

**Региональный этап всероссийской олимпиады
школьников по физике в 2015/2016 учебном году**

Мурманская область

Шифр участника: Ф0904

Класс: 09

Количество баллов: 28

Результат участия: призер

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОГО ОБЛАСТНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
МУРМАНСКОГО ОБЛАСТНОГО
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82

№ _____ от "____" _____ 20__ г.
на исх. № _____ от "____" _____ 20__ г.

Ф 0904

Задание 1.

Оборудование: цилиндр

измерительный объем

100 мл, пробирка, стаканы с

водой, шприц, 2 комплекта

партика и вареной соли (5 г, 10 г и 20 г)

Решение:

- 1) Используя шприц, отмерили $V_1 = 1$ мл соли и насадили его в пробирку. Будем добавлять воду пока все соль не растворится. При добавлении воды нужно тщательно взбалтывать пробирку.

Определили, что для полного растворения объема соли V_1 нужен объем воды $V_2 = 2$ мл.

$$\lambda = \frac{M_c}{M_v}$$

Тогда $M_c = V_1 \cdot \rho_k$, $M_v = V_2 \cdot \rho_v \Rightarrow$

$$\lambda = \frac{V_1 \cdot \rho_k}{V_2 \cdot \rho_v} \quad (1)$$

- 2) Получив насыщенный раствор соли из 1-го пункта, перельем его в измерительный цилиндр. Добавим $m_1 = 5$ г соли и измерим ΔV - изменение объема. Т.к. соль не растворится, а весь воздух уйдет, то ΔV - объем

№1
1. 25
2. 05
3. 05
4. 505
5. 05
итого:
25

кристаллов в соли, массой m_1 .

$$\text{Тогда } \rho_k = \frac{m_1}{\Delta V} \quad (2)$$

3) Чтобы найти объем порошка соли массой $m_2 = 20\text{г}$, налили её в измерительный цилиндр (предварительно отлив его). Тогда V_3 - объем порошка соли массой m_2 .

$$\text{Тогда } \rho_n = \frac{m_2}{V_3} \quad (3)$$

4) Подставив ρ_k из 2й формулы в 1ю получим:

$$\textcircled{2} \alpha = \frac{V_1 \cdot m_1}{V_2 \cdot \Delta V \cdot \rho_B}, \text{ где } m_1 = 5\text{г}, \rho_B = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3},$$

$$\alpha = \frac{\text{мл} \cdot \text{г}}{\text{мл} \cdot \text{мл} \cdot \text{г}}$$

$$V_1 = 1\text{мл} (1\text{мл} = 1\text{см}^3), V_2 = 10\text{мл}$$

$$\Delta V = 3 \text{ мл.}$$

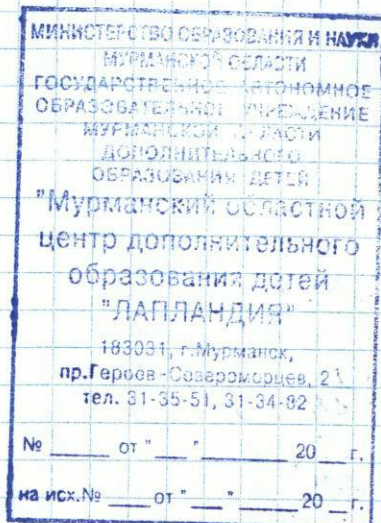
$$\left[\alpha = \frac{\text{см}^3 \cdot \text{г} \cdot \text{см}^3}{\text{см}^3 \cdot \text{см}^3 \cdot \text{г}} = 1 \right]$$

$$\alpha = \frac{1 \cdot 5}{10 \cdot 3 \cdot 1} = 0,167 \quad \text{об}$$

$$\textcircled{1} \rho_n = \frac{m_2}{V_3}, \text{ где } m_2 = 20\text{г}, \text{ а } V_3 = 17\text{см}^3$$

$$\left[\rho_n = \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$$

$$\rho_{\text{пер}} = \frac{20}{17} = 1,176 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$



Ф 0 9 0 4

$$\textcircled{3} \rho_k = \frac{m_1}{\Delta V}, \text{ где } m_1 = 5 \text{ г, а } \Delta V = 3 \text{ см}^3$$

$$\left[\rho_k = \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$$

$$\rho_{кс} = \frac{5}{3} = 1,67 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \text{ об.}$$

5) Погрешности

$$\textcircled{1} \rho_n = \frac{m_2}{V_3}$$

Масса дана, а объем V_3 измерен с помощью мерного цилиндра.

$$\Delta V = \frac{4.9}{2}$$

$$4.9 = \frac{10 \text{ мл}}{10} = 1 \text{ мл} \quad \left| \begin{array}{l} 2 > \Delta V = 0.5 \text{ мл} \end{array} \right.$$

$$\text{Тогда } V_3 = (17 \pm 0.5) \text{ мл} \Rightarrow$$

$$\rho_{n \min} = \frac{20}{16.5} = 1.21 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \quad \rho_{n \max} = \frac{20}{17.5} = 1.143 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\Delta \rho_n = \frac{\rho_{n \max} - \rho_{n \min}}{2 \rho_{n \text{ ср}}} = 2.85\%$$

$$\textcircled{2} \alpha = \frac{V_1 m_1}{V_2 \Delta V \rho_B}, \text{ где } m_1 \text{ и } \rho_B - \text{точно}$$

$$V_1 = (1 \pm 0.5) \text{ мл}$$

$$V_2 = (2 \pm 0.5) \text{ мл}$$

$$\Delta V = (3 \pm 0.5) \text{ мл}$$

$$\alpha_{\min} = \frac{0.5 \cdot 5}{9.5 \cdot 2.5 \cdot 1} = 0.105 \quad \alpha_{\max} = \frac{1.5 \cdot 5}{10.5 \cdot 3.5 \cdot 1} = 0.204$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 \quad \Delta \alpha = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{2 \cdot \alpha_{\text{ср}}} \cdot 100\% = 29\%$$

$$③ \rho_k = \frac{m_1}{\Delta V}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{5}{2,5} = 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_{\text{max}} = \frac{5}{3,5} = 1,428 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\Delta \rho_k = \frac{\rho_{\text{max}} - \rho_{\text{min}}}{2 \cdot \rho_k} \cdot 100\% = 9,5\%$$

$$\text{Ответ: } \rho_n = (1,176 \pm 0,036) \frac{\text{г}}{\text{см}^3};$$

$$\rho_k = (1,67 \pm 0,33) \frac{\text{г}}{\text{см}^3};$$

$$\Delta = (0,167 \pm 0,50)$$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82

№ _____ от "____" _____ 20__ г.
на исх. № _____ от "____" _____ 20__ г.

Ф 0904

Задание 2.

Задание: определить
плотность груза.

Оборудование: неоднородная
трубка, нитки, одинаковые
крепки, груз, стаканчик
с водой, салфетки, ножницы

N2

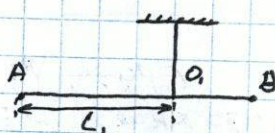
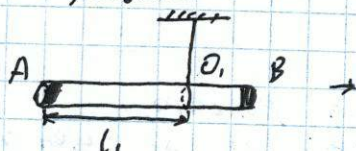
15

Решение:

1) Используем трубку как рычаг.
Приведем к ней нитку.
Найдем место при расположении
нитки на котором трубка балансирует
расстояние
схема

метод гидро-
статия.

буб-2
15

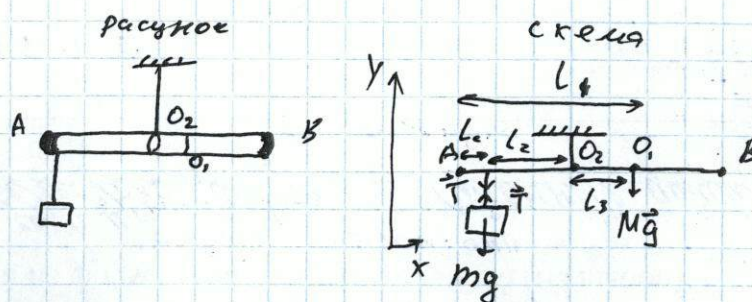


Выберем один конец произвольно
Пусть это будет конец А. Будем
измерять длину от него. Точка О -
центр масс трубки.

2) Прикрепим к концу А нитку с грузом

- прикрепим нитку в месте где закан-
чивается саотз.

Найдем



Найдем l_2 , l_3 и l_4 , вычислим l_3

Т.к. рычаг балансирует, то $M_1 = M_2$,

где M_1 - момент сил, заставляющих
двигаться рычаг по часовой стрелке, а

M_2 - момент сил, заставляющих двигаться
рычаг против часовой стрелки.

$$M_1 = Mg l_3$$

$$M_2 = T l_2$$

m - масса груза, M - масса рычага,

L_1 - расстояние от точки A до центра
масс трубки (O_1)

l_2 - расстояние от конца скотча до т. O_2

l_4 - расстояние от центра масс трубки до
т. O_2

l_3 - длина приклеенного скотча

т. O_1 - место прикрепления нити во 2м
эксперименте

Т.к. $M_1 = M_2$, то $Mg l_3 = T l_2$

$$l_3 = L_1 - (l_2 + l_4)$$

Рассмотрим груз. Т.к. он не двигается,
а находится в состоянии покоя, то по



00904

I закону Ньютона $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$

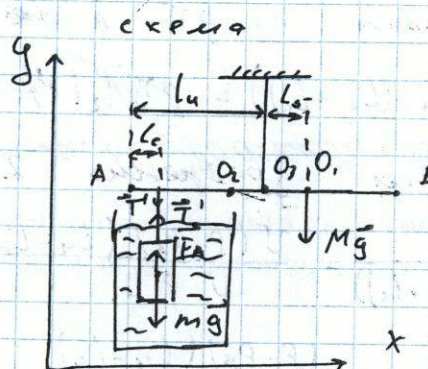
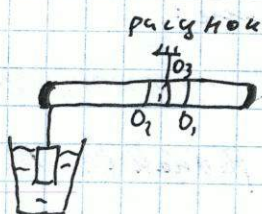
$$m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$OY: T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$$

$$\text{Тогда } Mg(L_1 - (L_2 + L_0)) = mg L_2 / g$$

$$M(L_1 - (L_2 + L_0)) = mL_2$$

3) Опустим груз в стакан с водой



Нужно полностью погрузить ластик в стакан и преотвратить касание ластика со дном стакана

L_1 - расстояние от точки А до места закрепления нити в ч опате (т. O_1)

L_0 - расстояние между т. O_1 и т. O_2 .

Рассмотрим груз. Он находится в состоянии покоя $\Rightarrow \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{T} = 0$$

$$OY: T + F_A - mg = 0 \Rightarrow T = mg - F_A$$

Условие равновесия рычага: $M_1 = M_2$.

M_1 - момент сил, составляющих рычаг
вращаться по часовой стрелке, а
 M_2 - момент сил, составляющих рычаг
вращаться против часовой стрелки

$$\left. \begin{array}{l} M_1 = Mg l_5 \\ M_2 = T' \cdot (l_4 - l_c) \\ T' = mg - F_A \end{array} \right\} \Rightarrow Mg l_5 = (mg - F_A)(l_4 - l_c)$$

$$\begin{array}{l} m = \rho V \\ F_A = \rho_B g V \end{array} \Rightarrow Mg l_5 = V g (\rho - \rho_B)(l_4 - l_c) : g$$

$$M l_5 = V (\rho - \rho_B)(l_4 - l_c) \quad (2)$$

Подставим $m = \rho V$ в ~~1е~~ уравнение:

$$M(l_1 - (l_2 + l_c)) = \rho V l_2 \quad (1')$$

Поделим уравнение 2 на уравнение 1'

$$\frac{M l_5}{M(l_1 - (l_2 + l_c))} = \frac{V(\rho - \rho_B)(l_4 - l_c)}{V \rho l_2}$$

$$\frac{l_5}{l_1 - (l_2 + l_c)} = \frac{(\rho - \rho_B)(l_4 - l_c)}{\rho l_2}$$

Выразим ρ :

$$\rho l_5 l_2 = (\rho(l_4 - l_c) - \rho_B(l_4 - l_c))(l_1 - l_2 - l_c)$$

$$\rho l_5 l_2 = \rho(l_4 - l_c)(l_1 - l_2 - l_c) - \rho_B(l_4 - l_c)(l_1 - l_2 - l_c)$$

$$\rho(l_5 l_2 + (l_c - l_4)(l_1 - l_2 - l_c)) = -\rho_B(l_4 - l_c)(l_1 - l_2 - l_c)$$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82

№ _____ от " _____ " _____ 20__ г.
на исх. № _____ от " _____ " _____ 20__ г.

Ф 0904

$$P = P_B \frac{(L_4 - L_c)(L_1 - L_2 - L_c)}{L_2 L_5 + (L_c - L_4)(L_1 - L_2 - L_c)}$$

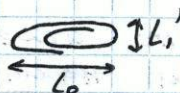
$$P = P_B \frac{(L_4 - L_c)(L_1 - L_2 - L_c)}{L_2 L_5 + (L_c - L_4)(L_1 - L_2 - L_c)}$$

Проводим эксперименты и находим значения.

Расстояние можно измерить с помощью скрепок, сделав из них цепь.

Тогда $L = N \cdot L_0$, где N - кол-во скрепок, а L_0 - длина одной скрепки.

$$L_1 = 9 L_0$$



$$L_c + L_2 = 7 L_0 + 2 L'_1, \text{ где } L'_1 - \text{длина ребра скрепки}$$

$$2 L_0 = 7 L'_1 - \text{найдем экспериментально}$$

$$L_c = L_1 + L_0 \Rightarrow$$

$$L_2 = 6 L_0 + L'_1$$

$$L_4 = 8 L_0 + L'_1$$

$$L_5 = L_1 - L_4 = 9 L_0 - (8 L_0 + L'_1) = L_0 - L'_1$$

Переведем L_0 в L'_1 ($L_0 = 3,5 L'_1$)

$$L_1 = 31,5 L'_1$$

$$L_2 = 22 L'_1$$

$$L_c = 4,5 L'_1$$

$$L_4 = 29 L'_1$$

$$L_5 = 2,5 L'_1$$

$$[L'_1 = m]$$

$$\left[\rho = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} + \frac{\text{м}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^2}} = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}}{\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$$

$$\rho = 1000 \frac{(29 \text{ г} - 4,5 \text{ г})(31,5 \text{ г} - 22 \text{ г} - 4,5 \text{ г})}{22 \text{ г} \cdot 2,5 \text{ г} + (4,5 \text{ г} \cdot 29 \text{ г})(31,5 \text{ г} - 22 \text{ г} - 4,5 \text{ г})} =$$

$$= 1000 \frac{122,5 \text{ г}^2}{6 \text{ г}^2} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 2041,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: ρ

5) Для повышения точности можно

а) более точно измерить все длины;

б) провести эксперименты несколько раз и найти средние длины.

а). Можно измерить длину ниткой, а потом намотать её на ребро скрепки

б). Проведём ещё 3 эксперимента
В 1м измерили длину с помощью цепи серёнок, а в 2х других с помощью нитки.

длина эксперимент	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
1 (l_1)	31,5	22	4,5	29	2,5
2 (l_1)	30		4,5		-
3 (l_1)	25,5	21,5 ¹⁷	4,5	24,5	-
4 (l_1)	26	17	4,5	24	-
Среднее значение	25,75	17	4,5	24,25	3

Т.к. $l_5 = l_1 - l_4$, то можно его посчитать по средним значениям l_1 и l_4 .

(Можно заметить, что рез-ты сильно отличаются от способа измерения. Скорее всего, $356,1 \pm 6$. Обнулим рез-ты 1 и 2 из серии, т.к. мы выбрали плохой способ измерения.)

Ф0904

$$\left(\frac{p}{p=1000} (18,25 - \right.$$

$$\left. \frac{(22,75 - 4,5)(25,75 - 17 - 4,5)}{51 + (4,5 - 22,75)(25,75 - 17 - 4,5)} \approx \right.$$

$$\frac{26,563}{1000 - 51 - 23,425} =$$

$$= 1000 \frac{26,563}{23,188} \approx 1145,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $\rho \approx 1145,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$\rho \approx 2041,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

2 задача

$$h-? H-? v-?$$

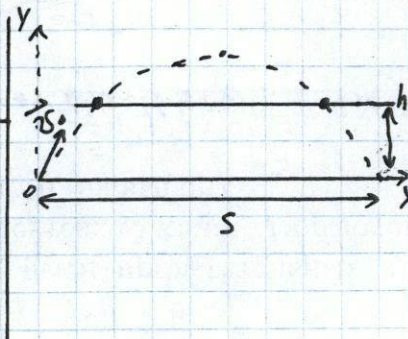
$$t_1-? t_2-? s-?$$

$$t_1 = t_2$$

$$t_2 = 2c$$

$$L = 9m$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$



- ① Шариком выстреливают под углом к горизонту, а затем во время полета он упруго ударяется о стенку и отскакивает назад.

Так как в обоих экспериментах высота шарика во время удара h одинакова, а удар происходил во время t_1 и t_2 после начала полета, то $h = y(t_1) = y(t_2)$ (1)

- ② Запишем кинематические уравнения движения шарика в обоих случаях (представим, что стенки нет)

$$1). \begin{cases} y_1 = v_{0y} t_{n1} - \frac{g t_{n1}^2}{2} \\ x_1 = v_{0x} t_{n1} \end{cases} \quad 2). \begin{cases} y_2 = v_{0y} t_{n2} - \frac{g t_{n2}^2}{2} \\ x_2 = v_{0x} t_{n2} \end{cases}$$

Так как шарик в обоих случаях выводит из пушки с одинаковой скоростью и под одинаковым углом к горизонту, то $t_{n1} = t_{n2}$ (т.к. траектории полета и скорости одинаковы).

$$\begin{cases} y_1 = y_2 = v_{0y} t_n - \frac{g t_n^2}{2} \\ x_1 = x_2 = \cancel{v_{0y} t_n - \frac{g t_n^2}{2}} = v_{0x} t \end{cases} \quad \begin{cases} y = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2} \\ x = v_{0x} t \end{cases}$$

Из уравнения 1:

$$v_{0y} t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_{0y} t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_{0y} (t_2 - t_1) = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$v_{0y} = \frac{g (t_2^2 - t_1^2)}{2 (t_2 - t_1)} \quad (2)$$

Т.к. $h_2 = y(t_2)$ (из 1-го уравнения), то

$$h = \frac{g (t_2^2 - t_1^2)}{2 (t_2 - t_1)} t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\left[h = \frac{m (c^2 - c^2) c}{c^2 (c - c)} - \frac{m \cdot c^2}{c^2} = \frac{m \cdot c^2}{c^2} - \frac{m \cdot c^2}{c^2} = m - m = 0 \right]$$

$$h = \frac{10 (2^2 - 1^2)}{2 (2 - 1)} \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 10 \text{ м} \quad \times \quad 10$$

③ Если бы стенки не было, то шарик улетел на расстоянии S от места выстрела $\Rightarrow S = x(t_n)$, где t_n - время полета

$$S = v_{0x} t_n$$

Во время t_n высота шарика над землей равна $h_0 = 0$ м, т.к. шарик уже приземлился. Значит, $y(t_n) = 0$, причем $t_n > 0$

$$\begin{cases} 0 = v_{0y} t_n - \frac{g t_n^2}{2} \\ t_n > 0 \end{cases}$$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморских, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82
№ _____ от " _____ " _____ 20 ____ г.
на исх. № _____ от " _____ " _____ 20 ____ г.

$$v_{0y} = \frac{gt_0}{2} / 2$$

$$t_0 = 2 \frac{v_{0y}}{g}$$

$$\text{Тогда } S = v_{0x} \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g} \quad (3)$$

Рассмотрим 2 экспери-
мента по отсечности:

I. Время до столкновения $t_1 \Rightarrow$
шарик летел время t_1 и стена
двигалась время t_1 .

Тогда $S = t_1 (v_{0x} + u_1)$, где u_1 - скорость
стены.

II. Время до столкновения $t_2 \Rightarrow$
шарик и стена двигались на встречу
время t_2 .

$$S = t_2 (v_{0x} + u_2)$$

Приравняем правые части уравнений:

$$t_1 (v_{0x} + u_1) = t_2 (v_{0x} + u_2)$$

$$v_{0x} (t_2 - t_1) = t_1 u_1 - t_2 u_2 \quad (4)$$

④ Т.к. удар упругий, то во время удара изменился направление проекции скорости на горизонтальную ось Ox на противоположную, а направление проекции скорости на вертикальную ось осталось таким же.

При этом модули проекций не изменились.

Тогда время полета, максимальная высота и проекция перемещения в случае без стенки на гор. ось равна сумме проекций перемещений от места выстрела до стенки и от стенки до падения на гор. ось.

~~S не изменялось.~~

$S = S_1 + S_2$, где S_1 - перемещение до стенки (проекция на Ox), а S_2 - от стенки до падения.

Рассмотрим 2 эксперимента.

1. Шарик время t_1 двигался сонаправлено оси Ox , а время $(t_2 - t_1)$ противонаправлено. Т.к. скорость v_{Ox} - постоянна.

Тогда $t_1 v_{Ox} - (t_2 - t_1) v_{Ox} = L_1$, где L_1 - проекция перемещения на Ox .

$$v_{Ox} (2t_1 - t_2) = L_1$$

2 Аналогично во 2м эксперименте

$$v_{Ox} (2t_2 - t_3) = L_2$$

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования для м.
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев, 2
тел. 31-35-51, 31-34-82
№ _____ от "____" _____ 20__ г.
на исх. № _____ от "____" _____ 20__ г.

$$|L_2 - L_1| = L \text{ по условию.}$$

$$|v_{0x}(2t_1 - t_1 - 2t_2 + t_1)| = L \Rightarrow$$

$$2v_{0x}(t_2 - t_1) = L$$

$$v_{0x} = \frac{L}{2(t_2 - t_1)} \quad (5)$$

из 3го уравнения:

$$S = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}$$

Подставим v_{0y} из 2го и v_{0x} из 5го

$$S = \frac{2Lg(t_2^2 - t_1^2)}{2(t_2 - t_1)g2(t_2 - t_1)} \Rightarrow$$

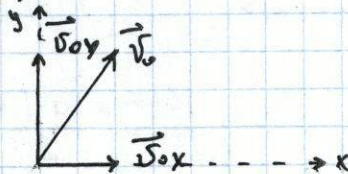
$$S = \frac{L(t_2^2 - t_1^2)}{2(t_2 - t_1)^2}$$

$$\left[S = \frac{11(c^2 - c^2)}{(c - c)^2} = \frac{11 \cdot c^2}{c^2} = 11 \right]$$

$$S = \frac{9(2^2 - 1^2)}{2(2 - 1)^2} = 13,5 \text{ м} \quad \text{од}$$

$$\textcircled{5} \quad v_{0x} = \frac{L}{2(t_2 - t_1)}$$

$$v_{0y} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2(t_2 - t_1)}$$



По т. Пифагора $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$

$$v_0 = \sqrt{\frac{L^2}{4(t_2 - t_1)^2} + \frac{g^2(t_2^2 - t_1^2)^2}{4(t_2 - t_1)^2}}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{L^2 + g^2(t_2^2 - t_1^2)^2}}{2(t_2 - t_1)}$$

$$\left[v_0 = \frac{\sqrt{M^2 + \frac{M^2}{c^4}(c^2 - c)^2}}{c - c} = \frac{\sqrt{M^2 + \frac{M^2 \cdot c^4}{c^4}}}{c} = \frac{\sqrt{M^2} \cdot \frac{M}{c}}{c} \right]$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{g^2 + 10^2(2^2 - 1^2)^2}}{2(2 - 1)} \approx 15,66 \frac{m}{c} \text{ } 0,5$$

⑥ $H = y(t_B)$, где t_B - время, при котором шарик на вершине траектории.

$v_y(t_B) = 0$, т.к. шарик в это время меняет направление скорости v_y («поворачивает»)

Тогда $v_{By} = g t_B = 0 \Rightarrow t_B = \frac{v_{0y}}{g}$

Значит $H = \frac{v_{0y}^2}{g} - \frac{g v_{0y}^2}{2 g^2} = \frac{2 v_{0y}^2 - v_{0y}^2}{2g} \Rightarrow$

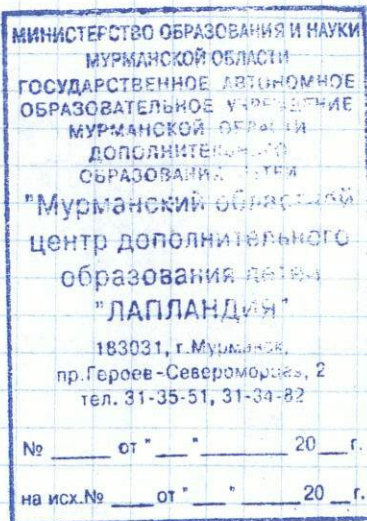
$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$\left[H = \frac{M^2 c^2}{c^2 M^2} = M \right]$$

$$H = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)^2}{2 \cdot 4(t_2 - t_1)^2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)^2}{8(t_2 - t_1)^2}$$

$$H = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)^2}{8(t_2 - t_1)^2}$$

$$H = \frac{10(2^2 - 1^2)^2}{8(2 - 1)^2} = 11,25 \text{ м} \text{ } \times 1,5$$



⑦ U_3 шага 3го выпишем уравнения S .

$$\begin{cases} S = t_1 (v_{0x} + U_1) \\ S = t_2 (v_{0x} + U_2) \end{cases}$$

Выразим U_1 и U_2 :

$$\frac{S}{t_1} = v_{0x} + U_1 \Rightarrow U_1 = \frac{S}{t_1} - v_{0x}$$

$$\frac{S}{t_2} = v_{0x} + U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{S}{t_2} - v_{0x}$$

$$U_1 = \frac{M}{C} - \frac{M}{C} = \frac{M}{C}$$

$$U_2 = \frac{M}{C} - \frac{M}{C} = \frac{M}{C}$$

~~Возьмем $S=13,5$, посмотрим на U шаге, а v_{0x}~~

05

$$U_1 = \frac{13,5}{1} -$$

$$U_1 = \frac{L(t_2^2 - t_1^2)}{2(t_2 - t_1)^2 t_1} - \frac{(t_2 - t_1) t_1}{2(t_2 - t_1)} \Rightarrow$$

$$U_1 = \frac{L(t_2^2 - t_1^2 - t_1 t_2 + t_1^2)}{2 t_1 (t_2 - t_1)^2} \Rightarrow$$

$$U_1 = \frac{L t_2 (t_2 - t_1)}{2 t_1 (t_2 - t_1)^2} \Rightarrow U_1 = \frac{L t_2}{2 t_1 (t_2 - t_1)}$$

Аналогично

$$U_2 = \frac{L t_1}{2 t_2 (t_2 - t_1)}$$

$$U_1 = \frac{9 \cdot 2}{2 \cdot 1 (2 - 1)} = 9 \frac{M}{C}$$

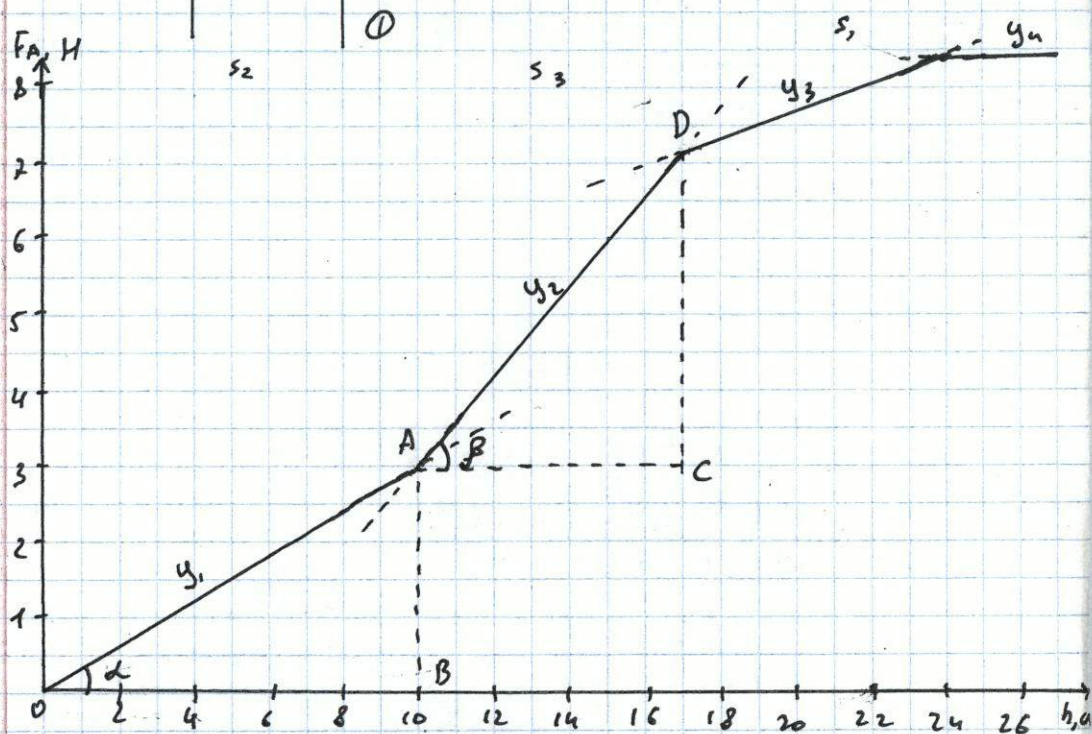
$$U_2 = \frac{9 \cdot 1}{2 \cdot 2 (2 - 1)} = 2,25 \frac{M}{C}$$

Ответ: $h=10m$; $H=11,25m$; $v \approx 15,66 \frac{M}{C}$; $U_1 = 9 \frac{M}{C}$; $U_2 = 2,25 \frac{M}{C}$
 $S=13,5m$.

3 загла. С.И.
 $h_1, \dots, h_2, \dots, h_3, \dots$
 $S_2, \dots, S_3, \dots$
 $S_1 = 10 \text{ см}^2$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

При погружении конструкции в воду увеличивается объем погруженной части, а т.к. $F_A \approx V \rho$, то растет и сила Архимеда.

$F_A = \rho g V_n$, где ρ - плотность жидкости в сосуде.



П.к. фигура состоит из 3х цилиндров, то существует 3 разных графика $F_A(h)$, зависящих от радиусов цилиндров погружающихся. Продолжи графики, известные нам, части которых

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АДМИНИСТРАТИВНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183031, г. Мурманск,
пр. Героев-Североморцев 2
тел. 31-35-51, 31-34-82

№ _____ от "____" _____ 20__ г.
на исх. № _____ от "____" _____ 20__ г.

о/з/и/и.

Можно заметить, что
Графики функций U_1 и
 U_2 пересекаются в точке

$(10; 3)$, а графики функций

U_2 и U_3 в точке $(17; 7,2)$.

Графики функций U_3 и
 U_4 в точке $(24; 7,9)$.

Т.к. график $F_A(h)$ - кривая
линии, то соединим 4
графика U_1, U_2, U_3, U_4 в

① Т.к. после $h = 24$ см сила Архимеда
перестает увеличиваться, то U_1 сох-
раняется, а значит, все фигура погру-
жена в жидкость.

② Так как площадь самого узкого
цилиндра S , то сила Архимеда при
его погружении будет увеличиваться
меньше всего.

Можно заметить, что часть графика при
 $h \in [17; 24]$ имеет наименьший угол
к оси абсцисс. $\Rightarrow$
эта часть описывает процесс погружения
меньшего (по радиусу) цилиндра. $\Delta F_A = \rho g \Delta V, V_0 = S h$
 $\Delta F_A = \rho g \Delta h S$ при "опускании" фигуры на
 Δh см сила Архимеда увеличивается на ΔF_A и

$$\Delta F_A = \rho g \Delta h S \Rightarrow \rho = \frac{\Delta F_A}{g \Delta h S} (1)$$

Из графика при $h \in [22; 23]$

$$\begin{aligned} h = 22 \text{ см} & \quad F_A = 7,7 \text{ Н} \\ h = 23 \text{ см} & \quad F_A = 7,8 \text{ Н} \end{aligned}$$

$$\Delta h = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}, \Delta F_A = 0,1 \text{ Н}$$

Подставим в 1е уравнение:

$$\rho = \frac{0,1}{10 \cdot 0,01 \cdot 0,01} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 10$$

④ Рассмотрим график.

Тангенс угла между частью графика и осью абсцисс - $\frac{F_A}{h} \Rightarrow$

$$\tan \alpha = \frac{F_A}{h} = \frac{\rho g S h}{h} = \rho g S, \text{ но } \left[\frac{F_A}{h} = \frac{\text{Н}}{\text{см}} \right] \Rightarrow \frac{\tan \alpha}{0,01} = \rho g S$$

Рассмотрим 1 и 2ю часть графика:

1 часть
 $h \in [0; 10]$

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \rho g S_2 \\ &= \frac{\tan \alpha \cdot 100}{g \rho} \\ S_2 &= \end{aligned}$$

Рассмотрим $\triangle OAB$:

$$\tan \alpha = \frac{AB}{OB} = \frac{3}{10} \Rightarrow$$

$$S_2 = \frac{3 \cdot 100}{10 \cdot 10 \cdot 1000} = 0,003 \text{ м}^2$$

2 часть
 $h \in [10; 17]$

$$\begin{aligned} \tan \beta &= \rho g S_3 \\ S_3 &= \frac{\tan \beta \cdot 100}{g \rho} \end{aligned}$$

Рассмотрим $\triangle ACD$:

$$\tan \beta = \frac{DC}{CA}$$

$$\begin{aligned} DC &= F_A(17 \text{ см}) - F_A(10 \text{ см}) = \\ &= 7,2 - 3 = 4,2 \\ CA &= 17 - 10 = 7 \end{aligned}$$

25X

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
"Мурманский областной
центр дополнительного
образования детей
"ЛАПЛАНДИЯ"
183051, г. Мурманск,
пр. Перов-Северомонец, 2
тел. 31-35-51, 31-34-32

№ _____ от " _____ " _____ 20 ____ г.
на исх. № _____ от " _____ " _____ 20 ____ г.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{4,2}{7} = \frac{6}{10}$$

$$S_3 = \frac{6 \cdot 100}{10 \cdot 10 \cdot 1000} = 0,006 \text{ м}^2$$

+
25

1) граница видно, что 1ю

часть (с площадью поперечного

сечения S_2) отскаки на 10 см,

2ю часть ($S = S_3$) на $17 - 10 = 7 \text{ см}$,

а 3ю часть на $24 - 17 = 7 \text{ см} \Rightarrow$

$$S_1 = 0,001 \text{ м}^2$$

$$h_1 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$S_2 = 0,003 \text{ м}^2$$

$$h_2 = 7 \text{ см} = 0,07 \text{ м}$$

$$S_3 = 0,006 \text{ м}^2$$

$$h_3 = 7 \text{ см} = 0,07 \text{ м}$$

+
35

ОТВЕТ: $h_1 = 0,1 \text{ м}$;

$$h_2 = 0,07 \text{ м}; \quad S_2 = 0,003 \text{ м}^2;$$

$$h_3 = 0,07 \text{ м}; \quad S_3 = 0,006 \text{ м}^2.$$

5 задача

$m_{\text{пар}}?$

$t_n = 100^\circ\text{C}$

$t_0 = 0^\circ\text{C}$

$L = 2,3 \text{ МДж/кг}$

$\lambda = 340 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$

$c_{\text{л}} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$

$m_0 = 1 \text{ кг}$

$t_0 = 100^\circ\text{C}$

~~Пар остывает до t_0 ,~~

Так как начальная температура пара равна температуре кипения воды, то пар сразу конденсируется на калориметре,

а образовавшаяся вода остывает

до t_0 . t_0 - конечная температура и температура плавления льда при норм. условиях (давлении).

$t_0 = 0^\circ\text{C}$.

Лед в калориметре нагревается до t_0 , но не начинает таять.

Пар

1) конденсируя отдает энергию

$$Q_1 = L \cdot m_{\text{п}}$$

2) охлаждение

отдает энергию

$$Q_2 = c m_{\text{п}} (t_{\text{п}} - t_0)$$

По закону сохранения массы, образовавшаяся вода имеет массу пара

3) кристаллизуется $\Rightarrow$ отдает эн. $Q_4 = m_{\text{п}} \lambda$

По закону сохранения энергии без

учета потерь на нагрев окружающей

среды: $Q_4 + Q_1 + Q_2 = Q_3$.

Лед

1) нагревается

получает энергию

$$Q_3 = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_{\text{п}} - t_{\text{л}}),$$

$t_{\text{л}}$ - начальная температура льда

$$\lambda m_n + L \cdot m_n + c m_n (t_n^0 - t_0^0) = c_1 m_n (t_0^0 - t_n)$$

Т.к. $t_0 = 0^\circ\text{C}$, то

$$m_n (2L + c \cdot t_n) = -c_1 m_n t_n$$

$$m_n = - \frac{c_1 m_n t_n}{L + c \cdot t_n + \lambda}$$

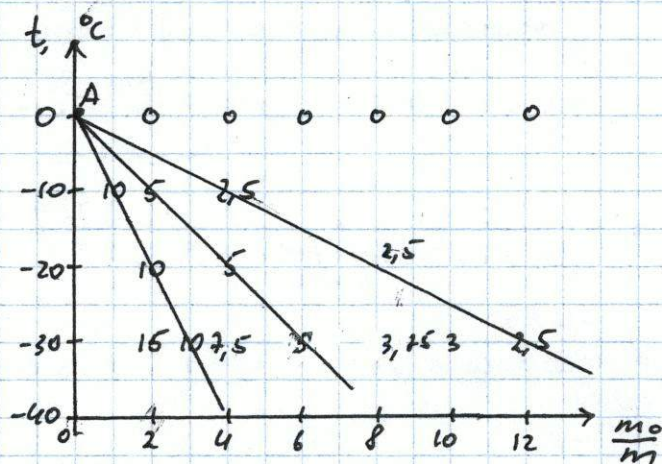
Т.к. $m_n = \frac{m_0}{m}$, то $m_n = - \frac{c_1 t_n m_0}{(L + c t_n) m}$ или

$$m_n = - \frac{c_1 \cdot m_0 \cdot t_n}{L + c \cdot t_n + \lambda} \quad + 25$$

c_1, m_0, L, c и t_n заданы, а t_n и m нужно определить.

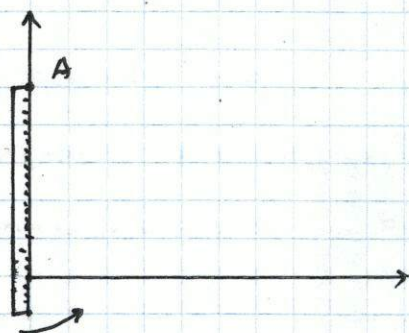
m_n будет максимальным при большем t_n и меньшим m . Перерисуем диаграмму и напомним значения коэффициента

$-\frac{t_n \cdot m_0}{m}$ в разных точках



Можно заметить, что линии, соединяющие одинаковые коэффициенты проходят через точку $A(0;0)$.
 При этом, тем меньше угол между линией и осью ординат, тем больше значение коэффициента.

Приложим линейку к ^{оси ординат} диаграмме одним концом и начнем вращать пока не наткнемся на часть диаграммы



Определим, что максимальное значение коэффициента достигается при $\frac{m_0}{m} \approx 2,7$,
 а $\tan \alpha \approx -27$. $\frac{m_0}{m} \approx 2,7$
 $\tan \alpha \approx -27$

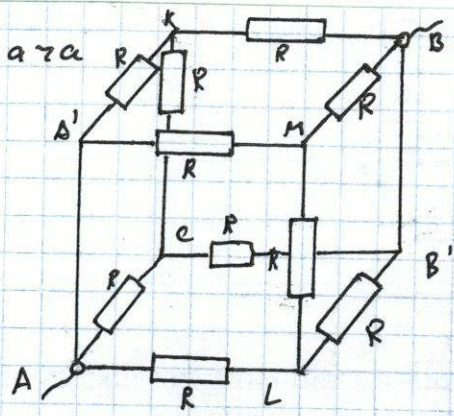
$$\text{Тогда } m_{\text{max}} \approx - \frac{2100 \cdot 1}{(2,3 \cdot 10^6 + \frac{340 \cdot 10^3 \cdot 100}{4200}) \cdot 0,37} \cdot (-27)$$

$$m_{\text{max}} \approx - \frac{2100 \cdot 1 \cdot (-27)}{(2,3 \cdot 10^6 + 4200 \cdot 100 + 34 \cdot 10^4) \cdot 0,37} \approx 0,05 \text{ кг}$$

Ответ: $m_{\text{max}} \approx 0,05 \text{ кг}$.

4 задачи
 $R_0 \rightarrow I_A \rightarrow ?$
 $I_{AA'} \rightarrow ?$

R
 $I = 2A$



Ток течет из области с большим потенциалом в область с меньшим потенциалом

$$\begin{matrix} R_{A-L} = R \\ R_{A-M} = R \end{matrix} \Rightarrow \text{между точками } M \text{ и } L$$

потенциалы равны, и ток не течет между M и L

$$\begin{matrix} R_{A-C} = R \\ R_{A-K} = R \end{matrix} \Rightarrow \text{между точками } K \text{ и } C$$

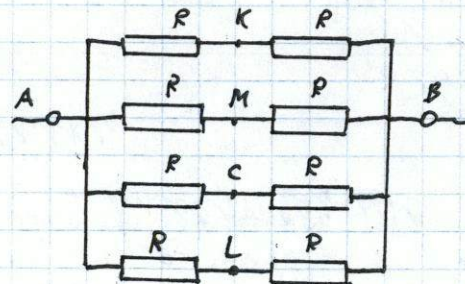
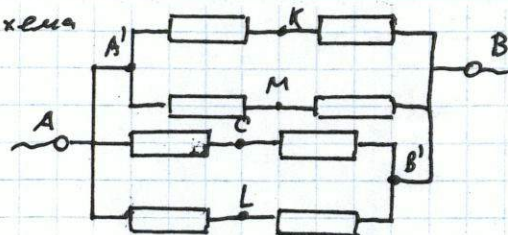
ток не течет.

Значит, можно убрать резисторы между точками M и L , и между точками K и C , не изменив общее сопротивление цепи

Построим эквивалентную цепь.

+
25

2 схема



$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{4}{2R}$$

$$R_0 = \frac{R}{2}$$

+25

Если через резисторы идет ток I , а резисторы одного колликала, то по всем веткам этой цепи течет ток I .

А ток, который течет в проводе, при-
соединенный к узлу А равен I_A .

~~По законам Киргофа~~ ~~когда два резистора соединены~~

По I закону Киргофа $I_A = 4I$ +25

$$I_A = 4 \cdot 2 = 8A$$

Через перемычку AA' по I закону Киргофа
течет ток $I_{AA'} = 2I$ (2 схема)

$$I_{AA'} = 2I = 4A \quad + 20$$

$$\text{Ответ: } R_0 = \frac{R}{2}; I_A = 8A; I_{AA'} = 4A.$$

1 задача.

$S \text{ м?}$

v_0

τ

$S = S_{\text{min}}$

a

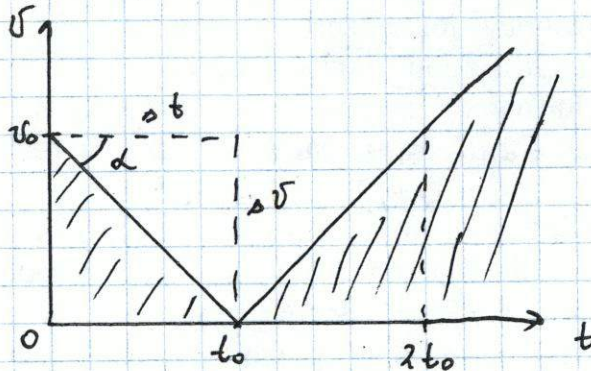
$\vec{v}_0$

$\leftarrow a$

Т.к. путь очень маленький, то направл. ускорение ~~направлено~~ ~~против~~ ~~направлению~~ ~~увеличению~~ ~~направлению~~

Тогда скорость изменится

с v_0 до 0, а потом начнет расти. Изменение скорости равно ускорению a



+ 20

α - угол между графиком и осью абсцисс.

$$\tan \alpha = \frac{v}{\Delta t} = a$$

Площадь под графиком $S = vt \Rightarrow S = s$,
где S - площадь, а s - путь

(Из графика видно, что при $\tau = t_0$, где t_0 - время за которое машина останавливается. S мин остается при)

($S = S_1 + S_2$, где S_1 - перемещение до остановки, а S_2 - после.

$$S_1 = v_0 t_0$$

$$a t_0 = v_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{a} \Rightarrow S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$S_2 = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a} + \frac{a t^2}{2}$$

t - время движения после остановки

$$\tau = t + t_0 \Rightarrow$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a} + \frac{a(\tau - t_0)^2}{2}$$

Если $\tau \leq t_0$, то $S_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}$

Тогда $S = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} + \frac{a(\tau - t_1)^2}{2} \Rightarrow$

$$S = v_0 t_1 - \frac{a(t_1^2 - (\tau - t_1)^2)}{2} \Rightarrow$$

$$S = v_0 t - \frac{a}{2}(\tau^2 + 2t\tau) \Rightarrow$$

$$S = v_0 t - \frac{a}{2}(\tau^2 + 2t\tau), \text{ где } t - \text{время до остановки.}$$

$$\text{т.к. } t = \frac{v_0}{a}, \text{ то}$$

$$s = \frac{v_0^2}{a} - \left(\frac{a}{2} \tau^2 + v_0 \tau \right)$$

Перемещение до остановки

$$s_1 = x_1(t_0) = v_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2}$$

$$a t_0 = v_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{a}$$

$$s_1 = \frac{v_0^2}{a} - \frac{a v_0^2}{2 a^2} = \frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2 a} = \frac{v_0^2}{2 a}$$

Перемещение после остановки

$$s_2 = x_2 = \frac{a t^2}{2}$$

$$s = \frac{v_0^2}{2a} + \frac{a t^2}{2}, \text{ где } t = \tau - t_0 \Rightarrow$$

$$s = \frac{v_0^2 + a^2 (\tau - t_0)^2}{2a}, \text{ т.к. } t_0 = \frac{v_0}{a}, \text{ то}$$

$$s = \frac{v_0^2}{a} + \frac{\tau^2 a}{2} - v_0 \tau, \quad a \neq 0$$

Если ускорение $a=0$, то машина проедет путь s с постоянной скоростью v_0 и её путь будет равен $s = v_0 \tau$

$v_0 \tau$ не зависит от ускорения, а $\left(\frac{v_0^2}{a} + \frac{\tau^2 a}{2} \right)$ зависит

При большом времени τ путь будет меньше, если ускорение минимально.

При малом времени τ путь будет меньше, если ускорение максимально.

В любом случае для уменьшения пути ускорение направление должно быть направлено противоположно направлению начальной скорости.

Т.к. машина не может мгновенно изменить скорость, то $a > 0$.