

Шифр: 9-19

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике

2019/2020

Ленинградская область

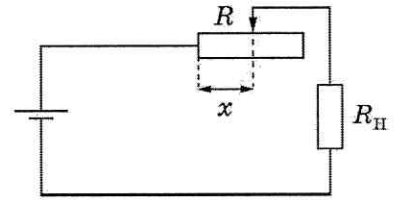
Район Татшинский

Школа МБОУ "Сиверская гимназия"

Класс 9²

ФИО Срокин Валерий Дмитриевич

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.

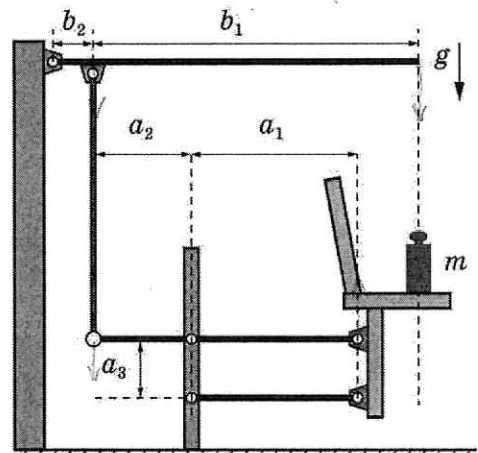
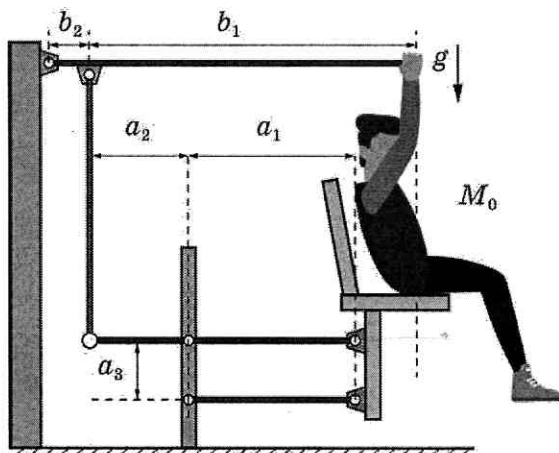
Задача 9.2. Силовой тренажёр. На спортивной площадке установлен тренажёр, схема которого показана на рисунке. Спортсмен, сидя на кресле, поднимает сам себя, прикладывая к верхнему рычагу некоторую силу F . Система рычагов и шарниров обеспечивает плоскопараллельное перемещение кресла. При отсутствии спортсмена 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.



Handwritten notes on the left margin, including a vertical list of numbers 1 through 5 and some illegible scribbles.

У 9.3.

Н: μ

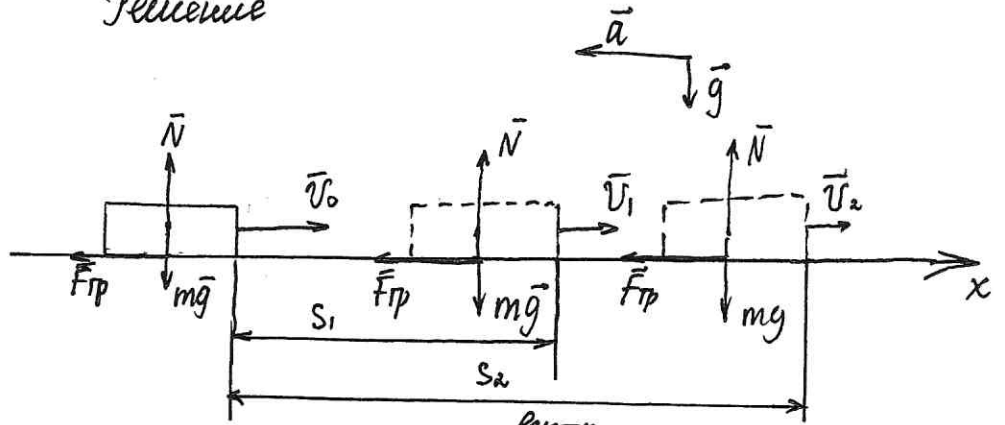
D: $\tau = 0,1 \text{ c}$

$S_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$

$S_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$

$g \approx 10 \text{ м/с}^2$

Решение



П.к. тело тормозит, т.к. ^{вектор} ускорение будет направлен в противоположную сторону вектору \vec{v}

$$\vec{S} = \vec{v}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

$$x: S_1 = v_0\tau - \frac{a\tau^2}{2} \quad a = \frac{(v_0\tau - S_1) \cdot 2}{\tau^2}$$

$$S_2 = v_0 \cdot 2\tau - \frac{a(2\tau)^2}{2} \quad a = \frac{(2v_0\tau - S_2) \cdot 2}{4\tau^2}$$

$$\frac{2(v_0\tau - S_1)}{\tau^2} = \frac{2(2v_0\tau - S_2)}{4\tau^2}$$

$$4v_0\tau - 4S_1 = 2v_0\tau - S_2$$

$$2v_0\tau = 4S_1 - S_2$$

$$v_0 = \frac{4S_1 - S_2}{2\tau}$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot 0,08 - 0,12}{2 \cdot 0,1} = 1 \text{ м/с}$$

$$a = \frac{2(v_0\tau - S_1)}{\tau^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot (1 \cdot 0,1 - 0,08)}{0,1^2} = 4 \text{ м/с}^2$$

ρ - импульс

$$\rho = m\vec{v}$$

$$F = \frac{m\vec{v}}{t}$$

$$\rho = F \cdot t$$

4

По закону Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} \quad ma = F_{\text{тр}} - F$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu = mg\mu$$

$\frac{mv_0}{\tau} \rightarrow 0$ (т.к. $\tau \rightarrow 0$), но $\frac{mv_0}{\tau} \neq 0$, значит знак F можно пропустить

$$ma = F_{\text{тр}} \quad ma = mg\mu \quad \mu = \frac{a}{g} \quad \mu = \frac{4}{10} = 0,4$$

Ответ: 0,4

W1

И: x_3

D: $R_H = \frac{R}{4}$

R - сопротивление резистора макс.

x - доля длины резистора включ.

$t_1 = 25^\circ\text{C}$

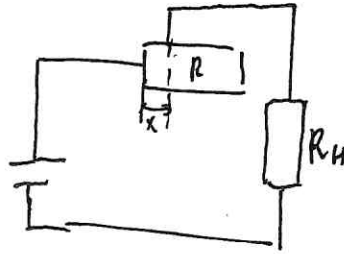
$x_1 = 0,65$

$t_2 = 20^\circ\text{C}$

$x_2 = 0,35$

$t_3 = 13^\circ\text{C}$

Решение



Закон Джоуль-Ленца:

$Q = A = P \cdot \tau$ P - мощность

$U_1 = U_2 = U$

U - напряжение в 1-ой цепи (когда $t = 25$).

U_2 - напряжение во 2-ой цепи (когда $t = 2$).

$P = \frac{U^2}{R}$

$P_1 = \frac{U_1^2}{R_{y1}}$

$P_2 = \frac{U_2^2}{R_{y2}}$

это мощность всей цепи, а нам нужна только на нагрев

$R_{y1} = R_H + xR$ (т.к. послед. подключение)

$R_{y1} = \frac{R}{4} + 0,65R = 0,9R$

$R_{y2} = \frac{R}{4} + 0,35R = 0,6R$

$P_1 = \frac{U^2}{0,9R}$

$P_2 = \frac{U^2}{0,6R}$

По 3СЭ

$Q_{отг} = Q_{нагр}$

$Q_{отг} = P \cdot \tau$

$Q_{нагр} = cV m \theta (t_n - t)$ t_n - нагреваемая часть тела

$cV m \theta (t_2 - t_1) = \frac{U^2}{0,9R} \cdot \tau$
 $cV m \theta (t_n - t_2) = \frac{U^2}{0,6R} \cdot \tau$ } $\div 2$

$\frac{t_n - t_1}{t_n - t_2} = \frac{0,6}{0,9}$ $0,6t_n - 0,6t_2 = 0,9t_n - 0,9t_1$

$t_n = \frac{0,6t_2 - 0,9t_1}{-0,3} = 35^\circ\text{C}$

$cV m \theta (t_n - t_1) = \frac{U^2}{0,9R} \cdot \tau$ } \div

$cV m \theta (t_n - t_3) = \frac{U^2}{x} \cdot \tau$ } \div

$\frac{35^\circ - 25^\circ}{35^\circ - 13^\circ} = \frac{x}{0,9R}$

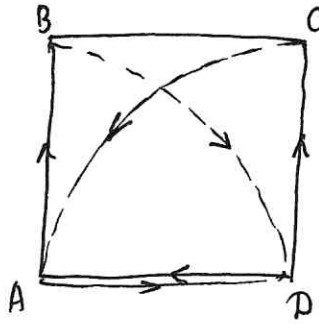
$x = R_{y3} = \frac{R}{4} + 2R = 2,25R$
 $x \approx 0,4R$
 $0,25R = 0,9 - 0,25 = 0,65R$

W 9,4

У: $\frac{t_{ABDA}}{t_{ADCA}}$

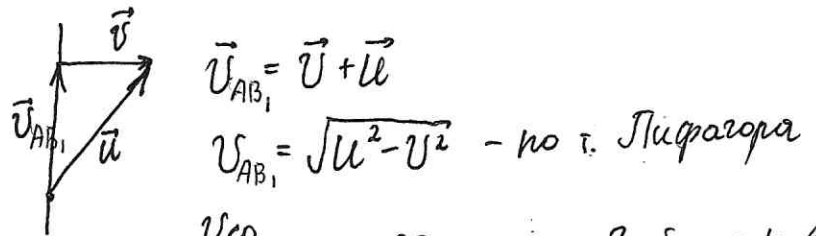
Q: u - скорость сам. без ветра

Решение:

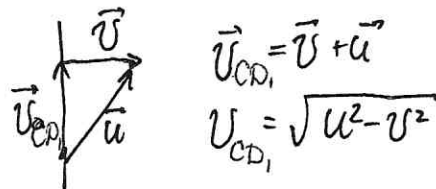


Очевидно, что
 $AB = AD = CD$
 $BD = \frac{1}{2}\sqrt{2}AB$
 $AC = \frac{1}{2}\sqrt{2}CD$

Скорость на от. AB у самолёта 1 будет равна:



Скорость на от. CD у сам 2 будет равна:



Скорость на от. AD у сам. 1 будет:

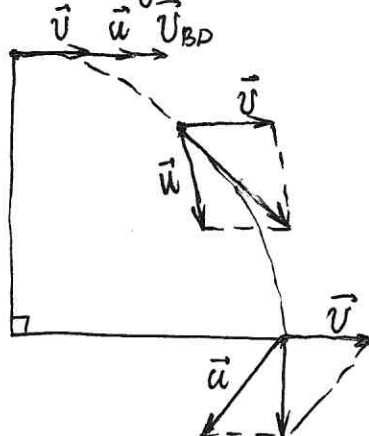


Скорость на от. AD у сам. 2 будет:

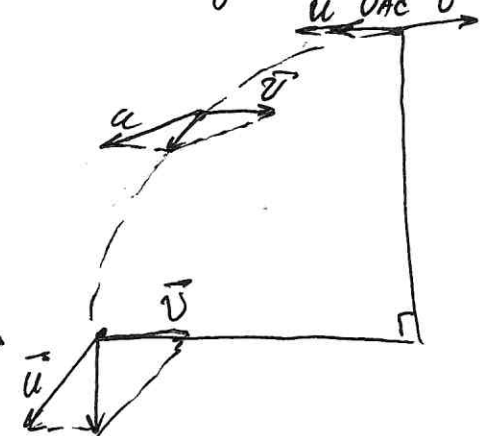


2 *Ал*

На от. BD



На от. AC



$$t_{ABDA} = \frac{S_{AB}}{U_{AB}} + \frac{S_{BD}}{U_{BD}} + \frac{S_{AD}}{U_{AD_1}}$$

$$t_{ARCA} = \frac{S_{CD}}{U_{CD}} + \frac{S_{CA}}{U_{AC}} + \frac{S_{AD}}{U_{AD_2}}$$

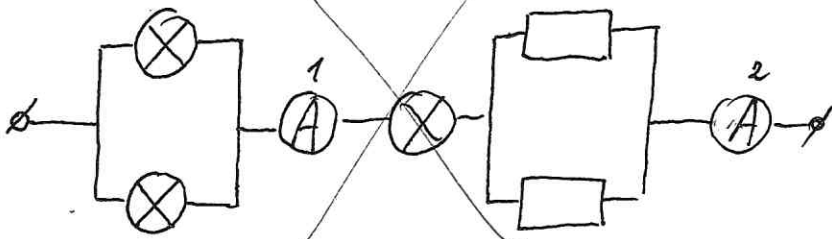
$$\omega = 2\pi n \quad \omega - \text{угловая скорость}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$a = \beta r$$

У9.5

Преобразуем схему:



Преобразование не верно \Rightarrow не верно и старинное

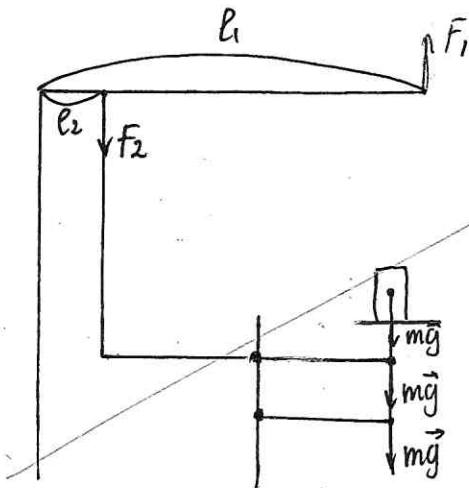
П.к. один амперметр показывает I_x , другой - I_y , и $I_x > I_y$, то

A_1 показывает I_y , а A_2 - I_x

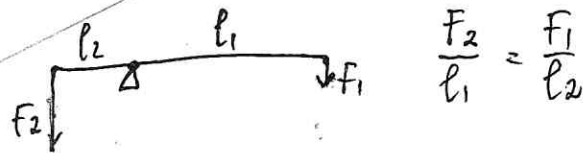
$$I = a\sqrt{U} \quad R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{U}{a\sqrt{U}} = \frac{\sqrt{U}}{a}$$

У9.2

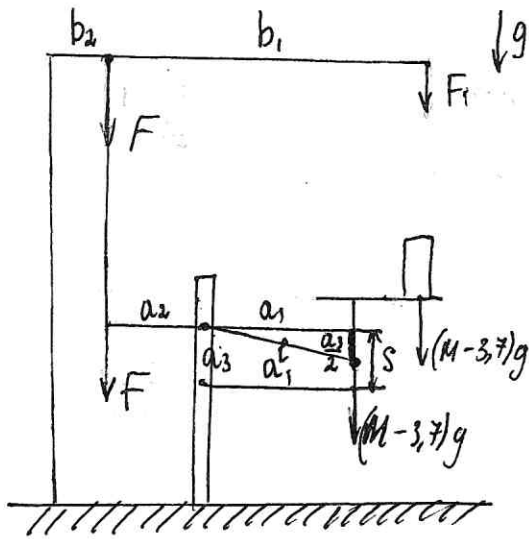


Это закон сохранения энергии



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

W 9.2



По закону правили механики: 9-19

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

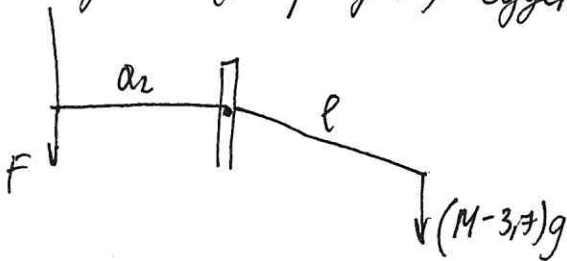
A small diagram shows a horizontal beam of length \$l_1 + l_2\$ supported at a point. A force \$F_i\$ acts downwards at distance \$l_1\$ from the support, and a force \$F_2\$ acts downwards at distance \$l_2\$ from the support.

П.к. груз \$m = 3,7\$ кг уравновешивает треуголь, то, когда сядет человек, \$3,7\$ кг его массы пойдут на уравновешивание треуголь

Человек будет действовать на треуголь \$F = (M - 3,7)g\$

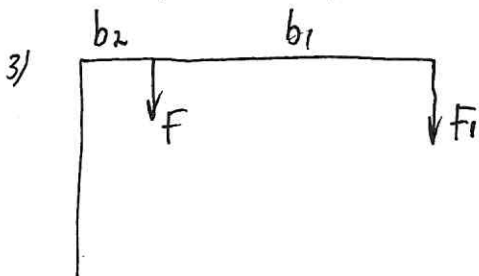
1) Далее \$F\$ будет приложена к ~~к~~ середине плеча \$S = \frac{a_3}{2}\$, т.к. два одинаковых плеча длиной \$a\$, соединены между собой

2) Тогда \$l\$ (на рисунке) будет равно \$\sqrt{a_1^2 + \frac{a_3^2}{4}}\$



По ЗПМ

$$\frac{(M - 3,7)g}{F} = \frac{l}{a_2} \quad F = \frac{(M - 3,7)g \cdot a_2}{l}$$



$$\frac{F_i}{F} = \frac{b_2}{b_1 + b_2}$$

$$F_i = \frac{b_2 F}{b_1 + b_2} = \frac{b_2 (M - 3,7)g \cdot a_2}{(\sqrt{a_1^2 + \frac{a_3^2}{4}})(b_1 + b_2)}$$

При \$M = 86\$ кг

$$F_i = \frac{0,085(86 - 3,7) \cdot 10 \cdot 0,13}{(\sqrt{0,275^2 + \frac{0,175^2}{4}})(0,735 + 0,085)} \approx 36 \text{ Н}$$

Отв: 36 Н