



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: «Покори Воробьевы Горы!»

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Смирнова Мария Александровна**

Класс: 9

Технический балл: **80**

1	2	3	4	Σ	итог
5	5	3	4	17	80
13	20	20	10	63	

Дата проведения: **26 марта 2021 года**

Билет 15

Задание 1. Чистовик

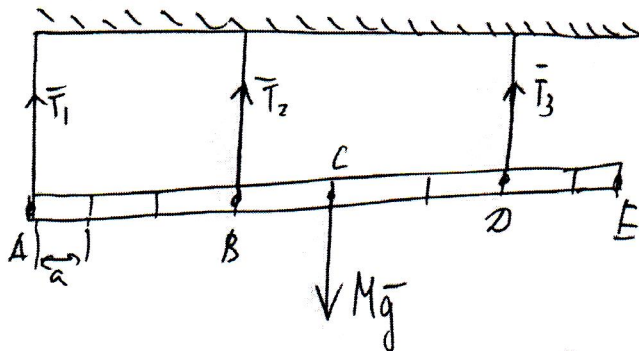
Вопрос: Момент силы - векторная величина, равная по модулю произведению силы и длины плеча (наименьшее расстояние от точки, относительно которой мы рассматриваем момент, до линии действия силы) Момент силы $\vec{F}$ относ. т. А:



Также существует, "правило моментов" - сумма моментов сил относительно данной точки равна 0.

Задача:

1) рассмотрим стержень без груза:



кр. мом. относ. т. А:

$$0 = \bar{T}_2 \cdot 3 + \bar{M}_g \cdot 4 + \bar{T}_3 \cdot 6$$

$$T_2 \cdot 3 + T_3 \cdot 6 = 4 \cdot Mg$$

Аналогично для:

$$B: T_1 \cdot 3 + Mg = 3 \cdot T_3$$

$$C: T_1 \cdot 4 + T_2 = 2T_3$$

$$D: 2 \cdot Mg = 3 \cdot T_2 + 6 \cdot T_1$$

$$E: 9Mg = 2T_3 + 5T_2 + 8T_1$$

$$\text{2й 3й Ньютона: } Mg = T_1 + T_2 + T_3$$

1

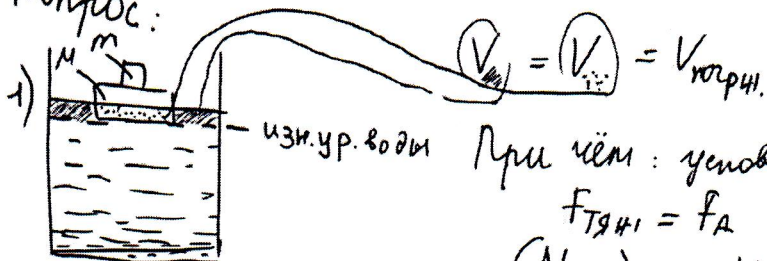
чз 1) $\Rightarrow$ что $T_1 = 0$ ^{чтобы}
 $T_2 = 2T_3$
 $T_3 = \frac{Mg}{3}$ $\Rightarrow$ что при грузе $m=0$ первая нить уже провисла

Ответ: при массе груза $m=0$ первая нить провисает.

Задача 2

цисловик

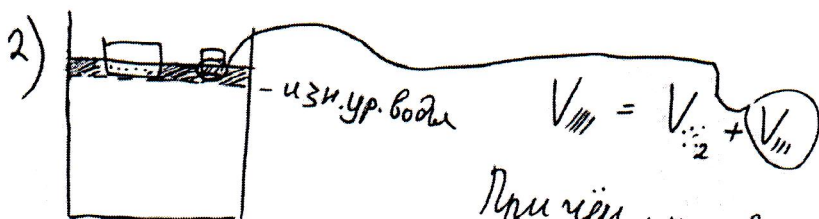
Вопрос:



При чём: условие равнов.

$$F_{тяж} = F_A$$

$$(M+m)g = V_{порш} \cdot \rho g$$



При чём: услов. равнов.

$$Mg = F_A = V_1 \cdot \rho g$$

$$mg = F_{A2} = V_2 \cdot \rho g$$

$$(M+m)g = F_A + F_{A2} = (V_1 + V_2) \rho g$$

$$V_{порш} = V_1 + V_2$$

уровень воды не изменился

Задача:

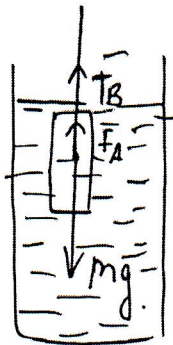
1) В воздухе динамометр показал, что сила натяжения $T_0 = 6 \text{ Н}$. Т.к. к концу нити натяжение на цилиндр действовала $F_{тяж}$, то $|\vec{T}_0| = |\vec{F}_{тяж}| \Rightarrow mg = 6 \text{ Н} \Rightarrow$

$$\Rightarrow m = 0,6 \text{ кг}$$

$$\rho_A = 2700 \text{ кг/м}^3$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{m}{\rho_A} = \frac{6}{27000} = \frac{2}{9000} \text{ м}^3$$

2) Когда цилиндр опустим ^{чистовик} в воду, то в первый момент лёд к нему ещё не прилёз ⇒ по 2-му 3-му Ньютона:



$$T_B + F_A = mg$$

$$T_B = mg - F_A = mg - \rho_B V_{\text{кор}} \cdot g =$$

$$= T_0 - \rho_B \cdot V \cdot g =$$

$$= 6 - 1000 \cdot \frac{2}{9000} \cdot 10 = 6 - \frac{20}{9} =$$

$$= \frac{54-20}{9} = \frac{34}{9} = \underline{\underline{3.78 \text{ Н}}}$$

3) Когда цилиндр опустим в сосуд Дьюара, а потом выведем его через некоторое время, то можно считать, что $t_{\text{цилиндра}} \approx t_1 = -196^\circ\text{C}$

4) Теперь рассмотрим уст. тепл. баланса в калориметре; т.к. в калориметре много воды, то мы будем считать пока $t_{\text{цил.}}' = 0^\circ\text{C}$ (у стенок вода нежная):

$$mc(t_y' - t_y) = (\Delta m)\lambda$$

$$\Delta m = \frac{m \cdot c \cdot (t_y' - t_y)}{\lambda} = \frac{0.6 \cdot 900 \cdot 196}{336000} = \frac{540 \cdot 196}{336000} =$$

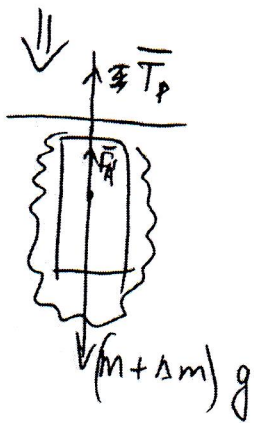
$$= 0.315 \text{ кг}$$

примерно льда

$$\Rightarrow \frac{1}{g} \Delta m = 0.035$$

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{л}}}$$

⇓



Условие

$$\bar{T}_p + \bar{F}_A' = (m + \Delta m) \bar{g}$$

$$T_p = (m + \Delta m) g - \rho_B (V + \Delta V) g =$$

$$= mg - \rho_B V g + \Delta m g - \rho_B \Delta V g =$$

$$= 3 \frac{7}{9} H + \Delta V g (\rho_A - \rho_B) =$$

$$= 3 \frac{7}{9} H - 100 \cdot \Delta V g = 3 \frac{7}{9} H - \frac{1}{9} \Delta m g =$$

$$= 3 \frac{7}{9} - 0,035 \cdot 10 = \text{или } 3 \frac{7}{9} - \frac{7}{20} =$$

$$= 3 + \left(\frac{7 \cdot 20 - 79}{180} \right) = 3 \frac{77}{180} H$$

Ответ: $T_{\text{поисе отжк.}} = 3 \frac{7}{9} H$

$T_{\text{поисе равнов.}} = 3 \frac{77}{180} H$

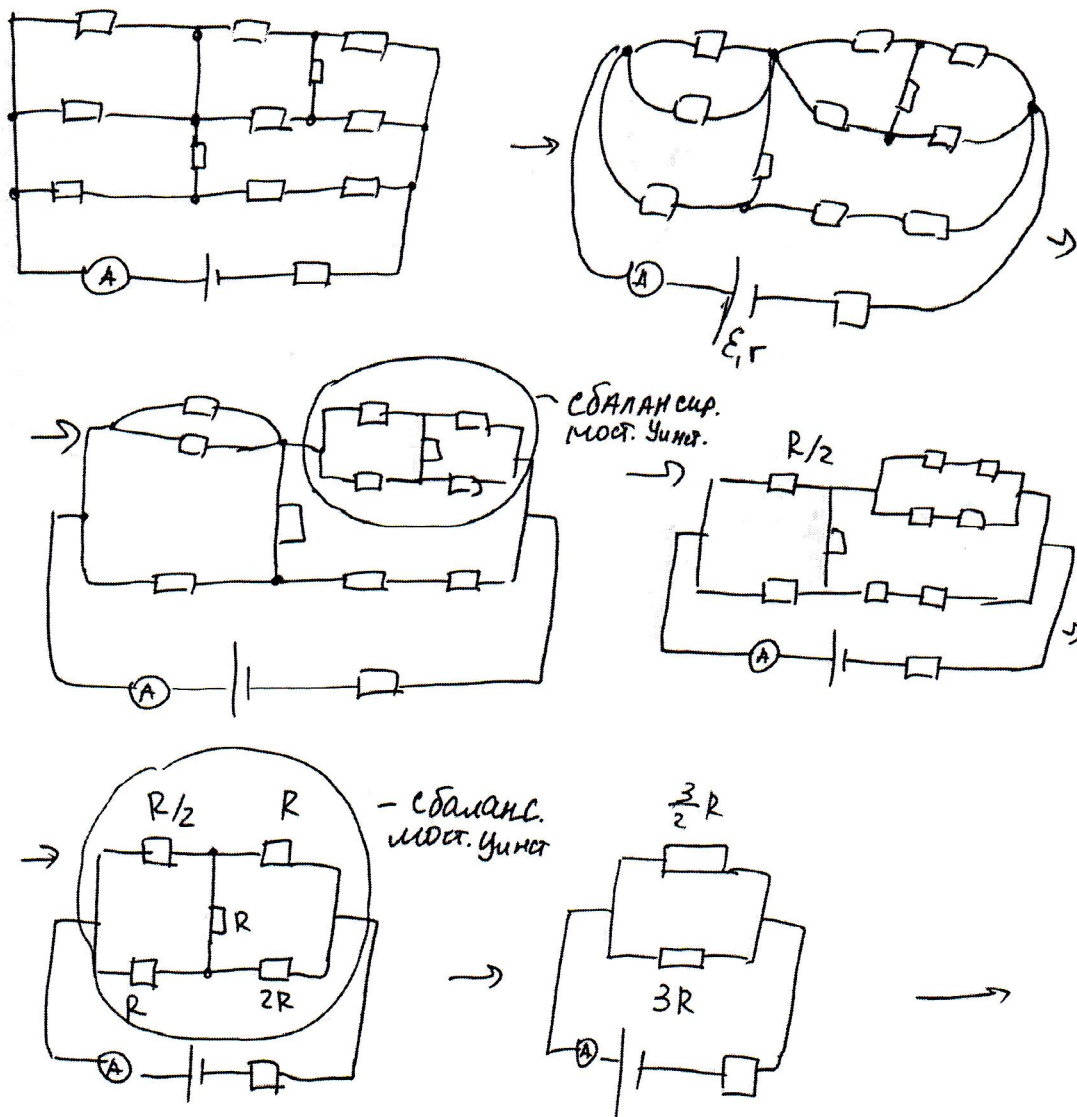
Задание 3

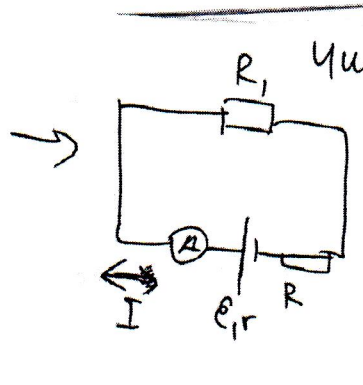
Чистовик

Вопрос: ЭДС — электро-движущая сила — это векторная величина, равная отношению работы внешнего сил на величину заряда, на перекос которого она упала. Одно из физ. св-в ЭДС является численным равенством напряжению источника тока, т.е. $\mathcal{E} = U$, и все 3-ны, применимые для U , применяются к $\mathcal{E}$.

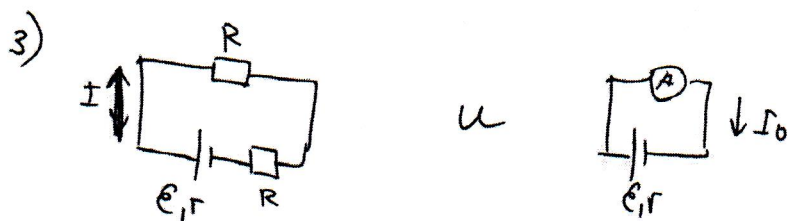
Задача:

1) Перейдем из схемы 1 в эквивалентную:



→  $\Rightarrow$ R_1 *учетов* $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{\frac{3}{2}R} + \frac{1}{3R}$

$$R_1 = \frac{\frac{3}{2}R \cdot 3R}{\frac{3}{2}R + \frac{3}{2}R} = \frac{\frac{9}{2}R^2}{\frac{3}{2}R} = R$$



$$\mathcal{E} = I r + I \cdot R + I \cdot R \quad \cup \quad \mathcal{E} = I_0 \cdot r$$

$$\mathcal{E} = I r + 2 I R \quad \cup \quad \mathcal{E} = I_0 \cdot r$$

$$I_0 \cdot r = I r + 2 I R$$

$$r(I_0 - I) = 2 I R$$

$$r = \frac{2 I R}{I_0 - I} = \frac{8}{76} \cdot 19 =$$

$$= \frac{92}{76} \cdot 19 = 2 \text{ Ом}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = I_0 \cdot r = 8 \cdot 2 = 16 \text{ В}$$

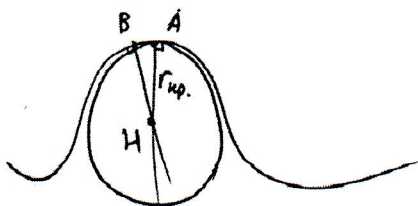
Ответ: $r = 2 \text{ Ом}$

$$\mathcal{E} = 16 \text{ В}$$

Задание 4

Числовик

Вопрос: радиус кривизны криванейной Траектории.
 Длина $[AH]$ перпендикуляра, где его основание A ,
 точка для которой нужно узнать $\Gamma_{кривизны}$, а Γ — точка пересечения с перпендикуляром опущенным на отстоящую на малом расстоянии точку B , т.е.



$AH = \Gamma_{кривизны}$

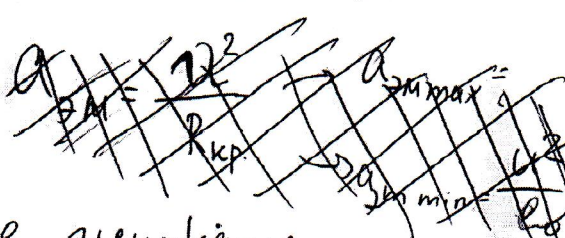
AB — малый.

Задача

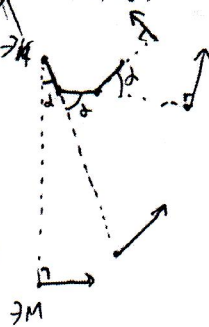
1) Расстояние между мышкой и кошкой изменяется за счет движения кошки к мышке $\Rightarrow$

$$\Rightarrow t_{погоны} = \frac{v_0}{V} = \frac{5}{1} = 5 \text{ с}$$

2)



Движение мыши и кошки выглядит ТАК:



т.е. ускорение

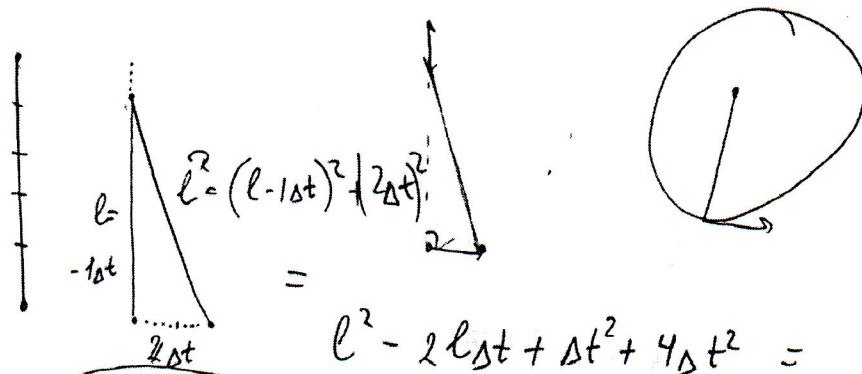
$a_{эм}$ и $a_{эк}$ зависит от расстояния между ними

в первый момент времени они не отличаются $\Rightarrow \frac{a_{эм}}{a_{эк}} = 1$

а в последний момент

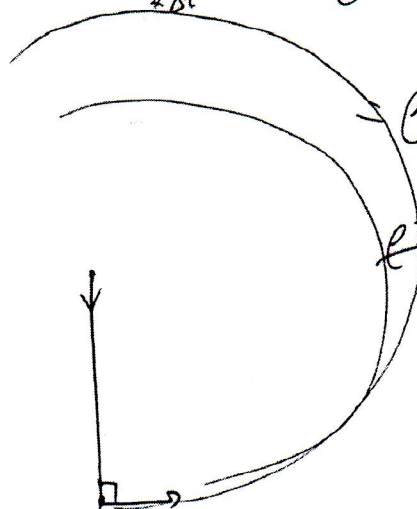
Время пути равно $\rightarrow 0 \Rightarrow a_{эм} \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{a_{эм}}{a_{эк}} \rightarrow \infty$

Черновик



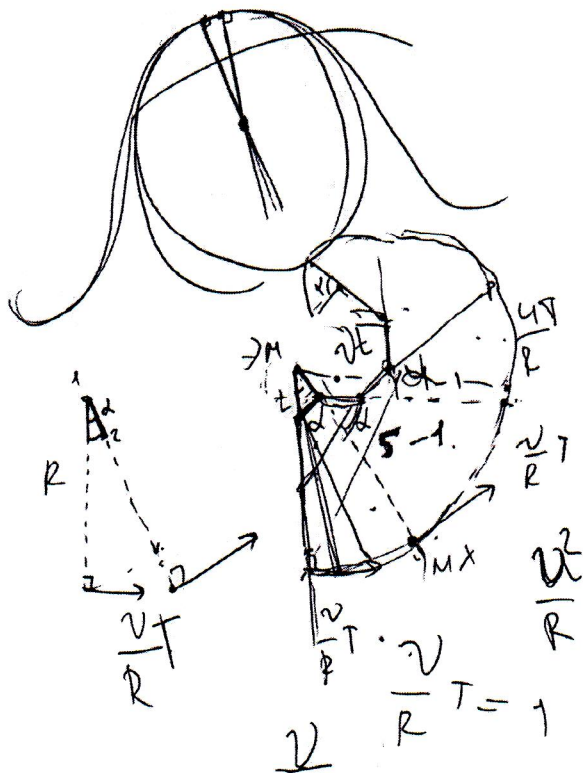
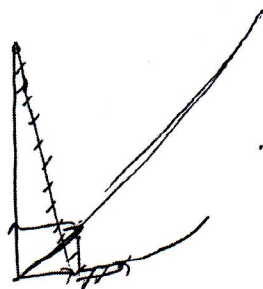
$$l'^2 = (l - 1\alpha t)^2 + (2\Delta t)^2$$

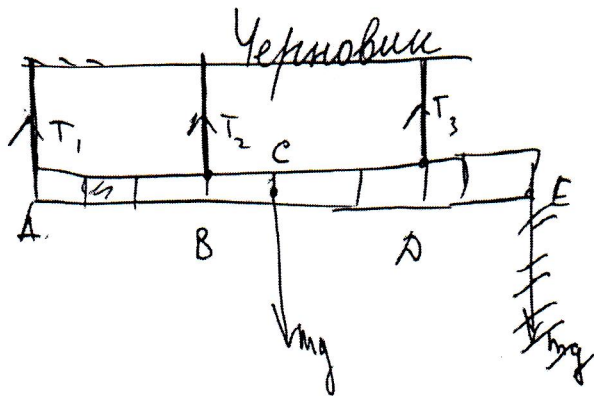
$$= l^2 - 2l\Delta t + \Delta t^2 + 4\Delta t^2 =$$



$$= l^2 - 2l\Delta t + 5\Delta t^2$$

$$l_1^2 = l^2 - 2l\Delta t$$





A;

$$T_1 + T_2 + T_3 = Mg$$

~~$$3T_2 + 6T_3 = 4Mg$$~~

$$3T_2 + 6T_3 = 4Mg$$

~~$$T_2 + 4mg = 2T_3 = 5T_2 + 4Mg$$~~

$$\frac{T_1 + 4T_2 + 4T_3}{4} = \frac{3T_2 + 6T_3}{4}$$

$$T_1 = \frac{2T_3 - T_2}{4}$$

~~$$4mg - 4Mg = 4T_2$$~~

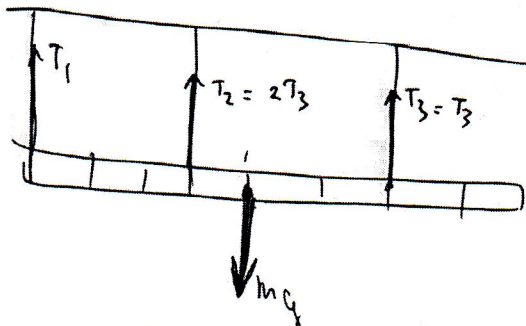
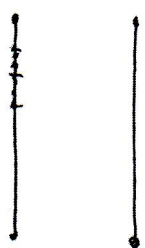
$$4T_1 = 2T_3 - T_2$$

~~$$mg - Mg = T_2$$~~

$$8T_1 + 5T_2 + 2T_3 = 12T_1 + 6T_2 + 4mg$$

$$2T_3 = 4T_1 + T_2 + 4mg$$

~~$$3T_1 + 4Mg + 4mg$$~~



~~$$T_1 \cdot 4 + T_2 = 2T_3$$~~

$$T_2 \cdot 3 + 6T_1 = 2Mg$$

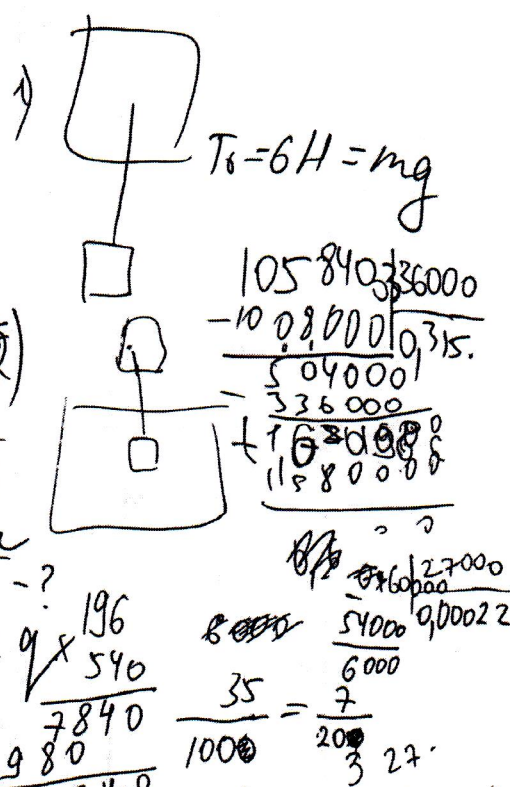
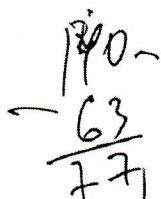
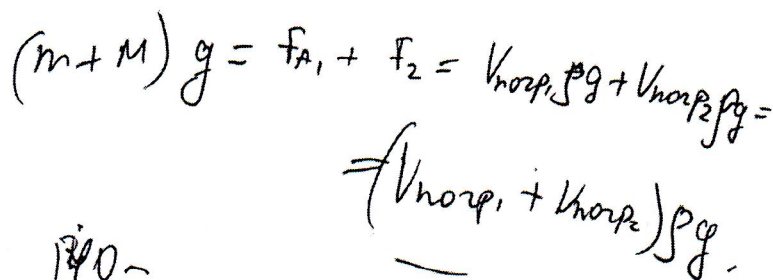
$$6T_3 = 2Mg$$

$$4Mg = 6T_3 + 6T_3$$

$$Mg \cdot 1 = 3T_3$$

Черновик

1 $(m+M)g = \underline{v_{\text{изр.руч.}}} \rho g$


$$mc \left(\frac{10^{10} \cdot 584}{t} \right)^0 = \Delta m \lambda + \Delta m c (t - 0)$$

$$\frac{20}{9} = 2 \frac{2}{9}$$

$$\Delta m \lambda + \Delta m c (t - 0) = mc (t - t_c) = 0$$

11

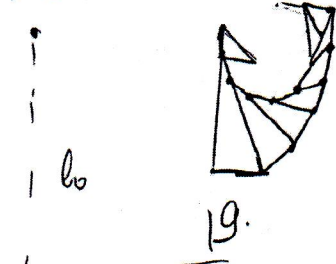
Черновик

$$Mg - 2mg + 2Mg + 10mg$$

$$\frac{5}{3}(Mg - 2mg) + \frac{2}{3}(Mg + 5mg) = 4Mg \quad | \cdot 3$$

$$5mg + 2Mg - 10mg + 10mg = 4Mg$$

$$\times \frac{19}{8}$$

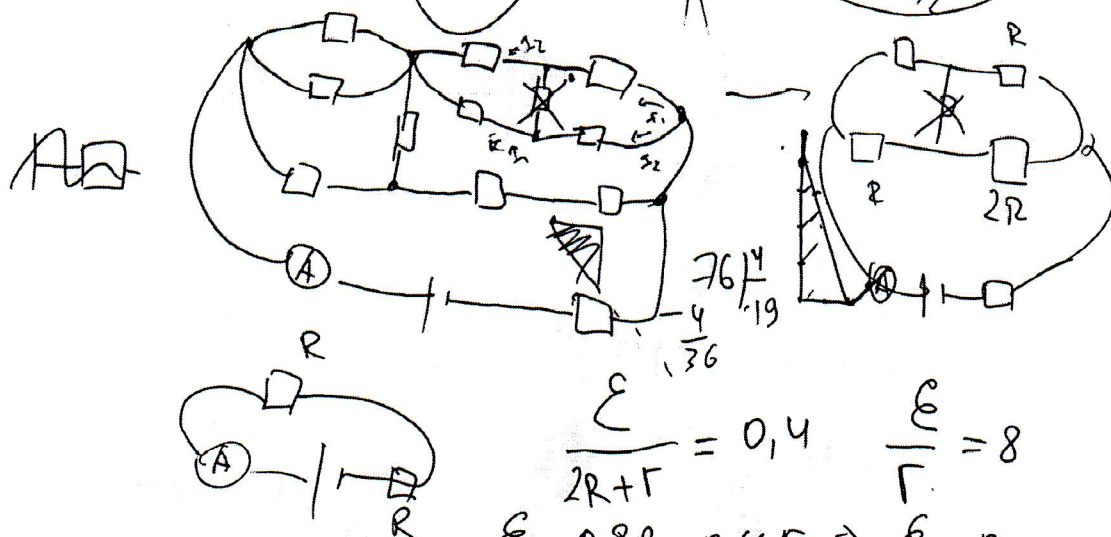


$$6Mg = 4Mg - \frac{76}{100} \frac{76}{100}$$

$$-m \frac{0,8}{8-0,4} = \frac{0,8}{7,6} =$$

$$5T_2 + 2T_3 = 4.$$

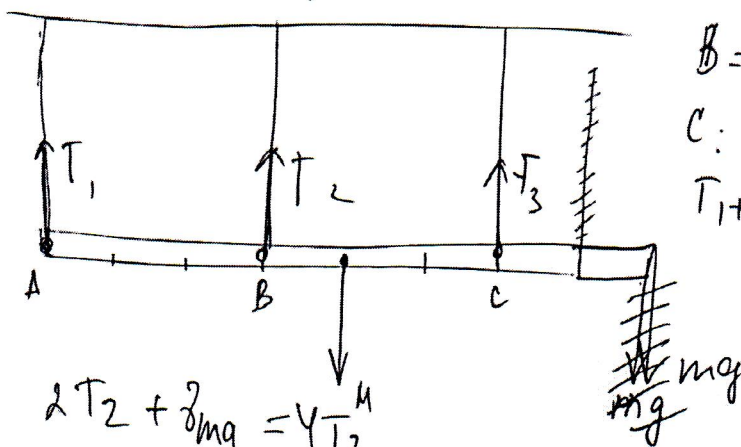
$$\frac{\frac{3R^2}{2} \cdot 3R}{2R + 2R + \frac{R}{2}} = \frac{\frac{9}{2}R^2}{\frac{9R}{2}} = R$$



$$\frac{\mathcal{E}}{2R + r} = 0,4 \quad \frac{\mathcal{E}}{r} = 8$$

$$\mathcal{E} = 0,8R + 0,4r \Rightarrow \mathcal{E} = 8r$$

Черновик



$$2T_2 + 2mg = 4T_3$$

$$8mg = 4T_3 + 2T_2$$

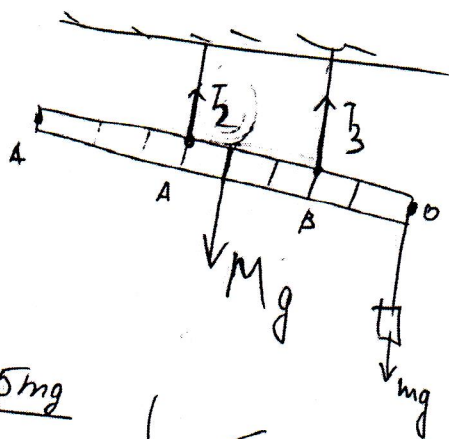
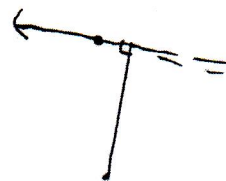
$$4mg = 2T_3 - T_2$$

$$A: T_2 \cdot 3 + T_3 \cdot 5 = Mg \cdot 4 + mg \cdot 8$$

$$B: T_3 \cdot 3 + T_1 \cdot 3 = Mg + 5mg$$

$$C: T_2 \cdot 3 + T_1 \cdot 6 + Mg \cdot 2 = Mg \cdot 2$$

$$T_1 + T_2 + T_3 = (M+m)g$$



$$T_3 \cdot 3l = Mg \cdot l + mg \cdot 5l \Rightarrow \frac{Mg + 5mg}{3}$$

$$T_2 \cdot 3l + mg \cdot 2l = Mg \cdot 2l \Rightarrow \frac{2(Mg - mg)}{3}$$

$$T_2 + T_1 = (M+m)g$$

$$Mg + 5mg + 2Mg - 2mg$$

$$3Mg + 3mg = (M+3m)g$$

$$Mg \cdot 4 = 2 \cdot T_2 + 5T_3$$

$$4Mg = \frac{2}{3}(Mg + 5mg) + \frac{10}{3}Mg$$

$$25 - 6 = 1$$

$$T_2 \cdot 3 + T_3 \cdot 5 = Mg \cdot 4 + mg \cdot 8$$

$$T_3 \cdot 3 + T_1 \cdot 3 = Mg + 5mg$$

$$T_2 \cdot 3 + Mg \cdot 2 = 2Mg$$

$$T_2 + T_3 = (M+m)g$$

$$\rightarrow 2Mg - 2mg + \frac{5}{3}(Mg + 5mg) = 4Mg + 8mg$$

$$\frac{11}{3}Mg - \frac{10}{3}mg + \frac{25}{3}mg = \frac{12}{3}Mg + \frac{10}{3}mg$$

$$= Mg$$