

910-3

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

1/2/3/4/5
8/7/10/1/8

ПЕРВЫЙ ТУР

Фамилия Кочетков

Имя Виктор

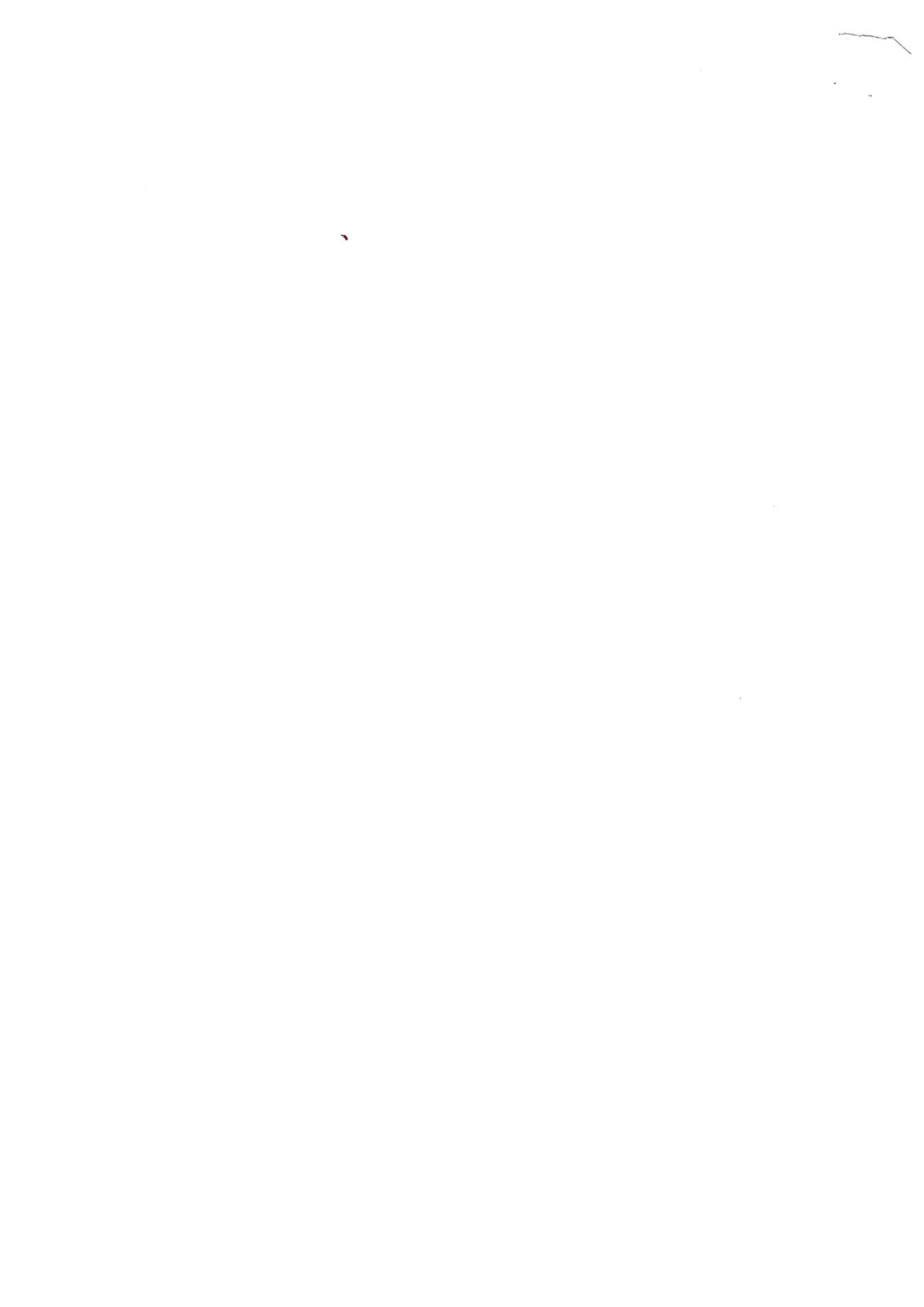
Отчество Викторович

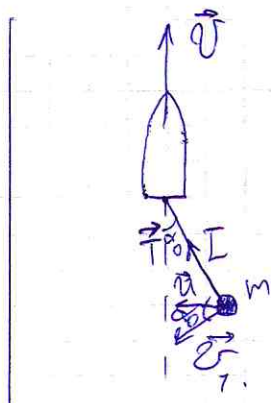
Класс 10

Территория г. Березники, Пермский край

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

МАОУ „СОШ с УКОП №3“





~ ①.

В шесте оточёта, связанной с камерой (инерциальная) сидит человек движется по окружности радиуса l . Скорость шестель оточёта v не влияет на составляющую

u его скорости, перпендикулярно берегу. Пусть u в этой системе от движения со скоростью v_1 . v_1 будет \perp проеу. \Rightarrow . Угол между v_1 и u равен α_0 .

$$v_1 \cos \alpha_0 = u; \quad v_1 = \frac{u}{\cos \alpha_0}$$

Теперь можно найти силу натяжения T :

$$T = \frac{m v_1^2}{l} = \frac{m \cdot u^2}{\cos^2 \alpha_0 \cdot l}; \quad \boxed{T = \frac{m \cdot u^2}{\cos^2 \alpha_0 \cdot l}}$$

Теперь можно найти u_0 :

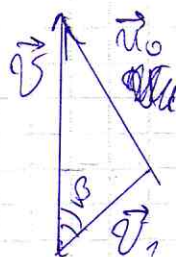
$$\vec{u}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}$$

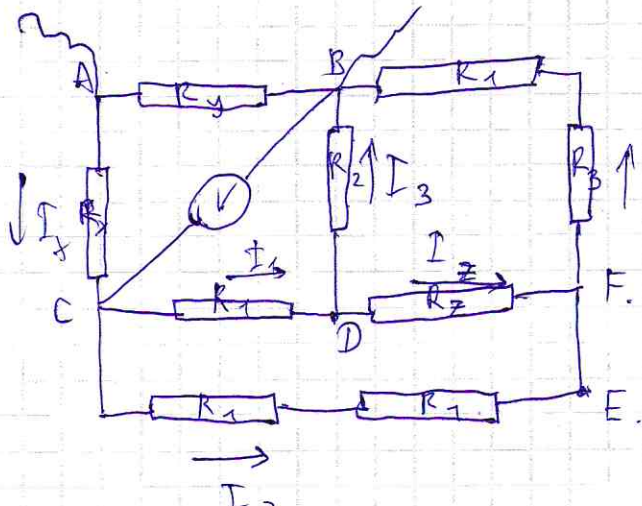
$$\beta = 90^\circ - \alpha_0$$

$$u_0^2 = v^2 + v_1^2 - 2 \cdot v \cdot v_1 \cdot \cos \beta = v^2 + \frac{u^2}{\cos^2 \alpha_0} -$$

$$- 2 v \cdot \frac{u}{\cos \alpha_0} \cdot \sin \alpha_0 = v^2 + \frac{u^2}{\cos^2 \alpha_0} - 2 v u \operatorname{tg} \alpha_0$$

$$\boxed{u_0 = \sqrt{v^2 + \frac{u^2}{\cos^2 \alpha_0} - 2 v u \operatorname{tg} \alpha_0}}$$





③

Решим этот случай, когда клеммы подключают к точкам А и В.

Обозначим силы токов (обозначены на рисунке). Тогда

напряжения в контуре ACB равно 10 В, напряжение на вольтметре AB \equiv напряжение на R_4 равно 6 В. В контуре BDC:

$$I_1 R_1 + I_3 R_2 = 4 \text{ В.} \quad | : R_1$$

$$I_1 + 2 I_3 = 0,004 \text{ А.}$$

$$I_3 = 0,002 - \frac{I_1}{2}$$

$$I_z = I_1 - I_3 = 1,5 I_1 - 0,002$$

В контуре CEFB:

$$(I_2 + I_z)(R_1 + R_3) + 2 I_2 R_1 = 4 \text{ В.} \quad | : 2 R_1$$

$$2 I_2 + 2 I_z + I_2 = 0,002 \text{ А.}$$

$$3 I_2 + 2 (1,5 I_1 - 0,002) = 0,002$$

$$3 (I_2 + I_1) - 0,004 = 0,002$$

$$I_2 + I_1 = I_x \Rightarrow 3 I_x = 0,006$$

$$I_x = 0,002 \text{ А.}$$

$$R_x = \frac{U_{R_x}}{I_x} = \frac{6}{0,002} = 3 \text{ кОм.} \quad | \underline{R_x = 3 \text{ кОм.}}$$

Теперь найдем R_z . В контуре DFB:

$$I_3 R_2 = I_z R_z + (I_2 + I_z)(R_1 + R_3)$$

$$I_z R_z = I_3 R_3 - (I_2 + I_2)(R_1 + R_3)$$

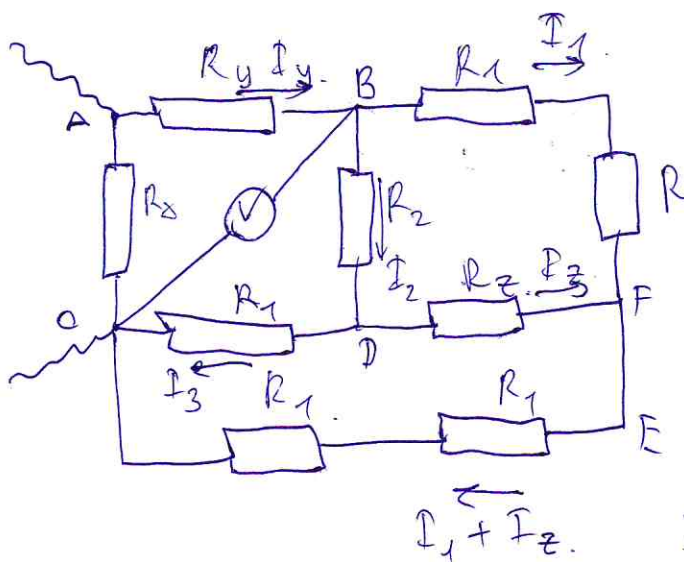
$$I_z R_z = (0,002 - \frac{I_1}{2}) \cdot 2000 - (0,002 - I_1 + 1,5 I_2 - 0,002) \cdot 4000$$

$$I_z R_z = 4 - 1000 I_1 - 2000 I_2$$

$$R_z = \frac{4 - 3000 I_1}{1,5 I_1 - 0,002} = -2000 \Omega = 2 \text{ к}\Omega$$

Анализ направлений токов $\Rightarrow I_z$ направлена в сторону источника. $R_z = 2 \text{ к}\Omega$.

Теперь рассмотрим случаи, когда источник подключен к контактам А и С.



$$U_{Ry} = U_{ист} - U_V = 5 \text{ В}$$

Обозначаем направление токов (соответственно на рисунке).

В контуре BDC:

$$I_2 R_2 + I_3 R_1 = 5 \text{ В} \quad | : R_1$$

$$2 I_2 + I_3 = 0,005 \text{ А}$$

$$I_3 = 0,005 - 2 I_2$$

$$I_z = I_2 - I_3 = 3 I_2 - 0,005$$

В контуре BFEC:

$$I_1 (R_1 + R_3) + (I_1 + I_2) \cdot 2 R_1 = 5 \text{ В} \quad | : 2 R_1$$

$$2 I_1 + I_1 + I_2 = 0,0025 \text{ А}$$

$$3 (I_1 + I_2) - 0,005 = 0,0025$$

$$I_2 + I_1 = I_y = 0,0025 \text{ А}$$

$$R_y = \frac{U_{Ry}}{I_y} = \frac{5}{0,0025} = 2 \text{ к}\Omega; \quad R_y = 2 \text{ к}\Omega$$

Теперь найдем направление токов через источник в первом и во втором случаях. В первом случае направление

на R_y равно напряжению источника 10В .
 $\Rightarrow I_y = \frac{U_{ист}}{R_y} = 0,005\text{А}$.

$$I_x = 0,002\text{А}$$

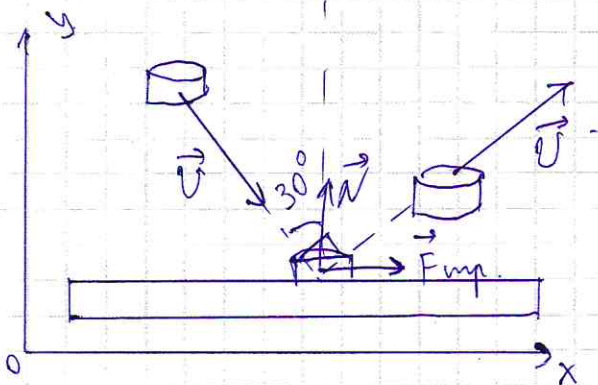
Сила тока через источник равна $I_{AB} = I_x + I_y = 0,007\text{А}$; $I_{AB} = 0,007\text{А}$.

Во втором случае напряжение на R_x равно напряжению источника 10В . $\Rightarrow I_x = \frac{U_{ист}}{R_x} = 0,0033\text{А}$.

$$I_y = 0,0025\text{А}$$

Сила тока через источник равна $I_{AC} = I_x + I_y = 0,0058\text{А}$; $I_{AC} = 0,0058\text{А}$.

~ (2)



В момент отталкивания на шайбу действует сила реакции со стороны поверхности. Пусть взаимодействие длится Δt . Тогда 2-ой

закон Ньютона на ось y:

$$m v \cos 60^\circ - (-m v \sin 30^\circ) = N \Delta t$$

m - масса шайбы.

$$m v \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) = N \Delta t$$

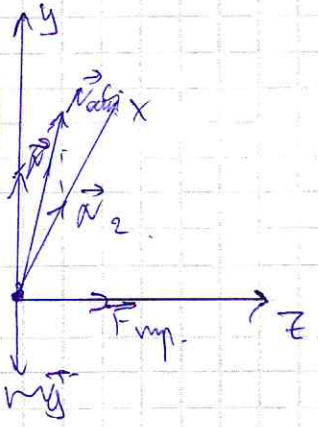
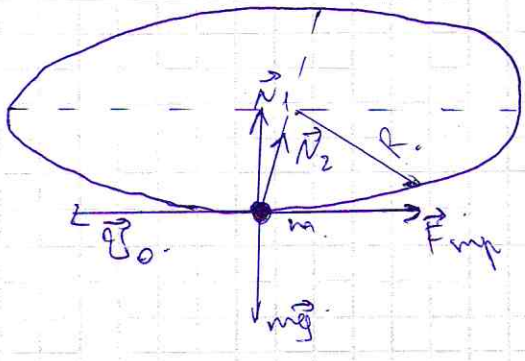
2-ой закон Ньютона на ось x:

$$\mu N \Delta t = m v \cos 30^\circ - m v \sin 30^\circ = m v \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right)$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + 1} = 0,268 \quad (\text{значение } \mu \text{ единичное)}$$

$$\mu = 0,268$$

~ (5)



2-ой закон Ньютона
на ось y:

$$N_1 = mg$$

2-ой закон Ньютона
на ось x:

$$\frac{m \sigma_0^2}{R} = 2 N_2$$

$$N_{общ} = N_2 + N_1$$

$$N_{общ} = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{\sigma_0^4}{R^2}}$$

$$F_{мп.} = \mu N_{общ} = \mu m \sqrt{g^2 + \frac{\sigma_0^4}{R^2}}$$

$$F_{мп.} = \mu m \sqrt{g^2 + \frac{\sigma_0^4}{R^2}}$$

У бусинки есть нормальное (a_n) и тангенциальное (a_τ) ускорения. Сумма этих ускорений есть полное ускорение a .

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$$

$$a_n = \frac{\sigma_0^2}{R}$$

$$a_\tau = \mu \sqrt{g^2 + \frac{\sigma_0^4}{R^2}}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} (\mu^2 + 1) + g^2}$$

$$a = \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} (\mu^2 + 1) + g^2}; \text{ если же нуль } \rightarrow$$

Земля сферическая Земля:

$$\frac{m \sigma_0^2}{2} - \frac{m(0,99 \sigma_0)^2}{2} = \mu N_{\text{эф}} S.$$

$N_{\text{эф}}$ эффективная неэквивалентна, так как условия неравномерны.
 как в расчётах $N_{\text{эф}} = m \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} + g^2}$.

$$S = \frac{0,0199 m \sigma_0^2}{2 \mu m \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} + g^2}} = \frac{0,0199 \cancel{m} \sigma_0^2}{2 \mu \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} + g^2}}$$

$$S = \frac{0,0199 \sigma_0^2}{2 \mu \sqrt{\frac{\sigma_0^4}{R^2} + g^2}}$$

~ (4)

$$pV = \frac{m}{\mu} RT; \quad \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT}$$

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$

$$\rho(h) = \frac{p(h)\mu}{R \cdot T(h)}; \quad \rho(h), p(h), T(h) - \text{показатели, зависящие и}$$

неравномерны на высоте h .

$$\rho_0 = \frac{p_0 \mu}{RT_0} \approx 5,85 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{p(h)}{p_0} = \frac{T(h)}{T_0} = 0,892361$$

$$p(h) = 446,18 \text{ кПа}$$

$$\rho(h) = \rho_0 = 5,85 \text{ кг/м}^3$$

ФЭЮ-09

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

Задачи	1	2
баллы	5	3

ВТОРОЙ ТУР

Фамилия Кочетков

Имя Виктор

Отчество Викторович

Класс 10

Территория г. Березники, Пермский край

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

МАОУ „СОШ с УКОП и ЗЧ“

10 класс

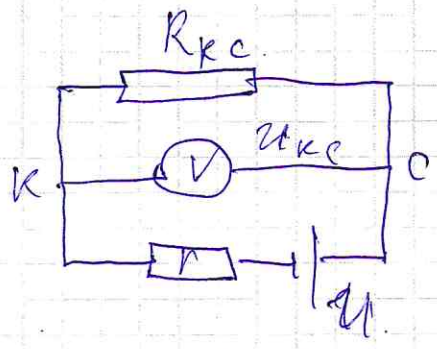
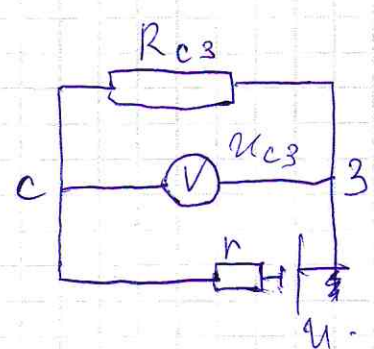
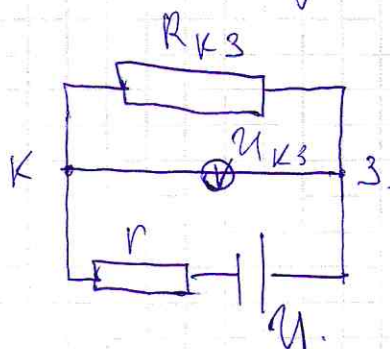
Задачи | 1 | 2 |
 Баллы | 5 | 3 |

Шифр 9210-09

1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	1	2	0	0	0	0

~ ①.

Сначала определим ~~в~~ выводе для этого соединим источник последовательно с каждой парой выводов и измерим напряжение между этими выводами.



Здесь K, S и Z - выводы (красновый, синий и зелёный); R_{KZ} , R_{SZ} и R_{KS} - сопротивления между соответствующими выводами.

Полученные измерения:

$U_{KZ} = 1,31 \text{ В}$ (между красновым и зелёным)

$U_{SZ} = 1,21 \text{ В}$ (между синим и зелёным)

$U_{KS} = 0,81 \text{ В}$ (между красновым и синим)

Силы токов через R_{KZ} , R_{SZ} и R_{KS} равны:

$I_{KZ} = \frac{U}{r + R_{KZ}}$, U - напряжение источника.

$I_{SZ} = \frac{U}{r + R_{SZ}}$, U - напряжение источника

$I_{KS} = \frac{U}{r + R_{KS}}$, U - напряжение источника

$U_{KZ} = I_{KZ} R_{KZ} = \frac{U R_{KZ}}{r + R_{KZ}}$ Смотри не наоборот

$$U_{c3} = I_{c3} R_{c3} = \frac{U R_{c3}}{r + R_{c3}}$$

$$U_{kc} = I_{kc} R_{kc} = \frac{U R_{kc}}{r + R_{kc}}$$

Найдем отношение $\frac{U_{k3}}{U_{c3}}$:

$$\frac{U_{k3}}{U_{c3}} = \frac{\frac{U R_{k3}}{r + R_{k3}}}{\frac{U R_{c3}}{r + R_{c3}}} = \frac{R_{k3} (r + R_{c3})}{R_{c3} (r + R_{k3})} = \frac{1,31}{1,21} = 1,083$$

$$1000 R_{k3} + R_{k3} \cdot R_{c3} = 1083 R_{c3} + 1,083 R_{c3} \cdot R_{k3}$$

$$0,083 R_{c3} \cdot R_{k3} = 1000 R_{k3} - 1083 R_{c3}$$

Заметим, что $R_{c3} \cdot R_{k3}$ - наименьшее число \Rightarrow

$$\Rightarrow 1000 R_{k3} - 1083 R_{c3} > 0$$

$$R_{k3} > 1,083 R_{c3} \Rightarrow \boxed{R_{k3} > R_{c3}}$$

Найдем отношение $\frac{U_{k3}}{U_{kc}}$:

$$\frac{U_{k3}}{U_{kc}} = \frac{R_{k3} (r + R_{kc})}{R_{kc} (r + R_{k3})} = 1,62$$

$$1000 R_{k3} + R_{k3} \cdot R_{kc} = 1620 R_{kc} + 1,62 R_{kc} \cdot R_{k3}$$

$$0,62 R_{k3} \cdot R_{kc} = 1000 R_{k3} - 1620 R_{kc}$$

$$R_{k3} \cdot R_{kc} > 0 \Rightarrow 1000 R_{k3} - 1620 R_{kc} > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{R_{k3} > R_{kc}}$$

Найдем отношение $\frac{U_{c3}}{U_{kc}}$:

$$\frac{U_{c3}}{U_{kc}} = \frac{R_{c3} (r + R_{kc})}{R_{kc} (r + R_{c3})} = 1,494$$

$$1000 R_{c3} + R_{c3} \cdot R_{kc} = 1494 R_{kc} + 1,494 R_{kc} \cdot R_{c3}$$

$$0,494 R_{c3} \cdot R_{kc} = 1000 R_{c3} - 1494 R_{kc}$$

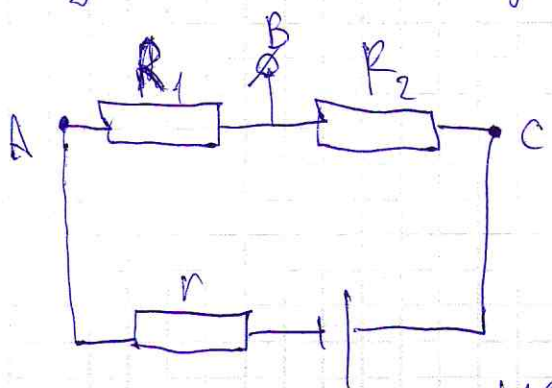
$$R_{c3} \cdot R_{kc} > 0 \Rightarrow 1000 R_{c3} - 1494 R_{kc} > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{R_{c3} > R_{kc}}$$

Сумма вел. отрицательна.

Мы же получили $R_{кз} > R_{сз} > R_{кс}$. Очевидно, что $R_{кз} = R_2 + R_1$; $R_{сз} = R_1$; $R_{кс} = R_2$. Можно сделать вывод от того, что элемент вывода - это вывод А; синий вывод - это вывод В, коричневый вывод - это вывод С.

Теперь мы точно знаем, что при присоединении щупов к коричневому и синему выводам схема цепи выглядит так:



Измерили напряжение между точками А и В.

$$U_{AB} = 0,93 \text{ В.}$$

Измерили напряжение между точками В и С:

$U_{BC} = 0,385 \text{ В}$. Поскольку R_1 и R_2 соединены последовательно, то

$$\frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{BC}}{R_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_{AB}}{U_{BC}} = 2,4156; \quad R_1 = 2,4156 R_2$$

$$R_1 + R_2 = 3,4156 R_2$$

Вернёмся к отношению $\frac{U_{кз}}{U_{кс}} = 1,6173$.

$$\frac{U_{кз}}{U_{кс}} = \frac{(R_1 + R_2)(r + R_2)}{R_2(r + R_1 + R_2)} = \frac{3,4156 R_2 (r + R_2)}{R_2 (r + 3,4156 R_2)}$$

$$= 1,6173$$

$$\frac{r + R_2}{r + 3,4156 R_2} = 0,4735$$

На основе формулы

$$1000 + R_2 = 473,5 + 1,6173 R_2.$$

$$0,6173 R_2 = 526,5.$$

$$\boxed{R_2 = 852,9 \text{ Am.}}$$

$$R_1 = ~~3 \text{ Am}~~ 2,4196 \cdot R_2 = 2060,3 \text{ Am.}$$

$$\boxed{R_1 = 2060,3 \text{ Am.}}$$

~ ②.

Сначала определим температурный диапазон ϵ . Для этого найдём момент, когда резистор перестанет нагреваться. В этот момент мощность, выделяемая на резисторе, равна мощности тепловых потерь. Сила тока вольметра на заданном напряжении на резисторе: $U = 4, 12 \text{ В}$.

$$P_{\text{резист.}} = \frac{U^2}{R} = 0,34 \text{ Вт} = P_{\text{потерь}}$$

Момент, когда резистор перестаёт нагреваться наступит при температуре 37°C .

Если считать мощность тепловых потерь примерно постоянной ΔT в интервале температур от 36°C до 37°C , то можно записать:

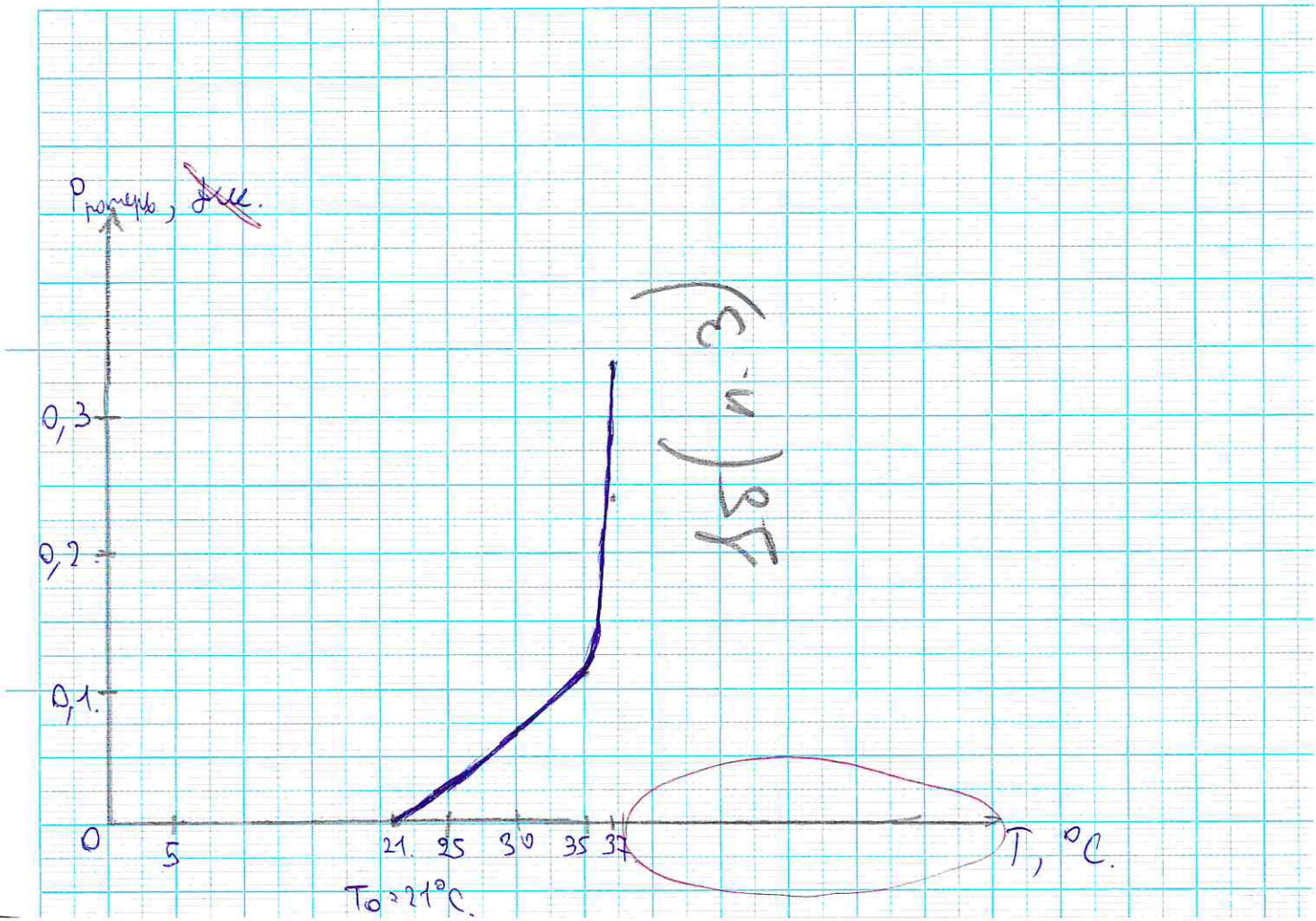
$$P_{\text{потерь}} \Delta \tau = C \Delta T ; \Delta T = 1^\circ\text{C}$$

τ - время, за которое температура упала на 1°C . Для того, чтобы найти τ , нужно одновременно отключить резистор от батарейки и включить секундомер. Средний результат измерений $\tau \approx 2 \text{ с}$. Теперь можно найти приблизительно значение C :

$$C = \frac{U^2 \Delta \tau}{R \Delta T} \approx 0,68 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} ; \quad \left[C \approx 0,68 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \right]$$

Теперь, применяя тот же самый приём, для различных времени для температур $25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$

Вопросы на след. стр.



изучили таблицу, по которой будем строить график.
 ($\rho = \frac{c \Delta T}{\tau}$)

05(п.2)

$T, ^\circ C$	25	30	35	37.	
τ, c	20,6	10	6	2	
$\rho, \frac{c \Delta T}{\tau}$	0,033	0,068	0,113	0,34.	05(п.5)

График приведён на миллиметровой бумаге.
 T_0 - комнатная температура $T_0 = 21^\circ C$.

35
 кр $\lambda, 4.$

