

Шифр: 9-21

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

2019/2020

Ленинградская область

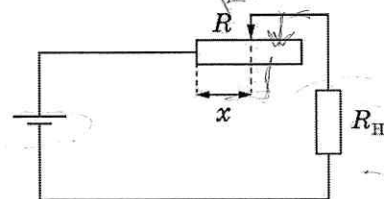
Район Сосновыи Бор

Школа МБОУ Лицей №8

Класс 9^б

ФИО Ратова Анастасия Дмитриевна

Задача 9.1. Термостат. В термостате поддерживается постоянная температура, которая выше температуры окружающей среды. Это осуществляется с помощью нагревательного элемента, работающего в составе цепи (см. рис.). В этой цепи источник можно считать идеальным, сопротивление нагревательного элемента R_H в 4 раза меньше полного сопротивления реостата R , а x - это доля длины реостата, включённая в данный момент в цепь.



При температуре внешней среды $t_1 = 25^\circ\text{C}$ для поддержания требуемой температуры ползунок реостата стоит в положении $x_1 = 0,65$, при $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ползунок реостата стоит в положении $x_2 = 0,35$. Какой должна быть величина x при температуре внешней среды $t_3 = 13^\circ\text{C}$? Мощность тепловых потерь пропорциональна разности температур термостата и окружающей среды.

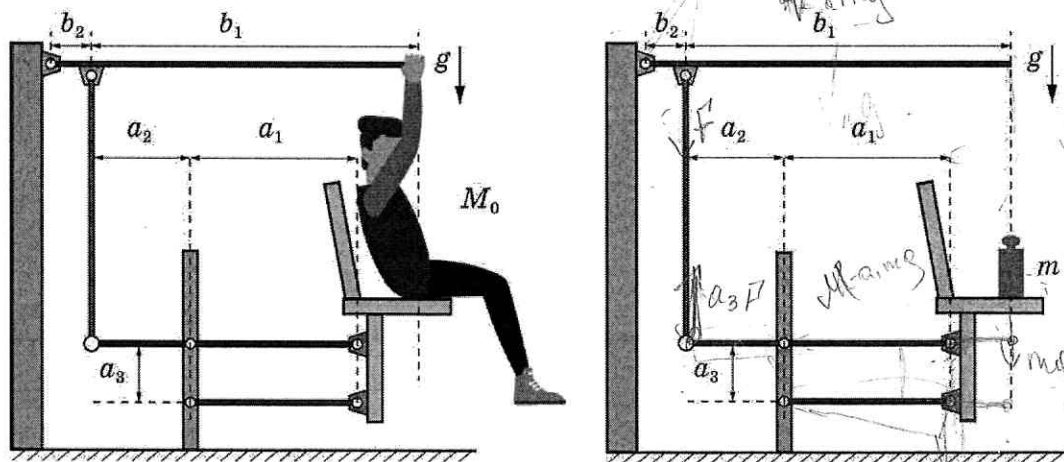
Задача 9.2. Силовой тренажёр. На спортивной площадке установлен тренажёр, схема которого показана на рисунке. Спортсмен, сидя на кресле, поднимает сам себя, прикладывая к верхнему рычагу некоторую силу F . Система рычагов и шарниров обеспечивает плоскопараллельное перемещение кресла. При отсутствии спортсмена для уравнивания тренажёра (верхний рычаг принимает горизонтальное положение) на кресло необходимо поместить груз $m = 3,7$ кг.

Какую вертикальную силу F должен прикладывать к рычагу человек массой $M_0 = 86$ кг для того, чтобы, сидя в кресле (не касаясь земли), удерживать рычаг в горизонтальном положении?

Длины рычагов, которые могут потребоваться при расчётах:

$a_1 = 27,5$ см; $a_2 = 13,0$ см; $a_3 = 17,5$ см; $b_1 = 73,5$ см; $b_2 = 8,5$ см.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



11	0	10	10
2	2	1	10
3	4	3	10
4	3	1	10
5	1	1	10
W			

Задача 9.3. Горизонтальные шайбы

1-й сем. чл
3-ех

П.к шайбы движутся параллельно скорости и равна v_0 ($v_0 \neq 0$), тогда $S_1 = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ (м.к. мш. горизонт.), где $t = t$
 $S_2 = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ 9.21

Для системы

$$\begin{cases} 0,08 \text{ м} = v_0 \cdot 0,1 \text{ с} - \frac{a \cdot 0,01 \text{ с}^2}{2} \cdot 100 \\ 0,12 \text{ м} = v_0 \cdot 0,2 \text{ с} - \frac{a \cdot 0,04 \text{ с}^2}{2} \cdot 100 \end{cases}$$

$$8 = 10v_0 - 0,5a \quad (1)$$

$$12 = 20v_0 - 2a \quad (2)$$

$$(2) \quad a = \frac{20v_0 - 12}{2}$$

$$a = 10v_0 - 6$$

$$(1) \quad 8 = 10v_0 + 3 - 5v_0$$

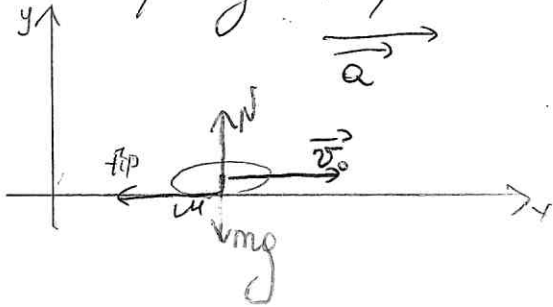
$$5v_0 = 5$$

$$v_0 = 1$$

Тогда

$$a = 4$$

Значит, начальная скорость $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, ускорение (при котором тело терпит) равно $4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



На ОХ:

$$ma = F_p$$

На ОУ:

$$N = mg; \quad F_p = \mu mg$$

Сложив уравнения,

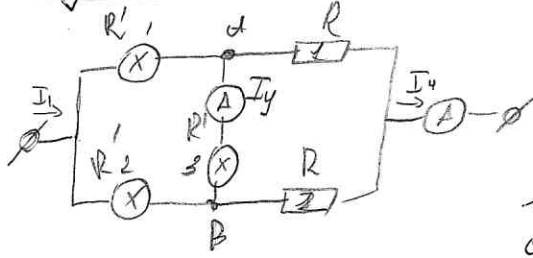
$$ma = \mu mg$$

$$\mu = \frac{a}{g} = \frac{4}{10} = 0,4$$

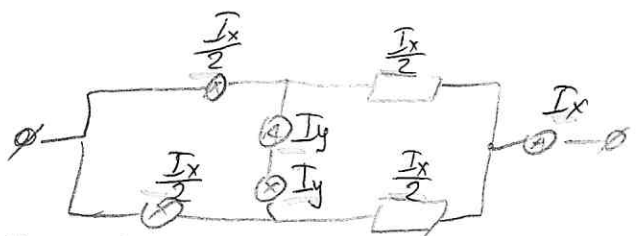
Ответ: 0,4

4 шт

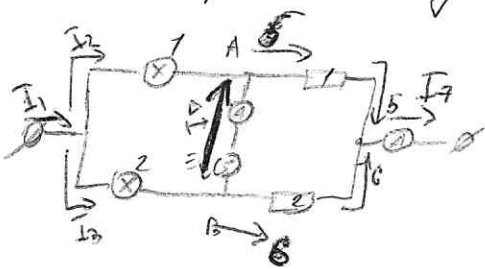
Задача 4.5. Мешинный ток $I_1 = I_4$ ток входящий равен току



выходящему
 I. Рассмотрим случай, если 1 и 2 резистор имеют одинаковые сопротивления, тогда ток не пойдет через AB ($R_1 = R_2$), тогда через первый и второй не пойдет элемент, ток идет равным $\frac{I_1}{2}$; а через третий не пойдет элемент ток не идет, то есть равен нулю; по условию скажем, что $I_x > I_y$, это значит $I_1 = I_x$, а $I_y = 0$; таким образом получим



II Рассмотрим случай, когда $R_1 \neq R_2$ (допустим $R_1 > R_2$)



$I_1 = I_4 = I_x$
 через участок AB ток идет вправо
 $R_1 > R_2$
~~ток~~ $\frac{U}{2R_1} < \frac{U}{2R_2}$, где U - напряжение
 $I_5 = \frac{U}{2R_1}$
 $I_8 = \frac{U}{2R_2}$
 $I_3 < I_8$
 $I = I_8 - I_3 = I_y$
 $I_y = \frac{U}{2R_2} - \frac{U}{2R_1}$

На ~~1 и 2~~ наименьшей элементе сила тока равна $I_2 = \frac{1}{2} I_x = \frac{1}{2} I_x$
 или $I_2 = a\sqrt{U}$, получим $\frac{1}{2} I_x = a\sqrt{U}$
~~Нет, если $R_1 \neq R_2$~~

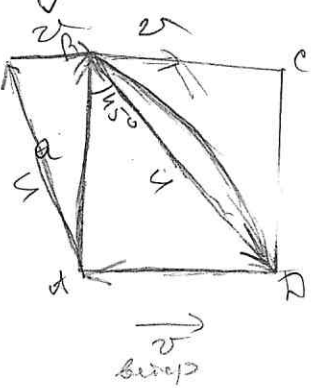
На третьей $I = I_y$
 $\frac{I_x^2}{4} = a^2 U$
 $U = \frac{I_x^2}{4a^2}$

На первом резисторе

$I_5 = \frac{I_x^2}{4a^2 \cdot 2R_1} = \frac{I_x^2}{8a^2 R_1}$

$I_8 = \frac{I_x^2}{8a^2 R_2}$

задача 9.4.



Длина $AB = a = AD$

Длина дуга BD ;

$\cos \alpha = \frac{u \cdot v}{uv}$ (BD совпадает с ребром)

$$BD = \frac{uv}{2} = \frac{va}{2}$$

Длина на первом участке (AB) скорости с которой будет перемещаться камень $\sqrt{u^2 - v^2}$, а время тогда

$$\left(\frac{a}{\sqrt{u^2 - v^2}} \right); \text{ на втором участке } (BD)$$

скорость

$$\sqrt{\cos 45^\circ u^2 + v^2}, \text{ и приобретаем } a_y = \frac{v^2}{a} \text{ мм}$$

$$a_y = \frac{\cos 45^\circ u^2 + v^2}{2};$$

$$S = \frac{a_y t^2}{2}; \quad a_y t^2 = 2S$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a_y}} = \sqrt{\frac{2a}{\cos 45^\circ u^2 + v^2}}$$

$$t = \frac{\sqrt{2a}}{2 \sqrt{\cos 45^\circ u^2 + v^2}} = \frac{\sqrt{2a}}{\sqrt{\cos 45^\circ u^2 + v^2}}$$

На третьем участке скорости равна $u - v$, а время

$$\frac{a}{u - v}$$

Итак суммарное время

$$\frac{a}{\sqrt{u^2 - v^2}} + \frac{\sqrt{2a}}{2 \sqrt{\cos 45^\circ u^2 + v^2}} + \frac{a}{u - v} = t_1$$

$$\frac{\sqrt{2a}}{2} = \sqrt{2a}$$

$$\frac{3,14 \cdot a}{2} = \sqrt{3,14 \cdot a}$$

$$1,57a = \sqrt{3,14 \cdot a}$$

$$2,4649 a^2 = 3,14 a$$

Аналогично, для второго камня $a = 0,785$ найдем время

$$\frac{1}{2} \frac{a}{v + u} + \frac{a}{\sqrt{u^2 + v^2}} + \frac{\sqrt{2a}}{2 \sqrt{\sin 45^\circ u^2 + v^2}}$$

Длина $t_1 = t_{ABD}$

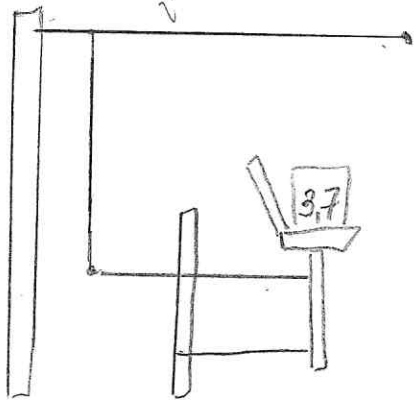
$t_2 = t_{ACD}$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\left(\frac{a}{\sqrt{u^2 - v^2}} \right) \cdot (u - v) + \frac{\sqrt{2a}}{2 \sqrt{\cos 45^\circ u^2 + v^2}} + \frac{a}{u - v}}{\left(\frac{a}{v + u} \right) \cdot (v + u) + \frac{a}{\sqrt{u^2 + v^2}} + \frac{\sqrt{2a}}{2 \sqrt{\sin 45^\circ u^2 + v^2}}}$$

задача 4.2 широким тупиком

У-21

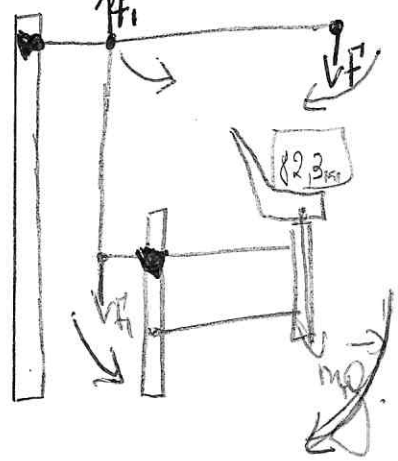
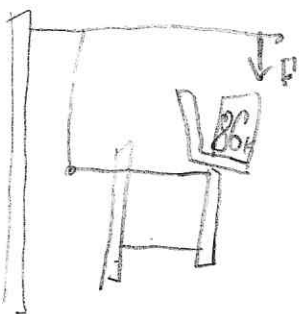
3-й



груз массой 3,7 кг уравновешивает массы всех остальных бабок (если масса груза будет меньше чем 3,7 то верхняя бабка опустится, а если больше то поднимется)

$$86 \text{ кг} = 82,3 \text{ кг} + 3,7 \text{ кг}$$

т.е сила действующая на верхнюю бабку должна уравновешивать 82,3 кг. Тогда считая, что все рога (бабки) жестко соединены и весовы, рассмотрим:



$$F_1 \cdot a_2 = a_1 \cdot m \cdot g$$

$$F_1 = \frac{a_1 \cdot m \cdot g}{a_2} = \frac{0,275 \text{ м} \cdot 82,3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,136}$$

$$= 1740 \text{ Н}$$

Тогда найдем что

$$F_1 \cdot b_2 = F \cdot (b_1 + b_2)$$

$$F = \frac{F_1 \cdot b_2}{b_1 + b_2} = \frac{1740 \text{ Н} \cdot 0,085 \text{ м}}{0,82 \text{ м}}$$

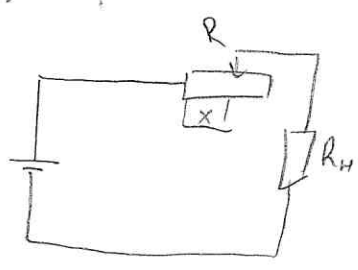
$$= 1800 \text{ Н}$$

Ответ: 1800 Н

Задача 9.1 Термостат

$$\frac{1}{3 - \epsilon x}$$

9-2 f



$$R = \rho \frac{x l}{S}$$

$$R_H = \frac{1}{4} R, \text{ когда } x=1, \text{ то есть}$$

$$R_H = \rho \cdot \frac{0,25 l}{S}, \text{ таким образом в первом случае (при } t_1 = 250^\circ\text{C) общее сопротивление равно}$$

$$R_{\text{общ}_1} = \rho \frac{0,25 l}{S} + \rho \frac{0,65 l}{S} = \rho \frac{0,9 l}{S}$$

Во втором (когда $t_2 = 200^\circ\text{C}$)

$$R_{\text{общ}_2} = \rho \frac{0,25 l}{S} + \rho \frac{0,35 l}{S} = \rho \frac{0,6 l}{S}$$

В третьем (при $t_3 = 130^\circ\text{C}$)

$$R_{\text{общ}_3} = \rho \frac{0,25 l}{S} + \rho \frac{x l}{S} = \rho \frac{(x+0,25) l}{S}$$

по формуле $Q = U I t = \frac{U^2}{R} t$, где $U = \text{const}$ и U, l, S - не зависят

$$Q_1 = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot 0,9 l} \cdot t_1$$

$$Q_2 = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot 0,6 l} \cdot t_2$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{U^2 \cdot S \cdot t_1 \cdot \rho \cdot 0,6 l}{\rho \cdot 0,9 l \cdot U^2 \cdot S \cdot t_2} = \frac{0,6 l \cdot t_1}{0,9 l \cdot t_2} = \frac{0,6 l \cdot 25}{0,9 l \cdot 20} = 0,83$$

$$\text{аналогично } 0,83 = \frac{Q_2}{Q_3} = \frac{t_2 \cdot (x+0,25) l}{0,6 l \cdot t_3}$$

$$t_2 (x+0,25) = 0,83 \cdot (0,6 \cdot t_3)$$

$$(x+0,25) = \frac{0,83 \cdot (0,6 \cdot t_3)}{t_2}$$

$$(x+0,25) = 0,3237$$

$$x = 0,07$$

Ответ

Ответ: 0,07