



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4 0 5 8 8

Класс 9И Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МГТУ им. Н.Э. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ <u>21</u>		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>21</u>	<u>двадцать один</u>	

N 1

Дано:

$$L = 1350 \text{ м}$$

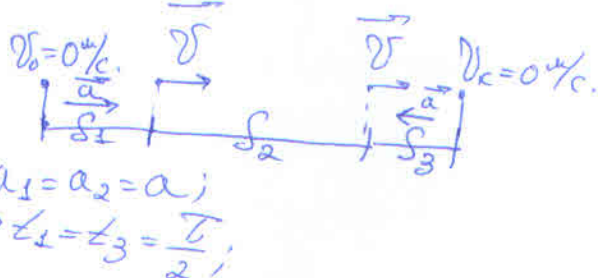
$$v_{\text{ср}} = 36 \text{ км/ч}$$

$$T = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$v = ?$

$$v_{\text{ср}} = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с};$$

$$T_{\text{обш}} = \frac{L}{v_{\text{ср}}} = \frac{1350}{10} = 135 \text{ с}; \Rightarrow t_2 = T_{\text{обш}} - T = 75 \text{ с}$$



$$L = S_1 + S_2 + S_3; \text{ где } S_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{aT^2}{8};$$

$$S_2 = vt_2;$$

$$S_3 = vt_3 - \frac{at_3^2}{2} = v\frac{T}{2} - \frac{aT^2}{8};$$

$$\Rightarrow L = \frac{aT^2}{8} + vt_2 + v\frac{T}{2} - \frac{aT^2}{8};$$

$$L = v\left(\frac{T}{2} + t_2\right) \Rightarrow v = \frac{2L}{T/2 + 2t_2};$$

$$v = \frac{2 \cdot 1350}{60 + 2 \cdot 75} \approx 12,86 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 12,86 \text{ м/с}$

N2

Дано:

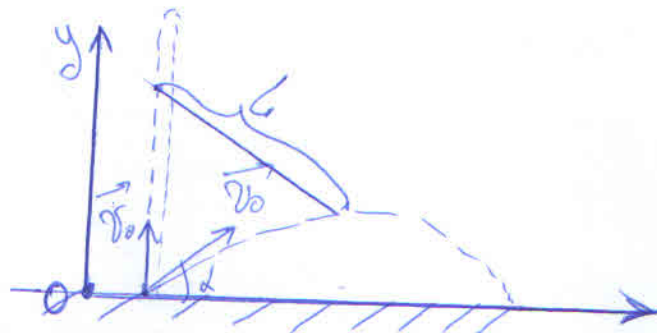
$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = \alpha = 30^\circ$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L = ?$$



1) для мячика, полетавшего вверх.

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2},$$

уточним для $t = \Delta t$:

$$y_1 = v_0 \Delta t - \frac{g \Delta t^2}{2},$$

x не изменится, а точку отсчета возьмем за $x=0$

2) для мячика, полетавшего под углом:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2},$$

уточним для $t = \Delta t$:

$$y_2 = v_0 \sin \alpha \Delta t - \frac{g \Delta t^2}{2},$$

$$x = v_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2},$$

уточним для $t = \Delta t$:

$$x_2 = v_0 \cos \alpha \Delta t,$$

$$L = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + x^2} = \sqrt{\left(v_0 \Delta t - \frac{g \Delta t^2}{2} - v_0 \sin \alpha \Delta t + \frac{g \Delta t^2}{2}\right)^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha \Delta t^2}$$

$$= \sqrt{v_0^2 \Delta t^2 - 2 v_0^2 \sin \alpha \Delta t^2 + v_0^2 \Delta t^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha \Delta t^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha \Delta t^2}$$

$$\text{и } \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha;$$

$$\Rightarrow L = \sqrt{v_0^2 \Delta t^2 - 2 v_0^2 \sin \alpha \Delta t^2 + v_0^2 \Delta t^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha \Delta t^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha \Delta t^2}$$

$$L = \sqrt{2v_0^2 \Delta t^2 - 2v_0^2 \sin^2 \alpha \Delta t^2} = v_0 \Delta t \sqrt{2 - 2\sin^2 \alpha};$$

$$L = v_0 \Delta t \sqrt{2 - 2\sin^2 \alpha}$$

$$L = 10 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot 0,5^2} = 10 \cdot 0,5 \cdot 1 = \underline{\underline{5 \text{ м}}}$$

Ответ: $L = 5 \text{ м}$.

N3

Дано:

$m = 1 \text{ кг}$

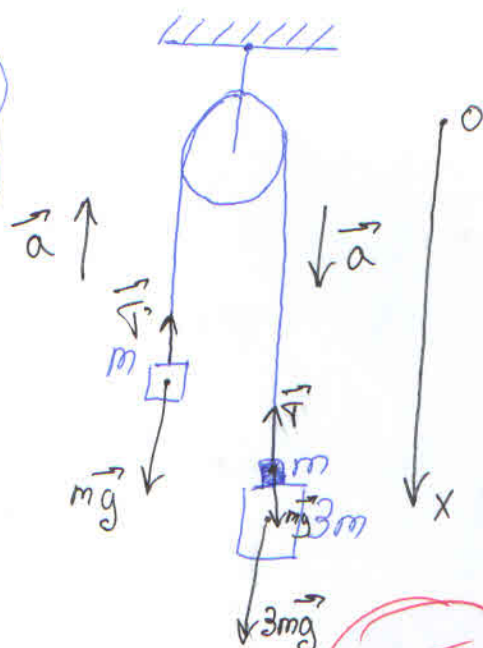
3 м

груз:
 m

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$P = ?$

$\frac{a}{a^2} = ?$



Т. к. нить невесомая и нерастяжимая:

$$\Rightarrow a_1 = a_2 = a; \\ T_1 = T_2 = T;$$

Запишем динамические уравнения движения:

$$4m\vec{a} = 3m\vec{g} + m\vec{g} + m\vec{g};$$

$$\text{или } 4ma = 3mg + mg - mg;$$

$$4a = 3g;$$

$$a = \frac{3}{4}g$$

где T ?

$$T \neq mg$$

Динамическое уравнение для груза:

$$m\vec{a} = \vec{P}$$

$$\text{или } ma = P_x$$

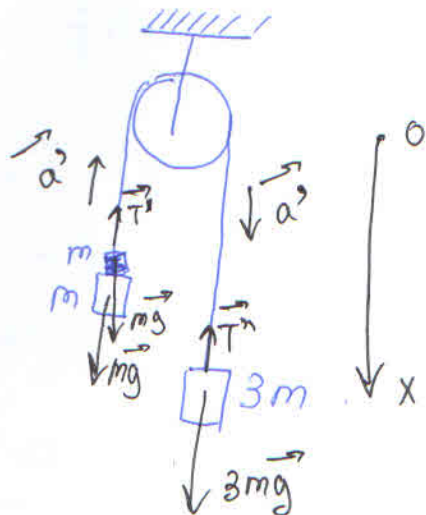
$$P_x > 0 \Rightarrow P \uparrow \text{ по } x.$$

$$\Rightarrow P = ma = \frac{3}{4}gm;$$

$$\{P = \frac{3}{4}gm\} \Rightarrow P = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 1 = \underline{\underline{7,5 \text{ Н}}}$$

ШИФР

4 0 5 8 8



Динамические уравнения движения системы для данного случая:

$$3m\vec{a} = 3m\vec{g} + m\vec{g} + m\vec{g}$$

$$\text{OX: } 3ma^2 = 3mg - mg - mg;$$

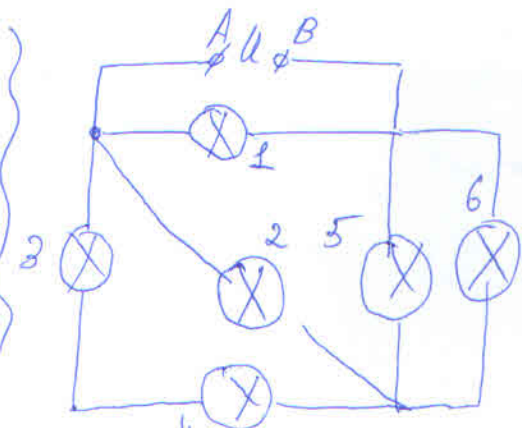
$$3a^2 = g;$$

$$a^2 = \frac{g}{3};$$

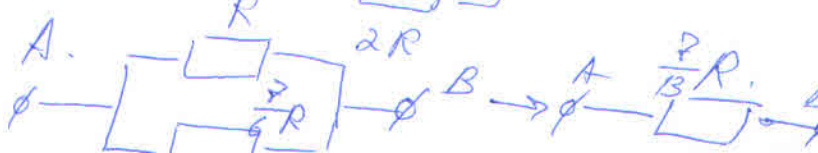
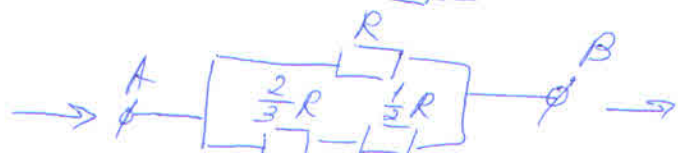
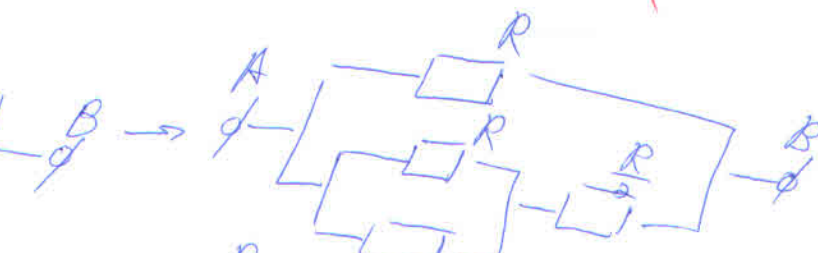
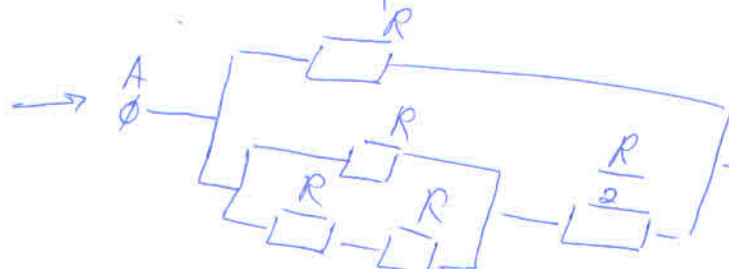
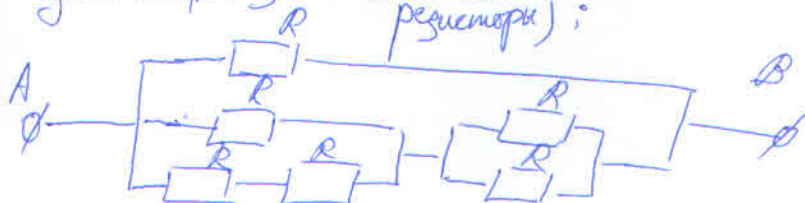
$$\Rightarrow \frac{a}{a^2} = \frac{\frac{3}{4}g}{\frac{1}{3}g} = \frac{3 \cdot 3}{4} = \frac{9}{4} = 2,25 \quad (\text{в } 2,25 \text{ раза ускорение стало меньше})$$

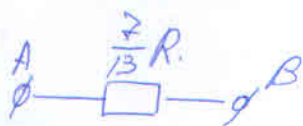
Отметим: $P = 7,5 \text{ Вт}$; $\frac{a}{a^2} = 2,25$ (в 2,25 раза ускорение стало меньше)

№5
Дано:
 $U = 4,2 \text{ В}$
 $R = 10 \text{ Ом}$
 $R_{\text{общ}} = ?$
 $I_5 = ?$



Сделаем эквивалентную цепочку (и заменим лампы на резисторы):

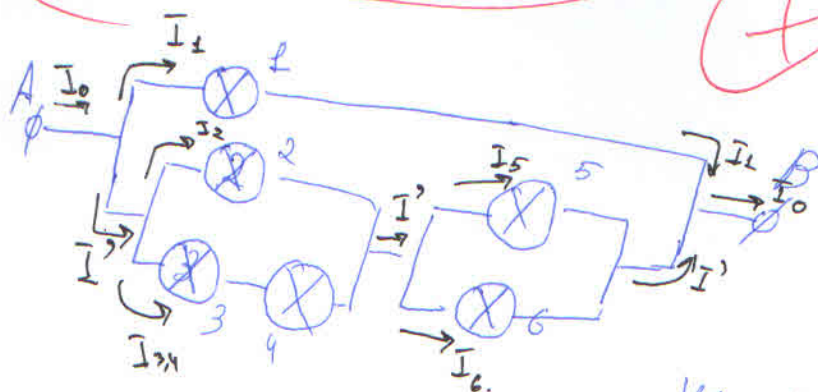




$$R_{\text{общ}} = \frac{7}{13} R \quad R_{\text{общ}} = \frac{7}{13} \cdot 10 = \frac{70}{13} \text{ Ом} \approx 5,4 \text{ Ом} \quad \text{f}$$

по 3-му закону:

$$I_0 = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{4,2}{5,4} = 0,78 \text{ А}$$



$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{4,2}{10} = 0,42 \text{ А}$$

$$\Rightarrow I' = I_0 - I_1 = 0,78 - 0,42 = 0,36 \text{ А}$$

На лампы 5 и 6 придет ток

$I' = 0,36 \text{ А}$, где этот ток разойдется на лампы 5 и 6 в соотношении сопротивлений, но т.к. $R_5 = R_6 = R \Rightarrow$

$$I_5 = I_6 = \frac{I'}{2}$$

$$I_5 = \frac{I'}{2} = \frac{0,36}{2} = 0,18 \text{ А} \quad \text{f}$$

Ответ: $R_{AB} = R_{\text{общ}} = \frac{7}{13} R = 5,4 \text{ Ом};$

$I_5 = 0,18 \text{ А};$

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4 0 5 8 8

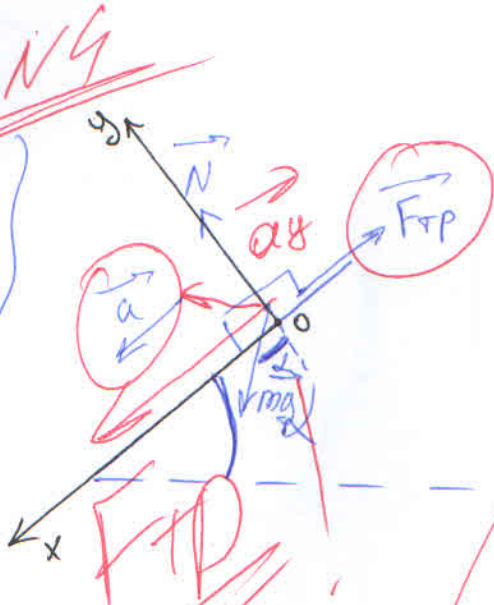
№5

Дано:

$R, \alpha = \alpha,$

μ

$v = ?$



где $a = \sqrt{a_T^2 + a_{\text{н.с.}}^2}$, ко!

$a_T = 0 \Rightarrow a = a_{\text{н.с.}} = \frac{v^2}{R} \quad (3)$

Запишем динамич. ур-ние движения:

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}};$

оx: $ma = mg \sin \alpha + 0 - \mu N; \quad (2)$

оy: $0 = -mg \cos \alpha + N + 0;$

$N = mg \cos \alpha \quad (1)$

$(1) \rightarrow (2)$

$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha; \quad (*)$

$(3) \rightarrow (*)$

$\frac{v^2}{R} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha;$

$v = \sqrt{Rg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$

Ответ: $v = \sqrt{Rg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$

N 6

Дано:

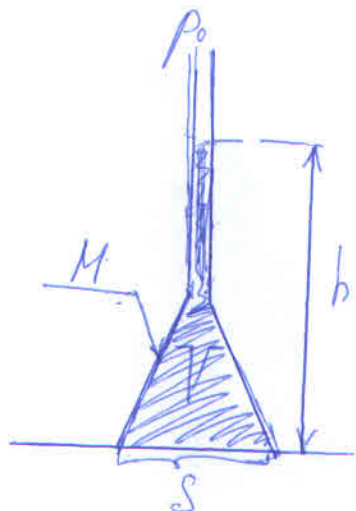
колокол:

M

S

γ

$h = ?$



по определению:

сила Архимеда возникает из-за
разности давлений.

$\Rightarrow$ чтобы колокол поднялся

$$F_A \geq Mg;$$

$$\Rightarrow F_A = (\rho_0 + \rho g h - \rho_0) S$$

$$\Rightarrow Mg = \rho g h S;$$

$$h = \frac{M}{\rho S}$$

ρ - плотность воды.

Ответ: $h = \frac{M}{\rho S};$