

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
 заключительного этапа

Ф-20

Шифр

1.	Предмет	Физика																		
2.	Вариант	2																		
3.	Класс	10																		
4.	Фамилия	К	У	Р	О	Ч	К	И	Н											
	Имя	Г	Р	И	Г	О	Р	И	Й											
	Отчество	К	О	Н	С	Т	А	Н	Т	И	Н	О	В	И	Ч					
5.	Дата рождения	0	7			0	7			2	0	0	6							
		Число				Месяц				Год										
6.	Страна	Российская Федерация																		
7.	Регион (пр: Томская обл., Калининградская область)	Новосибирская область																		
8.	Вид муниципального образования (пр: пгт, деревня, село, город)	город																		
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Новосибирск																		
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	МАОУ ОЦ "Горностаи"																		

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 _____



Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
82	30.05	Ивашев С.С.	<i>[Signature]</i>

Задача 1

Пусть ускорение башмака a , скорость за $0,8$ с до остановки

V . (ускорение противоположно скорости башмака).

Поскольку за $0,8$ с до остановки скорость башмака V , а после остановки 0 , то ср. значение скорости за эти $0,8$ с равно $\frac{V}{2}$, т.к. движение равнозамедленное. То есть

$$\frac{V}{2} \cdot t = \frac{1}{16} \frac{V_0 t_0}{2} \quad t=0,8 \text{ из уга } V_0, t_0 - \text{нач. скорость и время остановки соотв.}$$

То есть $V = a \cdot t, V_0 = a \cdot t_0 \quad (\Delta V = a \cdot t)$

$$\frac{a \cdot t \cdot t}{2} = \frac{1}{16} \frac{a \cdot t_0 \cdot t_0}{2}$$

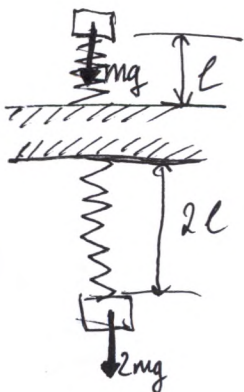
$$t^2 = \frac{1}{16} t_0^2$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{1}{16}} \cdot t = 4 \cdot 0,8 \text{ с} = 3,2 \text{ с}$$

нб.

Отв: полное время торможения равно $3,2$ секунды

Задача 2



Запишем ср-я равенства суммарной силы на концы пружины нулю: (справа в статике)

$$\begin{aligned} mg - k \Delta l_1 &= 0 & | & \quad mg = k \Delta l_1 & | & \quad mg = k(l - l_0) \\ 2mg - k \Delta l_2 &= 0 & | & \quad 2mg = k \Delta l_2 & | & \quad 2mg = k(2l - l_0) \end{aligned}$$

Продолжение задачи 2

$$l_0 - l = (\sqrt{2})(2l - l_0)$$

$$2l_0 - 2l = 2l - l_0$$

$$3l_0 = 4l$$

$$l_0 = \frac{4}{3}l$$

$$mg = k(l_0 - l)$$

$$k = \frac{mg}{\frac{4}{3}l - l} = \frac{mg}{\frac{1}{3}l} = \frac{3mg}{l}$$

Отв: $l_0 = \frac{4}{3}l, k = \frac{3mg}{l}$

Задача 3

Рассчитаем, какое падение напряжения было бы на 4х резисторах, если не было бы вольтметра. Пошлему

4 из 12 одинаковых резисторов - это равно треть, то и падение напряжения на них равнялось бы трети всего напряжения, то есть $\frac{16V}{3} = 5\frac{1}{3}V$ (пошлему ток для всех рез. одинаковый, а их сопр. равны).

Пошлему падение напр. на рез. пропорционально току, через них протекающему, то если при подключении вольтметра напр. падает с $5\frac{1}{3}V$ до $4V$, то и ток падает с ~~то~~

$$I_0 \text{ до } \frac{4}{5\frac{1}{3}} I_0 = \frac{4}{\frac{16}{3}} I_0 \cdot \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} I_0.$$

Это значит, что через вольтметр течет $\frac{3}{4} I_0$. Пошлему ток разделяется на параллельных ветках в отношении, обратном отношению их сопротивлений (пошлему падение напряжения на параллельных ветках равно), т.е.

сопротивление вольтметра в 3 раза больше, чем сопротивление 4х резисторов, то есть эквив. сопр. 12 рез, т.е. всей схемы.

Продолжение задачи 3

Значит, при подытоживании и одному рез. на нем напр. упадет до $\frac{12}{13}$ начального знач., т.е. $\frac{12}{13} \cdot \frac{16В}{12} = \frac{16В}{13} = 1\frac{3}{13}В$

$$U_1 = 1\frac{3}{13}В$$

Аналогично для 9 рез. напр. упадет до $\frac{3}{7} = \frac{3}{\frac{3}{4}+1} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{4}} = \frac{3}{7}$, т.е.

$$\frac{3}{7} \cdot \frac{16В}{9} = \frac{3}{7} \cdot \frac{16В \cdot 9}{12} = \frac{4 \cdot 9}{7} В = \frac{36}{7} В = 5\frac{1}{7}В$$

$$U_2 = 5\frac{1}{7}В$$

Отв: $U_1 = 1\frac{3}{13}В$

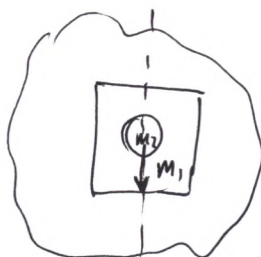
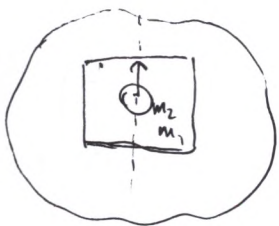
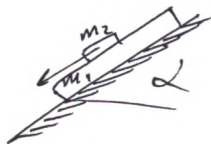
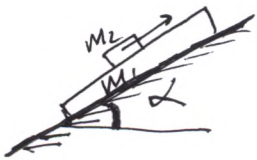
$U_2 = 5\frac{1}{7}В$

35

Задача 4

Поэтому рассмотрим случай, когда напр. движения шайбы не напр. проекции силы тяжести на плоскость будет уша, под которым они распадаются, а его будет или нет, буду рассматривать случаи, когда шайба движется либо сонаправленно проекции силы тяжести на наклонную плоскость, либо противоположно:

эти случаи



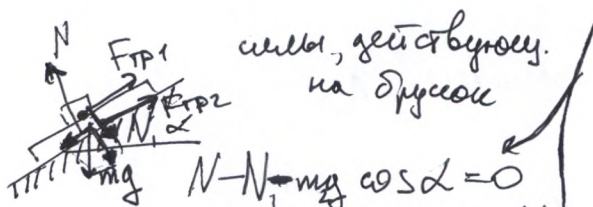
будут рассмотрены

этот случай



3 страница рассмотрен не будет

Решим оба случая, записав и решив необход. ур-я по условию:



силы, действующие на блок

$$N - N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha + N_1$$

$$mg \sin \alpha - F_{TP1} + F_{TP2} = 0$$

Сила трения об поверхность будет направ. в обратную сторону от направления движения блока

$$|F_{TP2}|_{\min} = |mg \sin \alpha - F_{TP1}|$$

Чтобы найти допустимое значение.

$\mu_{2 \min}$, $F_{TP2 \min} = \mu_{2 \min} N$, т.е. $F_{TP2 \min}$ должно быть равно трению скольжения.

$$\mu_{2 \min} N = |mg \sin \alpha - F_{TP1}|$$

Заметим, что для нахождения мин. значения μ_2 не важно направление силы $F_{TP2 \min}$, т.е. оба случая можно объединить, записав ур-е

$$\mu_{2 \min} N = mg \sin \alpha \pm F_{TP1}. \text{ Найдем } F_{TP1}. F_{TP1} = \mu_1 N_1, \text{ т.к. всегда скользит. } N_1 = m_1 g \cos \alpha \text{ (масса скользит по наклонности).}$$

$$F_{TP1} = \mu_1 m_1 g \cos \alpha.$$

Запишем и решим искомое ур-е:

$$\mu_{2 \min} (m_2 g \cos \alpha + m_1 g \cos \alpha) = mg \sin \alpha \pm \mu_1 m_1 g \cos \alpha$$

$$\mu_{2 \min} = \frac{m_2 g \sin \alpha \pm \mu_1 m_1 g \cos \alpha}{(m_1 + m_2) g \cos \alpha} = \frac{m_2 \sin \alpha \pm \mu_1 m_1 \cos \alpha}{(m_1 + m_2) \cos \alpha} =$$

$$= \frac{m_2 \tan \alpha \pm \mu_1 m_1}{m_1 + m_2}. \text{ Теперь запишем значения } \mu_2 \text{ по случаям:}$$

(случай неподвижен)



силы, действующие на блок

$$N - N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha + N_1$$

$$mg \sin \alpha + F_{TP1} = F_{TP2}$$

$$F_{TP2 \min} = mg \sin \alpha + F_{TP1}$$

(очевидно, что при всех допустимых значениях μ_2 блок не соскользнет в направлении вниз)

шайба скользит
вверх

$$\mu_{2 \min} = \frac{m_2 \operatorname{tg} \alpha - \mu_1 m_1}{m_1 + m_2}$$

$$\mu_2 \geq \mu_{2 \min}$$

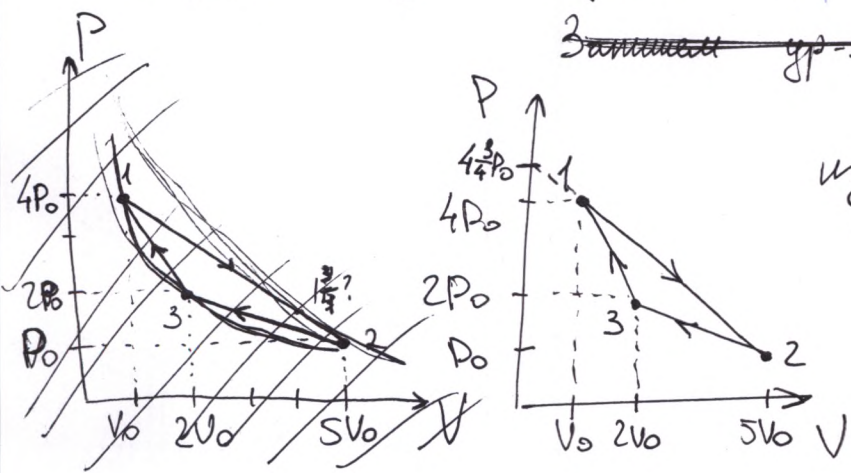
$$\mu_2 \geq \frac{m_2 \operatorname{tg} \alpha - \mu_1 m_1}{m_1 + m_2}$$

Отв: если шайба скользит вверх, то $\mu_2 \geq \frac{m_2 \operatorname{tg} \alpha - \mu_1 m_1}{m_1 + m_2}$;

если шайба скользит вниз, то $\mu_2 \geq \frac{m_2 \operatorname{tg} \alpha + \mu_1 m_1}{m_1 + m_2} + 205$.

Задача 5

Изобразим данный цикл: X



~~Затем ур-я соед. для всех точек~~

мин. температура в точках
изм. х-тера цикла - это темп.
в точках 1 и 3. (соединено
ур-ю соед. изг. газа)

$$T_{\min} = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{4 P_0 V_0}{\nu R}$$

а поскольку потеряла высоту и началу координ., то
на участке 3-1 нет темп. миним. т.е. мин. темп.
равна $\frac{4 P_0 V_0}{\nu R}$, где ν - кол-во молей газа, R - уз. постоянная.

Для нахождения макс. температуры рассмотрим участок 1-2.
поскольку $T_{\max} = \frac{\max(PV)_{1-2}}{\nu R}$, то необх. найти макс. значение

$P \cdot V$ на участке 1-2. Для этого запишем ур-е зависи-
мости $P(V)$ для этого участка. $\frac{\Delta P}{\Delta V} = -\frac{3}{4}$. То есть к оси $V=0$
прямая придет к $P = \frac{3}{4} P_0$. То есть искомая зависимость имеет вид

продолжение задачи 5

$$P(V)_{12} = P_0 \cdot 4 \frac{3}{4} - P_0 \left(\frac{3}{4} \frac{V}{V_0} \right) = P_0 \left(4 \frac{3}{4} - \frac{3V}{4V_0} \right). \text{ тогда}$$

$$P(V)_{12} = P_0 \left(4 \frac{3}{4} V - \frac{3V^2}{4V_0} \right). \text{ Т.к. } P_0 \text{ - константа, необход. найти}$$

максимум от $\left(4 \frac{3}{4} V - \frac{3V^2}{4V_0} \right)$, то есть производная этого
выражения должна быть равна нулю:

$$\left(4 \frac{3}{4} V - \frac{3V^2}{4V_0} \right)' = 0$$

$$4 \frac{3}{4} - \frac{2 \cdot 3 \cdot V}{4V_0} = 0$$

$$\frac{3V}{2V_0} = \frac{19}{4}$$

$$V_1 = \frac{19 \cdot 2}{4 \cdot 3} V_0 = \frac{19}{6} V_0 = 3 \frac{1}{6} V_0, \text{ Т.е. макс. темп. достигается в}$$

$$\text{точке } V_1; P(V_1)_{12} \text{ тогда } T_{\max} = \frac{3 \frac{1}{6} V_0 \cdot P_0 \left(4 \frac{3}{4} - \frac{3 \cdot 3 \frac{1}{6} V_0}{4 V_0} \right)}{=}$$

$$= \frac{P_0 V_0 \frac{19}{6} \left(\frac{19}{4} - \frac{\frac{19}{2}}{4} \right)}{\frac{19}{6}} = \frac{P_0 V_0 \frac{19}{6} \left(\frac{19}{8} \right)}{\frac{19}{6}} = \frac{361}{48} \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

Теперь найдем работу газа за цикл или сумму работ газа

$$\text{за участки: } A' = A'_{12} + A'_{23} + A'_{31} = \overline{P}_{12} \Delta V_{12} + \overline{P}_{23} \Delta V_{23} + \overline{P}_{31} \Delta V_{31} =$$

$$= 2,5 P_0 \cdot 4 V_0 - 1,5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 V_0 = P_0 V_0 (10 - 4,5 - 3) = 2,5 P_0 V_0$$

$$\text{Отв: } T_{\min} = \frac{4 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_{\max} = \frac{361 P_0 V_0}{48 \cdot \nu R}$$

$$A' = 2,5 P_0 V_0$$