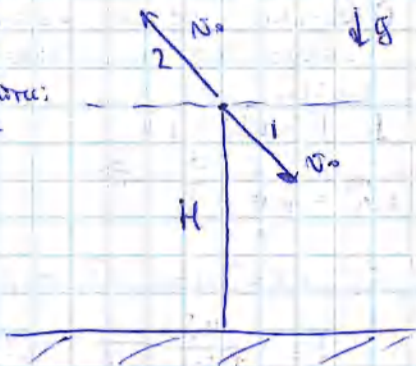


1) Дано:

v_0
H
Найти:
L



Решение:

Для этого можно применить принцип обратимости падения.

Представим, что мы сбросили шот с поверхности на высоту H так, чтобы там его скорость была v_0 . Тогда з.с.д. примет вид: (для мяча)

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$

Имея тангенс скорости, мы можем найти v_0 и пролетит её со скоростью v_0 .

Тогда наша задача сводится к объекту полёта

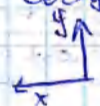
ТАК можно сделать, т.к.

v_0 по ул. Карр.

в противополож.

сторону

у склонов



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$0 = v \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g} \quad (\text{т.к. } t \neq 0)$$

$$0x: L = v \cos \alpha \cdot t =$$

$$L = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$$

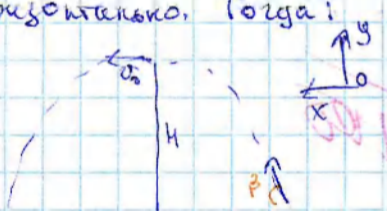
Максимум $L = f(\alpha)$ при $\alpha = 45^\circ$

Тогда $L = \frac{v^2}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2H$ (это если полёт и H возможен)

т.к. тогда угол α будет мин.

т.е. когда $v \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g (\frac{t}{2})^2} = H \Rightarrow v_0 \geq \sqrt{2gH}$

Иначе лучшим будет вариант, когда объект падает горизонтально. Тогда:

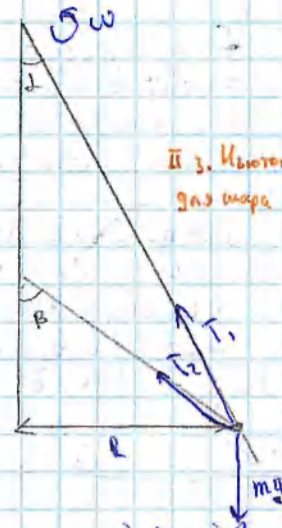


остановка объекта $0y \Rightarrow v_y = gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$ (3)
 $H = v_y t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H = v_0 \frac{v_0}{g} - \frac{g (\frac{v_0}{g})^2}{2} \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH}$
 $L = v_0 \cdot t = \sqrt{2gH} \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{g} = 2\sqrt{2gH} \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{g} = 2\sqrt{2} \frac{2gH}{g} = 4\sqrt{2} \frac{H}{g}$

2

Дано:
 $R = 0,25 \text{ м}$
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\beta = 60^\circ$
 $n = 2$
 Найти:
 ω

Решение:



1) Боковые моменты друг
 по отношению друг
 другу

$$T_1 = 2T_2 = 2T$$

II 3. Которая
 сторона

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

$$Oy: mg = T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta$$

$$T = \frac{mg}{2 \cos \alpha + \cos \beta} \quad (1)$$

$$Ox: ma = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta$$

$$a = \omega_1^2 R \text{ из кинематики}$$

$$\omega_1^2 R m = \frac{mg}{2 \cos \alpha + \cos \beta} (2 \sin \alpha + \sin \beta)$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{R} \cdot \frac{2 \sin \alpha + \sin \beta}{2 \cos \alpha + \cos \beta}} = 5,72 \text{ рад/с} \quad \frac{1}{c}$$

$$2) \downarrow 2T_1 = T_2 = 2T$$

II 3. Которая
 сторона

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

$$Oy: mg = T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta$$

$$T = \frac{mg}{\cos \alpha + 2 \cos \beta}$$

$$Ox: ma = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta$$

$$a = \omega_2^2 R \text{ из кинематики}$$

$$\omega_2^2 R = g \frac{\sin \alpha + 2 \sin \beta}{\cos \alpha + 2 \cos \beta}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{R} \cdot \frac{\sin \alpha + 2 \sin \beta}{\cos \alpha + 2 \cos \beta}} = 6,86 \text{ рад/с} \quad \frac{1}{c}$$

$$\text{Ответ: } \omega_1 = 5,72 \frac{1}{c}, \omega_2 = 6,86 \frac{1}{c}$$

100

④ Дано:
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$
 $m_1 = 0,1 \text{ кг}$
 $m_2 = 0,11 \text{ кг}$
 Найти:
 t_1

Решение:

$m_1 g = N$ - очевидно



(1) $m_1 g + m_2 g = F_{арх}$ - очевидно
 $m_2 = \rho_n V$ $F_{арх} = \rho_b V g$

$\Rightarrow V = \frac{m_1}{\rho_b - \rho_n}, m_2 = m_1 \frac{\rho_b - \rho_n}{\rho_n}$ (2)

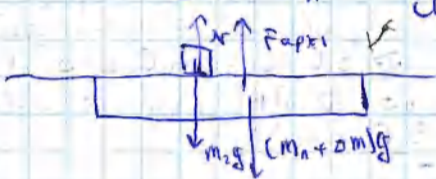
После установл. тепл. равновесия к льдинке "прилирует" Δm воды. Очевидно, что температура новой смеси останется t_0 с.к. (остаток воды)

Q_p тепл. баланса

$Q_{от} = c_n m_n (t_0 - t_1)$ (3)

$\Delta m = m_n \frac{c_n (t_0 - t_1)}{a} \Rightarrow \Delta V = \frac{m_n}{\rho_n} \frac{c_n (t_0 - t_1)}{a}$

- объем добавочного льда



Очевидно, что раз льдинка поплавит, до

$F_{арх1} = (m_1 + \Delta m + m_2) g$

$\rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$
 $(P = -N = mg)$
 P - вес груза
 1 - по опр
 2 - из 2-3 конст.

Подставим

$m_2 g + (V + \Delta V) \rho_n g = \rho_b g (V + \Delta V)$ Сравним с (1)

$m_2 - m_1 = \Delta V (\rho_b - \rho_n)$

$\Delta V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_b - \rho_n} = \frac{m_n}{\rho_n} \frac{c_n (t_0 - t_1)}{a}$ (по формуле (3))

$t_0 - t_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_n} \cdot \frac{\rho_n}{\rho_b - \rho_n} \cdot \frac{a}{c_n}, u^2, t_0 = 0$

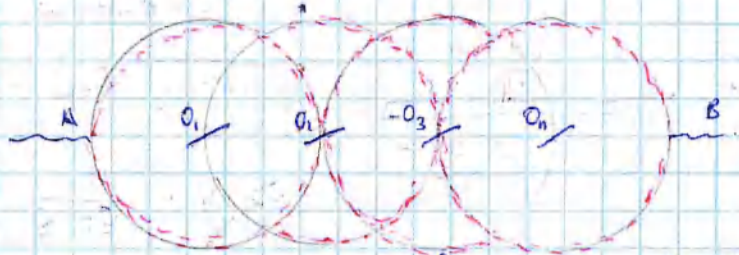
$-t_1 = \frac{a(m_2 - m_1)}{c_n m_n}$

$t_1 = - \frac{a(m_2 - m_1)}{c_n m_n} = -16^\circ\text{C} = -16,2^\circ\text{C}$

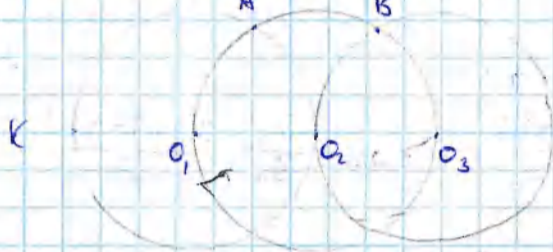
100

5) $N > 3$ Решение:

R_0
Найти:
 R_0



В силу симметрии ток через все центры O_1, O_2, \dots, O_n из одной точки отн. прямой AB в группу не пойдет \Rightarrow эквив. схема будет "розовой"



$O_1A = AO_1 = O_1O_2 = O_2O_3 = \dots = O_{n-1}O_n = O_nB$ как радиусы одной окр., или же как радиусы равных окружностей
 $\Rightarrow \triangle O_1AO_2 = \triangle AO_2B = \triangle O_2BO_3$
 (но: $\triangle KPI$ или $\triangle KPI'$)

с углом $\angle AO_2B = 180^\circ - 2\angle AO_2O_1 = 2\angle AO_2O_1 = 2 \cdot 60^\circ$

$\Rightarrow \frac{KA}{KB} = 2 \frac{AB}{AO_2} = 2 \frac{AO_2}{O_2B}$
 Значит это можно принять $R_{O_2B} = r$

Тогда: $R_{KA} = R_0 = \frac{3}{2} r$

$r = \frac{2}{3} R_0$

Перерисуем "розовую" схему в более удобный вид



В каждой ветви $N-2$ детали "1", т.к. детали "1" конструируются из 3 попарно угловых окр. \Rightarrow средней из них состоит $N-2$ окр. $\Rightarrow N-2$ детали "1"
 $R_1 = \frac{2r}{3} = \frac{2}{3} r$

$$R_{\text{ср}} = 4r + (N-2) \cdot \frac{2}{3}r = \frac{2}{3}r(N+4)$$

Все здесь это два одинаковых звена по $R_{\text{ср}}$ катушек; соединены параллельно

$$R_0 = \frac{1}{3}r(N+4) = \frac{2}{9}R_0(N+4)$$

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

③ Дано:

$$\rho = 500 \text{ кг/м}^3$$

$$V = 10 \text{ м}^3$$

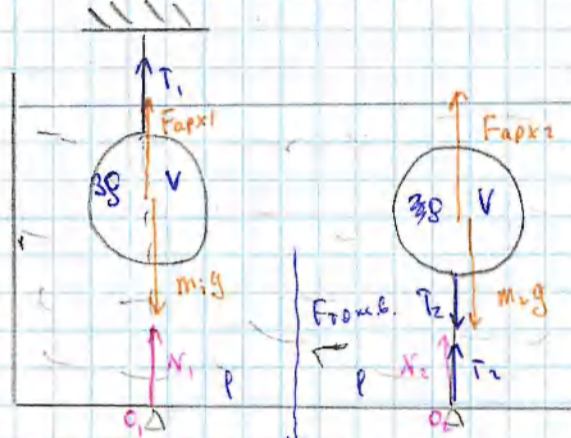
$$\rho_0 = 1200 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

ΔN

Решение:



Оба шара плавут \Rightarrow
 \Rightarrow II з. Кирхгофа
для каждой пр-ки
на верт. ось
примет вид

$$1) 3\rho Vg = T_1 + \rho_0 Vg$$

$$T_1 = (3\rho - \rho_0)Vg$$

$$2) T_2 + \rho Vg = \rho_0 Vg$$

$$T_2 = (\rho_0 - \rho)Vg$$

Рассмотрим силы, действующие на систему "вода + воздух"

1) N_1, N_2 - силы реакции опор

2) $F_{\text{ром.в.}}$ - сила тяжести воды. Она действует равно
много N_1, N_2 в силу симметрии

3) T_2 - натяж. нити

4) $P_1 = F_{\text{арх1}}$ - вес I тела, $P_2 = F_{\text{арх2}}$ - вес II тела
(по опр. силы Архимеда)

правило моментов отн. O_1

$$N_2 \cdot 2l + 2PT_2 = N_1 \cdot F_{\text{ром.в.}} \cdot l + F_{\text{арх2}} \cdot 2l$$

правило моментов отн. O_2

$$N_1 \cdot 2l = F_{\text{ром.в.}} \cdot l + F_{\text{арх1}} \cdot 2l$$

$$\Delta N = N_1 - N_2 = F_{\text{арх1}} - F_{\text{арх2}} + T_2 = T_2$$

($F_{\text{арх1}} = F_{\text{арх2}}$, т.к.
одинак. объемов, т.е.
плотность жидкости)

$$\Delta N = (g_0 - g) V g = 0,07 H$$

~~Handwritten scribbles~~

105

7

Определить плотность шпатель, среднюю плотность шпателя.

CP 109-06

| | | |
|----|----|----|
| I | II | Σ |
| 11 | 5 | 16 |

д) Найти ρ положение ц.м. шпателя основания и его поршня.

Для этого вывели поршень, повесили основание так, чтобы оно располагалось горизонтально.

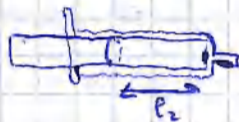


$r_{1.1} = 3,8 \text{ ден.}$
 $r_{1.2} = 4,0 \text{ ден.}$
 $r_{1.3} = 4,0 \text{ ден.}$

$\Rightarrow P_1 = 3,93 \text{ ден.}$ ~~$\Delta P_1 = 0,05 \text{ ден.}$~~

(шпатель и грузик-беленка, которые стоят на чашках скаленистых отвеса)

Аналогично повесили поршень, он обязан достаточно туго, а потом мы можем вставить веревку со шпателя и вставить поршень в основание так, чтобы веревка не соскальзывала по поршню назад. Так мы определим положение ц.м. поршня. ~~отн. это~~

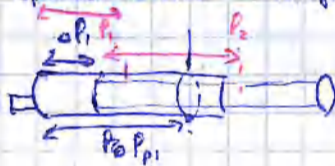


$r_{2.1} = 4,8 \text{ ден.}$
 $r_{2.2} = 4,6 \text{ ден.}$
 $r_{2.3} = 4,8 \text{ ден.}$

$\Rightarrow P_2 = 4,73 \text{ ден.}$

Далее вывели поршень на $\Delta P_1 = 2,0 \text{ ден.}$

Уравновесили танго системы на той же шкале



$r_{1.1}$ - расстояние от илн до повеса

Равновесие \Rightarrow равно моментов илн

отн. точки правды ($r_{1.1} = 5,4 \text{ ден.}$, измерил 3 раза)

$g \cdot m_0 (r_{1.1} - r_{1.1}) = g \cdot m_n (r_{2.1} + \Delta P_1 - r_{1.1})$

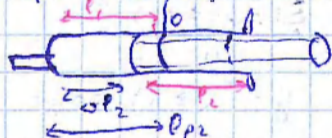
$m_0 = \frac{r_{2.1} + \Delta P_1 - r_{1.1}}{r_{1.1} - r_{1.1}} m_n$

$m_0 = \frac{4,73 + 2 - 5,4}{5,4 - 3,93} m_n = 1,86 m_n$

Надерем в поршень $\rho_{\text{всг}}$ вода $\rho_{\text{шп}}$ шп.

ц.м. вода в $1,5 \text{ ден.}$ от илн

Уравновесили.



$r_{1.1} = 3,8 \text{ ден.}$
 $r_{2.1} = 4,0 \text{ ден.}$
 $r_{2.2} = 4,0 \text{ ден.}$
 $r_{2.3} = 4,0 \text{ ден.}$

$\Rightarrow P_2 = 3,95 \text{ ден.}$

$$m_0 = \rho \cdot V = 32$$

$$m_n = \frac{\rho_2 - \frac{\rho_2}{2}}{\rho_2 + \rho_1 - \rho_2 - 0,5(\rho_2 - \rho_1)} m_0 = 0,65 m_0 = 1,952$$

$$m_0 = 1,7562$$

Найдем столько же неизвестной плотности ($\rho_2 = 3 \text{ мл} = 3 \text{ ден}$)
 Погвешим так же. $\rho_3 = 9,8 \text{ ден}$.

пр. моментов сип.

$$(\rho_3 - \rho_1) m_0 + (\rho_3 - \frac{\rho_2}{2}) m_n = m_n (\rho_2 + \rho_1 - \rho_3)$$

$$m_n = m_0 \frac{\rho_2 + \rho_1 - \rho_3 - 0,5(\rho_3 - \rho_1)}{\rho_3 - \frac{\rho_2}{2}} = 3,422$$

$$\rho_n = \frac{m_n}{V_n} = 1,139 \frac{\text{г}}{\text{мл}^3} = 1139 \frac{\text{мг}}{\text{мл}^3}$$

~~Отметим уровень жидкости в сосуде, отобразив этот уровень
 с высшей стороны ниткой.
 Погрузим шприц полностью в сосуд. (не забываем заполнить
 все полости шприца). При этом уровень жидкости
 поднимется. С помощью второй части веревки с метками
 (а её предварительно как-то разорвать). Отметим новый
 уровень. Выставим шприц. Далее будем долить
 неизвестную жидкость из стакана в нашу дугушку с
 водой до уровня воды во 2 случае. Объем доливаемой
 воды - объем шприца.~~

$$\rho_{\text{ср. шп}} = \frac{m_0 + m_n}{V_{\text{шп. в.}}} = \frac{3,72}{2,3 \text{ мл}^3}$$

* Для уменьшения погрешностей каждой раз, кадыра
 это-пиде в шприц, како совете сипену в место где
 нлы и высовывать её оттуда, чтобы в этом месте
 не было воды/неизв. жидкости.

○ погрешно сток:

Для каждой из измеренной величины z измерим
 среднее и абср. отклонение $\Delta z = \sqrt{\frac{\sum (z_i - \bar{z})^2}{n}}$

Для последних измерений (пусть $y = f(z, x)$), тогда

$$\omega(y) = \omega(z) + \omega(b)$$

то используется три формулы:

$$\begin{aligned} \omega(m_n) &= 0,04 \\ \omega(m_o) &= 0,06 \\ \omega(m_k) &= 0,011 \\ \omega(g_m) &= 0,0115 \\ \omega(g_{op}) &= 0,11 \end{aligned}$$

$$g_m = 1135 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \pm 114 (1135 \pm 114) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Поручили две детали из чугуна по отклонениям в весе. При этом первая плавает, погружившись на 0,95 своего объема (то же формула с объемом вытесненной и вставленной в основание), а вторая погружается примерно на 0,58 своего объема.

$$V = \frac{0,45 \text{ м}^3}{0,95} + \frac{0,2 \text{ м}^3}{0,58} = 3,37 \text{ м}^3$$

Выяснил порешность, $\frac{m_o + m_n}{V}$ скорее всего g_{op} формула быть куда больше, т.к. мне на глаз было тяжело оценить объем. Кор. часть основания.

② Цена: калити $\approx 1 \text{ к}3$

Выбор данных три схемы



диапазон изм. сопр. 2000k

Измерил напряжения между клеммами оциметров (они одинаковы и расположены попарно 2) концы оциметров)

$$R_1 = 1,38 \cdot 10^4 \text{ Ом} \quad R_2 = 13,7 \cdot 10^4 \text{ Ом} \quad R_3 = 67,5 \text{ Ом}$$

справда у одного из них показания всегда были не 50 \times выше, чем у другого 2) а драп (среднее)

Также измерил напряжения между клеммами оциметров

$$U_1 = 4,08 \text{ В} \quad U_2 = 2,8 \text{ В} \quad U_3 = 2,56 \text{ В}$$

Это может означать следующее тем, что прибор не
используется.

Поэтому можно сделать сравнение омметра
как $r = R_2 - R_1$ при $R = 200k$
тогда $R = R_1 - R = 2R_1 - R_2$

Разберем с напряжением.

U - напряжение источника
 $U = U_1 + U_2$

U - напряжение датчика

$R_1 = R + r$ (1), $R_2 = R + r$ (2)

$r = 2(R_1 - R_2) = 140 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

$R_1 = R + r = 435 \cdot 10^6 \text{ Ом}$



$I_1 = \frac{U}{R_1}$, $I_3 = \frac{U}{R_3}$

$(R+r)(R_3-r) = Rr = R_1 R_2 (R_3+r-R_1)$

$R = \frac{R_1 R_2 - R_1 R_3}{R_3 - R_1 - R_2} = 200 \cdot 10^6 \text{ Ом}$



- схема датчика
догод для омметра

$(R+r)(R_3-r) = Rr = R_1(R_3+r-R_1)$

Отсюда с учетом $r = R_1 - R$

$R = \frac{R_1 R_2 - R_1 R_3}{R_3 - R_1 - R_2} = 200 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

$r = 375 \cdot 10^6 \text{ Ом}$

(соп. при гваранте 200k)

$r = 375 \cdot 10^6 \text{ Ом}$



$U = R \cdot I_{\text{вп}}$

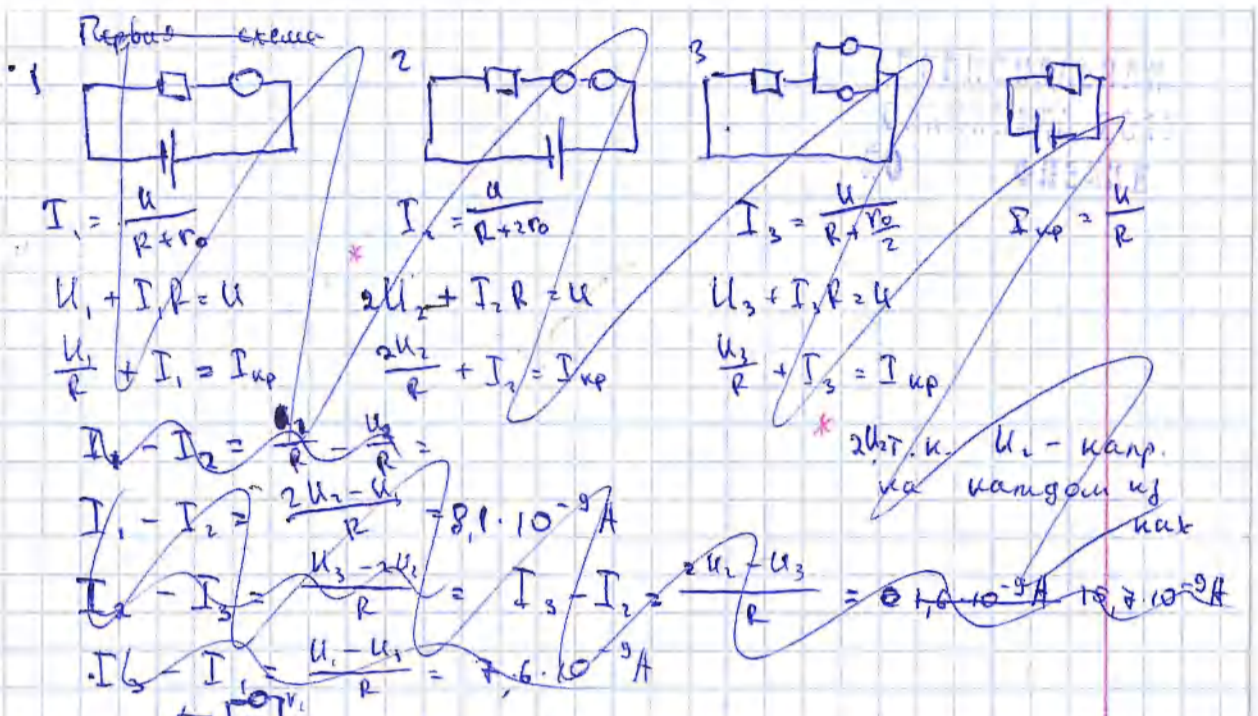
$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$

$U = I_1 R + U_1 = I_3 R + U_2$

$I_1 = \frac{U}{R+r}$

$I_3 = \frac{U}{R+R_3}$

$I_3 - I_1 = \frac{U_1 - U_2}{R} = 7,6 \cdot 10^{-9} \text{ А}$



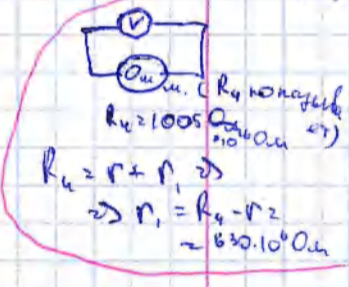
* $2U_2$ и U_3 - напр. на клеммах



Сопоставление вольтметра при 20 делениях
 $r_1 = \frac{880 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}}{1000}$ (используем формулу из пункта 4)

$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{6,47}{1,294} = 5,00 \cdot 10^{-9} A$

$U_R = I \cdot R = 0,832 \text{ В}$



$U = U_R + U_1 = 4,512 \text{ В}$

$I_{kp} = \frac{U}{R} = 2,4 \cdot 10^{-8} A$

Полезная мощность

$\omega(I_{kp}) = \omega(R) + \omega(U) = 2\omega(R_1) + \omega(R_3) + \omega(R_4) + \omega(U_1) + \omega(r) = 87\%$

$I_{kp} = (3,7 \pm 0,26) \cdot 10^{-8} A$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

118

58

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
FACHBEREICH
INGENIEURWISSENSCHAFTEN
FAKULTÄT FÜR INGENIEURWISSENSCHAFTEN
MATERIALWISSENSCHAFT UND
LEBENSINGENIEURWESEN
LEHRGEBIET FÜR MATERIALWISSENSCHAFT
UND LEBENSINGENIEURWESEN
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN