



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Покори Воробьёвы Горы!»**

Профиль олимпиады: **Физика**

ФИО участника олимпиады: **Бондаренко Борис Эдуардович**

Класс: **9**

Технический балл: **51**

Дата проведения: **24 марта 2022 года**

Олимпиада школьников «Покори Воробьевы Горы!»
Заключительный этап 2021/22 учебного года.

ШИФР РАБОТЫ	1739312
--------------------	----------------

Результаты проверки:

	1	2	3	4	Σ	
В	1	3	3	5	51	
З	5	14	17	3		

Григорьев Сергей Григорьевич

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:51

Тестовик Лист 1

Вопрос 1

пусть мощность двигателя развивает силу F , тогда

$$F = k v_1^2, \text{ где } v_1 = 100 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Если увеличить мощность на 10%, то максимальная сила, которую сможет развить двигатель $1,2 F$

$$1,2 F = k v_2^2. \text{ Поделим эти уравнения}$$

$$\frac{1}{1,2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \Rightarrow v_1^2 = 1,2 \cdot v_2^2 = 12000, v_2 = 10 \cdot \sqrt{1,2} = 20 \sqrt{30} \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Задача 1

Двигатель создаёт силу $51,2 F$. тогда сумма сил на самолёт должна быть 0

$$① 51,2 F = ~~100 F~~ k v_0^2$$

$$② mg = n \cdot v_0^2$$

где первого случае

$$③ 100 F = k v_1^2$$

$$④ mg = n \cdot v_1^2 + a \cdot m$$

где второго случае

Поделем 1: 3 ~~и 2: 4~~

$$\frac{51,2}{100} = \frac{v_0^2}{v_1^2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{100}{51,2} v_0^2 \Rightarrow v_1 = 10 v_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{51,2}} = \frac{100}{7,2} \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$~~n v_0^2 = m v_1^2 + a m~~$$

$$n = \frac{mg}{v_0^2} \Rightarrow mg = \frac{mg}{v_0^2} \cdot v_1^2 + a m$$

$$a = g - \frac{100}{51,2} = 10 - \frac{100}{51,2} = \frac{412}{51,2}. a = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a}$$

$$= \frac{100 v_0^2 \cdot 51,2}{51,2 \cdot 412} = \frac{100 v_0^2}{412} = 244 \text{ м}$$

Тестовый лист 2

Вопрос 2

Температура плавления повысится. Зимой посыпляют обледевшие дорожки солью, чтобы лёд растаял



Задача 2

Пусть в стаканах m_1 воды и температура t_0 , тогда c' - теплоёмкость стакана, m_2 - лёд масса льда

$$(t_0 - t_1) \cdot cm =$$

$$(cm_1 + c')(t_0 - t_1) = \lambda m_2 + m_2 t_1 c \quad | \cdot 6$$

$$(cm_1 + c')(t_0 - t_2) = 2\lambda m_2 + 2m_2 t_2 c \quad | \cdot 3$$

$$(cm_1 + c')(t_0 - t_3) = 3\lambda m_2 + 3m_2 t_3 c \quad | \cdot 2$$

$$\textcircled{1} \quad 6(cm_1 + c')(t_0 - t_1) = 6\lambda m_2 + 6m_2 t_1 c$$

$$\textcircled{2} \quad 3(cm_1 + c')(t_0 - t_2) = 6\lambda m_2 + 6m_2 t_2 c$$

$$\textcircled{3} \quad 2(cm_1 + c')(t_0 - t_3) = 6\lambda m_2 + 6m_2 t_3 c$$

1-2 2-3

$$\begin{aligned} (6(cm_1 + c'))(t_0 - t_1 - t_0 + t_2) &= 6m_2(t_1 - t_2) & 6(cm_1 + c')(t_2 - t_1) &= 6m_2(t_1 - t_2) \\ 6(cm_1 + c')(t_0 - t_2 - t_0 + t_3) &= 6m_2(t_2 - t_3) & \Rightarrow 6(cm_1 + c')(t_3 - t_2) &= 6m_2(t_2 - t_3) \end{aligned}$$

$$cm_1 + c' = -m_2 c$$

эмпирически 2:3

$$\frac{3(cm_1 + c')(t_0 - t_2)}{2(cm_1 + c')(t_0 - t_3)} = \frac{6\lambda m_2 + 6m_2 t_2 c}{6\lambda m_2 + 6m_2 t_3 c}$$

$$\frac{3t_0 - t_2}{2t_0 - t_3} = \frac{\lambda + ct_2}{\lambda + ct_3}$$

$$\Rightarrow 3(t_0 - t_2)(\lambda + ct_3) = 2(\lambda + ct_2)(t_0 - t_3)$$

$$\frac{1:2}{2} \quad \frac{t_0 - t_1}{t_0 - t_1} = \frac{\lambda + ct_1}{\lambda + ct_2}$$

$$\Rightarrow 2(t_0 - t_1)(\lambda + ct_2) = (\lambda + ct_1)(t_0 - t_2)$$

Зурааг. Адам 3

$$\begin{cases} 3t_0\lambda + 3t_0t_3c - 3t_2\lambda + 3t_2t_3c = 2\lambda t_0 + 2ct_2t_0 - 2\lambda t_3 - 2ct_3t_2 \\ 2t_0\lambda - 2t_0t_2c - 2t_1\lambda - 2t_1t_2c = \cancel{2\lambda t_0} - \cancel{2t_0t_1c} - 2t_2\lambda - 2t_1t_2c \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_0t_3c + t_2t_3c + \lambda t_3 + ct_3t_2 = t_2\lambda + ct_2t_0 \\ t_0t_2c - t_0t_1c = t_1\lambda + t_1t_2c - t_2\lambda - t_1t_2c \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_3 = \frac{t_2\lambda + ct_2t_0}{ct_0 + ct_2 + \lambda + ct_2} \\ t_0 = \frac{t_1\lambda + t_1t_2c - t_2\lambda - t_1t_2c}{t_2c - t_1c} = -\frac{\lambda}{c} \end{cases} \Rightarrow \frac{t_2\lambda + ct_2t_0}{c} = \frac{t_1 - t_2}{t_2 - t_1}$$

$$t_3 = \frac{t_2\lambda - \lambda t_2}{2ct_2 + \lambda - \lambda} = \frac{0}{2ct_2} = 0$$

$$\begin{cases} 3t_0t_3c - 3t_2t_3c + 2\lambda t_3 + 2ct_3t_2 = -\lambda t_0 + 3t_2\lambda + 2ct_2t_0 \\ 2\lambda t_0 + 2t_0t_2c = 2t_1\lambda + 2t_1t_2c \\ \lambda t_0 + 2t_0t_2c + t_0t_1c = 2t_1\lambda + 2t_1t_2c - t_2\lambda - t_1t_2c \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_3 = \frac{3t_2\lambda + 2ct_2t_0 - \lambda t_0}{3t_0c - 3t_2c + 2\lambda + 2ct_2} \\ t_0 = \frac{2t_1\lambda + t_1t_2c + t_2\lambda}{\lambda + 2t_2c + t_1c} = 3\lambda \end{cases} \Rightarrow \frac{3t_2\lambda - \lambda(2t_1 + t_2c)}{\lambda + 2t_2c + t_1c}$$

$$t_3 = \frac{3t_2\lambda + 2ct_2 \cdot \frac{2t_1\lambda + t_1t_2c - t_2\lambda}{\lambda + 2t_2c + t_1c} - \lambda \cdot \frac{2t_1\lambda + t_1t_2c - t_2\lambda}{\lambda + 2t_2c + t_1c}}{3c \cdot \frac{2t_1\lambda + t_1t_2c - t_2\lambda}{\lambda + 2t_2c + t_1c} - 3t_2c + 2\lambda + 2ct_2} =$$

= 19

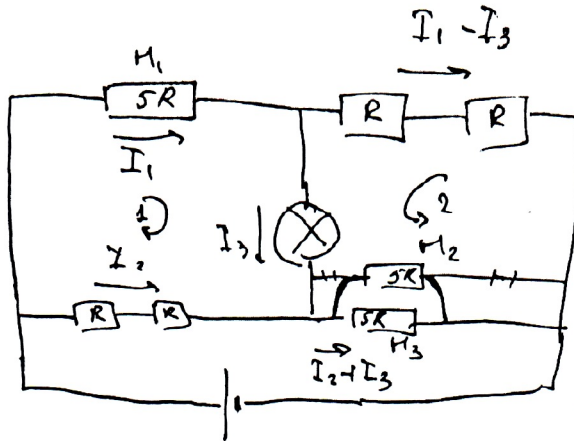
Тестовый лист 4

Вопрос 3

$Q = I^2 \cdot R$ мощность которая выделяется на проводнике пропорциональна его сопротивлению и квадрату тока который протекает через него.

Задача 3

$P_1 = 972 \text{ Вт}$



Пусть сопротивление резисторов R

Контур 1:

$I_1 \cdot 5R + U - 2R \cdot I_2 = 0$ U - лампочка

Контур 2:

$-2R(I_1 - I_3) + U + \frac{5}{2}R(I_2 + I_3) = 0$

вычитим эти уравнения:

$5RI_1 - 2RI_2 + 2R(I_1 - I_3) - \frac{5}{2}R(I_2 + I_3) = 0$

$(5I_1 + 2I_1) = (2I_2 + 2,5I_2) + (2I_3 + 2,5I_3)$

$7I_1 = 4,5I_2 + 4,5I_3$

$14I_1 = 9(I_2 + I_3) \Rightarrow I_2 + I_3 = \frac{14I_1}{9}$

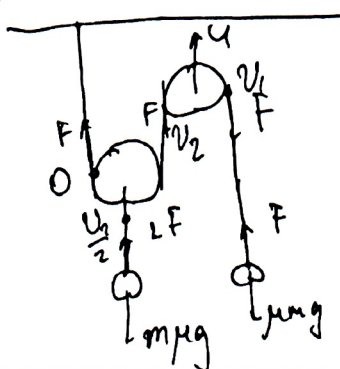
$I_1 \cdot 5R = P_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{5R}$

$\frac{I_2 + I_3}{2} \cdot 5R = P_2 = P_3 = \frac{7I_1}{9} \cdot 5R = \frac{7}{9} \cdot \frac{P_1}{5R} \cdot 5R = \frac{7}{9} P_1 = 756 \text{ Вт}$

Вопрос 4

Сила трения покоя может направлена в любую сторону, а трение скольжения против относительной скорости. Трение покоя $F_{трп} < \mu N$, скольжение $F_{трс} = \mu N$

Задача 4



$\frac{v_1 + v_2}{2} = u$

$\frac{\dot{v}_1}{2} = \frac{F - \mu mg}{m}$

$\dot{v}_1 = \frac{F - \mu mg}{m}$

$u = \frac{\dot{v}_1}{2} + \frac{\dot{v}_2}{2} = 0$

