

Шифр: В-15

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике

2018/2019

Ленинградская область

Район Сосновий Бор

Школа МБОУ "школа №8"

Класс 10

ФИО Андреев Николай Владимирович

B-15 Всероссийская олимпиада школьников по физике.
Региональный этап. Теоретический тур.

№5.

1	2	3	4	5	Σ
2	9	9	2	10	32

Решение. *минимум* *максимум*

1

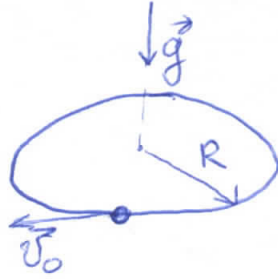
Дано:

$R, m, g, \mu,$
 $v_0(t=0)$

1) $|F_{тр}|$

2) $a_{накло}$

3) Выпишите, по возможности наименьшим числом с $t_0(v_0)$ до $t_1(0,99v_0)$ с промежуточно не более 2х.



Посмотрим со стороны, какие силы действуют на бублик:

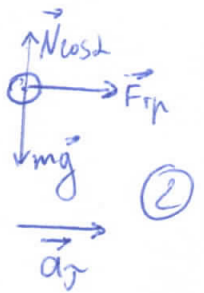
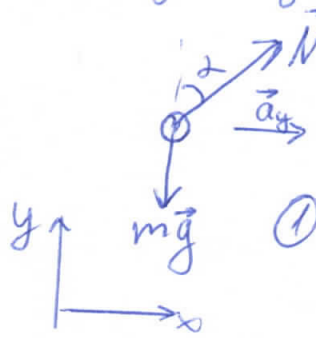


Рисунок 1:

По II закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_y$$

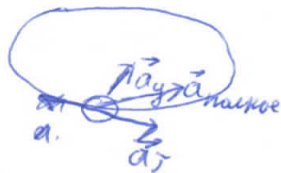
$$Ox: N \sin \alpha = \frac{m v_0^2}{R} \quad (a_y = \frac{v_0^2}{R})$$

$$Oy: N \cos \alpha = mg$$

$$1) N = \sqrt{N^2 \cos^2 \alpha + N^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{\frac{m^2 v_0^4}{R^2} + m^2 g^2} = m \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2}$$

$$\text{Значит } |F_{тр}| = \mu N = \mu m \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2} \quad \checkmark$$

2)



$$\vec{a}_{накло} = \vec{a}_y + \vec{a}_r$$

По теор. Пифагора:

$$a_{накло} = \sqrt{a_y^2 + a_r^2} \quad \checkmark$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

Рисунок 2: По II закону Ньютона:

$$m\vec{a}_r = \vec{F}_{тр} + N \cos \alpha + m\vec{g}$$

$$Ox: m a_r = F_{тр} = \mu m \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2} \Rightarrow a_r = \mu \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2}$$

$$\text{Значит расстояние} = \sqrt{\frac{v^4}{R} + \mu^2 \left(\frac{v^4}{R^2} + g^2 \right)} = \sqrt{\frac{v^4}{R^2} (1 + \mu^2) + \mu^2 g^2}$$

$$3) S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} \quad (\text{где } v_k = 0,99 v_0; v_0 = v_0; a = -a;)$$

$$S = \frac{v_0^2 (1 - (0,99)^2)}{2 a} = \frac{v_0^2 \cdot 0,0199 R}{2 \mu \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}} = \frac{0,0199 v_0^2 R}{2 \mu \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}}$$

№4.

Дано:

$$\mu = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}},$$

$T(h)$,

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\rho_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$h_1 = 10^3 \text{ м}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

ρ_1, ρ_2

Решение.

По Менделееву-Клапейру:

$\rho_0 = \frac{p_0}{\mu} R T_0$, где ρ_0 - плотность воздуха на уровне моря. \Downarrow

$$\rho_0 = \frac{p_0 \mu}{R T_0}$$

Предположим, что давление с высотой уменьшается линейно. Тогда,

$$\rho_0 = \frac{p_0}{2} g h \quad (h - \text{высота атмосферы}) \Rightarrow h = \frac{2 p_0}{\rho_0 g}$$

(среднее арифметическое)

$$\rho_0 = \frac{\rho_1}{2} g (h - h_1) + \frac{\rho_1 + \rho_0}{2} \cdot h_1 g =$$

$$= \frac{\rho_1}{2} g \left(\frac{2 p_0}{\rho_0 g} - h_1 \right) + \frac{\rho_1}{2} h_1 g + \frac{\rho_0}{2} h_1 g =$$

$$= \rho_1 \left(\frac{g}{2} \left(\frac{2 p_0}{\rho_0 g} - h_1 \right) + \frac{h_1 g}{2} \right) + \frac{\rho_0}{2} h_1 g = \rho_1 \cdot \frac{p_0 g}{\rho_0 g} + \frac{\rho_0}{2} h_1 g$$

$$\text{Отсюда } \rho_1 = \left(\frac{p_0 - 0,5 \rho_0 h_1 g}{\rho_0} \right) \rho_0 =$$

$$\rho_1 = \frac{p_0 - 0,5 \rho_0 h_1 g}{\rho_0}$$

$$= \left(\frac{p_0 - 0,5 \rho_0 \mu h_1 g}{R T_0} \right) \rho_0 = \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\mu h_1 g}{R T_0} \right) \cdot \frac{\rho_0 \mu}{R T_0}$$

B-15

T_0 найдем как $t + 273$

(2)

$T_0 = 288k.$

$$p_0 = \left(1 - \frac{1}{2} \frac{0,028 \cdot 1000 \cdot 9,9}{8,31 \cdot 288}\right) \cdot \frac{10^5 \cdot 0,028}{8,31 \cdot 288} \left(\frac{кк}{м^3}\right) =$$

$$= 1,1 \frac{кк}{м^3}$$

$$p_1 = \frac{p_0}{2} g(h-h_1) = \frac{p_0 g}{2} \left(\frac{2p_0}{p_0 g} - h_1\right) =$$

$$= \frac{p_0 g}{2} \left(\frac{2p_0 R T_0}{p_0 \mu g} - 1\right) = 94,1 кПа.$$

Ответ: $1,1 \frac{кк}{м^3}$; $94,1 кПа.$

№3.

Дано:

$R_1 = 1 кОм$

$R_2 = 2 кОм$

$R_3 = 3 кОм$

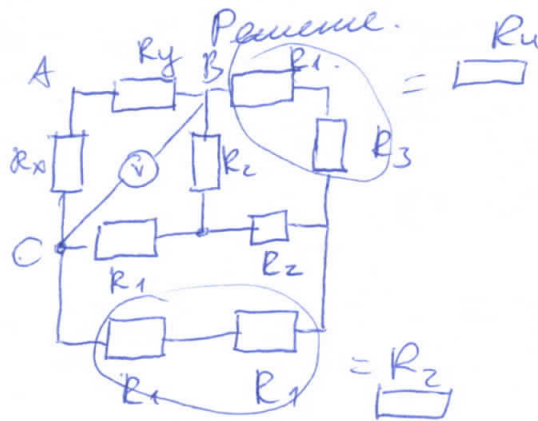
$U_0 = 10 В.$

$U_1 = 4 В.$

$U_2 = 5 В.$

1) R_x, R_y, R_z

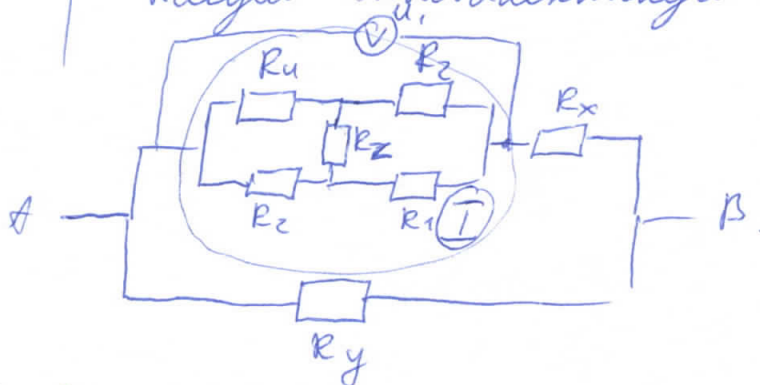
2) I_{AB}, I_{AC}



Обозначим $R_1 - R_3$ за $R_u = 4 кОм$

и $R_1 - R_2$ за R_z .

Рассудим эквивалентную схему гирь A, B:



Можно заметить мощност Юнксона \Rightarrow через R_z ток не идет. Значит на гире I будет сопротивление

$$R_I = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 \cdot R_1}{R_2 + R_1} = \frac{8}{6} + \frac{4}{6} \text{ k}\Omega = 2 \text{ k}\Omega.$$

$$U_1 = 4 \text{ В (по уравнению I)}$$

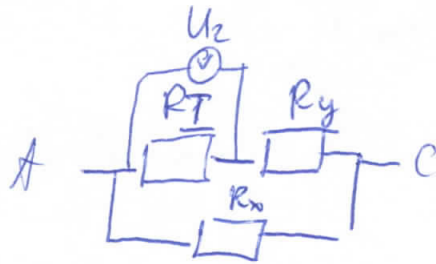
Знаем ток через этот участок цепи $I_{11} = \frac{U_1}{R_I}$

$$I_0 = I_{11} R_I + I_{11} R_x = I_{21} R_y \Rightarrow \underline{I_{21} = \frac{I_{11} (R_I + R_x)}{R_y}} \quad I_{21} = \frac{I_{11} (R_I + R_x)}{R_y}$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{U_0 - I_{11} R_I}{I_{11}} = \frac{U_0 - U_1}{U_{11}} R_I = 1,5 R_I = 3 \text{ k}\Omega$$

Теперь другая АС:

эквивалентная схема:



Сдесь также присутствовать может ток тока, поэтому через R_2 ток не идет. Следовательно R_2 можно быть любым.

$$I_{12} = \frac{U_2}{R_I}$$

$$U_0 = I_{12} (R_I + R_y) \Rightarrow R_y = \frac{U_0}{I_{12}} - R_I = 2 \text{ k}\Omega.$$

$$I_{AB} = I_{11} + I_{21} = \frac{4}{2000} + \frac{8}{2000} \cdot \frac{4000}{2000} \text{ A} = \frac{12}{2000} + \frac{3}{500} = 0,06 \text{ A}.$$

$$I_{AC} = I_{12} + I_{22} = \frac{U_2}{R_I} + \frac{U_2}{R_I} \left(\frac{R_I + R_y}{R_x} \right) = \frac{5}{2000} + \frac{5}{2000} \left(\frac{2000 + 2000}{3000} \right) \text{ A} =$$

$$= \frac{5}{2000} + 0,05833 \text{ A}$$

Ответ: $R_x = 3 \text{ k}\Omega$

$R_y = 2 \text{ k}\Omega$

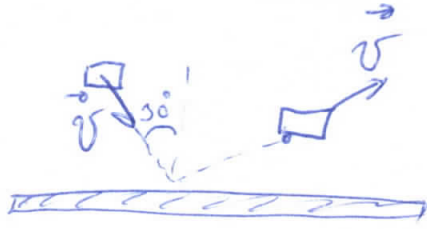
R_2 - любое

$I_{AB} = 0,06 \text{ A}$

$I_{AC} = 0,05833 \text{ A}.$

B-15

3



$$\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$m v (\cos 60^\circ + \cos 30^\circ) = N \Delta T$$

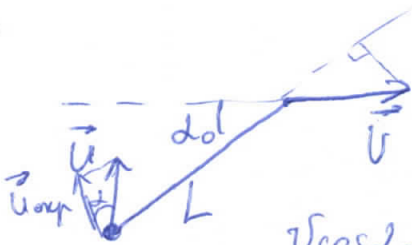
$$m v (\cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \mu N \Delta T$$



$$\mu = \frac{\cos 30^\circ - \sin 30^\circ}{\cos 30^\circ + \sin 30^\circ} \approx 0,26$$

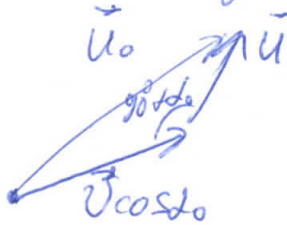
Ответ: 0,26.

11.



Т.к. угол не определен, то.

$v \cos \alpha_0$ - с такой скоростью движение мед. кин. в направлении и пер. \Rightarrow



25

По теореме косинусов:

$$u_0 = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + u^2 + 2 \sin \alpha v u \cos \alpha}$$

Скорость движения по ординате равна $u \cos \alpha = v_{0x}$

$$T = m \frac{u^2 \cos^2 \alpha_0}{L}$$

Ответ: $u_0 = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + u^2 + \sin 2\alpha v u}$
 $u_0 = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha_0 + u^2 + \sin 2\alpha_0 v u}$
 $T = m \frac{u^2 \cos^2 \alpha_0}{L}$

B-15. Всероссийская олимпиада школьников по физике. Решокальный этап. Экспериментальный тур.

Вых: 11^{05}
 вх: 11^{10} (1)

N10-2

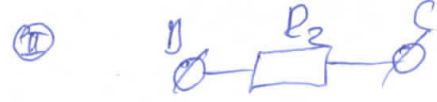
Измерим U . Для этого подключим вольтметр параллельно к источнику:



показание вольтметра оказалось равным ~~$3,26 \text{ В} = U$~~
 $U = (3,26 \pm 0,01) \text{ В}$ (учитывая погрешности)

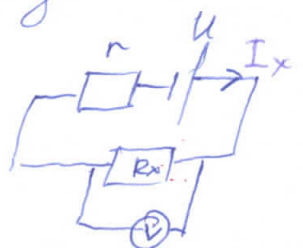
(2) Шаг

Теперь ~~подключим~~ рассмотрим схему цепи в "серой" ящичке (из условия):
 тут может быть три случая.



где $R_3 = R_1 + R_2$.

Подключим Бериевский и синий провод к источнику и измерим напряжение на нём, подключив параллельно резистор. Обозначим сопротивление в данном случае за R_x .



По закону Ома:

$$U = I_x \cdot r + I_x \cdot R_x \quad (1)$$

$$U_x = I_x \cdot R_x \quad (2)$$

$(2,18 \pm 0,01) \text{ В}$

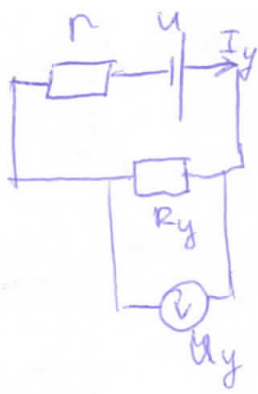
U_x Вольтметр показывает, что $U_x = 2,18 \text{ В}$

Отсюда находим I_x используя равенство (1)

$$I_x = \frac{U - U_x}{r} = \frac{1,08 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{1000} = (1,08 \pm 0,02) \text{ А}$$

Используя (2) находим $R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{2,18 \pm 0,01}{1,08 \pm 0,02} \cdot 1000 \Omega = 2,018 \pm 0,04 \text{ к}\Omega$

Далее подключим Бериевский и красный и проделаем те же операции. Обозначим сопротивление ие резистора за R_y .



$$U_y = I_y \cdot R_y$$

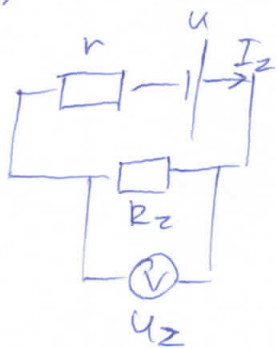
$$U = r \cdot I_y + R_y \cdot I_y$$

$$U_y = 1,22 \pm 0,01 \text{ В.}$$

$$I_y = \frac{U - U_y}{r} = 2,04 \pm 0,02 \text{ mA.}$$

$$R_y = \frac{U_y}{I_y} = \frac{1,22 \pm 0,01}{2,04 \pm 0,02} \text{ kOhm} = \underline{0,609 \pm 0,598 \pm 0,011 \text{ kOhm}}$$

Подсоединяем крайний и средний и производим те же операции. Обозначим в данном случае сопротивление резистора за R_z .



$$U_z = I_z \cdot R_z$$

$$U = r \cdot I_z + R_z \cdot I_z$$

$$U_z = 1,92 \pm 0,01 \text{ В.}$$

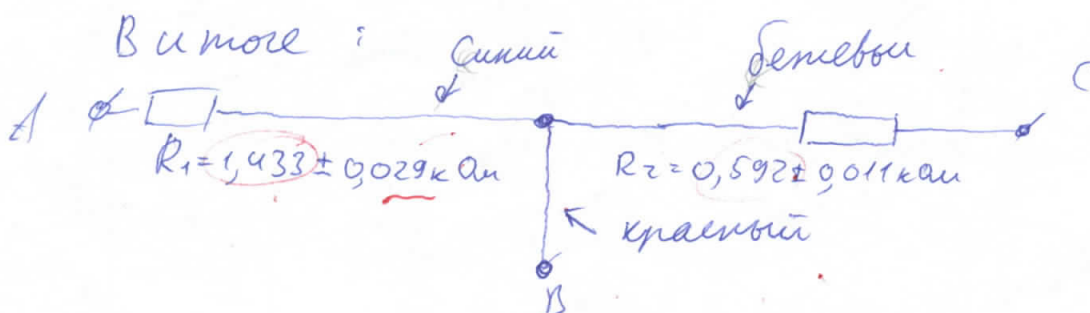
$$I_z = \frac{U - U_z}{r} = 1,34 \pm 0,02 \text{ mA.}$$

$$R_z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{1,92 \pm 0,01}{1,34 \pm 0,02} \text{ kOhm} = 1,433 \pm 0,029 \text{ kOhm.}$$

$$R_z = 1,433 \pm 0,029 \text{ kOhm} ; R_y = 0,598 \pm 0,011 \text{ kOhm}$$

$$R_x = 2,018 \pm 0,044 \text{ kOhm.}$$

Из соотношений, что $R_1 > R_2$ и $R_3 = R_1 + R_2$, найдем, что $R_1 + R_2 = R_x$; $R_1 = R_z$; $R_2 = R_y$



B-15

№ 10.2.

3

Резисторность = $\frac{Q_{\text{отдачное}}}{\Delta T}$; ($Q_{\text{отдачное}}$ - кол-во отданной тепла)
 ΔT - время, за которое резистор отдает это тепло.

$Q_{\text{отдачное}} = C \Delta t$
 (Δt - изменение температуры с-тепобилки)

Резисторность = $C \frac{\Delta t}{\Delta T}$
 I Эксперимент

0.5
 wait

t, °C	34	33	32	31	30	29
T, c	0	5	11	24	38	63

II Эксперимент

t, °C	34	33	32	31	30	29
T, c	0	8	16	28	45	64

Теперь найдем C.

$\frac{u^2}{R} \Delta T = C \Delta t + k C \Delta T$ (где $k = \frac{\Delta t}{\Delta T}$)

$C = \frac{u^2 \Delta T}{R(\Delta t + k \Delta T)}$

Подключим к резистору напряжение $U = 3,53 \text{ В}$.

$R = 100 \text{ Ом}$ (по условию)

Возьмем значения с 29°C до 30°C

$k = \frac{64 - 45}{63 - 38} = \frac{19}{25} = 0,76$
 $\frac{C}{c} = 22 \frac{c}{c}$

Посчитаем $\Delta T = 10 \text{ с}$. Тогда $C = 5,63 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Дж}}{c}$
 измерим

P, D_u

B-15

$\frac{1}{22}c$
 $\frac{1}{14}c$

Harber
0

26 28 30 32 33 34 t_i

