

Шифр

Ф-10-107

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по ФИЗИКЕ

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Ш Т Р А Й Х

Имя:

Р О Б Е Р Т

Отчество:

С Е Р Г Е Е В И Ч

Учащийся 10 класса школы № 60У г. Омска „Лицей №166“

(города/села, района)

(области)

Дата рождения 18.12.2002

Контактная информация – телефон(ы): +79831196811

E-mail: robert.omsk55@mail.ru

Пункт проведения этапа Ом ГТУ

Дата проведения этапа 24.02.2019

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ШТРАЙХ

1	2	3	4	5	6	Σ
4	4	10	5	0	-	23

Шифр Р-10-107

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

Задача 3

$$\begin{aligned} R_1 &= 6 \text{ кОм} \\ R_2 &= 3 \text{ кОм} \\ R_3 &= 2 \text{ кОм} \\ E &= 9 \text{ В} \\ U &= 6 \text{ В} \\ I &= 0,5 \text{ мА} \end{aligned}$$

1) Резисторы соединены последовательно:

$$R_{\text{св}} = R_1 + R_2 + R_3 = 11 \text{ кОм}$$

2) Все резисторы соединены параллельно:

$$R_{\text{св}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = 1 \text{ кОм}$$

3) Параллельное соединение резисторов:

$$1. \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R_{12} = 2 \text{ кОм} \Rightarrow R_{\text{св}} = R_{12} + R_3 = 4 \text{ кОм}$$

$$2. \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1,2 \text{ кОм} \Rightarrow R_{\text{св}} = R_{23} + R_1 = 7,2 \text{ кОм}$$

$$3. \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 1,5 \text{ кОм} \Rightarrow R_{\text{св}} = R_{13} + R_2 = 7,5 \text{ кОм}$$

Но при одном из этих исходов условия задачи (сила тока в цепи не равна 0,5 мА)

$$E = I_{\text{св}} \cdot R_{\text{св}}, \quad I_{\text{св}} \neq 0,5 \text{ мА}$$

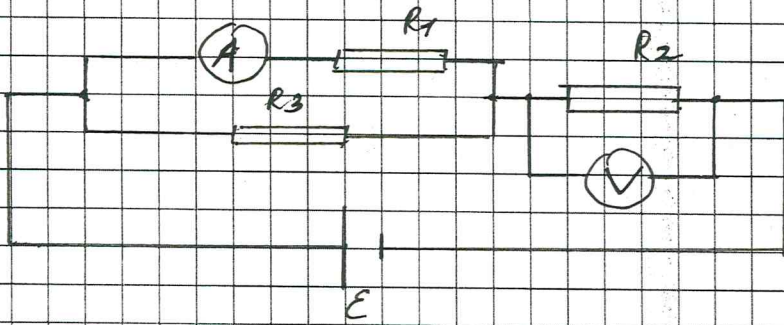
$\Rightarrow$ ~~Вольтметр подключен параллельно к резисторам~~

Вольтметр измеряет не общую силу тока, а её часть.

Напряжение на вольтметре не равно ЭДС источника $\Rightarrow$ он также измеряет часть напряжения.

Председатель жюри

При проверке условий нагруженной оказалась эта схема:



Проверка: Общее сопротивление: $I_{\text{об}} = \frac{U}{R_2} = 0,002 \text{ A}$
 Напряжение ~~всего тока~~ на участке 1-3:

$$U_{13} = R_{13} \cdot I_{\text{об}} = 3 \text{ В}$$

Сила тока на участке 1: $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_{13}}{R_1} = 0,0005 \text{ A} = \boxed{0,5 \text{ mA}}$

ЭДС цепи:

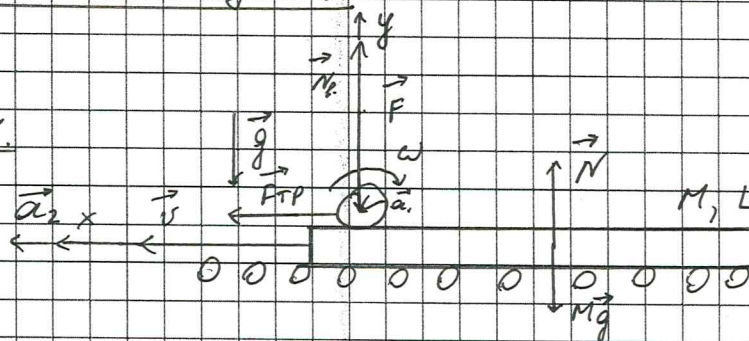
$$E = I_{\text{об}} \cdot R_{\text{об}} = I_{\text{об}} \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2 \right) = \boxed{9 \text{ В}}$$

Все условия соблюдены!

105.

Задача 4.

н-?
 M, F, ω
 R, G, μ



a_1 — ускорение вагона

a_2 — ускорение груза

1) Второй закон Ньютона для груза:

$$\vec{R} = M \vec{a}_2; \quad \vec{F} + \vec{N} + M \vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = M \vec{a}_2$$

x: $F_{\text{тр}} = M a_2$

y: $N - F - Mg = 0$

$$N = F + Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

⇒ x: $\mu(F + Mg) = M a_2$

$$a_2 = \frac{\mu(F + Mg)}{M}$$

2.

2) Ускорение валика! —

$$a_1 = \omega^2 \cdot R$$

Лин. Скорость валика! $v = \omega \cdot R$

3) Путь, который пройдет доска до достижения максимальной скорости:

Максимальная скорость доски — это скорость по прохождению всей её длины, так как именно валик задаст её скорость, и при отрывании от валика её скорость начнет уменьшаться:

$$v_{\text{начальная}} \text{ доски} = 0 \Rightarrow v_{\text{max}} = v = a_1 \cdot T$$

T — время ~~до~~ прохождения пути

$$L = \frac{v^2 - 0}{2a_1} = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{a_1 T^2}{2a_1} = \frac{a_1 T^2}{2}$$

$$T^2 = \frac{2L}{a_1} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2L \cdot M}{\mu(F + Mg)}}$$

4) Пусть C — длина окружности валика

$$\omega = 2\pi \nu \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} \text{ — частота оборотов}$$

$[\nu] = \text{об/сек} \Rightarrow n$ — число оборотов

$$n = \frac{\nu}{T} = \frac{\omega}{2\pi T}, \quad T \text{ — время}$$

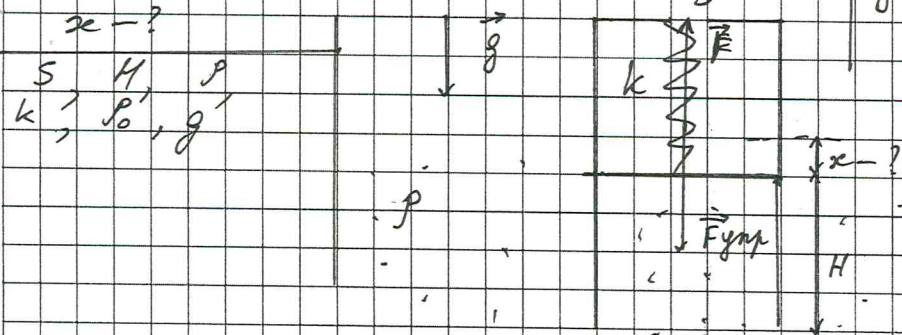
$$n = \nu T = \frac{\omega T}{2\pi}, \quad T \text{ — время всех оборотов, прохождение доски пути}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\omega}{2\pi} \sqrt{\frac{2L \cdot M}{\mu(F + Mg)}}$$

58.

Ответ: $n = \frac{\omega}{2\pi} \sqrt{\frac{2L \cdot M}{\mu(F + Mg)}}$

Задача 2



1) Уравнение Менделеева - Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{p}{p_0} \quad (\text{обратная зависимость})$$

$\Downarrow$

$$\frac{p_1 V_1}{p} = \frac{p_2 V_2}{p_0} \Rightarrow \frac{p_1 H \cdot S}{p} = \frac{p_2 (H+x) \cdot S}{p_0}$$

$$p_1 H p_0 = p_2 (H+x) p$$

2) Давление столба жидкости:

$$p_1 = \rho g H$$

2с.

3) Второй закон Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F} \quad \vec{F} + \vec{F}_{\text{упр}} = 0$$

$$y: F = F_{\text{упр}}$$

$$\frac{p_2}{S} = kx \Rightarrow p_2 = kx S$$

2с.

$$4) p_1 H p_0 = p_2 (H+x) p$$

$$\rho g H^2 p_0 = kx S (H+x) p \quad | : p$$

$$\rho g H^2 = kx S H + kx^2 S$$

$$\rho g H^2 = kx S H + kx^2 S$$

$$kx^2 S + kx S H - \rho g H^2 = 0$$

$$D = \pm \sqrt{k^2 S^2 H^2 - 4 k S (-\rho g H^2)} = 4 k S \rho g H^2 + k^2 S H^2 =$$

$$= k S H (4 \rho g H + k S) \quad k S H^2 (4 \rho g + k S)$$

$$x_{1,2} = \frac{-2ksH \pm \sqrt{ksH^2(4\rho g + ks)}}{2ks}$$

$$x_1 = \frac{H\sqrt{ks(4\rho g + ks)} - 2ksH}{2ks} =$$

$$= H\left(\frac{\sqrt{ks(4\rho g + ks)}}{2ks} - 1\right) = H\left(\sqrt{\frac{\rho g}{ks}} + \frac{1}{4} - 1\right)$$

$$= H\left(\sqrt{\frac{\rho g}{ks}} + \frac{1}{4} - 1\right)$$

$$x_2 = \frac{-2ksH - H\sqrt{ks(4\rho g + ks)}}{2ks} \Rightarrow$$

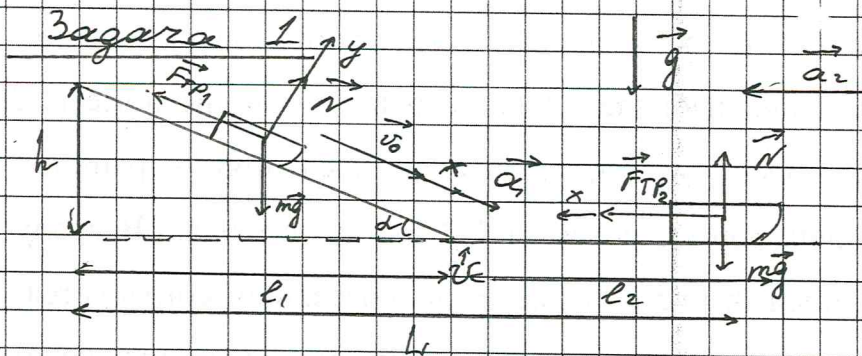
$$= -H\left(\sqrt{\frac{\rho g}{ks}} + \frac{1}{4} + 1\right)$$

Первый корень положительный, второй корень — отрицательный. По условию задачи выбираем первый корень.

Ответ:

$$x = H\left(\sqrt{\frac{\rho g}{ks}} + \frac{1}{4} - 1\right)$$

45.



1) II закон Ньютона где ~~длина~~^{санок} на горе:

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F_{TP1}} = m\vec{a_1};$$

$$x: mg \sin \alpha - F_{TP1} = ma_1;$$

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \mu N$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1;$$

$$mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = ma_1 \Rightarrow a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

2) II закон Ньютона где санок на плоскости:

$$\vec{N} + \vec{F_{TP2}} + \vec{mg} = m\vec{a_2}$$

$$x: F_{TP2} = ma_2 \Rightarrow \mu mg = ma_2$$

$$y: N = mg$$

$$a_2 = \mu g$$

3) Пусть S — расстояние, которое прошли санки по наклонной:

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_1}$$

v — скорость в нижней точке горки

4) Пусть l_2 — расстояние, которое санки прошли по горизонт. плоскости:

$$l_2 = \frac{0 - v^2}{-2a_2} = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{v^2}{2\mu g}$$

5) Расстояние x :

$$x = \frac{0 - v_0^2}{-2a_2} = \frac{v_0^2}{2a_2} = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

6) Полагая, что путь по горизонтальной плоскости равен половине L :

$$l_2 = \frac{L}{2}, \Rightarrow l_1 = \frac{L}{2} = l_2$$

$$7) \sin \alpha = \frac{h}{S} \Rightarrow S = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{l_1}{S} \Rightarrow S = \frac{l_1}{\cos \alpha}$$

$$8) \frac{v^2 - v_0^2}{2a_1} = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow v^2 \sin \alpha - v_0^2 \sin \alpha = 2ha_1$$

$$9) \frac{v^2 - v_0^2}{2a_1} = \frac{v^2}{2a_2 \cos \alpha} \Rightarrow v^2 \cdot a_2 \cos \alpha - v_0^2 \cdot a_2$$

$$\cos \alpha = v^2 a_1$$

$$v = \sqrt{\frac{v_0^2 a_2 \cos \alpha}{a_2 \cos \alpha - a_1}}$$

10)

$$\frac{v_0^2 a_2 \cos \alpha}{a_2 \cos \alpha - a_1} \sin \alpha - v_0^2 \sin \alpha = 2 h a_1$$

$$v_0^2 \sin \alpha \cdot \frac{a_2 \cos \alpha}{a_2 \cos \alpha - a_1} = 2 h a_1$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 h a_1 \cdot (a_2 \cos \alpha - a_1)}{a_2 \cos \alpha \sin \alpha}}$$

$$11) X = \frac{v_0^2}{2 \mu g} = \frac{2 h a_1 a_2 \cos \alpha - 2 h a_1^2}{2 \mu g a_2 \cos \alpha \sin \alpha} =$$

$$= \frac{2 h g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \mu g \cos \alpha - 2 h g^2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)^2}{2 \mu g^2 \cos \alpha \sin \alpha}$$

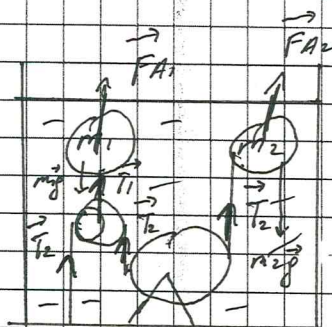
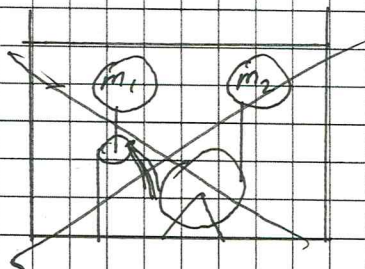
$$X = \frac{2 h (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \mu \cos \alpha}{\mu^2 g \cos \alpha \sin \alpha}$$

$$X = \frac{h (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \mu \cos \alpha - h g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)^2}{\mu^2 g \cos \alpha \sin \alpha}$$

(148)

Омечен:

Задача 5



1) Омечені з Кривими

$$y: FA_1 = m_1 g$$

$$y: FA_1 + T_1 = m_1 g$$

$$y: FA_2 + T_2 = m_2 g$$

$$\begin{cases} \mu m_1 g + T_1 = m_1 g \\ \mu m_2 g + T_2 = m_2 g \end{cases} \quad T_1 - T_2 = g(m_1 - m_2)$$