Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

ФТ9 - 9

Фамилия Мизёва

Имя Ксения

Отчество Алексеевна

Класс 9

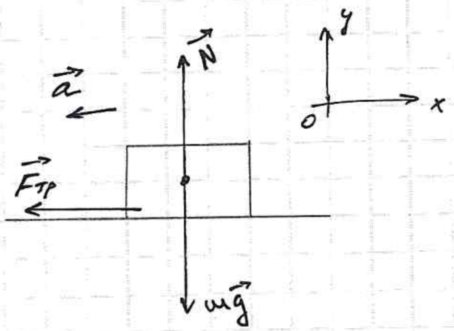
Территория г. Пермь (Пермский край)

Образовательная организация МАОУ "СОШ № 9"

ФТ9-9

1	2	3	4	5	Σ
5	3	4	2,5	4,5	19,0

№ 9.3
Торможение шайбы.



1. S_1' - время за первую секунду.
$S_1' = 8$ см
S_2' - время за вторую секунду
$S_2' = S_2 - S_1 = 4$ см

Мы видим, что $S_2' < S_1'$, значит шайба замедляется и у неё есть ускорение, направленное против её движения.

Пусть на рисунке шайба движется вправо

2. Обозначим: a - ускорение
m - масса шайбы
$F_{тр}$ - сила трения, действующая на шайбу.
N - сила реакции опоры со стороны горизонтальной поверхности.

3. По второму закону Ньютона $\vec{F}_{рез} = m\vec{a}$. Разложим на оси Ox и Oy:
Ox: $F_{рез} = F_{тр}$
Oy: $mg = N$

$F_{тр} = \mu N$; $N = mg$
$F_{тр} = \mu mg$

$ma = \mu mg \quad / \cdot \frac{1}{m}$

$a = \mu g \Rightarrow \boxed{\mu = \frac{a}{g}}$ (п.1) (*)

1п – 1б
2п – 1б
3 а – 1б
б – 0,5б
с – 0,5б
4п – 0б
5п – 0б
6п – 0б
7п – 0б
8п – 0б

4. Найдём ускорение шайбы.
Запишем законы изменения пути для S_1 и S_2.

$$\begin{cases} S_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}, & (t_1 = \tau = 0.1\text{ сек}) \\ S_2 = v_0 t_2 - \frac{a t_2^2}{2}, & (t_2 = 2\tau = 0.2\text{ сек}) \end{cases}$$

(– перед $\frac{at^2}{2}$ стоит, т.к. $\vec{a}$ направлено против движения тела)

$$\begin{cases} S_1 = v_0 \tau - \frac{a\tau^2}{2} \\ S_2 = 2v_0\tau - 2a\tau^2 \end{cases}$$ (п2)

Нам неизвестно v_0, поэтому домножим первое уравнение на 2 и вычтем его из второго, чтобы убрать v_0 из уравнений.

$S_2 - 2S_1 = -2a\tau^2 + 2\frac{a\tau^2}{2}$

$S_2 - 2S_1 = a(2\frac{\tau^2}{2} - 2\tau^2)$

$$a = \underbrace{\frac{S_2 - 2S_1}{2\frac{\tau^2}{2} - 2\tau^2}} = \frac{S_2 - 2S_1}{-\tau^2} = \frac{2S_1 - S_2}{\tau^2}$$ (п.3а)

5. Подставим численные значения.

$$\cancel{a = \frac{12 - 2\cdot 8}{2\frac{0.01}{2}} \approx 0.02}$$

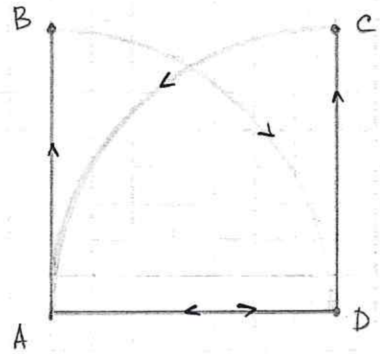
$$a = \frac{(2\cdot 8 - 12)\cdot 10^{-2}}{0.01} = \frac{0.04}{0.01} = 4 м/с \quad (п. 3б)$$

6. Подставим полученное ускорение в ⊛

$$\mu = \frac{a}{g} = \frac{4}{10} = 0.4 \quad (п. 3_c)$$

Ответ: $\mu = 0.4$

№ 9.4.
Четыре города



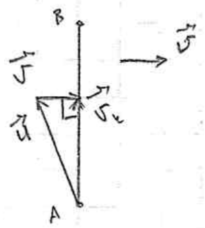
Дано: ABCD – квадрат
ветер вдоль AD
v, u
Найти: t_{ABDA}
t_{ADCA}

Решение:

1п – 0,5б
2п – 1б
3п – 1б
4п – 0б
5п а – 0б
б – 0б
c – 0б
d – 0б
6п – 0б
7п – 0б
8п – 0б

1. Найдём время движения первого самолёта (t_{ABDA})

• t_{AB}



Оптимальный треугольник скоростей всегда прямоугольный. Тогда по Т. Пифагора:

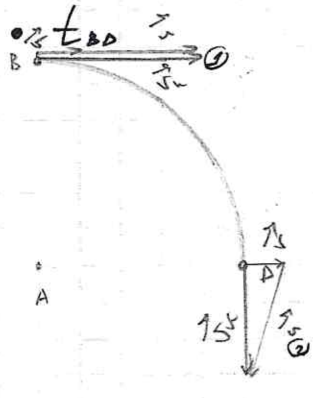
$$v_k = \sqrt{u^2 - v^2}$$

Обозначим $AB = AD = DC = BC = L$

Тогда:

$$t_{AB} = \frac{AB}{v_k} = \frac{L}{\sqrt{u^2 - v^2}} \quad (1п)$$

• t_{BD}



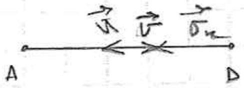
Скорость на этом участке пути направлена по касат. к окружности и она изменялась от:
① $v_0 = v + u$; до ② $v_k = \sqrt{u^2 - v^2}$

Из формулы пути найдём ускорение самолёта:

$$S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 + u^2 + 2vu - u^2 + v^2}{2a} = \frac{2v^2 + 2vu}{2a}$$

$$a = S(v^2 + vu) = \frac{\pi L}{2}(v^2 + vu)$$

• t_{DA}



Самолёт летит против ветра. Тогда

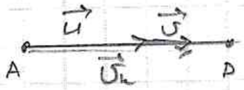
$v_к = u - v$ (3б)

$t_{DA} = \frac{L}{u-v}$

$t_{ABDA} = t_{AB} + t_{DA} + t_{BD} = \frac{L}{\sqrt{u^2-v^2}} + \frac{L}{u-v} +$

2. Найдём время движения второго самолёта (t_{ADCA}):

• t_{AD}

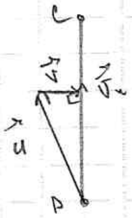


Самолёт летит по ветру. Тогда:

$v_к = u + v$

$t_{AD} = \frac{L}{u+v}$ (2б)

• t_{DC}



Оптимальный треуг. скоростей прямой. Тогда по т. Пифагора:

$v_к = \sqrt{u^2 - v^2}$

$t_{DC} = \frac{L}{\sqrt{u^2-v^2}}$ (3б)

• t_{CA}

Здесь также скорость меняется от ① $v_0 = u - v$, до ② $v_к = \sqrt{u^2 - v^2}$

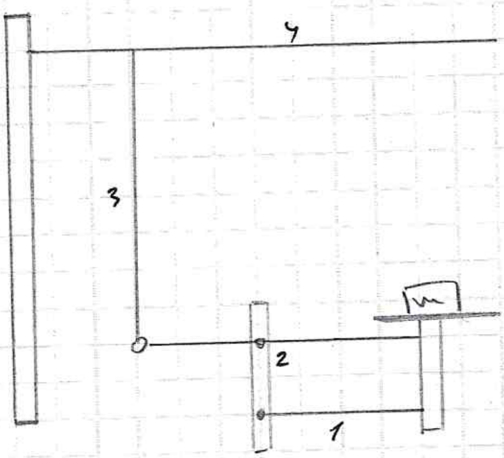
Тогда ускорение равно:

$$a = S(v_к^2 - v_0^2) = \frac{\pi L}{2}(\cancel{u^2} - v^2 - \cancel{u^2} - v^2 + 2uv)$$

$$a = \frac{\pi L}{2}(2uv - v^2)$$

$t_{ADCA} = t_{AD} + t_{DC} + t_{CA} = \frac{L}{u+v} + \frac{L}{\sqrt{u^2-v^2}} +$

№ 9.2
Силовой тренажёр



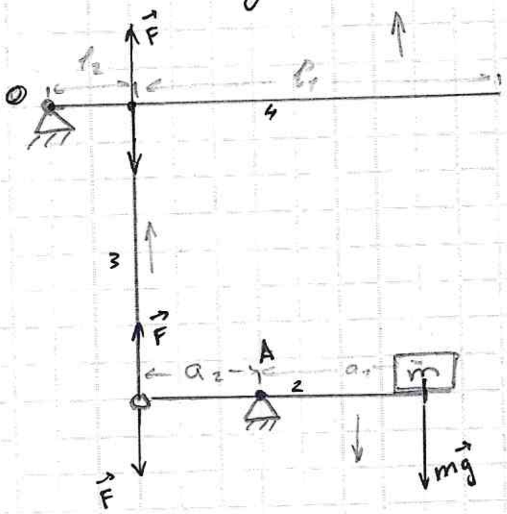
Дано: $m = 3.7$ кг
$M_0 = 86$ кг
$a_1 = 27.5$ см
$a_2 = 15.0$ см
$a_3 = 17.5$ см
$l_1 = 73,5$ см
$l_2 = 8.5$ см

$F = ?$

1. Я обозначила рычаги 1, 2, 3 и 4. Рычаг 1 не участвует в работе системы, а только обеспечивает плоскопараллельное движение.

0Б(3п.)

Заменим данный рисунок на эквивалентную схему.



2. Рассмотрим действующие силы, когда силы F_2 нет, а $m = 3.7$ кг:

mg - сила тяжести груза

F - сила, с которой рычаг 3 действует на рычаг 2, компенсируя mg, а также рычаг 3 действует на рычаг 4, т.к. мы считаем рычаги несжимаемыми.

Также на рычаг 4 действует ещё какая-то сила (назовём F'), которая компенсирует F. Нам не важно для дальнейших вычислений, где она приложена, важен лишь её момент относительно т.О, который мы можем найти.

3. Запишем сумму моментов сил для ~~для~~ рычагов 2 и 4.

~~2: $mg \cdot a_1 = F \cdot a_2$~~
~~4: $F \cdot l_2 =$~~

2: $\sum M_A = mga_1 - F \cdot a_2 = 0$
4: $\sum M_0 = MF'_0 - F \cdot l_2 = 0$ (MF'_0 - момент F' относительно т.О.

Приравниваем к 0, т.к. все рычаги в равновесии.

Из этих уравнений найдём F и MF'_0:

$F \cdot a_2 = mg \cdot a_1$

$F = \dfrac{mg \cdot a_1}{a_2} = \cancel{\left(\dfrac{3.7 \cdot 10 \cdot 27.5}{15}\right)} =$

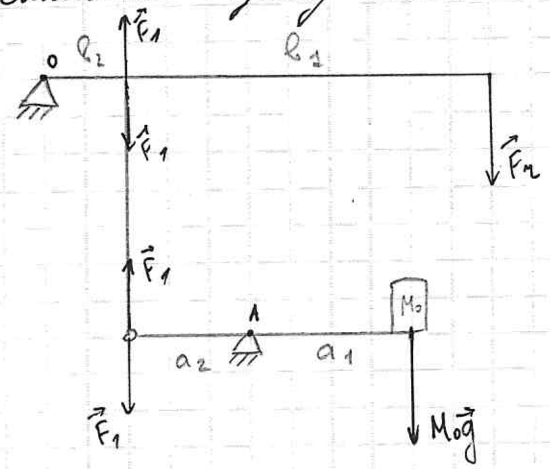
$$MF_0' = F\cdot b_2 = \frac{mga_1}{a_2} l_2$$

Численно найдём MF_0'

$$MF_0' = \frac{3.7\cdot 10\cdot 27.5\cdot 8.5\cdot 10^{-4}}{13\cdot 10^{-2}} \simeq 6.653 \text{ Н}$$

4. Рассмотрим второй случай, когда m заменяется на M_0 и появляется сила $F_ч$ (сила, с которой человек действует на рычаг 4.

Запишем сумму моментов сил для рычагов 2 и 4:



$$2{:}\ \Sigma M_A = M_0 g\cdot a_1 - F_1\cdot a_2 = 0$$

$$4.\ \Sigma M_0 = MF_0' + F_ч\cdot(l_1+l_2) - F_1\cdot l_2 = 0$$

Нам надо найти $F_ч$. Для этого сначала найдём F_1:

$$F_1 = \frac{M_0 g\cdot a_1}{a_2}$$

Подставим в уравнение для второго рычага:

$$F_1\cdot l_2 = MF_0' + F_ч(l_1+l_2)$$

$$F_ч = \frac{F_1\cdot b_2 - MF_0'}{b_1+b_2} = \frac{\frac{M_0 g\cdot a_1}{a_2}l_2 - \frac{mga_1}{a_2}l_2}{l_1+l_2} = \frac{(M_0-m)\cdot \frac{g\cdot a_1\cdot b_2}{a_2}}{l_1+b_2}$$

0(2п.)
0(3п.)
1(5п.)
1(6п.)
1(7п.)
3б

~~Подставим числ. значения:~~

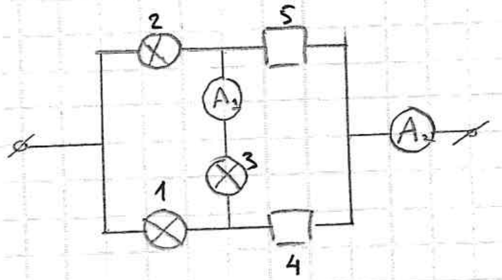
$$\cancel{F_ч = \frac{\frac{86\cdot 10\cdot 27.5}{13} - 6.653}{73.5+8.5}}$$

подставим числ. значения:

$$F_ч = \frac{(86-3.7)\,\frac{10\cdot 27.5\cdot 8.5}{13}\cdot 10^{-2}}{(73.5+8.5)\cdot 10^{-2}} = \frac{82{,}3\cdot 179{,}8}{82} = 180\text{ Н}$$

Ответ: надо приложить вертикальную силу $F_ч = 180$ Н

№ 9.5
Нелинейный мост.



Дано:
$I_x; I_y$
$I = a\sqrt{U}$
$I_x > I_y$

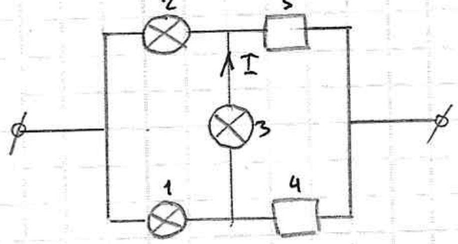
Все силы тока

1. $I_{A2} = I_x$
$I_{A1} = I_y$, т.к.

(A_2) показывает общий ток цепи, а (A_1) – часть тока. Тогда $I_{A1} < I_{A2}$ и $I_{A2} = I_x$, а $I_{A1} = I_y$.

1б(1)

т.к. амперметры идеальные, заменим эквивалентной схемой данную, заменив амперметры проводами.



На нелинейном элементе (далее НЭ) 3 сила тока равна I_y, т.к. в изначальной схеме он подключен последовательно с (A_1).

$I_3 = I_y$

2. Пусть ток на „мостике" течет вверх ~~[illegible]~~
Тогда выразим U_0 (общее напряжение). Т.к. напряжение на паралл. участках равно, то верно, что:

$U_0 = U_1 + U_3 + U_5$
$U_0 = U_2 + U_5$

1 + 1 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0,5 + 0 +
= 4,5б

Тогда:

$U_1 + U_3 + U_5 = U_2 + U_5 \quad / - U_5$
$U_1 + U_3 = U_2$

для НЭ верно: $I = a\sqrt{U}$.
тогда: $U = \frac{I^2}{a^2}$

1б(2)

$U_3 = \frac{I_y^2}{a^2}$

Обозначим токи ~~на~~ на НЭ 1 – I_1, а на НЭ 2 – I_2.

$U_1 = \frac{I_1^2}{a^2}$

$U_2 = \frac{I_2^2}{a^2}$

$\frac{I_1^2}{a^2} + \frac{I_y^2}{a^2} = \frac{I_2^2}{a^2} \quad / \cdot a^2$

2б(3)

$I_1^2 + I_y^2 = I_2^2$ (*)

3. Т.к. в изначальной схеме (A_2) подключен последовательно с остальной частью схемы, то сила тока на (A_2) равна силе тока на остатке схемы, которая равна сумме токов в этой части схемы.

т.к. по мосту ток течёт ||верх, то:

$I_5 = I_2 + I_y$
$I_4 = I_1 - I_y$

0,5б (7) отсутствующие токи на схеме.

0,5б (4)

$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = I_x$

$I_1 + I_2 + \cancel{I_y} + I_1 - \cancel{I_y} + I_2 + I_y = I_x$
$2I_1 + 2I_2 + I_y = I_x$

$I_2 = \frac{I_x - I_y - 2I_1}{2} = \frac{I_x - I_y}{2} - I_1$

Подставим в ④

$\left(\frac{I_x - I_y}{2} - I_1\right)^2 = I_1^2 + I_y^2$

$\frac{(I_x - I_y)^2}{4} - (I_x - I_y) I_1 + \cancel{I_1^2} = \cancel{I_1^2} + I_y^2 \quad | - I_1^2$

$I_1 = -\frac{I_y^2}{I_x - I_y} + I_x - I_y$

$I_1 = I_x - I_y - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_2 = \frac{I_x - I_y - 2I_1}{2} = \frac{I_x - I_y}{2} - I_x + I_y + \frac{I_y^2}{I_x - I_y} = \frac{I_y}{2} - \frac{I_x}{2} + \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_4 = I_1 - I_y = I_x - 2I_y - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_5 = \frac{3}{2} I_y - \frac{I_x}{2} + \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_3 = I_y$

Ответ: $I_1 = I_x - I_y - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$ 0,5б (5)

$I_2 = \frac{I_y - I_x}{2} + \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$ 0,5б (6)

$I_3 = I_y$

$I_4 = I_x - 2I_y - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$ 0,5б (9)

$I_5 = \frac{3}{2} I_y - \frac{I_x}{2} + \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$ 0,5б (8)

или

$I_4 = I_x - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_5 = \frac{I_y^2}{I_x - I_y} - \frac{I_x}{2} - \frac{I_y}{2}$

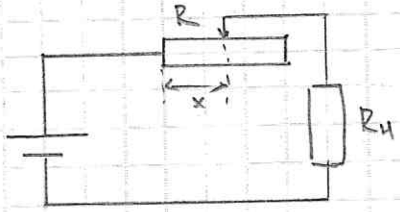
4. Если ток. по мосту течёт ||верх, то изменятся только I_4 и I_5

$I_4 = I_1 + I_y = I_x - \frac{I_y^2}{I_x - I_y}$

$I_5 = I_2 - I_y = \frac{I_y^2}{I_x - I_y} - \frac{I_x}{2} - \frac{I_y}{2}$

№ 9.1

Термостат.



Дано:

$t_1 = 25°C$

$x_1 = 0.65$

$t_2 = 20°C$

$x_2 = 0.35$

$t_3 = 13°C$

$4R_н = R$

$x_3 = ?$

1. Запишем уравнения теплового баланса для 1 и 2 случая.

1) $U_0 I_1 = k\Delta t_1$

2) $U_0 I_2 = k\Delta t_2$

где U_0 — общее напряжение цепи

I_1 и I_2 — токи на нагревателе

Δt_1 и Δt_2 — разности температур окр. среды и нагревателя

k — коэф. пропорц.

Разделим 1) на 2), чтобы избавиться от k:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \quad (*)$$

$P_н = I^2 R_н$

Выразим I_1 и I_2:

$$I_1 = \frac{U_0}{R_{01}} = \frac{U_0}{R_н + R\cdot x_1}$$

$$I_2 = \frac{U_0}{R_{02}} = \frac{U_0}{R_н + R\cdot x_2}$$

2. Подставим в (*):

$$\frac{U_0}{R_н + Rx_1} : \frac{U_0}{R_н + R\cdot x_2} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

$$\frac{R_н + Rx_2}{R_н + Rx_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

$$\frac{0.25\cancel{R} + x_2\cdot\cancel{R}}{0.25\cancel{R} + x_1\cdot\cancel{R}} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

$$\frac{0.25 + x_2}{0.25 + x_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{t_н - t_1}{t_н - t_2}$$

$$(t_н - t_1)(0.25 + x_1) = (t_н - t_2)(0.25 + x_2)$$

~~подставим~~

$$t_н(0.25 + x_1 - 0.25 - x_2) = t_1(0.25 + x_1) - t_2(0.25 + x_2)$$

~~тогда~~ $$t_н = \frac{t_1(0.25 + x_1) - t_2(0.25 + x_2)}{x_1 - x_2}$$

подставим числ. значения.

0,5б (1а)

0,5б (1б)

1с —

1б (2п)

2б (3п.)

4п —

1б (5п.)

6п —

5б

$$\frac{R_H + x_2 R}{R_H + x_1 R} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

$R = 4R_H$

$$\frac{\cancel{R_H}(1+4x_2)}{\cancel{R_H}(1+4x_1)} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

$(t_H - t_1)(1+4x_1) = (t_H - t_1)(1+4x_2)$

подставим числ. значения

$t_H(1+4\cdot 0.65) - 25(1+4\cdot 0.65) = t_H(1+4\cdot 0.35) - 20(1+4\cdot 0.35)$

$3.6\, t_H - 90 = t_H \cdot 2.4 - 48$

$1.2\, t_H = 90 - 48 = 42$

$t_H = 35°C.$

3. Запишем ур. тепл. баланса для 3 случая и для 1.

1) $U_0 I_1 = \Delta t_1 \cdot k$
2) $U_0 I_3 = \Delta t_3 \cdot k$

Разделим одно на другое:

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_3} \quad (*)$$

$$I_1 = \frac{U_0}{R_H + R x_1}$$

$$I_3 = \frac{U_0}{R_H + R x_3}$$

подст. в (*):

$$\frac{R_H + R\cdot x_3}{R_H + R\cdot x_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_3}$$ (далее аналогично пункту 2.)

$$\frac{1+4x_3}{1+4x_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_3}$$

$t_H(1+4x_3) - t_3(1+4x_3) = t_H(1+4x_1) - t_1(1+4x_1)$

$$t_н + 4t_н x_3 - t_3 - 4t_3 x_3 = (t_н - t_1)(1 + 4x_1)$$

$$x_3 (4t_н - 4t_3) = (t_н - t_1)(1 + 4x_1) - t_н + t_3$$

$$x_3 = \frac{(t_н - t_1)(1 + 4x_1) - t_н + t_3}{4(t_н - t_3)}$$

Подставим численные значения:

$$x_3 = \frac{(35 - 25)(1 + 2.6) - 35 + 13}{4(35 - 13)} = \frac{10 \cdot 3.6 - 35 + 13}{4 \cdot 22} =$$

$$= \frac{14}{88} = \frac{7}{44} \simeq 0.16$$

Ответ: $x_3 \simeq 0.16$

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

Ф9-107

Фамилия Мизёва

Имя Ксения

Отчество Алексеевна

Класс 9

Территория г. Пермь (Пермский край)

Образовательная организация МАОУ „СОШ №9"

Ф9-107

S: 1.

1. Найдём объёмы изоляции и провода ($V_и$, $V_п$).

$$V = L\cdot S = L\cdot\frac{\pi D^2}{4} \quad (1)$$

Для изоляции и провода в данной формуле всё можно измерить.

$L_п = 600$ мм (по условию)
$L_и = 292$ мм – измерила данной мне линейкой

Диаметр измерять линейкой неудобно, т.к. ответ будет очень неточным, но можно воспользоваться формулой длины окружности:

$$X = \pi D$$

Обмотаем провод ниткой 10 раз (для повышения точности) и измерим её длину ($l_{н1} = 67$ мм). Тогда, учитывая то, что в $l_{н1}$ у нас содержится 10 длин окружности верно:

$$\frac{l_{н1}}{10} = \pi D \quad (2)$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
№2	1,5	0,5	2	0	0	0	0					

Отсюда:

$$D = \frac{l_{н1}}{10\pi} \quad (\simeq 2.13 \text{ мм})$$

Подставим в (1) для провода:

$$V_п = L_п\cdot\frac{\pi}{4}\cdot\frac{l_{н1}^2}{100\pi^2} = \frac{l_{н1}^2}{40\pi}\cdot L_п$$

4б + 4б

Подставим численные значения и получим:

$$V_п = 600\cdot\frac{67^2}{400\pi} = \frac{1,5\cdot 67^2}{\pi} \simeq 2143,34 \text{ мм}^3$$

(2143,34 мм³ = 2,14334 см³)

Аналогично найдём внешний диаметр изоляции, подставив в (2) вместо $l_{н1}$, $l_{н2}$ ($l_{н2} = 108$ мм)

$$\frac{l_{н2}}{10} = \pi D_1$$

Отсюда:

$$D_1 = \frac{l_{н2}}{10\pi} \quad (\simeq 3,44 \text{ мм})$$

Подставив в (1) данную формулу, мы найдём объём и изоляции, и провода внутри неё. Тогда из правой части (1) вычтем объём провода внутри изоляции, также вычислив его через (1).

$$V_и = V_{общ} - V_п = L_и\cdot\frac{\pi}{4}\cdot\frac{l_{н2}^2}{100\pi^2} - L_и\cdot\frac{\pi}{4}\cdot\frac{l_{н1}^2}{100\pi^2}$$

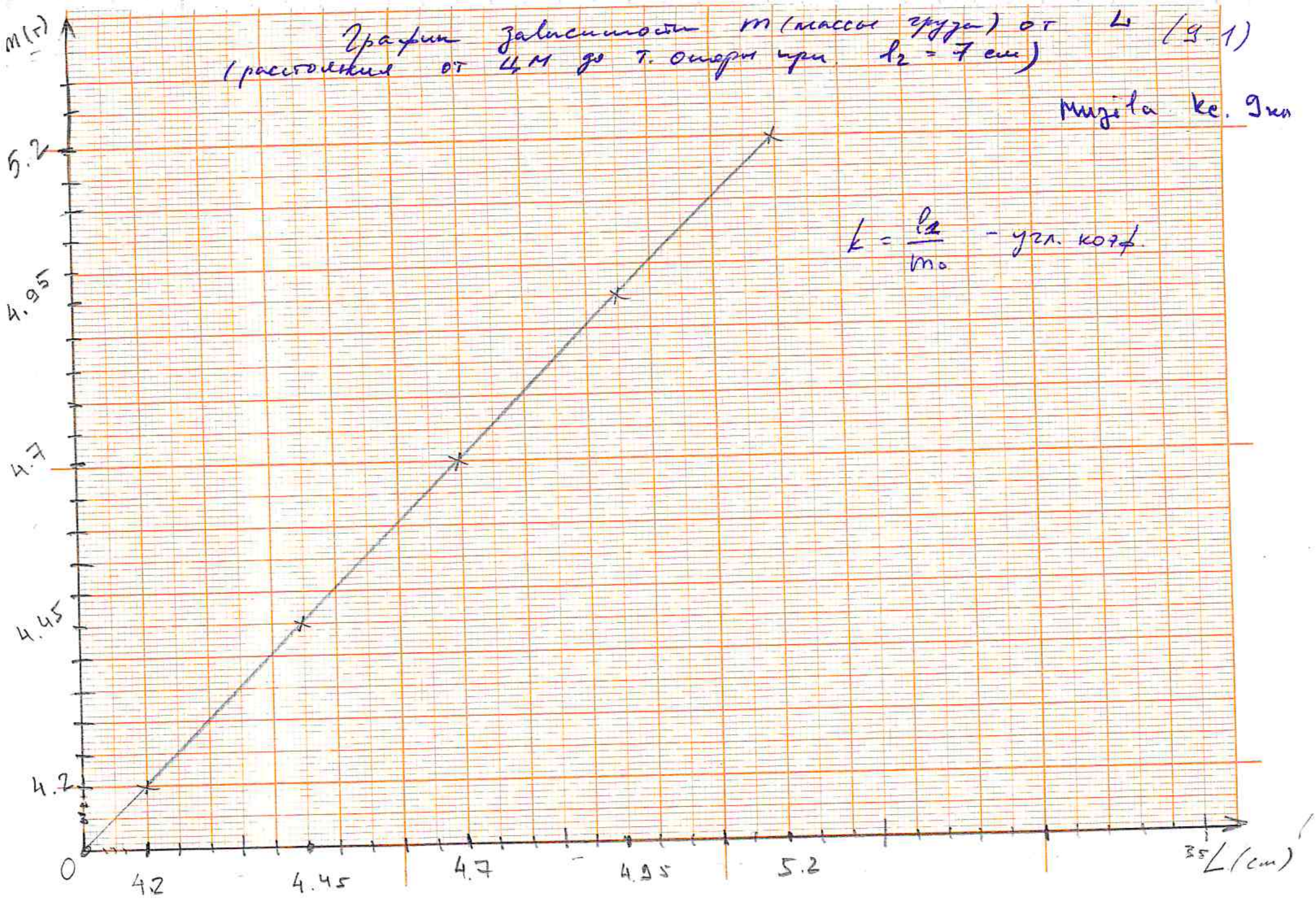


График зависимости m (массы груза) от L (9.1)
(расстояния от ЦМ до т. опоры при l_2 = 7 см)
$k = \frac{l_2}{m_0}$ - угл. коэф.
m(г)
5.2
4.95
4.7
4.45
4.2
0
4.2
4.45
4.7
4.95
5.2
L (см)

$$V_н = L_н \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{100\pi^2}\left(l_{н2}^2 - l_{н1}^2\right) = \frac{L_н}{400\pi}\left(l_{н2}^2 - l_{н1}^2\right)$$

Подставим числ. значения:

$$V_н = 292 \cdot \frac{1}{400\pi}\left(108^2 - 67^2\right) =$$

$$V_н = 416.807 \text{ мм}^3$$

~~(913 мм³ = 0.00153 см³)~~ (416.807 мм³ ≈ 0.4168 см³)

2. Найдём массы изоляции и провода. Для этого найдём сначала их массу вместе, а затем соотношение их масс.

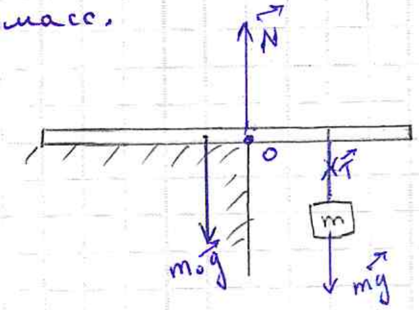


рис. 1

Для нахождения общей массы расположим провод на краю стола так, что его центр масс (определим его экспериментально, уравновешивая провод на пальце) лежит на столе. ~~Наберём в меньший шприц 1 мл воды.~~ (*) Подвесим его с помощью нитки на провод. Для удобства дальнейших расчётов за точку опоры возьмём точку, где изоляция заканчивается.

Запишем сумму моментов сил относительно т. O (см. рис. 1):

$$\Sigma M_0 = m_0 g \cdot l_1 - T \cdot l_2 + N \cdot 0 = 0$$

(где m_0 — масса всего провода и изоляции).

Запишем условие равновесия груза m (не двигается по вертикали):

$$mg = T$$

Тогда получим:

$$m_0 g l_1 = m g l_2 \quad / \cdot \frac{1}{g}$$

Найдём все величины, измерив их.

$l_1 = 2$ см
$l_2 = 14$ см

Определим m:

~~$V = 1$ мл $= 10^{-6}$ м³~~
~~$m = \rho V = 10^{-3}$ кг (1 г)~~
~~Опустим шприц в воду. Он плавает,~~

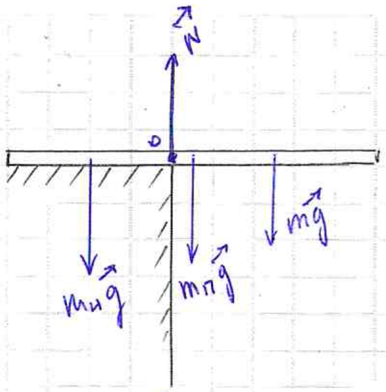
~~(*) Подвесим больший шприц.~~

(*) Подвесим меньший шприц.

Опустим меньш. шприц в воду $m_{выт. воды} = m_{шприц}$; определим $m_{ш}$, откачивая её с помощью второго шприца $m_{ш} = 4.2$ г
$m = 4.2$ г

$$m_0 = \frac{m l_2}{l_1} = \frac{1 \cdot 14}{2} = 7 \text{ г}$$

Теперь рассмотрим тот же случай, считая провод и изоляцию за отдельные тела



~~Рассмотрим~~ Запишем сумму моментов сил относительно т. О:

$$\Sigma M_0 = m_н g \cdot l_1 - m_п g l_2 - m g l_3 + N \cdot 0 = 0$$

(Я пропустила усл. равновесия для груза, т.к. оно могло такое же, как и в пред. случае)

$$m_н g l_1 = m_п g l_2 + m g l_3 \quad / \cdot \frac{1}{g}$$

Выразим $m_н$

$$m_н = \frac{m_п l_2 + m l_3}{l_1} \quad (3)$$

Определим l_1, l_2, l_3. т.к. изоляция и провод практически равномерные, то найдём их центр масс как геометрический центр.

$l_1 = 14.6$ см
$l_2 = 0.5$ см
$l_3 = 14$ см

~~Подставим: $m_н = \frac{m_п \cdot 0.5 + m \cdot 9.5}{14.6} = \frac{m_п \cdot 0.5 + 9.5}{14.6} = \frac{m_п + 19}{29,2}$ (4)~~

$m_0 = m_н + m_п$

подставим (3) в это уравнение:

$$m_0 = \frac{m_п l_2 + m l_3}{l_1} + m_п = \frac{m_п (l_2 + l_1) + m l_3}{l_1}$$

Выразим $m_п$:

$$m_п \cdot \frac{l_2 + l_1}{l_1} = m_0 - \frac{m l_3}{l_1}$$

$$m_п = \left(m_0 - \frac{m l_3}{l_1}\right) : \frac{l_2 + l_1}{l_1} = \frac{m_0 l_1 - m l_3}{l_2 + l_1}$$

подставим числ. значения:

$$m_п = \frac{7 \cdot 14,6 - 1 \cdot 14}{0.5 + 14.6} \approx 5,84 \text{ г}$$

тогда:

$$m_н = m_0 - m_п = 7 - 5.84 = 1.16 \text{ г}$$

Зная массу и объём можем найти плотности:

$\rho = \frac{m}{V}$

$\rho_п = \frac{m_п}{V_п} = \frac{5.84}{2.143} \simeq \cancel{1.848\ г/см^3} \simeq 2.725\ г/см^3$

$\rho_н = \frac{m_н}{V_н} = \frac{1.16}{0.4168} \simeq \cancel{1.895\ г/см^3} \simeq \simeq 2.783\ г/см^3$

~~Таблица для построения графика зависимости m (массы груза) от расстояния от точки опоры до груза:~~

3. Для построения графика снова будем считать провод и проволоку единым целым. Тогда рассмотрим уравнение, вывод которого приведён на стр. 2.

$m_0 l_1 = m l_2$ (*)

Выразим m:

$m = \frac{m_0 l_1}{l_2}$

Нам сказано, что график должен являться линейным, т.е. прямая. Тогда нам очевидно нужен график $m = f(l_2)$, т.к. $m = f(l_1)$ – гипербола. Для измерения перемещаем только рычаг относительно опоры. l_1 – фиксированное.

Таблица для построения графика:

m_2	4.2	4.45	4.75	4.95	4.
l_2 см	1.3	1.6	3		

$l_1 = 10.5$ см

~~Т.к. изменять l_1 удобнее, чем l_2, то выведем l_2 из (*) и, изменяя l_2 будем искать l_1:~~

m	4.2	4.45	4.7	4.95
l_2	14			
l_1				

$l_1 = \frac{m l_2}{m_0}$

Пусть l_2 – константа и для удобства $l_2 = 7$ см.
тогда $l_1 = m_0$

9.2

Сер. ящик   5: 11.

1. т.к. цепь в ящике незамкнутая, замкнём её, подключив один из проводов проходил-продил к клеммам A и любой другой кроме B (сгорит батарейка)

Для начала попробуем сделать самую простую схему,

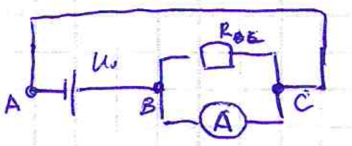
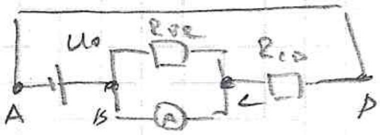


рис. 1

Ток на участке BC слишком большой (больше 200 мА - предел измерений). Чтобы уменьшить ток, ~~подключим~~ подключим в схему R_{CD} (рис. 2)

Такой ток (A) (амперметр) померить может. Зная, что ток при паралл. соедин. распространяется обратно пропорц. сопр. получим:



$$\frac{I_A}{I_{BC}} = \frac{R_{BC}}{R_A}$$

$$\frac{I_{BC}}{I_A} = \frac{R_A}{R_{BC}} \quad / +1$$

$$\frac{I_{BC}+I_A}{I_A} = \frac{R_A+R_{BC}}{R_{BC}}$$

$I_{BC}+I_A = I_{общ}$, т.к. включены посл. с ост. резисторами

$$I_0 = \frac{I_A\,(R_A+R_{BC})}{R_{BC}} \quad (1)$$

Выразим I_0 через закон Ома:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = U_0 : \left(\frac{R_A \cdot R_{BC}}{R_A+R_{BC}} + R_{CD}\right) = \frac{U_0(R_A+R_{BC})}{R_A R_{BC} + R_{CD}(R_A+R_{BC})} \quad (2)$$

приравняем пр. части (1) и (2)

$$\frac{I_A\,(R_A+R_{BC})}{R_{BC}} = \frac{U_0\,(R_A+R_{BC})}{R_A R_{BC} + R_{CD}\,(R_A+R_{BC})} \quad / \cdot R_{BC}\,(R_A R_{BC} + R_{CD}(R_A+R_{BC})$$

$$I_A\,(R_A+R_{BC})(R_A R_{BC} + R_{CD}\,(R_A+R_{BC}) = U_0\,(R_A+R_{BC})\,R_{BC}$$

$$(I_A R_A + I_A R_{BC})(R_A R_{BC} + R_{CD} R_A + R_{CD} R_{BC}) = U_0 R_A R_{BC} + U_0 R_{BC}^2$$

$$R_A^2\,(I_A R_{BC} + I_A I_{CD}) + R_A\,(I_A R_{CD} R_{BC} + I_A R_{BC}^2 + I_A R_{CD} R_{BC}) +$$
$$+ I_A R_{BC}^2 R_{CD} - U_0 R_A R_{BC} - U_0 R_{BC}^2 = 0$$

Mujila Ke. 9 кл

Измерим омметром сопротивления:

$R_1 = 5.7$ Ом
$R_2 = 10.4$ Ом
$R_3 = 19.6$ Ом
$R_4 = 41.5$ Ом
$R_5 = 83.5$ Ом

$U_0 = 1.64$ В – напряж. батарейки

$R_{A1} \neq R_{A2} \neq R_{A3}$, т.к. при равном сопротивлении ток на

A разный ($I_{A1} = 48$ мА, $I_{A2} = 47.7$ мА, $I_{A3} = 84$ мкА)