

Бланк олимпиадной работы

Класс 10 Вариант 1 Дата Олимпиады 26.02.2023

Площадка написания КНИТУ

ОЦЕНКА

(заполняется проверяющим)

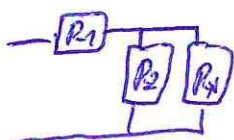
Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	2	6	4	2	-	6	-	-	-	-	20	двадцать	Левин

6. Дано: $E=24B$
 $I_1=0,1A$
 $I_2=0,05A$
 $R_1=?$

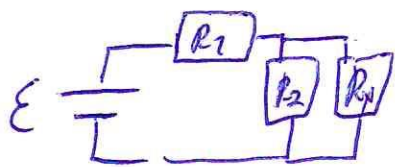
Решение:
 Пусть R_x - сопротивление бесконечной цепи.
 Тогда

$R_x = R_1 + \frac{R_2 R_x}{R_2 + R_x}$

или другими словами



Теперь возьмем такую цепь:



I_0 - сила тока цепи

$R_0 = R_x$ - сопротивление цепи

$$I_0 = I_1 = 0,1A \Rightarrow R_0 = R_x = \frac{E}{I_0} = \frac{24B}{0,1A} = 240 \Omega$$

$$I_2 + I_x = I_1 = I_0 \Rightarrow I_x = I_0 - I_2 = 0,1 - 0,05A = 0,05A$$

$$U_x = R_x I_x = 240 \Omega \cdot 0,05A = 12B = U_2 \Rightarrow U_1 = E - U_2 = 12B \Rightarrow$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{12B}{0,1A} = 120 \Omega$$

Ответ: $R_1 = 120 \Omega$ ✓

Бланк олимпиадной работы

Если же мы предположим, что у источника ЭДС есть внутреннее сопротивление r , то получим уже такое уравнение:

$$\epsilon = I_0(r + R_0), \text{ где } R_0 = R_x \text{ и } I_0 = I_1$$

$\varepsilon = I_0(r + R_0)$, где $R_0 = R_1$ и $I_0 = 1$
 Но нам неизвестны ни R_0 , ни r , поэтому найти
 мы сможем только $r + R_0 = \frac{\varepsilon}{I_0}$, что нам ничего не

gum:

$$r + R_2 = \frac{\mathcal{E}}{I_0} \quad I_2 + I_X = I_1 \Rightarrow I_X = I_1 - I_2$$

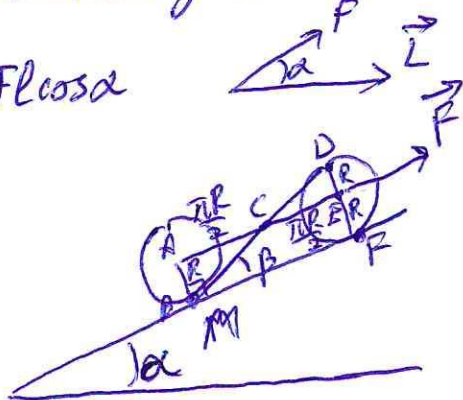
$$U_x = R_x I_x = (240 - r) I_x = U_2$$

$$U_1 = R_p I_0 - U_2 = (240 - r) I_0 - (240 - r) I_x = (240 - r) (I_0 - I_x)$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{(240-r)(I_1-I_2)}{I_1} = \frac{(240-r)I_2}{I_1} = \frac{\cancel{E} \cancel{I_2}}{\cancel{U_1}} \frac{(\cancel{E} - r) I_2}{I_1}$$

покажем, что от этого r мы не можем избавиться

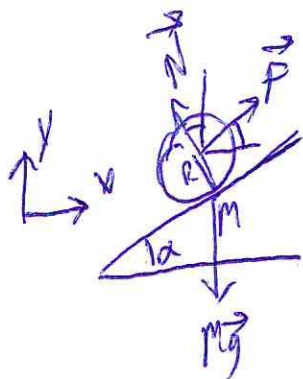
1. *AzFlosa*



$\vec{F} \parallel \vec{AB} \parallel \vec{BF}$
 Umkehr, $AB = DE = R$
 $AC = CE = \frac{\pi R}{2}$ $\angle BAC = \angle CBD = 90^\circ$
 $\angle(\vec{F}, \vec{BD}) = \angle DBFA = \beta$
 $BC = CD = \sqrt{R^2 + \frac{\pi^2}{4} R^2} = R \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{4}} = R \sqrt{\frac{4 + \pi^2}{4}} =$
 $= \frac{R}{2} \sqrt{4 + \pi^2}$ $BD = 2BC = R \sqrt{4 + \pi^2}$

$$\cos \beta = \frac{BR}{BD} = \frac{\pi R}{R\sqrt{4+\pi^2}} = \frac{\pi}{\sqrt{4+\pi^2}}$$

Бланк олимпиадной работы



$$\vec{Mg} + \vec{F} + \vec{N} = 0$$

$$y: F \sin \alpha + N \cos \alpha = Mg$$

$$x: F \cos \alpha = N \sin \alpha \Rightarrow N = F \tan \alpha$$

$$F \sin \alpha + \frac{F \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = Mg$$

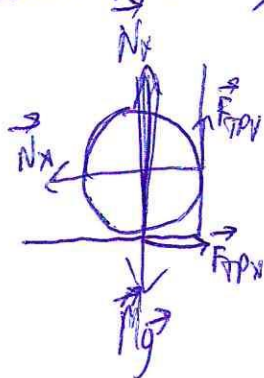
$$F \sin^2 \alpha + F \cos^2 \alpha = Mg \sin \alpha$$

$$F = Mg \sin \alpha$$

$$A = F \cdot BD \cdot \cos \beta = Mg \sin \alpha \cdot R \sqrt{4 + \pi^2} \cdot \frac{\pi}{\sqrt{4 + \pi^2}} = \pi R Mg \sin \alpha$$

Ответ: $A = \pi R Mg \sin \alpha$

2.



$$\vec{R} = \vec{N}_y + \vec{N}_x + \vec{F}_{try} + \vec{F}_{trx} + \vec{Mg}$$

M - масса кольца

$$y: \vec{F}_y - \vec{N}_y + \vec{F}_{try} = Mg$$

$$F_y = N_y + F_{try} - Mg$$

$$F_x = F_{trx} - N_x = 0 \Rightarrow F_{trx} = N_x$$

$$F_{trx} = \mu N_y \quad F_{trx} = \mu N_y$$

$$v = \omega R \quad a_c = \frac{F_{trx} + F_{try}}{m}$$

$$\beta = \frac{a_c}{R} = \frac{F_{trx} + F_{try}}{mR} \quad \omega \approx \beta t$$

$$\varphi = \omega t - \frac{\beta t^2}{2} =$$

$$F_{trx} = N_x$$

$$\mu N_y = N_x$$

$$F_y = N_y + \mu N_x - Mg$$

$$F_y = (\mu^2 + 1) N_y - Mg$$

$$F_y \geq 0$$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Бланк олимпиадной работы

$$1) F_y = 0$$

$$(\mu^2 + 1) N_y = M_y \quad N_y = \frac{M_y}{\mu^2 + 1} \quad N_x = \frac{\mu M_y}{\mu^2 + 1}$$

$$a_x = \frac{F_{\text{тр}x} + F_{\text{пр}x}}{m} = \frac{\mu N_x + \mu N_y}{m} = \frac{\mu(N_x + N_y)}{m} = \frac{\mu(M_y + \mu M_y)}{m(\mu^2 + 1)} = \frac{\mu(\mu + 1)g}{\mu^2 + 1}$$

$$\beta = \frac{a_x}{R} = \frac{\mu g(\mu + 1)}{R(\mu^2 + 1)} \quad \beta t = \omega \Rightarrow t = \frac{\omega}{\beta}$$

$$\varphi = \omega t - \frac{\beta t^2}{2} = \frac{\omega^2}{2\beta} = \frac{\omega^2 R(\mu^2 + 1)}{2\mu g(\mu + 1)} \quad \frac{\frac{\omega^2 R^2}{t^2} \cdot \frac{1}{t}}{\frac{1}{t^2}}$$

$$\frac{\beta t^2}{2} = \beta \cdot \frac{\omega^2}{\beta^2} = \frac{\omega^2}{2\beta}$$

$$\checkmark n = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\omega^2 R(\mu^2 + 1)}{4\pi \mu g(\mu + 1)}$$

n — количество оборотов

$$2) \text{ При } F_x > 0$$

При $F_x > 0$ кабель на некоторое время $\Delta t \rightarrow 0$ (т.к. $N_y = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}y} = 0 \Rightarrow F_y = -M_y$) отрывается от земли. В это время $a_x = 0$. Потом он снова опускается на землю. ~~и в~~ В итоге n такое же, как и при $F_x = 0$

$$\text{Отсюда } n = \frac{\omega^2 R(\mu^2 + 1)}{4\pi \mu g(\mu + 1)} = \frac{\omega^2 R(\mu^2 + 1)}{4\pi \mu g(\mu + 1)} = \frac{\omega^2 R(\mu^2 + 1)}{4\pi \mu g(\mu + 1)}$$

$$3. \Delta V = S \Delta l \quad v_1 = 3 \text{ м/с} \quad R = 8,37 \frac{\text{Зк}}{\text{К.м}} \quad p_1 + p_2 = p$$

$$F_{\text{тр}} = k \Delta l \quad v_2 = 4 \text{ м/с}$$

$$pS = k \Delta l$$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$\left(= \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A'}{\Delta T} = R \left(\frac{3}{2} v_1 + \frac{5}{2} v_2 \right) + \frac{A_1}{\Delta T} \right)$$

A_1 — работы газа (об)

$$A_1 = \frac{k \Delta l^2}{2}$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} v_1 R \Delta T$$

$$\Delta U_2 = \frac{5}{2} v_2 R \Delta T$$

$$pS \Delta l = (v_1 + v_2) R \Delta l$$

$$k \Delta l^2 = (v_1 + v_2) R \Delta l$$

$$A_1 = \frac{(v_1 + v_2) R \Delta l}{2}$$

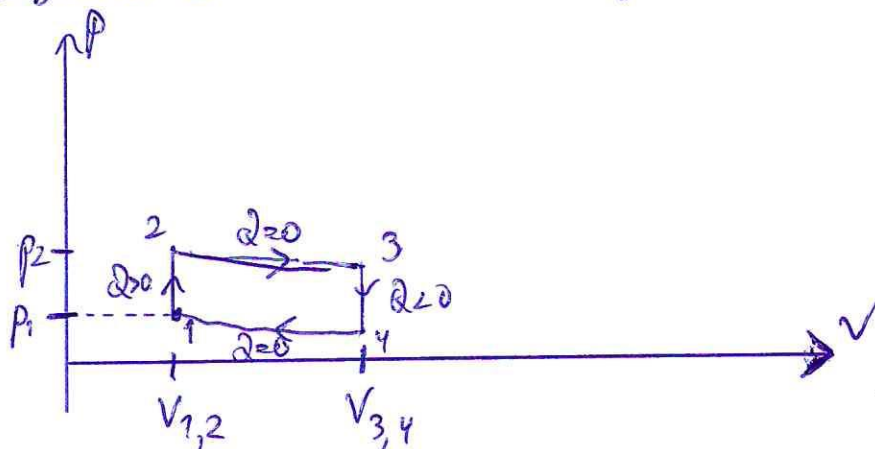
Бланк олимпиадной работы

$$C = R\left(\frac{3}{2}v_1 + \frac{3}{2}v_2\right) - \frac{(v_1 + v_2)R\Delta T}{2\Delta T} = R\left(\frac{3}{2}2v_1 + 3v_2\right) = 8,31 \cdot (2 \cdot 3 + 3 \cdot 4) \frac{J}{K} =$$

$$= 8,31 \cdot 18 \frac{J}{K} = 149,58 \frac{J}{K}$$

Значит $C = 149,58 \frac{J}{K}$ ✓

4. Я ~~сейчас~~ не пишу, как выводится уравнение процесса на графике $p(V)$, поэтому пишу, что процессы $2 \rightarrow 3$ и $4 \rightarrow 1$ — адиабатные



1) $p_1 = p$ $V_1 = V$ $T_1 = 300K$

2) $p_2 = k p_1 = 1,5p$ $V_2 = V$ $T_2 = 450K$

3) $\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = 2$ $\frac{p_3 V_3^{\frac{5}{3}}}{p_2 V_2^{\frac{5}{3}}} = 1$

$\frac{p_3}{p_2} = \frac{2V_2}{V_3}$

$\frac{V_2 V_3^{\frac{5}{3}}}{V_3 V_2^{\frac{5}{3}}} = 0,5$

$\frac{V_3^{\frac{2}{3}}}{V_2^{\frac{2}{3}}} = 0,5$

$\left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,5$

$\left(\frac{V_3}{V_2}\right)^2 = \frac{1}{2^3}$

$\frac{V_3}{V_2} = \frac{1}{\sqrt{2^3}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

$p_3 = \frac{2p_2 V_2}{V_3} = \frac{2 \cdot 1,5p \cdot V}{2\sqrt{2}V} = \frac{1,5p}{\sqrt{2}} = 0,75\sqrt{2}p$

$V_3 = 2\sqrt{2}V_2 = 2\sqrt{2}V$

$p_1 = p$ $V_1 = V$
 $\eta = \frac{A}{Q_1}$

U_{max} $T_1 = 300K$!

$T_2 = k T_1 = 1,5 \cdot 300K = 450K$

$T_3 = 900K$!

$V_1 = V_2$ $V_3 = V_4$

$p_2 V_2^{\frac{5}{3}} = p_3 V_3^{\frac{5}{3}}$

$p_1 V_1^{\frac{5}{3}} = p_4 V_4^{\frac{5}{3}}$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Бланк олимпиадной работы

3) $p_3 = 0,75\sqrt{2}p$ $V_3 = 2\sqrt{2}V$ $T_3 = 300K$

4) $V_4 = V_3 = 2\sqrt{2}V$

$$p_1 V_1^{\frac{5}{3}} = p V^{\frac{5}{3}} = p_4 V_4^{\frac{5}{3}} \Rightarrow p_4 = \frac{p V^{\frac{5}{3}}}{V_4^{\frac{5}{3}}} = \frac{p V^{\frac{5}{3}}}{(2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}} V^{\frac{5}{3}}} = \frac{p}{(2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}}} =$$

$$= \frac{p}{((\sqrt{2})^3)^{\frac{5}{3}}} = \frac{p}{2^5} = \frac{p}{32}$$

$$p_4 =$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{p_3 V_3}{p_4 V_4} = \frac{p_3}{p_4} = \frac{0,75\sqrt{2}p}{\frac{p}{32}} =$$

$$p_4 = \frac{p}{32} \quad V_4 = 2\sqrt{2}V \quad T_4 = \frac{75\sqrt{2}}{4} K$$

$$Q_{12} \quad Q_+ = Q_{12} = \Delta U_{12} + A'_{12}$$

$$A'_{12} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const} \\ \Delta U_{12} = \frac{f}{2} \Delta p V = \frac{f}{4} p V \Rightarrow Q_{12} = \frac{f}{4} p V$$

$$A'_{34} = 0$$

$$A'_{23} = -\Delta U_{23} = -\frac{f}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = -\frac{f}{2} (3pV - 1,5pV) =$$

$$A'_{41} = -\frac{f}{2} (p_1 V_1 - p_4 V_4) = -\frac{f}{2} (pV - \frac{\sqrt{2}}{16} pV) = \frac{16-\sqrt{2}}{32} f p V$$

$$A' = \frac{-8-\sqrt{2}}{32}$$

$$\eta = \frac{|A'|}{Q_+} = \frac{\frac{8+\sqrt{2}}{32}}{\frac{1}{4}} = \frac{8+\sqrt{2}}{8} \approx 1,18!$$

$$\text{Ответ: } \eta = \frac{8+\sqrt{2}}{8}$$