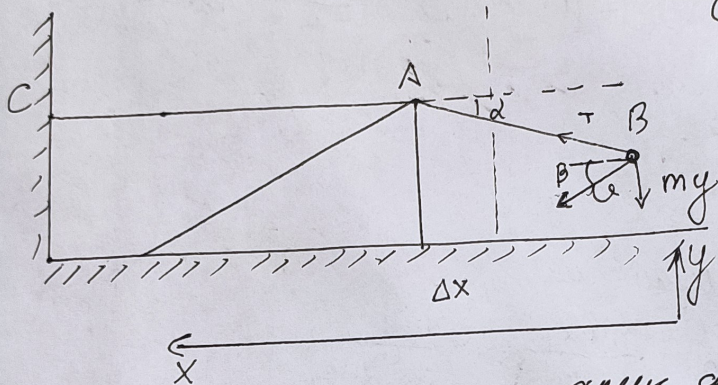
Вариант 3

Условие

Дано: $H, \cos \alpha = \frac{5}{13}$
 $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$



1) ускорение шара (по касательной к поверхности)
 1. Пусть клин сместился влево на Δx



Тогда левый угол клина (CA) ускорение на $\Delta x \Rightarrow$ ускорение AB ускорение на Δx (имеет вертикальную)

Тогда смещение по x:
 $\Delta x - \Delta x \cos \alpha$
 смещение по y
 $-\Delta x \sin \alpha$

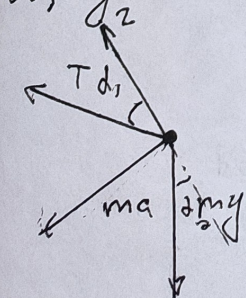
Отсюда следует, что шарик движется а значит ускорение шара направлено вверх движется (начальная скорость отрицательная)

$t_{y \beta} = \frac{\Delta x \sin \alpha}{\Delta x - \Delta x \cos \alpha} = \frac{12}{1-5} \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{12}{1 - \frac{5}{13}} = 1,5 ; \beta = 0,9828 \text{ рад}$
 Ответ: $t_{y \beta} = 1,5$

2) ускорение клина

1. масса шарика m , масса клина M
2. Запишем на шарик действующие две силы: сила натяжения, и сила тяжести. Запишем второй закон Ньютона

$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}_m$. Если записать $23H$ в проекции на ось, перпендикулярную направлению \vec{a}_m , y нас интересует: $T \cos \alpha_1 - m \cos \alpha_2 = 0$
 $T \cos \alpha_1 - m g \cos \alpha_2 = 0$



m, α угол наклона клина не изменяется, то $\cos \alpha_1, \cos \alpha_2 - \text{const}$

$T \cos \alpha_1 = m g \cos \alpha_2 = \text{const}$, постоянство

T - направлено вверх
 T не изменяется ни по направлению, ни по величине

(1)

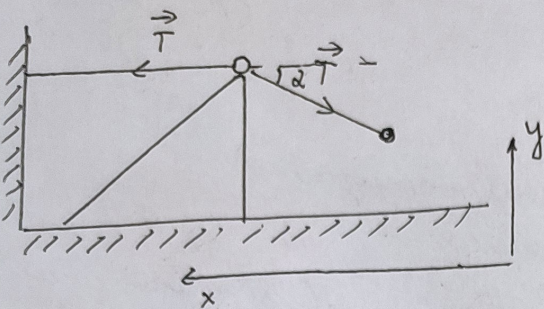
Условие

Шар, движение шара равноускоренное

Равномерное движение клина:

23-й в проек. на OX: $T - T \cos \alpha = M a_K$ (1)

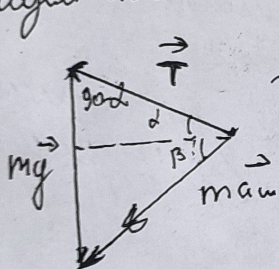
отсюда следует, что клин движется равноускоренно. Клин и шар движутся равноускоренно



Пусть с начала движения клин сместился на $\Delta x = \frac{a_K t^2}{2}$
 Шар сместился на $\sqrt{(\Delta x \sin \alpha)^2 + (1 - \cos \alpha)^2 \Delta x^2} = \frac{a_K t^2}{2}$, тогда

$$a_K = \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \alpha + (1 - \cos \alpha)^2}} a_m$$

Найдём a_m .



преуменьшен сил

Отсюда: $\frac{m a_m}{\sin(90 - \alpha)} = \frac{m g}{\sin(\alpha + \beta)}$

$$a_m = \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} g$$

$$a_K = \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \alpha + (1 - \cos \alpha)^2}} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} g = 4,08 \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $4,08 \frac{m}{c^2}$

3) Отталкивание шар.

из преуменьшен сил:

$$\frac{m a_m}{\sin(90 - \alpha)} = \frac{T}{\sin(90 - \beta)}$$

$$T = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} m a_m \quad \text{Положим в (1)}$$

$$\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} m a_m - \cos \beta m a_m = M a_K \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$\frac{m}{M} \left(\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} a_m - \cos \beta a_m \right) = a_K$$

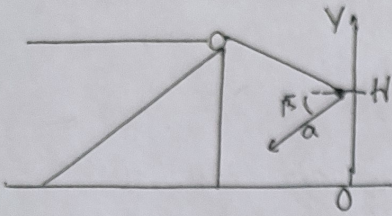
$$\frac{m}{M} = \frac{a_K}{\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} a_m - \cos \beta a_m} = \frac{a_K}{\frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)} g - \frac{\cos \beta \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} g} \approx 1$$

Условие

4) Вращение, через которое шар достигнет центра

$$a_{xy} = \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} g$$

В проекции на OY: $a_{xy} = -\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} g$



Уравнение движения на OY

$$x = H + \frac{a_{xy} \cdot t^2}{2}$$

$$0 = H + \frac{a_{xy} \cdot t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{|a_{xy}|}} = \sqrt{\frac{2H \sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \sin \beta}} = 0,66 \sqrt{H}$$

Ответ: $0,66 \sqrt{H}$

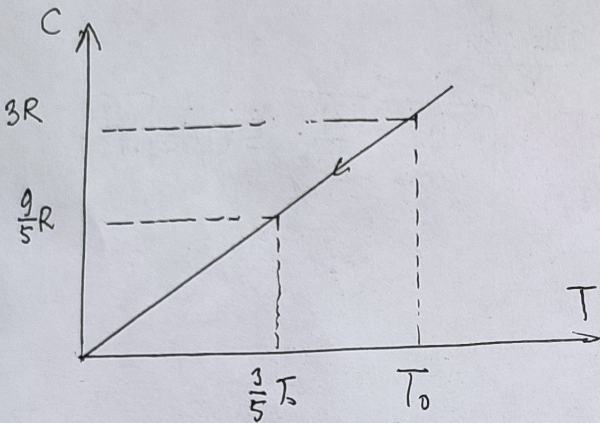
Условие

раз уравнений

Дано:

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

1) Какое количество теплоты Q_1 отдают газ при увеличении темп. от T_0 до $\frac{3}{5}T_0$



$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$\Delta C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$, тогда суммарное количество теплоты, получаемое газом, это площадь под графиком $C(T)$, умноженная на ΔT .

$$Q_1 = -Q_{II} = -\left(\frac{3}{5}T_0 - T_0\right) \cdot \frac{3R + \frac{9}{5}R}{2} \cdot \Delta T =$$

$$= \frac{2}{5}T_0 \cdot \frac{12}{5}R \cdot \Delta T = \frac{24}{25}T_0 R \Delta T$$

Ответ: $\frac{24}{25} \Delta T R T_0$

2) Температуру газа, чтобы он совершил минимальную работу? Запишем 1-й закон термодинамики

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = Q - \Delta U = (T - T_0) \cdot \frac{3}{2}R \left(\frac{T + T_0}{T_0}\right) - \frac{3}{2} \nu R (T - T_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\nu R}{T_0} (T^2 - T_0^2) - \frac{3}{2} \nu R T + \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} \frac{\nu R}{T_0} T^2 - \frac{3}{2} \nu R T$$

$$- \frac{3}{2} \nu R T + \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} \frac{\nu R}{T_0} T^2 - \frac{3}{2} \nu R T$$

Работа будет минимальна, когда $A'(T) = 0$.

$$A'(T) = 3 \frac{\nu R}{T_0} T - \frac{3}{2} \nu R$$

$$\frac{3 \nu R}{T_0} T_1 - \frac{3}{2} \nu R = 0$$

$T_1 = \frac{1}{2} T_0$ - при данной температуре работа минимальна

(4)

Учурмакер

3) A_{\min} - ?

Тоғармакер T_1 б $A(T)$

$$A_{\min} = \frac{3}{2} \frac{VR}{T_0} \cdot \frac{1}{4} T_0^2 - \frac{3}{4} VR T_0 = -\frac{3}{8} VR T_0$$

Омкер: $-\frac{3}{8} VR T_0$

(5)

Углубок 0,852

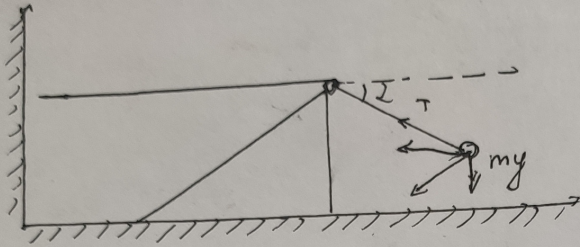
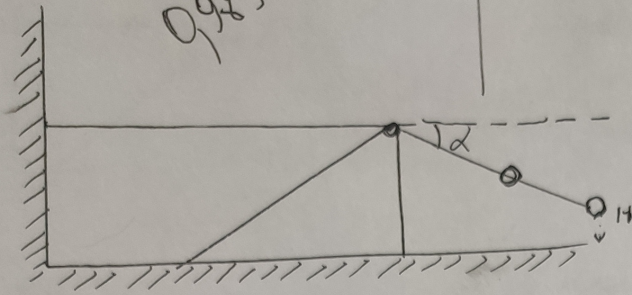
0,983

1,11

$$1579 = \frac{24}{10} \cdot 5$$

=

$\frac{3}{8}$



$$\alpha + \beta = 0,9828$$

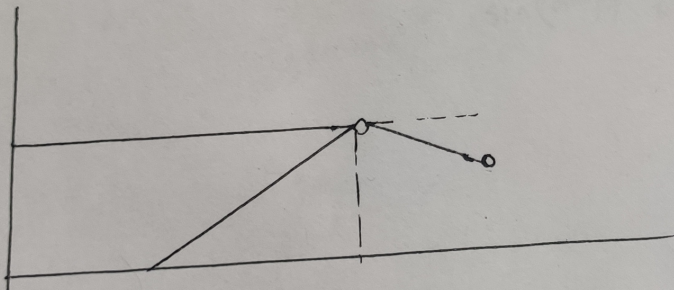
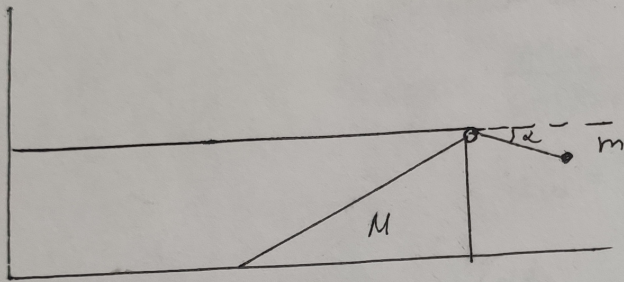
$$\alpha = 1,176$$

$$R \cdot 3 \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{T_0}{T_0} = \frac{9}{5} R$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{9}{5} + 3}{\frac{2 \cdot 24}{5} \cdot \frac{2}{8}}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = 0,832$$

$$0,852 + 0,3787$$



ан 4,623

4,08

0,555

1,4422

*

0,65 →

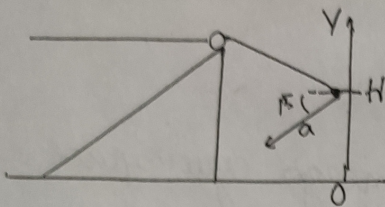
$$T - T_0 \cdot 3R \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{(T + T_0)}{T_0} \cdot (T - T_0) \cdot \frac{3R}{T_0}$$

Условие

4) Вращение, через которое шар достигнет стола

$$a_{uy} = \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} g$$

В направлении OY: $a_{uy} = -\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} g$



Уравнение движения по OY

$$x = H + \frac{a_{uy} \cdot t^2}{2}$$

$$0 = H + \frac{a_{uy} \cdot t^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{|a_{uy}|}} = \sqrt{\frac{2H \sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \sin \beta g}} = 0,66 \sqrt{H}$$

Ответ: $0,66 \sqrt{H}$

Часть 2

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

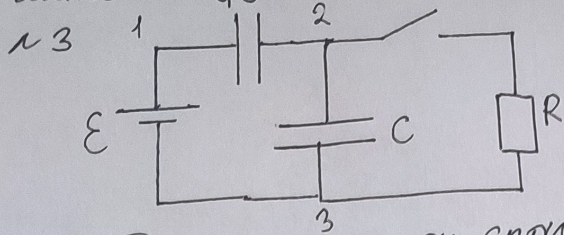
Шифр: **21202401**

ID профиля: **326597**

Вариант 3

Условие 4С

Дано: ϵ, C, R



1) Ток через резистор сразу после замыкания конденсатора в уст. режиме

$$\varphi_3 = 0; \varphi_1 = \epsilon$$

$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = U_1 + U_2 = \epsilon$, U_1 - напр. на конд. 4С,
т.к. зарядов на конден. упол. не было U_2 - напр. на конд. С

$$q_1 = q_2$$

$$4C U_1 = C U_2, U_1 = \frac{U_2}{4}; \frac{U_2}{4} + U_2 = \epsilon$$

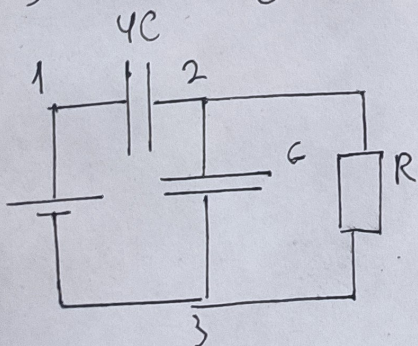
$$U_2 = \frac{4}{5} \epsilon$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = \frac{4}{5} \epsilon$$

2. заряд на конденсаторах моментально не меняется, поэтому напряжение сразу между 2 и 3 будет таким же, как и до замыкания, как и до размыкания. Ток через резистор

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

2) После замыкания ключа тока через резистор нет, поэтому $\varphi_2 - \varphi_3 = RI = 0$, тогда $\varphi_1 - \varphi_2 = \epsilon$



Найдём, сколько зарядов протекло через источник: для этого рассмотрим левую пластину конденсатора

было: $\frac{4}{5} \epsilon C$, стало $4 \epsilon C$

$$\Delta q = 3 \frac{1}{5} \epsilon C$$

W_1 - энергия конд. в начале

$$W_1 = \frac{4C \cdot \frac{1}{25} \epsilon^2}{2} + \frac{C \cdot \frac{16}{25} \epsilon^2}{2} = \frac{4}{10} C \epsilon^2; W_2 = \frac{4C \cdot \epsilon^2}{2} = 2C \epsilon^2$$



Условие

3. С. 7

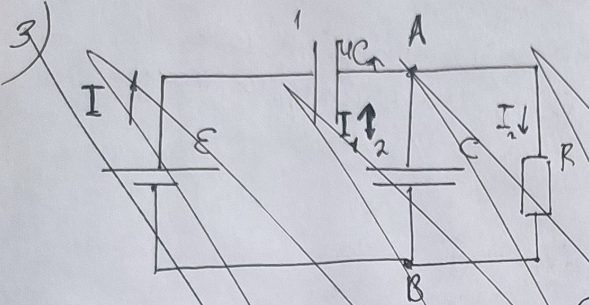
$$A_{\text{ист}} = W_2 - W_1 + Q$$

$$\Delta q \cdot E = 2CE^2 - \frac{4}{10} CE^2 + Q$$

$$3,2 CE^2 = 1,6 CE^2 + Q$$

$$Q = 1,6 CE^2$$

Объем: $\frac{1}{3} CE^2$



В произв момент времени

$$I = I_1 + I_2 \quad I_2 = I + I_1$$

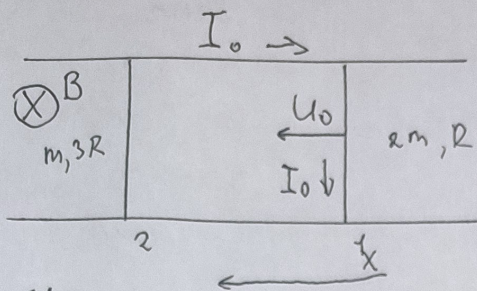
Рассмотрим малый промежуток времени Δt , с того момента, пока ток через C был I_0

~~Через источник тратят заряд $\Delta q = I_0 \Delta t$
уменьшился заряд и т. д.~~

Напряжение между A и B

$$U_{AB} = I_0 R = \frac{q}{C}$$

$$(I + I_1) R = \frac{1}{C}$$

Дано: L, m, R, v_0 

- 1) Ускорение перемычки 1 в пар. магн. поле.
Скорость второй перемычки уравнено 0

$$\mathcal{E}_0 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta (B \cos \alpha \cdot \Delta x L)}{\Delta t} = v_0 B L \text{ в направлении магн. поля}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R + 3R} = \frac{\mathcal{E}_0}{4R} \text{ - текущее в параллельно магн. поля}$$

$$F_a = B I_0 L$$

2 3 Н на ОХ

$$-F_a = 2m a_x \Rightarrow a_x = -\frac{B I_0 L}{2m}, \quad a_0 = \frac{B I_0 L}{2m} = \frac{B^2 L^2 v_0}{8mR}$$

$$\text{Ответ: } \frac{B^2 L^2 v_0}{8mR}$$

- 2) Найти скорость при контакте перемычки с углом прогиба
времени. Через прогиб, применяем закон сохранения энергии
и будем $\Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0$, следовательно скорость перемычек
будет равна 0. $v_1 = v_2$

- Заметим, что на перемычки влез ось x действует одинаково
по модулю, но противоположно по направлению сил трения.

23А Для системы тел: 1 и 2 перемычки: 23А в прок на ОХ:

$$F_a - F_{tr} = m_1 \cdot a$$

$$0 = m_2 \cdot a$$

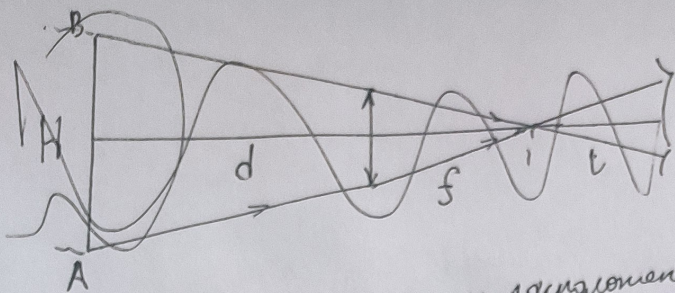
$$R = 0, \text{ поэтому можно записать 3.С.У}$$

где система тел 1-2 + 2-2 перемычки

$$2m v_0 = 2m v_1 + m v_2 = 3m v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{2}{3} v_0 = v_2$$

$$\text{Ответ: } \frac{2}{3} v_0$$

Dans:
 $F = 18 \text{ cm}$
 $H = 9 \text{ cm}$
 $d = 72 \text{ cm}$
 $L = 24 \text{ cm}$

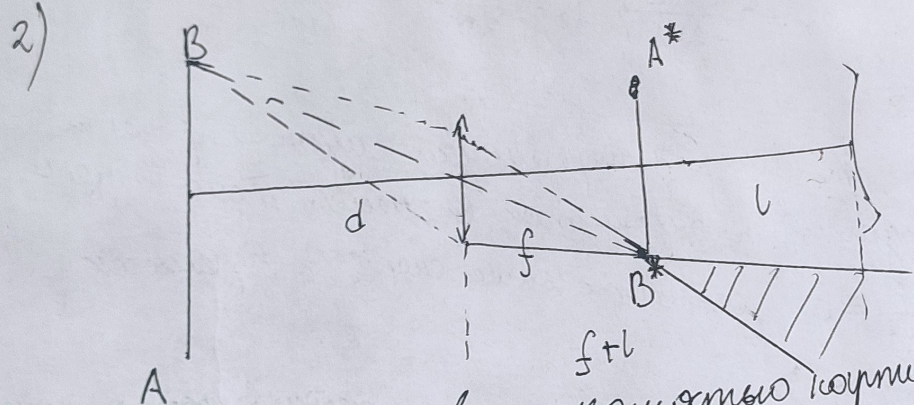


1) на каком расстоянии x расположен шаг?

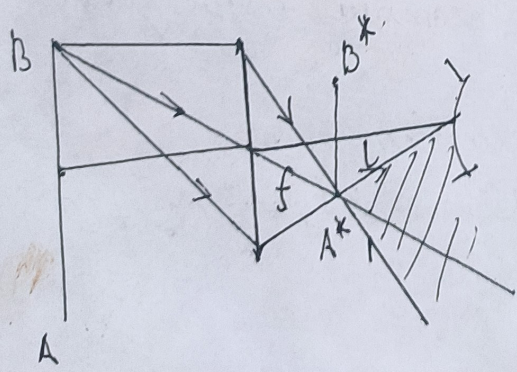
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = 24 \text{ cm}$$

$$x = f + L = 48 \text{ cm}$$

Ответ: 48 см



Чтобы шаг лучше поместился картину нужно, чтобы область видения крайних точек картины AB, то есть точек A и B, пересекалась на расстоянии x от центра оптической системы:



$$\frac{D_{AB^*}}{A^*B^*} = \frac{x}{L}$$

$$D_{AB} = \frac{x}{L} \cdot A^*B^*$$

$$\frac{A^*B^*}{AB} = \frac{f}{d} \Rightarrow \frac{D_{AB}}{AB} = \frac{f}{d} \cdot \frac{x}{L} \cdot \frac{f}{d} \cdot AB = \frac{(f+L)f}{Ld} \cdot H = 6 \text{ cm}$$

Ответ: 6 см

(4)

№ 4

Плечом 3) в прав. момент времени

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = U_{\text{один}} BL$$

$$a_1 = \frac{B^2 L^2 U_{\text{один}}}{8mR}$$

$$a_2 = \frac{B^2 L^2 U_{\text{один}}}{4mR}$$

$$U_{\text{один}} = a_1 + a_2 = \frac{3B^2 L^2 U_{\text{один}}}{8mR}$$

$$U_{\text{один}} \frac{\Delta U_{\text{один}}}{\Delta t} = \frac{3}{8} \frac{B^2 L^2}{mR} U_{\text{один}} \cdot \Delta t$$

$$\Delta U_{\text{один}} = \frac{3}{8} \frac{B^2 L^2}{mR} U_{\text{один}} \Delta t$$

Суммируем за промежут. время

$$(U_0 - 0) = \frac{3}{8} \frac{B^2 L^2}{mR} \cdot S$$

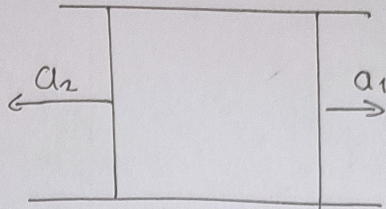
$$S = \frac{8U_0 mR}{3B^2 L^2}$$

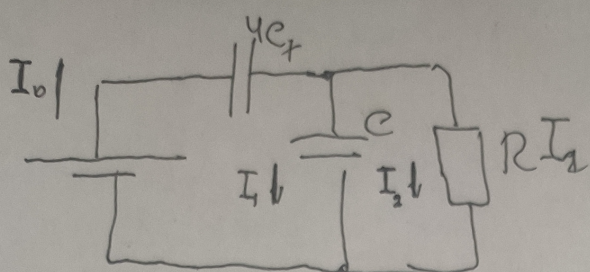
- расстояние, пройденное группой микроволн за промежуток времени

Шаг λ - расстояние между перемычками системы
длина волны

$$X = S_0 - S = S_0 - \frac{8U_0 mR}{3B^2 L^2}$$

Отвеч: $S_0 - \frac{8U_0 mR}{3B^2 L^2}$





$$\frac{q}{C} = I_2 R$$

$$72 - 18 = 54$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$\frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\varepsilon \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

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

В промежуток времени

где переключили

$\Delta S = W$

$$\Delta S = W$$

$$\frac{U_0 B L \cdot B L}{2m^2 R}$$

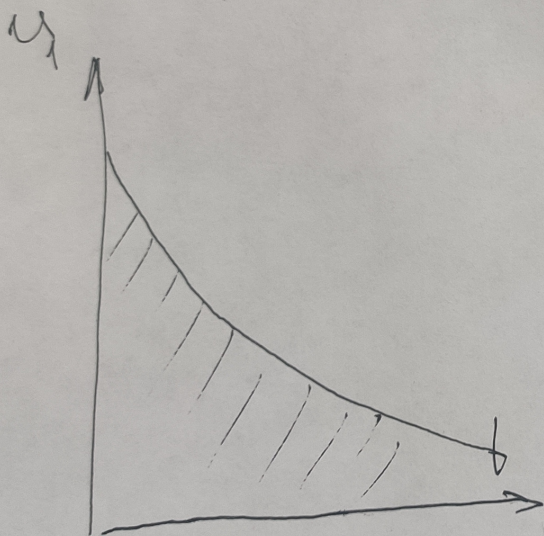
$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} =$$

$$= \frac{2}{8} + \frac{1}{8} =$$

$$= \frac{3}{8}$$

$$a_1 = \frac{1}{2} a_2$$

Берега



$$S_1 = \Delta S + \Delta S + \Delta S =$$

$$= \frac{U_0^2 - U_1^2}{2a_1} + \frac{U_1^2 - U_2^2}{2a_2} + \dots$$

$$S_2 = \frac{U_1^2 - U_2^2}{2a_2}$$

$$U_1 - U_2$$

$$U_{\text{кон}}(t) = (U_1 - \Delta \varphi)$$

$$\frac{CU^2}{2}$$

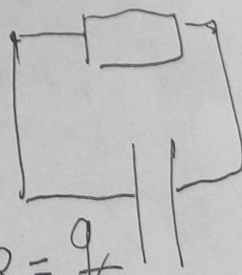
$$= \frac{q^2}{2C}$$

$$IR = \frac{q}{C}$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$(I_1 + I_2)R = \frac{q}{C}$$

$$\left(\frac{\Delta q}{\Delta t} + \frac{\Delta q}{\Delta t} \right) R = \frac{q}{C}$$



$$IR = \frac{q}{C}$$

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} R = \frac{q}{C}$$