

Шифр: В 12

Всероссийская олимпиада школьников  
Региональный этап

по физике

2018/2019

Ленинградская область

Район Сосновый Бор

Школа МБОУ «СОШ №2 с углублённым изучением английского языка»

Класс 10Б

ФИО Мекрюков Валентин Андреевич



Эквивалентные цепи:

Рис. 1. Условие погрузить к A и B.

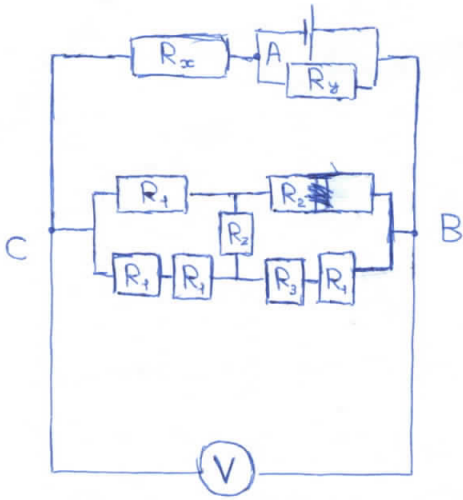
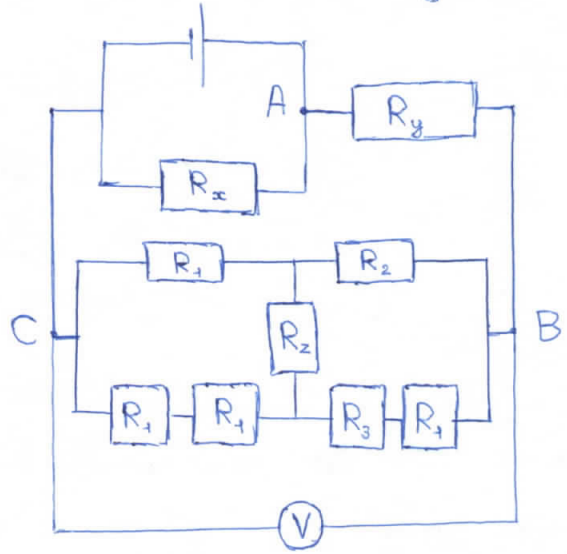


Рис. 2. Условие погрузить к A и C.



1	2	3	4	5	Σ
0	10	5	0	15	16

*Улит* *В* *Улит* *В* *Улит* *В*

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4 + R_1}{R_3 + R_1}$ . Значит, если  $R_z$  сбалансирован, ток через  $R_z$  не меняется.

1)  $R_{BC} = \frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_1 \cdot 3 + R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{1}{\frac{2}{6} + \frac{1}{6}} = \frac{6}{3} = 2 \text{ (кОм)} \checkmark$

$I_{BC} = \frac{U_{BC}}{R_{BC}}$   $I_1 = \frac{U_1}{R_{BC}} = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ кОм}} = 2 \text{ мА} \checkmark$   $I_2 = \frac{U_2}{R_{BC}} = \frac{5 \text{ В}}{2 \text{ кОм}} = 2,5 \text{ мА}$

2) Условие  $V$  не влияет. Значит, его можно представить как последовательное соединение идеального источника и резистора, обладающего внутренним сопротивлением источника  $r$ .

2а) Если источник идеален:

$R_x = \frac{U_x}{I_1} = \frac{U_0 - U_1}{I_1} = \frac{10 \text{ В} - 4 \text{ В}}{2 \text{ мА}} = 3 \text{ кОм} \checkmark$   $R_y = \frac{U_y}{I_2} = \frac{U_0 - U_2}{I_2} = \frac{10 \text{ В} - 5 \text{ В}}{2,5 \text{ мА}} = 2 \text{ кОм} \checkmark$

$I_{AB} = I_{y1} + I_{BC1} = \frac{U_0}{R_y} + I_{BC1} = 5 \text{ мА} + 2 \text{ мА} = 7 \text{ мА} \checkmark$

$I_{AC} = I_{x2} + I_2 = \frac{U_0}{R_x} + I_2 = \frac{10}{3} \text{ мА} + 2,5 \text{ мА} = \frac{35}{6} \text{ мА} \approx 5,83 \text{ мА} \checkmark$

Объем (при идеальном источнике):  $R_x = 3 \text{ кОм}$ ;  $R_y = 2 \text{ кОм}$ ;  $I_{AB} = 7 \text{ мА}$ ;  $I_{AC} \approx 5,83 \text{ мА}$

2б) Если источник не идеален:

$U_0 = U_{x1} + U_{r1} + U_{BC} + U_2$   $U_0 = U_{y2} + U_{r2} + U_2$  (по 2 разным концам вольтметра).

$U_{r1} = I_{AB} r$

$U_{r2} = I_{AC} r$

$U_0 = I_1 R_x + I_{AB} r + I_1 R_{BC}$

$U_0 = I_2 R_y + I_{AC} r + I_2 R_{BC}$

$I_{AB} = I_1 + I_{y1} = \frac{I_1 R_y + U_0}{R_y}$

$I_{AC} = I_{y2} + I_{x2} = \frac{I_2 R_x + U_0}{R_x + r}$

$I_{AB} r = I_1 R_y - I_{AB} R_y + r U_0$

$I_{AC} r = I_2 R_x - I_{AC} R_x + U_0$

$U_1 = I_1 R_x + (I_{AC} - I_1) R_x$

$U_2 = I_2 R_y + (I_{AC} - I_2) R_x$  (по 2 н. т.)

$$\begin{cases} U_0 = I_1 R_x + I_1 R_y - I_{AB} R_y + I_1 R_{BC} + U_0 \\ U_0 = I_2 R_y + I_2 R_x - I_{AC} R_x + I_2 R_{BC} + U_0 \\ U_1 = I_{x1} R_x + I_{AB} R_y - I_1 R_y \\ U_2 = I_2 R_y + I_{AC} R_x - I_2 R_x \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{AB} R_y = I_1 (R_x + R_y + R_{BC}) \\ I_{AC} R_x = I_2 (R_x + R_y + R_{BC}) \\ I_{AB} R_y = I_1 (R_y - R_x) + U_1 \\ I_{AC} R_x = I_2 (R_x - R_y) + U_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_x + R_y + R_{BC} = \\ R_x + R_y + R_{BC} = R_y - R_x + \frac{U_1}{I_1} \\ R_x + R_y + R_{BC} = R_x - R_y + \frac{U_2}{I_2} \\ I_{AB} = (I_1 (R_y - R_x) + U_1) : R_y \\ I_{AC} = (I_2 (R_x - R_y) + U_2) : R_x \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_x = \left( \frac{U_1}{I_{x1}} - R_{BC} \right) \cdot \frac{1}{2} \\ R_y = \frac{1}{2} \left( \frac{U_2}{I_2} - R_{BC} \right) \\ I_{AB} = \frac{1}{R_y} (I_1 (R_y - R_x) + U_1) \\ I_{AC} = \frac{1}{R_x} (I_2 (R_x - R_y) + U_2) \end{cases}$$

$R_x =$  Уравновешивающий источник есть источник с нулевыми внутренними сопротивлениями  $\mu$ , если сопротивления  $R_x, R_y, R_z$  не зависят от  $r$ , то при уравновешивающий источник - частный случай с теми же параметрами. Знают, это можно рассматривать как омметр всей цепи.

№ 4.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad \frac{p}{p} = \frac{\mu}{RT} \quad \frac{p}{p} = \frac{RT}{\mu} \quad \Delta \left( \frac{p}{p} \right) = \frac{R}{\mu} \Delta T$$

$$\Delta \left( \frac{p}{p} \right) = \frac{R}{\mu} (T_0 - T_1) = \frac{8,31 \cdot 25 \cdot 10^3}{28 \cdot 10^{-3}} (-15 - (-3 \frac{1}{3} - 5)) = \frac{8,31 \cdot 25 \cdot 10^3}{28 \cdot 3} \approx 2473 \left( \frac{\text{Па}}{\text{кг/м}^3} \right)$$

$$\frac{p_0}{p_0} = \frac{RT_0}{\mu} \approx 8,31$$

$$\frac{p_1}{p_1} = \frac{RT_1}{\mu}$$

$$\frac{p_1}{p_1} = \frac{8,31 \cdot (-794)}{28 \cdot 10^{-3}} = \frac{549845}{7}$$

$$\frac{p_1}{p_1} = \frac{p_0}{p_0} + \Delta \left( \frac{p}{p} \right) = \frac{R}{\mu} (T_0 + \dots)$$

Все это, т.к.  $T$  увеличивается с высотой  $\mu$  меньше на участке от  $h_0$  до  $h_1$  и суммо газам.

$$\Delta T = \frac{\mu p \Delta V}{R_m} = \frac{\mu p S}{R_m} \Delta h$$

$$\frac{\mu p S}{R_m} = \bar{v}(h)' = \frac{10 \text{ кг}}{300 \mu} = \frac{1}{30} \text{ кг/м}$$

$$\frac{p S}{m} = \frac{R}{30 \mu}$$

$$p_{\text{ср.}} = \frac{g m}{S} = p_0$$

$$\frac{p_0 g}{p_0} = \frac{R}{30 \mu} \approx p_{\text{ср.}} = \frac{R}{30 \mu g} p_0 \approx p_0$$

$$p_{\text{ср.}} = \frac{p_0 + p_1}{2}$$

$$p_0 = \left( \frac{2R}{30 \mu g} - 1 \right) p_0 \approx p_0$$

$$p_1 \approx p_0 \approx p_0$$

$$p_1 = \frac{p_1}{2} \approx p_0 = \frac{5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{78549,98574 \text{ Па/кг/м}^3} \approx 6,4 \text{ (кг/м}^3)$$

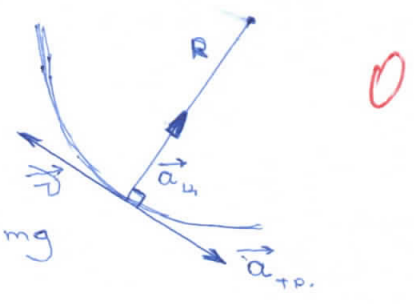
Омметр:  $\sim 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ,  $\sim 6,4 \text{ кг/м}^3$ ;

Олимпиадная работа. Лист №2.  
№5

$F_{тр} = \mu N$        $N = mg$

$\vec{a}_{\text{полное}} = \frac{\vec{F}_{тр}}{m} + \vec{a}_{\text{центростремитель.}}$

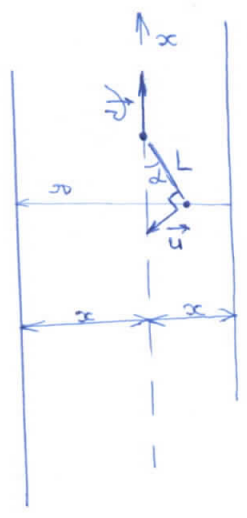
$a_{\text{полное}} = \sqrt{\frac{F_{тр0}^2}{m^2} + a_L^2} = \sqrt{\frac{\mu^2 N^2}{m^2} + \frac{v_0^4}{R^2}}$  , где  $N = mg$



$v_1 = v_0 - a_n t$        $s = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a_n} = \frac{v_0^2 - (0,99v_0^2)}{2a_n} = \frac{0,0199v_0^2}{2a_n} = \frac{0,00995v_0^2}{a}$

$s = \frac{0,00995v_0^2}{\sqrt{\frac{\mu^2 N^2}{m^2} + \frac{v_0^4}{R^2}}}$  , где  $N = mg$

$N = 1$ .



$v_{0x} = v - u \sin d_0$

$u_{0y} = u \cos d_0$

$u_0 = \sqrt{u_{0x}^2 + u_{0y}^2} = \sqrt{(v - u \sin d_0)^2 + u^2 \cos^2 d_0}$

$T = ma = m(u_0) = \frac{m}{2\sqrt{(v - u \sin d)^2 + u^2 \cos^2 d}}$

$T = ma$   
 $N = 2$

$(p'_w \cos 60^\circ + p_w)$   
 $(\sqrt{3}-1) \cdot \cos i$

Закон сохранения импульса:  $m \vec{p}_{\text{перед.}} + \vec{p}'_w = \vec{p}_w$  .  $p_{\text{переданный}} = \sqrt{m^2 v^2 \cdot 2}$   
 $\approx \frac{(\sqrt{3}-1)}{2} m v$  . Переданный импульс направлен перпендикулярно плите .

$\mu = \frac{F_{тр.}}{ma} = \frac{F_{тр}}{(m v)_{\text{итт.}}} = \frac{F_{тр}}{p'}$





Амперная работа. Лист №1.

№10-2

75 def

рис. 1.  $U = 43,9 \pm 0,2$  В

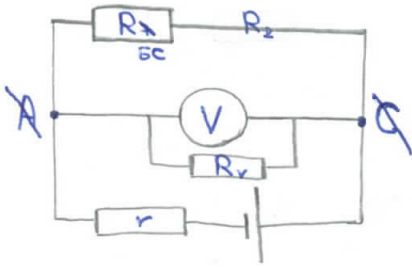


рис. 2.  $U = 38,7 \pm 0,3$  В

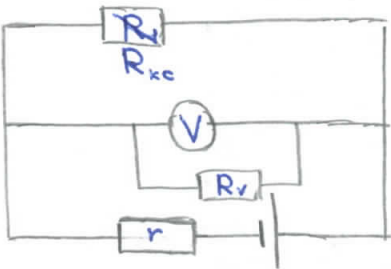


рис. 3.  $U = 24,8 \pm 0,1$  В

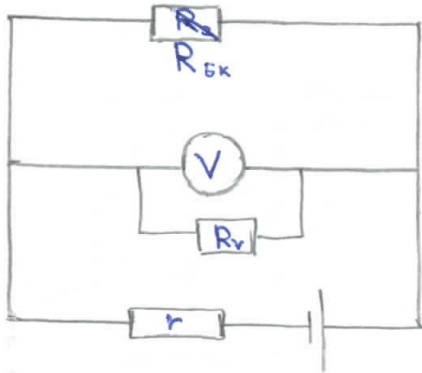
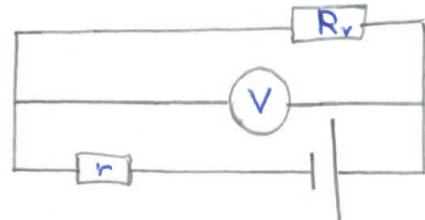


рис. 4.  $U = 65,2 \pm 0,2$  В



Проведём измерения, подводя источник попарно к выводу. Чтобы определить внутреннее сопротивление вольтметра, включим его последовательно с  $R_1$ .

рис.	$U, В$	1 изм.	2 изм.	3 изм.	Средн.	$\Delta U, В$
1	$U_{\text{вс}}$	44	43,8	44	43,9	$\pm 0,3$
2	$U_{\text{кс}}$	38,6	38,5	38,8	38,7	$\pm 0,3$
3	$U_{\text{вк}}$	24,8	24,8	24,8	24,8	$\pm 0,1$
4	$U_v$	65,0	65,2	65,4	65,2	$\pm 0,2$

~~Получим напряжение на выводе~~  
~~рис.  $U = U_{\text{вс}}$ , затем, это  $U_{\text{кс}}$ .~~

~~$U_{\text{вк}} = U_{\text{вк}}$  и  $U_{\text{вк}} = U_{\text{вс}}$ .~~

Пусть ЭДС - это  $U_0$ .

$$I_{\text{вс}} \left( \frac{R_{\text{вс}} R_v}{R_{\text{вс}} + R_v} + r \right) = U_{\text{вс}}$$

$$I_{\text{вс}} r = U_0 - U_{\text{вс}}$$

$$I_{\text{кс}} \frac{R_{\text{кс}} R_v}{R_{\text{кс}} + R_v} = U_{\text{кс}}$$

$$I_{\text{кс}} r = U_0 - U_{\text{кс}}$$

$$I_{\text{вк}} \frac{R_{\text{вк}} R_v}{R_{\text{вк}} + R_v} = U_{\text{вк}}$$

$$I_{\text{вк}} r = U_0 - U_{\text{вк}}$$

$$I_v R_v = U_v$$

$$I_v r = U_0 - U_v$$

Преобразуем, получим:

$$U_0 = \frac{U_{\text{вс}} U_v r}{U_v R_{\text{вс}} - U_{\text{вс}} R_{\text{вс}}} = \frac{U_{\text{вк}} U_v r}{U_v R_{\text{вк}} - U_{\text{вс}} R_{\text{вк}}} =$$

$$= \frac{U_{\text{кс}} U_v r}{U_v R_{\text{кс}} - U_{\text{кс}} R_{\text{кс}}}$$

$$\frac{U_{\text{вс}} - U_{\text{вс}}}{R_{\text{вс}} (U_v - U_{\text{вс}})} = \frac{U_{\text{кс}}}{R_{\text{кс}} (U_v - U_{\text{кс}})}$$

$$= \frac{U_{\text{вк}}}{R_{\text{вк}} (U_v - U_{\text{вк}})}$$

$$R_{\text{вс}} \frac{U_v - U_{\text{вс}}}{U_{\text{вс}}} = R_{\text{кс}} \frac{U_v - U_{\text{кс}}}{U_{\text{кс}}} =$$

$$= R_{\text{вк}} \frac{U_v - U_{\text{вк}}}{U_{\text{вк}}}$$

Усредня отношения:

$$1) \frac{R_{BC}}{R_{KC}} = \frac{U_{BC}(U_V - U_{KC})}{U_{KC}(U_V - U_{BC})} \approx 1,42 > 1, \text{ значит, } R_{BC} > R_{KC}$$

$$2) \frac{R_{BC}}{R_{BK}} = \frac{U_{BC}(U_V - U_{BK})}{U_{BK}(U_V - U_{BC})} \approx 3,36 > 1, \text{ значит, } R_{BC} > R_{BK}$$

$$3) \frac{R_{KC}}{R_{BK}} = \frac{U_{KC}(U_V - U_{BK})}{U_{BK}(U_V - U_{KC})} \approx 2,38 > 1, \text{ значит, } R_{KC} > R_{BK}$$

Следовательно,  $R_{BC} > R_{KC} > R_{BK}$ . Значит,  $R_{BC} = R_{AC} \neq R = R_1 + R_2$ ;

$$R_{KC} = R_{AB} = R_1; \quad R_{BK} = R_{BC} = R_2.$$

Значит, вывод C - бесцветный, вывод B - красный, вывод A - синий.

Решим систему:

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = \frac{U_{BC}(U_V - U_{KC})}{U_{KC}(U_V - U_{BC})} \\ R_1 + R_2 = \frac{U_{BC}(U_V - U_{BK})}{U_{BK}(U_V - U_{BC})} \\ \frac{R_1}{R_2} = \frac{U_{KC}(U_V - U_{BK})}{U_{BK}(U_V - U_{KC})} \end{cases}$$

$$\frac{R_1}{R_2} =$$

$$\begin{aligned} R_1 &\approx 2,95 \text{ кОм} \\ R_2 &\approx 1,24 \text{ кОм} \end{aligned}$$

Примечание: при выводе в индексах обозначены как Б (бесцветный), С (синий) и К (красный).

Погрешность измерений рассчитана как  $\Delta U_{\text{инст.}} + \Delta U_{\text{разр.}}$ , где  $\Delta U_{\text{инст.}}$  равна половине цены деления вольтметра,  $\Delta U_{\text{разр.}}$  - среднее квадратическое отклонений от среднего значения.



Умножаем работа.  $N = 2$ ,  
 $N = 10^{-2}$

B12

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

$$Q = N \Delta t$$

$$N = \frac{U^2}{R}$$

$$\frac{U^2}{R} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{C \Delta T}{\Delta t}$$

$$C = N \frac{\Delta t}{\Delta T}, \text{ где } N - \text{ средняя мощность}$$

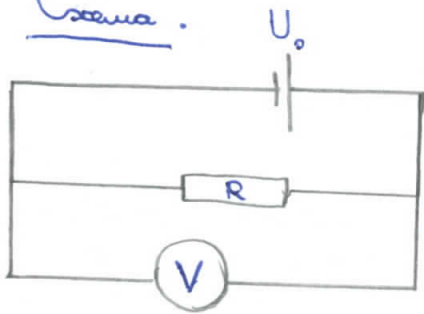
мощность

$$R \sim T$$

$$N \sim \frac{1}{R}$$

$$N \sim \frac{1}{T}$$

Схема.



$$N_{\text{ср.}} = \frac{5,87^2}{100} = 0,34 \text{ Вт}$$

$$C = 0,34 \cdot \frac{90}{40} = 2,88 \text{ Дж/кель}$$

Ответ:  $2,88 \text{ Дж/кель}$

~~$28^\circ\text{C} \quad 5,65 \text{ Дж}$~~

~~$38^\circ\text{C} \quad 5,62 \text{ Дж}$~~

~~$42^\circ\text{C} \quad 5,59 \text{ Дж}$~~

05  
 илф

$$\frac{28}{32} = 5,65$$

$$\frac{32}{32} = 5,64$$

B 12

