



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 02

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Робореев
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Кобелева Дениса Витальевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 шар

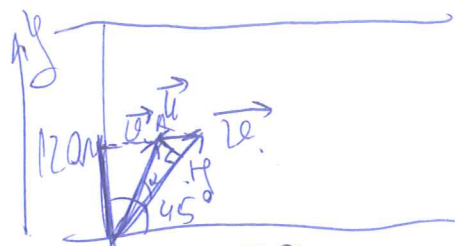
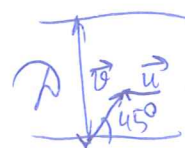
Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника
Де

Черновик
№1 Вопрос

$$\sin 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin 45 = \frac{x}{\sqrt{2}}$$



$$AH = \sin \alpha \cdot u$$

$$AH = \sin 45 \cdot u$$

$$v = 5u \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

$$\sin \alpha' = \sin 45 u$$

$$l' \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2 = \sqrt{2}$$

$$u' \sin \alpha = \sqrt{2}$$

На перемещение вдоль оси Oy вылет только проекция скорости v на эту ось т.к. $\vec{u} \perp Oy$, и $v_y = \text{const}$

$$v_y = \cos 45 \cdot 10$$

$$\cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_y = \frac{10\sqrt{2}}{2}$$

$$v_y = 5\sqrt{2}$$

$$D = v_y \cdot t$$

$$t = \frac{D}{v_y}$$

$$t = \frac{120}{5\sqrt{2}}$$

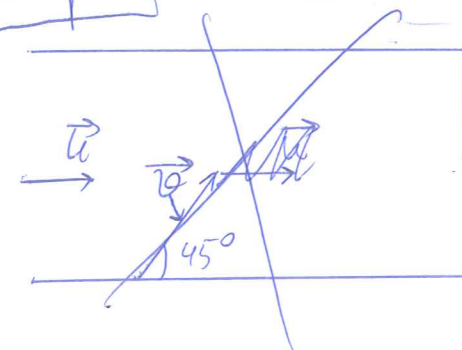
$$t = 12\sqrt{2}$$

$$t \approx 16,94 \approx 17 \text{ с.}$$

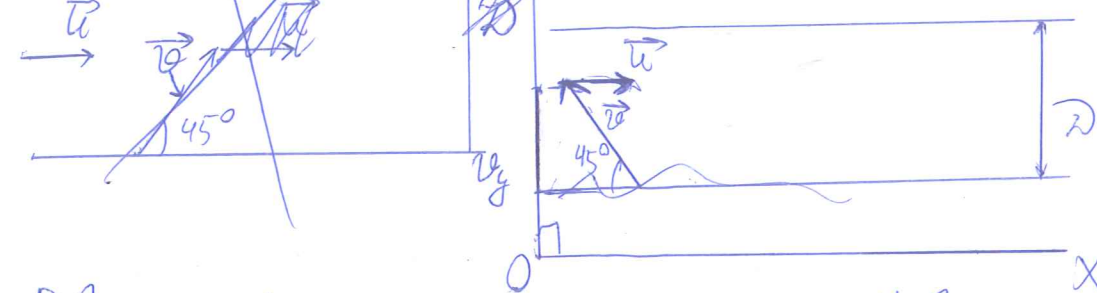
Вопросы:

№1 №2 Шкала Цельсия основана на определенных состояниях воды:
 $t < 0$ - вода твердая
 $t = 0$ - фазовый переход воды из твердого в жидкое состояние
 $100 > t > 0$ - вода жидкая, $t \geq 100^\circ \text{C}$ - вода переходит в газообразное состояние

Чистовик
№1. Вопрос



$\vec{u}$ - скорость течения
 $\vec{v}$ - скорость плывца относительно берега



Введем оси Ox и Oy . ось Ox || берегу, ось Oy $\perp$ берегу
 плывцу нужно преодолеть ширину канала, за это отвечает проекция его скорости на ось Oy
 Проекция v_y , как видим, не меняется течением, без проекция u на ось Oy равна нулю.

$$v_y = \sin 45^\circ \cdot v$$

$$t = \frac{D}{v_y}; t = \frac{D}{\sin 45^\circ v}$$

$$t = \frac{120 \text{ м}}{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10 \text{ м/с}} = 12\sqrt{2} \approx 17 \text{ с.}$$

Ответ: $t \approx 17 \text{ с}$

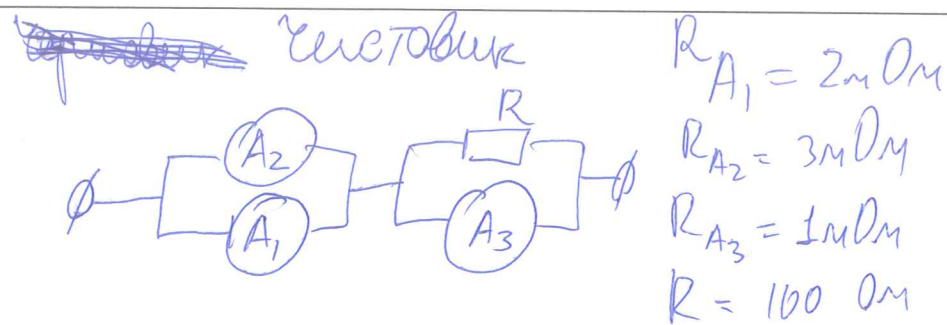
№2. Вопрос

Шкала Цельсия привязана к определенным состояниям воды (при нормальном (атмосферном) давлении) т.к. значимые величины привязаны к фазовым переходам:

$t^\circ = 0^\circ \text{C}$; вода твердая $\rightarrow$ жидкая (л-ж)
 $t^\circ = 100^\circ \text{C}$; вода жидкая $\rightarrow$ газообразная (ж-г)

№3 Вопрос

Нарисуем данную схему:



$U = 5 \text{ В}$
 $R_{\text{вн}} = 1 \text{ Ом}$
 $R_{\text{общ}} = R_{12} + R_{3R}$; R_{12} - сумма A_1 и A_2 сопр-е

$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{2 \text{ мОм}} + \frac{1}{3 \text{ мОм}} = \frac{5}{6 \text{ мОм}}$

$R_{12} = \frac{6}{5} \text{ мОм} = 1,2 \text{ мОм}$

$\frac{1}{R_{3R}} = \frac{1}{100 \cdot \text{Ом}} + \frac{1}{0,001 \text{ Ом}} = \frac{100001}{100}$

$R_{3R} = \frac{100}{100001} \approx 0,001 \text{ Ом} = 1 \text{ мОм}$

$R_{\text{общ}} = R_{12} + R_{3R} = 1,2 \text{ мОм} + 1 \text{ мОм} = 2,2 \text{ мОм} = 0,0022 \text{ Ом}$

$I = \frac{U}{R} = \frac{5 \text{ В}}{0,0022 \text{ Ом}} \approx 2272,7 \text{ А}$ но у Амперметра есть предел ошибки, $\leq 0,05 \text{ А}$,

т.е. можно сказать, что отличие погрешной силы тока от $I = 5$ достаточно мало, чтобы считать ее ошибкой из-за Амперметра. $\Rightarrow I = 5 \text{ А}$.

I_{A1} - ток на A_1

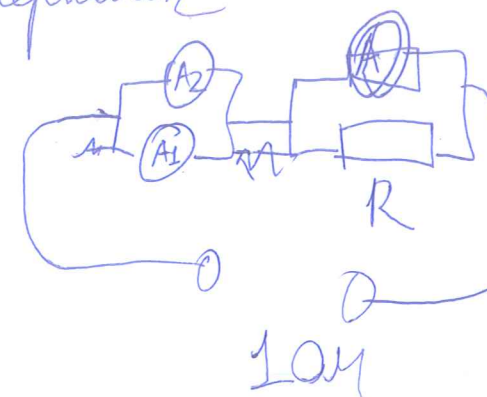
I_{A2} - ток на A_2

I_{A3} - ток на A_3

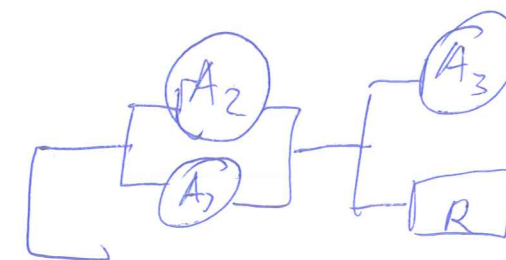
$I_{A3} = 5 \text{ А}$ т.к. сопротивление R по сравнению с R_{A3} слишком велико, поэтому

$\frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{R_{A2}}{R_{A1}} \Rightarrow \frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{3}{2} = 1,5 \Rightarrow I_{A1} = 1,5 I_{A2}$; $2,5 I_{A2} = 5 \text{ А}$
 $I_{A2} = 2 \text{ А}$
 $I_{A1} = 3 \text{ А}$

~~Условие~~



$R_{A1} = 2 \text{ мОм}$ $R = 100 \text{ Ом}$
 $R_{A2} = 3 \text{ мОм}$ $R_{A3} = 1 \text{ мОм}$



$I_A = ?$ $I = \frac{U}{R}$ $U = 5 \text{ В}$.

$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{0,002} + \frac{1}{0,003}$

$R_{12} = \frac{5}{6} \text{ мОм}$

$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{3 \cdot 10^{-3}}$

$R_{12} = \frac{6}{5} \text{ мОм} = 1,2 \text{ мОм}$

$R_{3R} = \frac{1}{100} + \frac{1}{0,001} = \frac{100001}{100} \text{ Ом}$

$R_{3R} \approx 0,001 \text{ Ом}$

$R_{12} + R_{3R} = 1,2 \text{ мОм} + 1 \text{ мОм} = 2,2 \text{ мОм}$

$R_{\text{общ}} = 0,0022 + 1 = 1,0022 \text{ Ом}$

$I = \frac{U}{R} = \frac{5}{1,0022} \approx 4,989 \text{ А}$ т.к. ~ по т.е. погрешность 0,05 А, то можно сказать, что $I \approx 5 \text{ А}$.

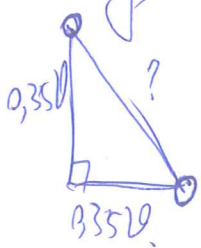
$\frac{R_{A1}}{R_{A2}} = \frac{I_{A2}}{I_{A1}}$ $I_{A1} = \frac{R_{A2} I_{A2}}{R_{A1}}$

$I_{A2} = 2 \text{ А}$
 $I_{A1} = 3 \text{ А}$
 $I_{A3} = 5 \text{ А}$

ошибки измерения

Чистовик.

Полукруга п/у. Δ -к со сторонами $0,35\text{В}$ и $0,35\text{В}$



тогда расстояние $S = \sqrt{2 \cdot (0,35\text{В})^2}$

$$S = \sqrt{2 \cdot 0,1225 \text{В}^2} \quad S = \sqrt{0,245 \text{В}^2}$$

$$S \approx 0,5 \text{В} (\text{м})$$

(8)

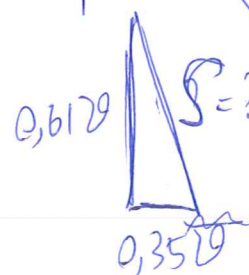
2) $\text{В} \text{ м}$

Видим, что во 2-м случае перпендикуляр ΔS , проведенная в первом и равная $0,35\text{В} (\text{м})$

и сумма высот $H_1 + H_2$;

$H_1 + H_2 = 0,61\text{В} (\text{м})$

(из пер-го пункта)



$$S = \sqrt{(0,61\text{В})^2 + (0,35\text{В})^2}$$

$$S = \sqrt{0,3721\text{В}^2 + 0,1225\text{В}^2}$$

$$S \approx \sqrt{0,5\text{В}^2} \Rightarrow S \approx 0,7 \text{В} (\text{м})$$

Ответ: $0,5\text{В} (\text{м})$ или $0,7\text{В} (\text{м})$ в зависимости от ситуации

Задача 3.

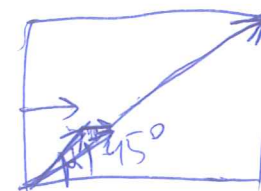
(2)

Черновик

н 1.2. (задача)

$$A, B = D \quad t_{1(\text{сум.})} = \frac{D}{3\text{В}} \quad \frac{t_1}{t_2} = 1$$

$$t_{2(\text{сум.})} = \frac{D}{\text{В}/3} = \frac{3D}{2\text{В}}$$



$$t_{2(\text{всего})} = \frac{2D}{2\sqrt{2}} \quad t_{2(B)} = \frac{2\sqrt{2}D}{2\text{В}}$$

$$t_{1(B)} = \frac{D}{3\text{В}}$$

$$t_{2(\text{всего})}$$

$$t_{1(C)} = \frac{D}{3\text{В}}$$

$$t_{2(C)} = \frac{3D}{2\text{В}}$$

и-скуп. тов-е.

$$t_1 = t_2$$

$$t_{1(C)} + t_{1(B)} = t_{2(C)} + t_{2(B)}$$

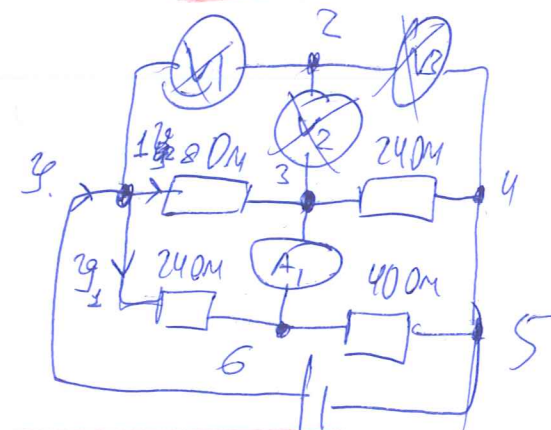
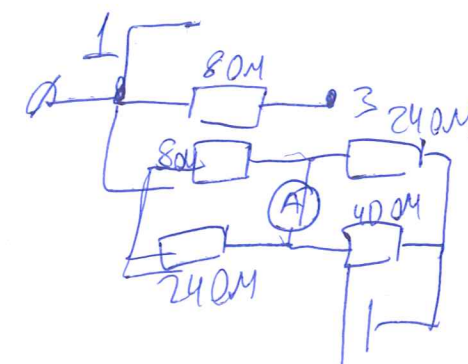
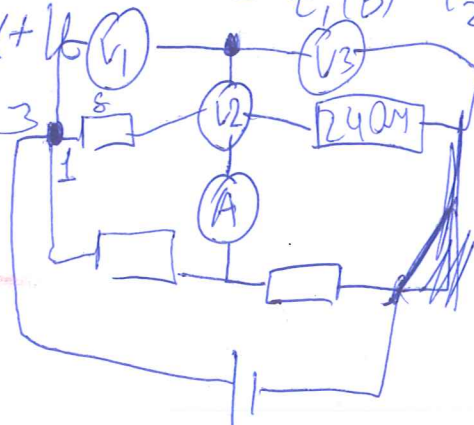
$$\frac{D}{3\text{В}} + t_{1(B)} = \frac{3D}{2\text{В}} + t_{2(B)}$$

$$t_{1(B)} - t_{2(B)} = \frac{3D}{2\text{В}} - \frac{D}{3\text{В}}$$

$$t_{1(B)} - t_{2(B)} = \frac{8D}{3\text{В}}$$

$$t_2 = \frac{D}{2\text{В} \cos \alpha + 1\text{В}}$$

Задача 3



переключатель

$$I = \frac{U}{R} \quad U = 44 \quad R =$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} \quad R_1 = 60 \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{24} + \frac{1}{40} \quad R_2 = 15 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{44}{22} = 2 \text{ А}$$

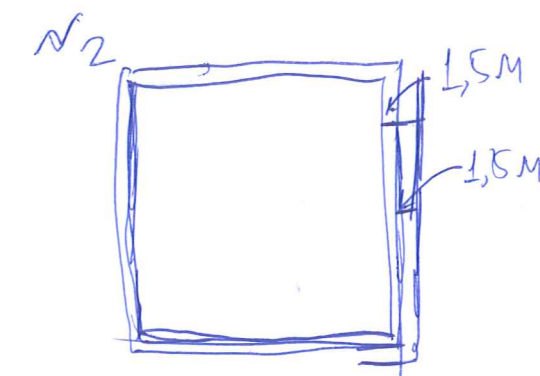
н.ч. задано

$$t = \frac{2V \sin \alpha}{g}$$

$$H = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad L = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$h_2 = \frac{V^2}{2g} \quad V = 0 \quad V_0 = gt$$

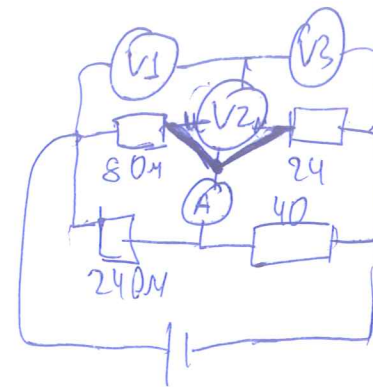
$$h = \frac{gt^2}{2} \quad 5t^2 = V^2$$



S =

25-63-20-65
(155.3)

Чистовик



У вольтметров сопротивление не
считается мала, потому
ток, текущий в них, в миллионы
раз меньше того, что течет по

резисторам и амперметру, поэтому в расчете
У в цепи вольтметры можно выкинуть и на-
рисовать эквивалентную схему:

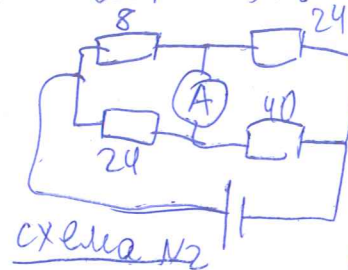
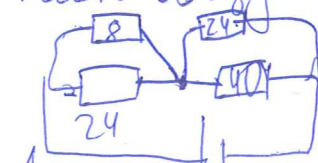


схема №2

Точность в 5% позволяет не
рассматривать величины знаков

после запятой, а

R_A слишком мало, чтобы существенно изме-
нить общую силу тока $\Rightarrow$ ~~во~~ Амперметр = пере-
мощка без соп-я



$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} = \frac{1}{6}; \quad R_{12} = 60 \text{ Ом} \quad R_{\text{общ}} = R_{12} + R_{34} + R_{\text{вс}}$$

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{24} + \frac{1}{40} = \frac{1}{15}; \quad R_{34} = 150 \text{ Ом} \quad R_{\text{общ}} = 6 + 15 + 1 = 220 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}}; \quad I = \frac{44 \text{ В}}{220 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$$

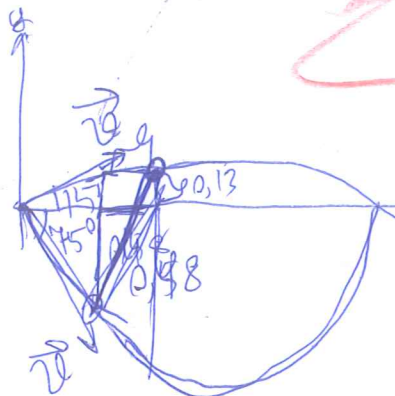
Вернемся к схеме №2; напомним, что ток идет
через резисторы 8 и 24 пропорционально, т.е. обратно-
пропорционально

3:1, $\Rightarrow \frac{2}{4} = 0,5 \text{ А}$ на резисторе с R=24 Ом; и 1,5 А на
8 Ом.

Амперметр выступает в роли переключателя

термобук $S = 0,245V_0^2$ $S = \frac{7\sqrt{2}}{20} V_0 (м) S \approx 0,5V_0 (м).$

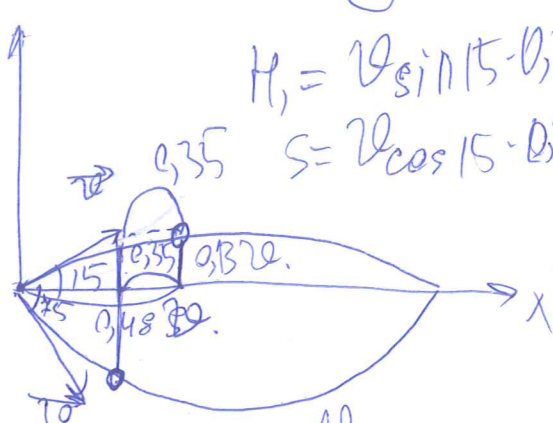
2-й случай



в таком случае
касину с

$$H_1 = V \sin 15 \cdot 0,5$$

$$S = V \cos 15 \cdot 0,5$$



$$H_2 = 0,48 + 0,13 = 0,61V.$$

$$0,1225V^2 + 0,3421V^2 = 0,4646V_1^2$$

$$S_2 \approx 0,4V$$

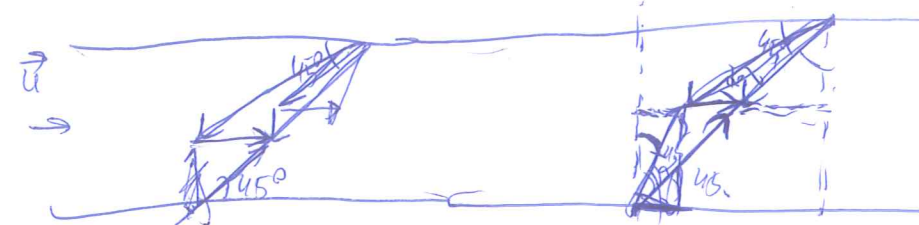
$$L = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

термобук

$$t_{1(c)} = \frac{2}{3V_0}$$

$$t_{2(c)} = \frac{3D}{2V_0}$$

$$\frac{t_{2(c)}}{t_{1(c)}} = g$$



$$\alpha + 45 = \alpha_2$$

$$\alpha - 45 = \alpha_1$$

$$V_{x2} = V \cos(45 - \alpha)$$

$$V_{x1} = V \cos(45 + \alpha)$$

$$\frac{V_{x2}}{V_{x1}} = \frac{\cos(45 - \alpha)}{\cos(45 + \alpha)}$$

$$\frac{2}{3V_0} + \frac{D}{2V_0 \cos(45 + \alpha)} = \frac{3D}{2V_0} + \frac{D}{2V_0 \cos(45 - \alpha)}$$

$$t_{2(b)} = \frac{D}{V \cos(45 - \alpha)}$$

$$\frac{D \cos(45 + \alpha) + 3D}{3V \cos(45 + \alpha)} = \frac{3D \cos(45 - \alpha) + D}{V \cos(45 - \alpha)}$$

$$t_{1(b)} = \frac{D}{V \cos(45 + \alpha)}$$

$$\frac{D (\cos(45 + \alpha) + 3)}{3V \cos(45 + \alpha)} = \frac{D (3 \cos(45 - \alpha) + 1)}{V \cos(45 - \alpha)}$$

$$\frac{\cos(45 + \alpha) + 3}{3 \cos(45 + \alpha)} = \frac{3 \cos(45 - \alpha) + 1}{\cos(45 - \alpha)}$$

$$t_{2(b)} = \frac{D}{V}$$

Вопрос 4.

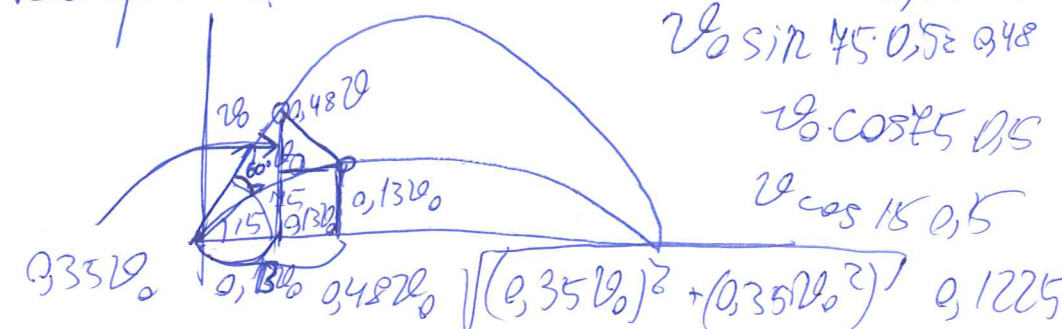
$$V_0 \sin 15 \cdot 0,5 = 0,26$$

$$0,13V_0$$

$$V_0 \sin 45 \cdot 0,5 = 0,48$$

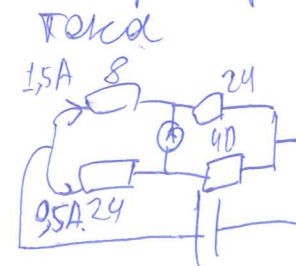
$$V_0 \cos 45 \cdot 0,5$$

$$V_0 \cos 15 \cdot 0,5$$



Чистовик

(продолжение 3 задачи)

Амперметр - перемычка, он нужен для перетекания
и новые токи, текущиечерез резисторы ~~24 и 40~~ 24 и 40 Ом
соответственно, обратно пропорцио-
нальны их сопр-ям

$$24:40 = 12:20 = 6:10 = 3:5; \text{ всего } 5 \text{ дел}$$

$$\frac{2A}{5} = 0,4 \text{ А дел.}; \quad \frac{3}{2} = \frac{y_4}{y_3} \quad y_3 = \frac{2 \cdot 3}{5} = 1,2 \text{ А}$$

$$y_3 = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ А (обратная пропорциональность.)}$$

$$y_4 = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ А} \quad \Rightarrow \text{ к резистору } 40 \text{ Ом притек-}$$

$$y_A = \Delta y = y_4 - y_1 = 0,3 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } y_{\text{вс}} = 2 \text{ А}; \quad y_A = 0,3 \text{ А}$$

Напряжение на
вольтметрах ?