Чистовик №1 А-13

1	2	3	4	5	Σ
6	5	0	0	0	11

№1. Дано:

$a_1 \approx a_2 \approx 5\ \frac{м}{с^2}$

$t = 0{,}3с$

$L_1 = 6м$

$L_2 = 9м$

$V_1 = V_2 = V$

$V = ?\ \Delta a = ?$

Решение:

t_1 – время полного торможения I

t_2 – время полного торможения II.

$t_1 = \frac{V_к - V_0}{a_1} = -\frac{V}{a_1}$, т.к. $V_к = 0$.

$t_2 = \frac{V_к - V_0}{a_2} = -\frac{V}{a_2}$

(ускорения отрицательны, т.к. машины тормозят, поэтому t также пока с минусом.)

L_1 – разница между путем, пройденным I машиной и II до торможения, как и L_2, так что фактически $L_1 = S_2 - S_1$ в случае, где $S_1 = Vt_1 + \frac{a_1t_1^2}{2}$, а $S_2 = 0{,}3V + Vt_2 + \frac{a_2t_2^2}{2}$

$L_2 = S_1 - S_2$, в случае, где $S_1 = 0{,}3V + Vt_1 + \frac{a_1t_1^2}{2}$, а $S_2 = Vt_2 + \frac{a_2t_2^2}{2}$.

составляем систему:

1. $$\begin{cases} 0{,}3V + Vt_2 + \frac{a_2t_2^2}{2} - Vt_1 - \frac{a_1t_1^2}{2} = 6 & (1) \\ 0{,}3V + Vt_1 + \frac{a_1t_1^2}{2} - Vt_2 - \frac{a_2t_2^2}{2} = 9 & (2) \end{cases}$$

2. заменяя $t = -\frac{V}{a}$, получаем из ур-я 1 следующее:

$$V(t_2 + 0{,}3 - t_1) + \frac{a_2t_2^2 - a_1t_1^2}{2} = 6$$

$$-\frac{V^2}{a_2} + 0{,}3V + \frac{V^2}{a_1} + \frac{V^2}{2a_2} - \frac{V^2}{2a_1} = 6$$

$$\frac{V^2}{2a_2} - \frac{V^2}{2a_1} = 6 - 0{,}3V$$

аналогично со вторым ур-ем.

$$-\frac{V^2}{a_1} + 0{,}3V + \frac{V^2}{a_2} + \frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} = 9$$

$$\frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} = 9 - 0{,}3V$$ вернемся к системе.

3. $$+\begin{cases} \frac{V^2}{2a_2} - \frac{V^2}{2a_1} = 6 - 0{,}3V \\ \frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} = 9 - 0{,}3V \end{cases}$$

$0 = 15 - 0{,}6V$

$0{,}6V = 15$

$V = 25\ \left(\frac{м}{с}\right)$

подставляем значения:

$$-\begin{cases} \frac{625}{2a_2} - \frac{625}{2a_1} = -1{,}5м \\ \frac{625}{2a_1} - \frac{625}{2a_2} = 1{,}5м \end{cases}$$

$\left(\frac{2 \cdot 625}{2a_1} = \frac{625}{a_1}\right)$

$$\frac{625}{a_2} - \frac{625}{a_1} = -3м$$

исходя из усл-я, что $a_1 \approx a_2 \approx 5\frac{м}{с^2}$:

при $a_1 = 5\frac{м}{с^2}$ $S_1 = 125м$ тогда $S_2 = 122м$, а $a_2 \approx 5{,}12\frac{м}{с^2}$

при $a_2 = 5\frac{м}{с^2}$ $S_2 = 125$ тогда $S_1 = 128м$, а $a_1 = 4{,}88\frac{м}{с^2}$

также и с приближенными значениями.

$\Delta a \approx 0{,}12\frac{м}{с^2}$

Отв. $V = 25\frac{м}{с}$; $\Delta a \approx 0{,}12\frac{м}{с^2}$

№3. Дано:

$l_1 = \frac{5}{8} l$

$l_2 = \frac{3}{8} l$

$m_l = 4m$

$m_{тела} = 2m$

$m_{эл} = m$

$m_x = ?$

Решение:

Вообще, $V_{тела}$ должен быть $> V_{эл}$, т.к. $\rho_т < \rho_{эл}$, а $m_т = 2m_{эл}$.

1. Найдем m_x, необходимую для того, чтобы система блока была в равновесии.

По III з. Ньютона: $F_1 = -F_2$

$|F_1| = |F_2|$

т.е. $2mg - \rho_{эл} g V_{п.т.} = m_x g$

$2m - \rho_{эл} V_{п.т.} = m_x$

$V_{п.т.} = \frac{2m}{\rho_т} - \frac{m_{п.т.}}{\rho_т}$ по рисунку видно, что погружена $\frac{1}{2}$ тела

$V_{п.т.} = \frac{2m}{\rho_т} - \frac{m}{\rho_т} = \frac{m}{\rho_т}$

$m_x = 2m - \rho_{эл} \cdot \frac{m}{\rho_т} = m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right)$

2. Теперь перейдем к системе рычага.

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$

т.к. рычаг однороден:

$F_1 = \frac{5}{8} \cdot 4m \cdot g = 2,5mg = ?$

$l_1 = \frac{5}{8} l$

$l_2 = \frac{3}{8} l$

$\Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{2,5mg \cdot 5l \cdot 8}{8 \cdot 3l} \approx \cancel{0,83}\ 4,16\, mg.$

$F_1 l_1 = F_2 l_2$

$2,5mg \cdot \frac{5}{8} l = \left(F_{тяж\ сосуда} + F_{тяж\ m_x} + F_{тяж\ \frac{3}{8}рычага}\right) \frac{3}{8} l$

$2,5mg \cdot \frac{5}{8} l = \left(mg + \left(m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right) + x\right)g + 1,5mg\right)\frac{3}{8} l$

$12,5mg = 3g\left(m + m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right) + x + 1,5m\right)$

$12,5m = 13,5m + 3x - \frac{3m\rho_{эл}}{\rho_т}$

$\frac{3m\rho_{эл}}{\rho_т} - 3x = m$

$x = \frac{m(3\rho_{эл} - \rho_т)}{3\rho_т}$

$m_x = m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right) + \frac{m(3\rho_{эл} - \rho_т)}{3\rho_т} = m\left(2 - \frac{3\rho_{эл}}{3\rho_т} + \frac{3\rho_{эл}}{3\rho_т} - \frac{\rho_т}{3\rho_т}\right) = m\left(2 - \frac{1}{3}\right) = 1\frac{2}{3} m$

$F_{тяж\ сосуда} = \rho g h \cdot S = \frac{m}{V} \cdot g \cdot V = mg$

$F_{тяж\ m_x} = \left(m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right) + x\right)g$, где x – часть m_x, уравновешивающая не только систему блока, но и систему рычага.

$F_{тяж\ \frac{3}{8}рычага} = \left(4m \cdot \frac{3}{8}\right)g = 1,5mg$

$m + m\left(2 - \frac{\rho_{эл}}{\rho_т}\right) + x + 1,5m = 2,5m + x + 2m - \frac{m\rho_{эл}}{\rho_т} = 4,5m + x - \frac{m\rho_{эл}}{\rho_т}$

Отв. $1\frac{2}{3} m$

№4. Дано:

$R_1 = R_1$

$R_2 = R_2$

$t_1^\circ = t_1^\circ$

$t_1^\circ = t_1^\circ$

$R_{об} = R_{0_1} + R_{0_2}$

$R_{об} = ?$

Решение:

$R_1 = R_{0_1}(1 + \beta(t_1^\circ - t_0^\circ))$ $\quad t_0^\circ = 0.^\circ C$

$R_1 = R_{0_1}(1 + \beta \cdot t_1^\circ)$, т.к. $\beta \cdot t_1^\circ \ll 1$, $R_1 = R_{0_1} \cdot \approx 1 = R_{0_1}$

аналогично R_2

Т.о. $R_{об} = R_1 + R_2 = R_{0_1} + R_{0_2} = \frac{\rho_э(Cu) \cdot (l_1 + l_2)}{S} = \frac{\rho_э(Cu) \cdot l_{об}}{S}$

Ответ. $R_{об} \approx \frac{\rho_э(Cu) \cdot (l_1 + l_2)}{S}$

Но вряд ли все так просто, поэтому см. продолжение на чистовике №2.

Продолж.

Черновик №2 А-13

№4. Рассмотрим теплообмен:

$$Q_1 = Q_2$$

$$cm_1\Delta t_1 = cm_2\Delta t_2$$

$$c(Cu)\cdot\rho(Cu)\cdot S\cdot l_1\cdot(t_{об}-t_1) = c(Cu)\cdot\rho(Cu)\cdot S\cdot l_2\cdot(t_2-t_{об})$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{l_1(t^\circ_{об}-t^\circ_1)}{l_2(t^\circ_2-t_{об})} = 1 \qquad l_1 = \frac{l_2(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{(t^\circ_{об}-t^\circ_1)}$$

$$R_{0_1} = \frac{\rho_э(Cu)\cdot l_1}{S} \qquad \frac{R_{0_1}}{R_{0_2}} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{(t^\circ_{об}-t^\circ_1)} \qquad R_{0_1} = \frac{l_1 R_{0_2}}{l_2} = \frac{R_{0_2}(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{(t^\circ_{об}-t^\circ_1)}$$

$$R_{0_2} = \frac{\rho_э(Cu)\cdot l_2}{S}$$

$$R_{об} = \left(R_{0_2} + \frac{R_{0_2}(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{t^\circ_{об}-t^\circ_1}\right)\left(1+\beta t_{об}\right) = R_{0_2} + \frac{R_{0_2}(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{t^\circ_{об}-t^\circ_1} + \beta t_{об}\cdot R_{0_2} + \frac{R_{0_2}\cdot\beta\cdot t^\circ_{об}(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{t^\circ_{об}-t^\circ_1}$$

$$t^\circ_1 = \frac{l_2(t^\circ_2-t^\circ_{об})}{l_1} - t^\circ_{об}$$

$$R_{об} = R_{0_2}\left(1+\frac{l_2}{l_1}+\beta t_{об}+\frac{\beta t_{об}\cdot(t^\circ_2-t^\circ_{об})l_1}{l_2(t^\circ_2-t^\circ_{об})}\right) = R_{0_2}\left(\left(1+\frac{l_2}{l_1}\right)\left(1+\beta t^\circ_{об}\right)\right)$$

$t^\circ_{об}$, зная t°_1 и t°_2, а также ~~длины~~ проводников можно будет уже на практике – в общем виде это невозможно.

Ответ: $R_{0_2}\left(1+\frac{l_2}{l_1}\right)\left(1+\beta_{об}t^\circ_{об}\right)$

№2. Дано:

$h = 0{,}2$ м

$\rho_ж = 1\frac{г}{см^3} = 1000\frac{кг}{см^3}$

$g = 10\frac{Н}{с^2}$

$p_1 = p_2$

$V_к = ?$ $m_п = ?$

Решение:

Т.к. изначально система в равновесии.

$$p_1 = p_2$$

$$p_{атм} + \frac{m_1 g}{S} + p_{возд} = \rho g h + p_{атм} \qquad m_1 g = const$$

$$p_{возд} = const$$

$$\frac{m_1 g}{S} + p_{возд} = \rho g h = 1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{Н}{кг}\cdot 0{,}2м = 2000\,Па$$

$p_{возд} = \frac{m_1 g}{S}$, т.к. именно он (поршень) оказывает давление на воздух и находится в равновесии. (если бы $p_{возд} > m_1 g$, поршень бы выталкивался, наоборот – опускался).

~~$m_1 g = 1000$ Па~~

~~$m_1 = \frac{1000\,Па}{10\frac{Н}{кг}} = 100$ кг.~~

$$\frac{m_1 g}{S} = 1000\,Па$$

$$\frac{m_1}{S} = 100\,\frac{кг}{м^2}$$

Судя по граф, кубическая зависимость V от y продолжается от y = 4 до y = 13.

$$V_k = V(13) - V(4) = 140 - 20 = 120\ см^3$$

до y = 4 вода заполняет узкую трубку, после y = 13 – широкий цилиндр.

После y = 13 $V_{n+1} \approx V_n + 35$, т.к. на каждый см узкой трубки и нижнее h цилиндра приходится 35 см³ воды.

S трубки можно найти из значений y и V < 4 и < 20 соотв., т.к. в это время S трубок, где вода меньше h, одинаковы. Если в правой трубке y = 2, то в левой узкой ниже h – тоже равно 2. V = 10 см³ а общая высота, если представить, что воду заливали в обычную колбу с таким же сечением = 4 см. $S = \frac{10 см^3}{4 см} = 2{,}5\ см^2$

Теперь из данных графика после $y = 13$ мы найдем S цилиндра.

$\Delta y = 1$ см
$\Delta V = 35\ см^3$
$S = 2{,}5\ см^2$
$\Rightarrow$ в узкой трубке осталось $2{,}5\ см^3$ воды, а в цилиндре $\Rightarrow 35\ см^3 - 2{,}5\ см^3 = 32{,}5$

~~[illegible]~~... $V_{конуса\ (усеч)} = 120\ см^3$

~~[illegible]~~, но нам неизвестно слишком много параметров, чтобы найти сечение.

$P_{возд} = \rho g h = 1{,}0029\ \frac{г}{см^3} \cdot 10\ \frac{Н}{кг} \cdot h.$

в этом уравнении h получится непропорц. усиленно большим, так что оставим это.

$V_{возд}$ увеличился, т.к. сверху давит поршень.

Отв. $V_к = 120\ см^3$

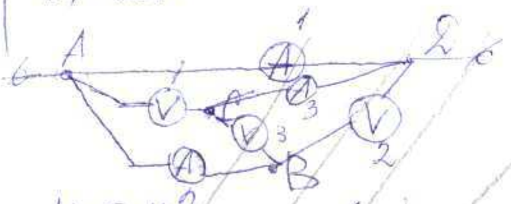
№ 5. Дано:

$R_{A1} = R_{A2} = R_{A3} = 0{,}1$ Ом
$R_{V1} = R_{V2} = R_{V3} = 10$ кОм
$U_0 = 1{,}5$ В

$I_1 = ?\ I_2 = ?\ I_3 = ?$
$U_1 = ?\ U_2 = ?\ U_3 = ?$

Решение:

а) $U_{об} = 1{,}5$ В



$U_{об} = U_1 \pm U_2 = U_3$ (парал. соед.)

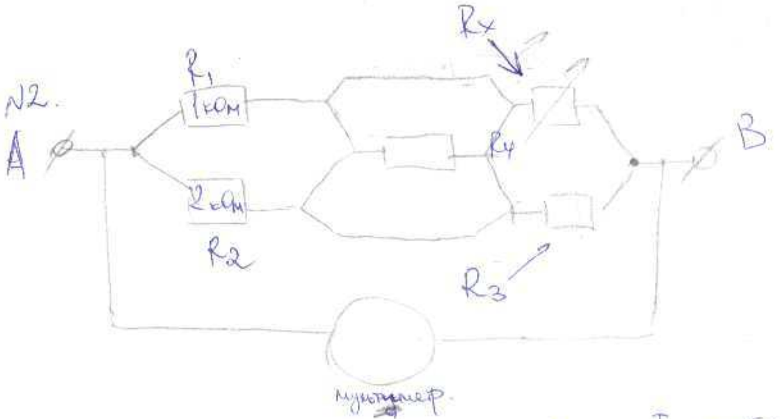
$U_2 \parallel U_3 \quad U_3$

0

Чистовик. А-13

Ящик № 9

№2.



Впервую очередь, чтобы измерить U или I, необходим источник питания, которого у нас нет, поэтому давайте размышлять:

? 1) если R_4 – max в участке цепи, то ток через резистор 4 не пойдет, ведь ток ищет путь наименьшего сопротивления.

2) $R_{об\ на\ участке\ цепи} = \dfrac{R_{об\ 1-x} + R_{об\ 2-3}}{R_{об\ 1-x} \cdot R_{об\ 2-3}} = \dfrac{R_1+R_x+R_2+R_3}{(R_1+R_x)(R_2+R_3)} = \dfrac{3+R_x+R_3}{(1+R_x)(2+R_3)}$? кОм. (если (1) истинно)

3) При определенном источнике U оно является const., тогда $I_{обi} \cdot R_{обi} = U$
т.е. I в ~~прямой~~ обратной зависимости от изменяемой величины $R_{об}$, т.к. $R_x \neq const$.

4) $U_{об} = U_{1-x} = U_{2-3} = U_1 + U_x = U_2 + U_3$

5) $I_{об} = \cancel{U_1}\ I_{1-x} + I_{2-3}$

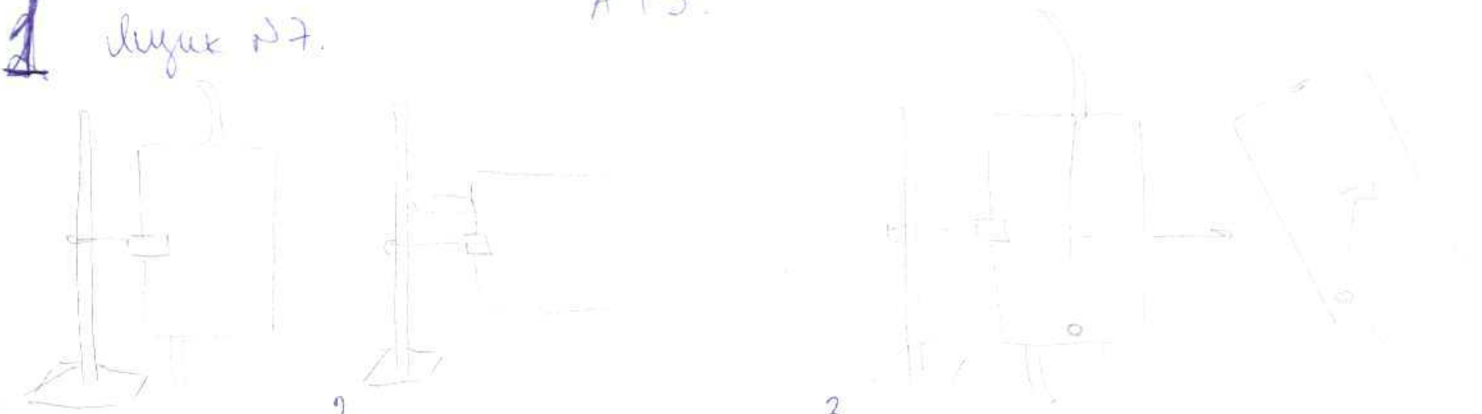
$I_{1-x} = I_1 = I_x \qquad I_{2-3} = I_2 = I_3$

6) $R_{об}$ на участке цепи =
если $R_4 \neq max$

7) Истинность (1) легко проверить, замыкая и размыкая ключ – при неизменных показателях мультиметра $R_4 = max$, иначе – $R_4 \neq max$

1	2	Σ
7	0	7

1 Лицей №7.   А-13.



1.   2.   3.

1. Измерим L_0. Для этого найдем V трубки:

1. $V = l\cdot S = \frac{ld^2\Pi}{4}$, также V можно найти, перевернув конструкцию набок и залив в нее max кол-во жидкости – 12 мл (шприц). Когда вода перестанет выливаться, втягиваем ее обратно в шприц и получаем рез-тат. (рис.2) После нескольких попыток усредняем его и получаем ≈ 10,5 мл (±0,2 мл из-за погрешности)

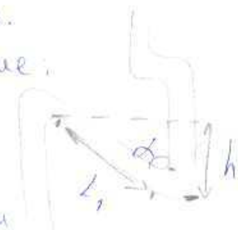
2. d измеряем линейкой: 4 мм (±1 мм)

3. $l \approx \frac{V}{S} = \frac{10,5\,см^3\cdot 4}{0,4\,см^2\cdot 3,14} = 83,6$ см.   25

2. Измерим L_1 и α. Для этого вернем конструкцию в прежнее положение и подвесим груз на нитке, прикрепив его в центре кусочком скотча.

Т.к. трубка имеет изгиб, в ней устанавливается равновесие.

Находим примерный V двух этих частей трубки L_1 и h_1.



Для этого заливаем в трубку некоторое кол-во жидкости от 1 мл до max возможного. У меня вышло, что жидкость не начинает выливаться до V = 3,8 мл (±0,2 мл), но присутствует колоссальная погрешность из-за узкого d трубки и вязкости жидкости.

Теперь, отметив на миллиметровой бумаге, прикрепленной к ящику, первоначальное положение груза и нити, наклоняем констр., пока вода не начнет выливаться. Отмечаем положение груза в этот момент. Он, конечно, отклонился на угол 90° – α. По мм.бумаге находим значение ~~cos~~ sin этого угла: 0,3692 т.е. $\cos\alpha = 0,3692$

$h_1 = L_1\cdot\cos\alpha$, т.о. $S\cdot L_1 + S\cdot L_1\cdot\cos\alpha = 3,8$ мл $S = \frac{0,16\cdot 3,14}{4} = 0,1256$

$0,1256L_1 + 0,1256L_1\cdot 0,3692 = 3,8$

$0,1256L_1 + 0,0461L_1 = 3,8$

$0,1716L_1 = 3,8$

$L_1 = 22,15$ см   20

$\alpha = \arccos 0,3692$ $\alpha > 60°$

$\alpha \approx 70°$ 20   +1 (объяснение, пояснение)

3. Погрешность работы.   Ответ: а) 83,6 см б) 22,15 см в) 70°–75°

В целом, большая, т.к. измерения линейкой, шкалой делений шприца и мм бумагой неточные, также решения велись с округленными числами, а калькулятора с функцией arccos у меня нет.