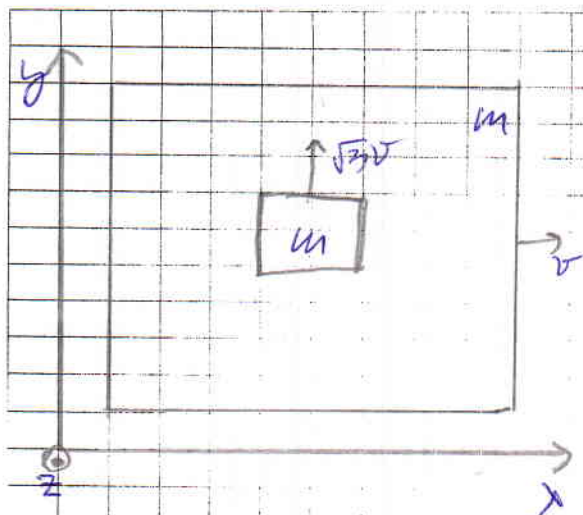


10 класс

~ 7



По закону сохранения импульса
по ось x , т.к. friction за счет
 $\mu v =$ сила трения останавливает
относительного факторы, то
 $m v = (m + m) v_x$
 $v_x = \frac{v}{2}$

Аналогично по закону сохранения импульса по
ось y $m \cdot \sqrt{3} v = (m + m) v_y \Rightarrow v_y = v \frac{\sqrt{3}}{2}$
Полная скорость после остановки груза

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = v$$

В процессе взаимодействия на каждое тело действуют
равные по модулю и противоположные по направлению
силы трения. При движении
груза по фактору, за тех пор, пока груз от-
носительного факторы по одной из осей
будет иметь проекцию скорости на опре-
деленную ось, на него и на фактор будет действо-
вать сила трения. При этом, если у тела
будет проекция скорости на ось ox , то
проекция сил трения на ось ox будет от-
носительного.

Т.к. вертикальный импульс имеет
по ось x больше, чем по ось y , то масса
сил трения будет иметь 2 проекции,
за счет одной. При этом

$$F_{тр} \Delta t = \mu \Delta v \Rightarrow \mu \Delta v \Delta t = m \Delta v$$

Т.к. $\Delta v_x < \Delta v_y \Rightarrow \Delta t_x < \Delta t_y \Rightarrow$ масса прегра-

минимизировать по горизонтальной.

Т.к. $N = mg$ (зрелых или плохих Z нет, тела поко-
яются) $\Rightarrow F_{тр} = \mu N = \mu mg$, тогда проекции этой
силы при $\theta < \theta_x$

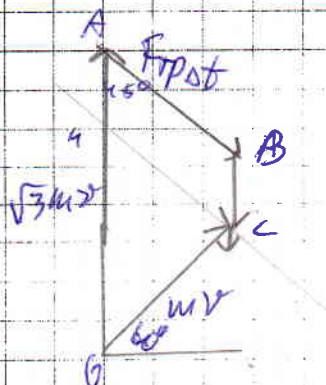
$$N_x = N_y = F \quad F_{трx} = F_{трy} = \frac{\sqrt{2}}{2} \mu mg$$

$$(т.к. F_{трx}^2 + F_{трy}^2 = F_{тр}^2)$$

1) Рассмотрим векторный ~~многоугольник~~ ^{не многоугольник}
сил для груза:

Начальный импульс $\sqrt{3} m v$, затем на
него воз углом 45° действует сила трения,
затем она действует только по вер-
тикали; конечный импульс равен $m v$.

Т.к. конечная скорость имеет проекции
 $\frac{1}{2} v$ и $\frac{\sqrt{3}}{2} v$, то ее угол равен 60°



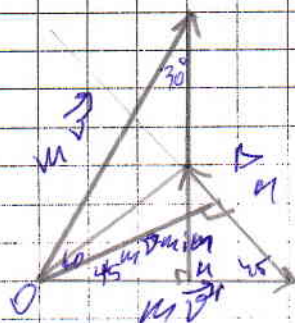
В процессе взаимодействия импульс груза
должен всегда больше конечного им-
пульса, т.е. т.к. расстояние
до точек на отрезках AB и BC

будет больше, чем mv , т.к. если
взять на отрезках AB или BC произвольную
точку K, то OK будет больше OC, если
OK перенести параллельно OM на точку L,
т.к. OC - наименьшее расстояние до OM.
То есть, минимальная скорость груза
равна v .

2) Рассмотрим векторный ~~многоугольник~~ ^{многоугольник}

минимум для фронта.

По III закону Копенга, на фронте действующим те же силы, что и на броне, танковый или танк фронтом $m\vec{v}$, конечный $m\vec{v}$, направлен под углом 60°



Очевидно, что наименьшая скорость движения будет тогда, когда ее импульс будет перпендикулярен прямой AB, тогда они перпендикуляр находятся в точке B и неограниченно, то в точке B. Допустим, перпендикуляр к AB совпадает с линией, тогда

$$m\vec{v} \sin 45^\circ = m\vec{v} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} m\vec{v}$$

Т.к. горизонтальный фронт потерял горизонтальную составляющую $\frac{m\vec{v}}{2}$, то $BA = AH = \frac{m\vec{v}}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow BA = \frac{\sqrt{2} m\vec{v}}{2},$$

$$HA = m\vec{v} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} m\vec{v} \Rightarrow BA \text{ и } HA \text{ совпадают}$$

$\Rightarrow \bullet v \frac{\sqrt{2}}{2}$ - наименьшая скорость фронта.

$$\text{Ответ: } v_{\min} = v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,71v$$

$$v_{\min} = v$$

22

Если телеша ~~телеша~~ малой ~~малой~~ телеша на тело малой M и удар эл. упругий, то по закону сохр. энергии

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{MV^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2}$$

по закону сохр. импульса на взаимодействии

$$mv = MV - mv_1$$

т.е. $m = \frac{M}{3}$, то

$$\begin{cases} v = 3v - v_1 \\ v^2 = 3v + v_1^2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$v_1^2 = (3v - v)^2 = v^2 - 3v^2$$

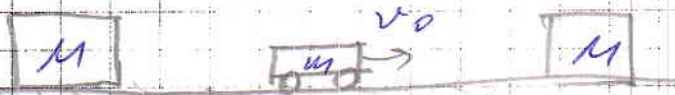
$$3v^2 + v^2 - 6vv = v^2 - 3v^2$$

$$72v^2 = 6vv$$

$$v = 0 \quad \text{или} \quad v = \frac{v}{2}$$

$v=0$ соответствует полному отсутствию
го удара $\Rightarrow v = \frac{v}{2}$; $v_1 = 3v - v = \frac{v}{2}$.

То есть, если тележка абсолютно упруго
отскочит от другого, то скорость друга
и тележки будут в 2 раза меньше
начальной скорости тележки.



Сначала тележка взаимодействует с правым
грузом, сообщив ему скорость $\frac{v_0}{2}$.

Затем она, со скоростью $\frac{v_0}{2}$ взаимодей-
стует с левым грузом, сообщив ему
скорость $\frac{v_0}{2}$, затем с правым грузом,
сообщив ему скорость $\frac{v_0}{2}$ и так далее.

По закону сохр. энергии кинетическая
энергия друга переходит в работу сил
трения, следовательно для тележки
со с начальной скоростью v

$$\frac{Mv^2}{2} = 4Mg \Delta l$$

$$\Delta l = \frac{v^2}{2g}$$

Для каждого тела, произведенное им расстояние - сумма всех произведений им расстояний, тогда:

$$L_1 = \sum \Delta l_n = \frac{\sum v_n^2}{2g} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{2g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \cdot \frac{1}{4} + v_0^2 \cdot \frac{1}{64} + v_0^2 + v_0^2 \cdot \frac{1}{1024} + \dots + \frac{v_0^2}{848} \left(1 + \frac{1}{16} + \frac{1}{16^2} + \frac{1}{16^n} \right)}{2g}$$

умножив $\left(1 + \frac{1}{16} + \frac{1}{16^2} + \dots + \frac{1}{16^n} \right)$ - сумма бесконечно убывающей геом. прогрессии, тогда

$$S = \frac{1}{1 - \frac{1}{16}} = \frac{16}{15} \Rightarrow L_1 = \frac{v_0^2}{848} \cdot \frac{16}{15} = \frac{2v_0^2}{1548}$$

По закону сохр. энергии для всей системы ~~конец~~ вся кинетическая энергия теления перейдет в работу им трения, значит:

$$\frac{Mv_0^2}{2} = 4MgL_1 + 4MgL_2 \Rightarrow L_1 + L_2 = \frac{v_0^2}{648}$$

$$L_2 = L_1 + L_2 - L_1 = \frac{v_0^2}{648} - \frac{2v_0^2}{1548} = \frac{v_0^2}{3048}$$

Ответ: $L_1 = \frac{2v_0^2}{1548}$

$$L_2 = \frac{v_0^2}{3048}$$

~4

Пусть мощность цилиндра S , в котором
цилиндром указывается V_0 молекул газа, тогда
по закону сохранения энергии газа в начале

$$(1) P_0 L S = V_0 R T_0$$

Затем, когда в правом цилиндре газ начал
нагреваться, то ~~температура~~ количество
газа в цилиндрах изменилось, давление
изменилось, но при этом в обоих цилиндрах
оно было одинаковым. Тогда ~~отсюда~~ т.е.

~~Объем~~ температура не изменяется, давление
у газа одинаковое, следовательно
толщина перегородки одинаковая и не
зависит от начальной высоты.

Тогда

$$(2) P_1 L S = V_1 R T_0 ;$$

$$(3) P_1 L S = V_2 R T$$

Разделив первое ур-е на второе, получаем

$$(4) \frac{V_1}{V_2} = \frac{T}{T_0}, \quad \text{примем (5) } V_1 + V_2 = 2 V_0$$

Затем, когда ~~газ~~ ~~один~~ край зафиксирован и
газ расширяется, т.е. $P \sim T$, то в правом
цилиндре давление газа увеличилось,
следовательно толщина перегородки
увеличилась.

Если он подвижный, то в левом цилиндре
толщина перегородки осталась на прежнем
высоту, т.е. расстояние между перегородками
 $\Delta h = 2h$, то ~~каждый~~ ~~из~~ высота перегородки.

ков изменились на величину h .

Тогда уравнения соот. газа для каждой из камер будут иметь следующий вид:

$$(6) P_2(L+h)S = \nu_1 RT_0$$

$$(7) P_3(L-h)S = \nu_2 RT_0$$

Принимая за единицу эту величину количества вещества, то если они изотермичны, то

$$(8) P_2 + p_8(h-h) = P_3 + p_8(h+h)$$

$$(9) P_2 - P_3 = 2p_8h$$

Теперь, сложив ~~2 уравнения~~ 6 и 7 ур-я, получим

$$P_2(L+h)S + P_3(L-h)S = (\nu_1 + \nu_2)RT_0$$

$$\text{т.к. } \nu_1 + \nu_2 = 2\nu_0 \Rightarrow$$

$$P_2(L+h)S + P_3(L-h)S = 2\nu_0 RT_0$$

$$\text{Из (1) } \nu_0 RT_0 = P_0 L S \Rightarrow$$

$$P_2(L+h)S + P_3(L-h)S = 2P_0 L S$$

$$P_2(L + L(P_2 + P_3) + h(P_2 - P_3)) = 2P_0 L$$

Подставив (9), получаем

$$(P_2 + P_3)L + 2p_8 h^2 = 2P_0 L$$

$$(10) P_2 + P_3 = \frac{2P_0 L - 2p_8 h^2}{L}$$

Сложив (10) и (9), получаем

$$2P_2 = \frac{2P_0 L - 2p_8 h^2}{L} + 2p_8 h$$

$$P_2 = \frac{P_0 L - p_8 h^2}{L} + p_8 h$$

$$P_3 = P_2 - 2\rho gh = \frac{\rho_0 L - \rho gh^2}{L} - \rho gh$$

Разделим (6) на (7)

$$(11) \frac{P_2(L+h)}{P_3(L-h)} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{T}{T_0}$$

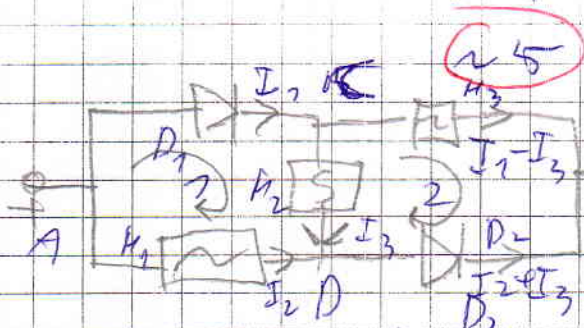
$$(12) \frac{P_2}{P_3} = \frac{\frac{\rho_0 L - \rho gh^2}{L} + \rho gh}{\frac{\rho_0 L - \rho gh^2}{L} - \rho gh} = \frac{\rho_0 L - \rho gh(h-L)}{\rho_0 L - \rho gh(h+L)}$$

Подставим (12) в (11)

$$\frac{(\rho_0 L - \rho gh(h-L))(L+h)}{(\rho_0 L - \rho gh(h+L))(L-h)} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\rho_0 \frac{L}{L-h} + \rho gh}{\rho_0 \frac{L}{L+h} - \rho gh} \Rightarrow T = T_0 \frac{\rho_0 \frac{L}{L-h} + \rho gh}{\rho_0 \frac{L}{L+h} - \rho gh}$$

Ответ: $T = T_0 \frac{\rho_0 \frac{L}{L-h} + \rho gh}{\rho_0 \frac{L}{L+h} - \rho gh}$



Пытаю по закону Кирхгофа ищем I_1 , но элементу R_1 ищем ток I_2 ,

по элементу R_2 ищем ток I_3 , можем по правилу Кирхгофа по элементу R_3 ищем ток $I_1 - I_3$, по закону Кирхгофа для "узла":

$$V_{D1} + V_{H2} = V_{H1}$$

Для нелинейных элементов, если $I = kV^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{I}{k}}, \text{ тогда}$$

$$V_{D1} + \sqrt{\frac{I_3}{k}} = \sqrt{\frac{I_2}{k}}$$

Для второго "узла"

$$V_{H3} = V_{H2} + V_{D2}$$

$$\sqrt{\frac{I_1 - I_3}{k}} = \sqrt{\frac{I_2}{k}} + \cancel{V_{D2}}$$

$$\text{Т.к. } V_{D1} = V_{D2} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{I_1}{k}} + 1 = \sqrt{\frac{I_2}{k}} = \sqrt{\frac{I_1 - I_3}{k}} \Rightarrow I_2 = I_1 - I_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = I_2 + I_3$$

Поток линий $\varphi_B = 0$, тогда $\varphi_A = 5B$

$$\varphi_D = \varphi_B + V_{D2} = 1B$$

$$\varphi_C = \varphi_A - V_{D1} = 4B$$

$$V_{H1} = \varphi_A - \varphi_D = 4B \Rightarrow I_{H1} = k V_{H1}^2 = 1,6A$$

$$V_{H2} = \varphi_C - \varphi_D = 3B \Rightarrow I_{H2} = k V_{H2}^2 = 0,9A$$

$$V_{H3} = \varphi_C - \varphi_B = 4B \Rightarrow I_{H3} = 1,6A$$

$$I_{D2} = I_2 + I_3 = I_{H1} + I_{H2} = 2,5A$$

$$I_{D1} = I_1 = I_2 + I_3 = 2,5A$$

$$\text{Ответ: } I_{H1} = 1,6A = I_{H3}$$

$$I_{H2} = 0,9A$$

$$I_{D1} = I_{D2} = 2,5A$$

№3

По ур-ю осн. идеального газа для
пузырька, если P_0 - давление воздуха, то
 $P_0 + \rho g H = \frac{4}{3} \rho V_0^3 = \nu R T$

В начале графика $H(t)$ идет по прямой
(в промежутке от 0 до 0,5 с), то есть
скорость на этом участке постоянна,
а значит сила выталкивающая или равна
нулю, то есть т.к. на шарик действует
полюс или нет, или Архимеда
и сила сопротивления, то

$$F_{\text{арх}} = m g + k v$$

$\rho \cdot \frac{4}{3} \pi V_0^3 g = m g + k v$, где v - момент
начала графика в начале

$$m g = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi V_0^3 g, \text{ т.к. } \rho_B \ll \rho \Rightarrow$$

$$\rho \cdot \frac{4}{3} \pi V_0^3 g = k v_0$$

$$k = \frac{4 \rho \pi V_0^3 g}{v_0}$$

$$v = \frac{0,16}{0,5} = \frac{1,6}{5} \text{ м} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = \frac{4 \rho \cdot \pi V_0^3 g}{v} =$$

В конце графика окончательного графика
идет по прямой, тогда

$$\rho \cdot \frac{4}{3} \pi V_1^3 g = k v_1$$

$$P_0 + \frac{4}{3} \rho V_1^3 g = \nu R T$$

~ 7

1) В мешке на дне на него действует большое давление сверху из-за лежащего сверху пшена. Поэтому, чтобы найти объем пшена под давлением, его нужно насыпать в ширину и измерить. Найдем и так определенное количество зерна, в которое его ~~оказ~~ ширине ~~оказано~~ $V = 14$ мл "такого" пшена.

Теперь с помощью весов найдем массу этих зерен. Масса такого пшена $M = 1,962$, масса зерен с чашечкой $m = 13,812$. Значит в этом стекле $\Delta M = m - M = 11,852$

Тогда плотность пшена в мешке $\rho_0 = \frac{\Delta M}{V} = 0,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

2) Теперь перенесем чашку ширину на окружность (см. чертёж см. 4) Пусть 1 мл этой чашки соответствует одной условной единице длины. По пшену найдем диаметр ширине, он равен $D = 69 \text{ е.}$, тогда ~~оказ~~ ~~ширина~~ в ширине 20 мл ~~оказано~~ соответствует измеренному объему в е.^3 :

$$V_y = L \cdot \frac{\pi D^2}{4}; L = 20 \text{ е.} \Rightarrow V_y = 20 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 6^2 = 565,48 \text{ е.}^3$$

$$565,48 \text{ е.}^3 = 20 \text{ см}^3 \Rightarrow \sqrt[3]{565,48} \text{ е.} = \sqrt[3]{20} \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2,27 \text{ е.} = 2,27 \text{ см} \Rightarrow 1 \text{ е.} \approx 0,33 \text{ см}$$

Теперь найдем диаметр зерен пшена. Выложив в ряд 24 зерна пшена, что их ширина их диаметров равна 14 е. , то есть $4,67 \text{ см}$
Тогда $24 d = 4,67 \Rightarrow d = 0,194 \text{ см}$

Объем одного зерна $V_3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$

Аналогично с 1 пушицей, между ними

50 зерен, она равна $M_1 = 0,272$

Тогда плотность зерна $\rho = \frac{m_1}{V_3} = 1,40 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

3) Аналогично с 1 пушицей, между ними одной поперечной. ~~она~~ Масса зерна поперечной равна $M_2 = 4,962$, тогда масса

поперечной $m_a = \frac{4,96}{10} = 0,4962$

Начиная далее необходимо целую часть поперечной поместить в такое же зерно и найти

изменение объема. Конкретно необходимо попомнить "уменьшить". Получили

$V_1 = 16 \text{ мл}$, $\Delta V = V_1 - V = 2 \text{ мл}$, т.е. было

"уменьшено" с поперечной, то объем одной поперечной

$V_1 = \frac{V}{5} = 0,4 \text{ мл}$, тогда плотность поперечной

$\rho_a = \frac{m_a}{V_a} = 1,24 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Поправки.

Для ΔM $E_{\Delta M} = \frac{0,605}{11,85} = 0,04\%$

Для V $E_V = \frac{1}{14} = 2,74\%$

Для ρ $E_{\rho} = E_{\Delta M} + E_V \approx 7,2\%$

Для т. у. е. $E_y = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{10,5}{20} + 2 \cdot \frac{0,5}{6}\right) = 6,4\% \Rightarrow$

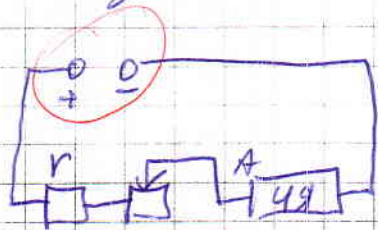
$\rightarrow$ Для V_3 $E_{V_3} = 3 E_y = 19\%$

Для ρ $E_{\rho} = E_{M_1} + E_{V_3} = 7,8\% + 19\% = 26,8\%$

Для ρ_n $E_{\rho_n} = E_{V_a} + E_{m_a} = 10\%$

Тогда $\rho_0 = \rho_n \pm 0,72 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ $\rho = 1,40 \pm 0,23 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Для того, чтобы снять ВАХ черного диода, необходимо использовать следующую схему:



С помощью данной схемы можно с помощью вольтметра определить и ток, и напряжение на черном диоде. Чтобы найти напряжение на черном диоде, необходимо подсоединить вольтметр параллельно диоду, а чтобы найти силу тока необходимо измерить напряжение на резисторе r и поделив его на его сопротивление $r = 100 \Omega$.

~~Также черной диод на~~
ВАХ черного диода.

$U, В$	2,46	2,54	2,80	2,75	2,64	2,93
$I, мА$	2,35	2,52	3,12	3,57	4,37	4,80
$U, В$	3,22	3,57	3,87	4,00	3,59	4,81
$I, мА$	5,20	5,74	6,22	6,54	7,40	7,84

Построив график данной ВАХ (1), можно заметить, что зависимость $I(U)$ - линейная. Значит, нелинейный элемент был неактивен, то есть, скорее всего, в 49 есть диод, параллельно подключенный к резистору.

~~Аналогично~~ Подключив 49 наоборот (чтобы исключить А (исключив с помощью ключа)) имеем вторую ВАХ для 49

②

$U, В$	1,44	1,74	1,85	2,10	2,15	2,36
$I, мА$	2,36	2,80	3,00	3,65	4,15	5,30

$U, В$	2,54	2,72	2,88	3,07	3,45	4,53
$I, мА$	6,73	8,24	9,70	11,30	14,93	25,00

Как видно из ВАХ(2), она отличается от ВАХ(1), значит, в чл есть элемент, параллельно соединенный с резистором. Значит, в чл находится следующее устройство



По графику ВАХ(2) видно, что "излом" графика происходит примерно при $U \approx 2,5 В$. То есть, при $U = 4,53 В$ диод открыт, точно ~~точно~~ из ВАХ(1) ~~то~~ ~~им~~ это тем, но ~~напряжение~~ ~~и т.д.~~ сопротивление открытого диода мало. сопротивление r , но напряжение на открытом диode должно быть малым. То есть, если 1 и 2 не могут находиться в чл, значит тем же самым ~~тем~~ ~~напряжением~~ $U_{д} \approx 3$. Сумму сопротивлений $R_1 + R_2$ найдем из ВАХ(1), т.е. тем диод закрыт. $R_1 + R_2 \approx 6,1 \text{ Ом}$.

Т.к. сопротивление открытого диода мало, то можно считать что при ~~тем~~

напряжения 4,53 В по резистору R_1 не
 не идет, тогда сопротивление $R_1 = \frac{4,53}{0,015} =$
 $= 181,2 \text{ Ом}$

Тогда $R_1 = 819 - 181,2 = 429,8 \text{ Ом}$

Проверим
 Для $R_1 + R_2$ $\epsilon_{SP} = \epsilon_1 + \epsilon_2 =$
 $= \frac{0,005}{4,81} + \frac{0,005}{1,89} = 0,17\%$

Для R_2 $\epsilon_{R_2} = \epsilon_{U_1} + \epsilon_{I_1} = \frac{0,005}{4,03} + \frac{0,05}{25} = 0,3\%$

Для R_1 т.е. $R_1 + R_2 = 819 \pm 1 \text{ Ом}$;

$R_2 = 181,2 \pm 0,55 \text{ Ом} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = 429,8 \pm 1,55 \text{ Ом}$

$R_2 = 181,2 \pm 0,55 \text{ Ом}$

18,5

Задача 51

Крестик	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бам	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0

Задача 52

Крестик	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бам	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0

Услов: $7 + 12 = 195$

