

Шифр: С-03

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по Физике

2018/2019

Ленинградская область

Район Кингисеппский

Школа МБОУ "КСОШ №3"

Класс 11 А

ФИО Разанов Роман Андреевич

№1) Для того, чтобы автомобиль не буксовал, сила, с которой двигатель приводит автомобиль должна быть ^{равна} либо меньше или равной силе трения ($F_{тр}$).
 А так мы знаем ~~какое~~ ^{максимальное} время прохождения, то будем считать, что автомобиль разогнается и тормозит с максимальными ускорениями (при этом $F_{двиг} = F_{тр \max}$). **Вотх 1702 1305**

1	2	3	4	5	Σ
4	2	5	0	0	11

1305

но 2 3-ью $m a_{\max} = F_{тр \max}$

$m a_{\max} = \mu \cdot N$, а так движение происходит по горизонтальной плоскости, то $N = mg$

$m a_{\max} = mg \cdot \mu$

$a_{\max} = \mu g$

на 1 участке $a_{\max 1} = \mu g$

на 2 участке $a_{\max 2} = 2\mu g = 2 a_{\max 1}$

Значит, что минимальное время прохождения участка будет если автомобиль сначала разогнается с максимально возможными ускорениями, а потом тормозит с максимально возможными ускорениями.

пусть t_1 - время разгона на 1 участке, $t_1 \geq \sqrt{\frac{L}{a_{\max 1}}}$; $t_1 \leq \sqrt{\frac{2L}{a_{\max 1}}}$

t_2 - время торможения на 1 участке, $t_2 \geq 0$; $t_2 \leq t_1$

t_3 - время торможения на 2 участке, $t_3 \geq 0$

За t_1 автомобиль проедет $S_1 = \frac{a_{\max 1} t_1^2}{2}$ (м)

За t_2 - $S_2 = v_{t_2} \cdot \frac{a_{\max 1} t_2^2}{2} = L - S_1$
 $v_1 = a_{\max 1} t_1$

$a_{\max 1} t_1 \cdot t_2 - \frac{a_{\max 1} t_2^2}{2} = L - \frac{a_{\max 1} t_1^2}{2} \quad | : \frac{a_{\max 1}}{2}$

$2 t_1 t_2 - t_2^2 = \frac{2L}{a_{\max 1}} - \frac{t_1^2}{2}$

$t_1^2 + 2 t_1 t_2 - t_2^2 = \frac{2L}{a_{\max 1}}$

$t_1^2 - t_2^2 + 2 t_1 t_2 = \frac{2L}{a_{\max 1}}$

$t_2^2 - 2 t_1 t_2 + \frac{2L}{a_{\max 1}} - t_1^2 = 0$

$D = 4 t_1^2 - \frac{8L}{a_{\max 1}} + 4 t_1^2 = 8 t_1^2 - \frac{8L}{a_{\max 1}}$

$t_2 = \frac{2 t_1 + \sqrt{8 t_1^2 - \frac{8L}{a_{\max 1}}}}{2} = t_1 + \sqrt{2 t_1^2 - \frac{2L}{a_{\max 1}}}$

$t_2 = \frac{2 t_1 + \sqrt{8 t_1^2 - \frac{8L}{a_{\max 1}}}}{2}$

$t_1 + \sqrt{2 t_1^2 - \frac{2L}{a_{\max 1}}}$ - не берем, так как $t_2 \leq t_1$
 так как $t_2 \leq t_1$
 то при $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_{\max 1}}}$ $t_2 = 0$
 т.е. $t_2 = t_1 + \sqrt{2 t_1^2 - \frac{2L}{a_{\max 1}}}$ не берем.

так как $t_1 \geq \sqrt{\frac{L}{a_{\max 1}}}$, то $t_2 = 2 \sqrt{\frac{L}{a_{\max 1}}} - t_1$
 так как $t_2 \geq 0$, то $t_1 \leq 2 \sqrt{\frac{L}{a_{\max 1}}}$
 так как $t_2 = t_1 + \sqrt{2 t_1^2 - \frac{2L}{a_{\max 1}}}$

$$v_2 = v_1 + a_{max} t_2 = v_1 + a_{max} t_2 = \dots$$

если $t_2 = 0$, то
 ~~$t_2 = 0$~~

$$v_0 = a_{max} t_1 - a_{max} t_1 + a_{max} \sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max}}}$$

$$\text{поэтому } t_3 = \frac{v_0}{a_{max2}} = \frac{a_{max1} \sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}}{2a_{max2}} = \frac{\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}}{2}$$

$$t_{общ} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$t_{общ} = t_1 + t_1 - \sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}} + \frac{\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}}{2}$$

$$t_{общ} = 2t_1 - \frac{\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}}{2}$$

Найдём экстремум $t_{общ}$ по t_1 :

~~$t_{общ} = 2t_1 - \dots$~~

$$t_{общ}' = 2 - \frac{4t_1}{2\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}} = 2 - \frac{t_1}{\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}}} = 0$$

$$t_1 = 2\sqrt{2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}}} \quad |^2$$

$$t_1^2 = 4(2t_1^2 - \frac{2L}{a_{max1}})$$

$$t_1^2 = 8t_1^2 - \frac{8L}{a_{max1}}$$

$$7t_1^2 = \frac{8L}{a_{max1}}$$

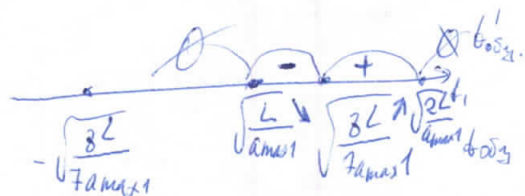
$$t_1 = \sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}}$$



Итак $t_{общ}$ ~~будем~~ ^{будет} достигнута при $t_1 = \sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}}$, а значение

~~будет~~ ^{будет} равно t_1 ~~мин~~.

$$t_{общ} = \sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}}$$



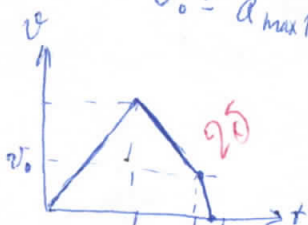
Нам нужно $t_{общ}$ ~~будем~~ ^{будет} равно $t_1 = \sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}}$

$$\text{поэтому } t_{общ} = t_u = 2\sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}} - \frac{\sqrt{2 \cdot \frac{8L}{7a_{max1}} - \frac{2L}{a_{max1}}}}{2} = 2\sqrt{\frac{8L}{7a_{max1}}} - \frac{\sqrt{gL}}{2}$$

$$= \frac{4\sqrt{8L} - \sqrt{gL}}{\sqrt{7a_{max1}}}, \quad a_{max1} = \mu g$$

$$t_u = \frac{4\sqrt{8L} - \sqrt{gL}}{\sqrt{7\mu g}}$$

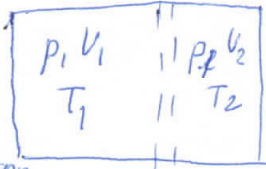
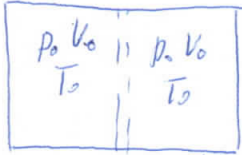
$$v_0 = a_{max1} \sqrt{2 \cdot \frac{8L}{7a_{max1}} - \frac{2L}{a_{max1}}} = \sqrt{\frac{gL\mu g}{7}} = \frac{\sqrt{gL\mu g}}{\sqrt{7}} = \sqrt{\frac{9L\mu g}{7}}$$



$$\text{Ответ: } t_u = \frac{4\sqrt{8L} - \sqrt{gL}}{\sqrt{7\mu g}}; \quad v_0 = \sqrt{\frac{9L\mu g}{7}}$$

Handwritten signature

№3)



Дано: $\Delta T < T_1$

$\Delta T < T_1$

$\nu = \nu_1 = \nu_2 = 1 \text{ моль}$

найти $\Delta T_2 - ?$

$Q - ?$

мо мезы-кучон.

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$V_0 = \frac{\nu R T_0}{p_0}$

$p_1 V_1 = \nu R T_1; p_2 V_2 = \nu R T_2$

$V_1 + V_2 = 2V_0$

$V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1}$

$V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_1}$

$V_1 + V_2 = \frac{\nu R T_1 + \nu R T_2}{p_1} = \frac{\nu R (T_2 + T_1)}{p_1}$

$2V_0 = \frac{\nu R (T_2 + T_1)}{p_1}$

$2 \frac{\nu R T_0}{p_0} = \frac{\nu R (T_2 + T_1)}{p_1}$

$2 \frac{T_0}{p_0} = \frac{T_2 + T_1}{p_1}$

$2 \frac{T_0}{p_0} = \frac{T_0 + \Delta T_2 + T_0 + \Delta T_1}{p_1}$

$2 \frac{T_0}{p_0} = \frac{2T_0 + \Delta T_2 + \Delta T_1}{p_1}$

$p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}; p_1 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$

~~$p_0 V_0 = \nu R T_0; p_1 V_1 = \nu R T_1$~~

~~$p_1 V_2 = \nu R T_2$~~

~~$V_0 = \frac{\nu R T_0}{p_0}$~~

~~$V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1}$~~

~~$V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_1}$~~

~~$\frac{\nu R T_1}{p_1} - \frac{\nu R T_0}{p_0} = \frac{\nu R T_0}{p_0} - \frac{\nu R T_1}{p_1}$~~

~~$\frac{T_1}{p_1} - \frac{T_0}{p_0} = \frac{T_0}{p_0} - \frac{T_1}{p_1}$~~

$Q = \Delta U + A$

~~$Q = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2$~~

бо им узгвал $\Delta U_2 = |A|$

$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 = |A|$

$Q = \Delta U_1 + A$

$Q = \Delta U_1 + \Delta U_2$

$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu R (\Delta T_1 + \Delta T_2)$

Handwritten signature or mark

№2) в 1 случае в параллельном движении
на расстоянии g действующая сила

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$a = \frac{GM}{r^2} = \frac{G \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3}{r^2} \quad (\text{и-сторона куба}) \quad \left(r_1 = \frac{a\sqrt{3}}{2} \right)$$

в центре, где $r_1 \leq \frac{h}{2}$ и далее по мере приближения к центру

$$a_{\text{в}} = G \cdot \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho}{r^2} = G \cdot \frac{4}{3} \pi r \cdot \rho, \text{ а}$$

значит по мере приближения к центру ускорение ослабевает

во 2 случае

по мере удаления сила притяжения ослабевает

$$F = G \frac{Mm}{R^2}, \quad a = \frac{GM}{R^2}$$

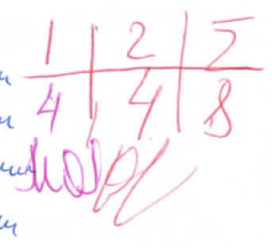
29

металлик С-03
 9 пружины крезультке крепятся и попережно погвешивают на крй
 катку с гайками (мнгоу катков погвешиваемым штифам без
 пруж с резултке штифа штифами кезпружину герорлангу) (2)
 при погвешивании крепки без гаек $h = 2 \pm 1$ мм

- 1 гайка: $h = 11 \pm 1$ мм
 2 гайки: $h = 17 \pm 1$ мм
 3 гайки: $h = 24 \pm 1$ мм
 4 гайки: $h = 29 \pm 1$ мм
 5 гаек: $h = 34 \pm 1$ мм
 6 гаек: $h = 38 \pm 1$ мм
 7 гаек: $h = 43 \pm 1$ мм
 8 гаек: $h = 47 \pm 1$ мм
 9 гаек: $h = 52 \pm 1$ мм
 10 гаек: $h = 55 \pm 1$ мм

- 20мм: 0: $h = 2 \pm 1$ мм
 1 гайка: $h = 11 \pm 1$ мм
 2 гайки: $h = 18 \pm 1$ мм
 3 гайки: $h = 23 \pm 1$ мм
 4 гайки: $h = 29 \pm 1$ мм
 5 гаек: $h = 33 \pm 1$ мм
 6 гаек: $h = 38 \pm 1$ мм
 7 гаек: $h = 42 \pm 1$ мм
 8 гаек: $h = 47 \pm 1$ мм
 9 гаек: $h = 51 \pm 1$ мм
 10 гаек: $h = 56 \pm 1$ мм

погрешности
 измерений
 штифкой: 1 мм



- сп. значение: 0: $h = 2$ мм
 1: $h = 11$ мм
 2: $h = 17,5$ мм
 3: $h = 23,5$ мм
 4: $h = 29$ мм
 5: $h = 33,5$ мм
 6: $h = 38$ мм
 7: $h = 42,5$ мм
 8: $h = 47$ мм
 9: $h = 51,5$ мм
 10: $h = 55,5$ мм

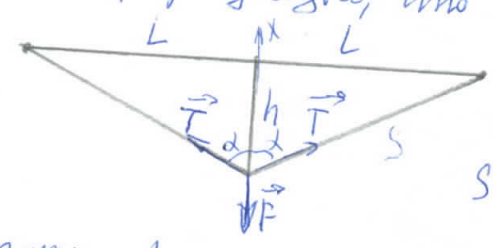
Найдем значение F при каждом
 из количества гаек:

- $F = (m_{exp} + m_r \cdot h) g$ ($h = \text{кол-во гаек}$)
 0 гаек: $F = 19,6 \mu\text{N}$
 1 гайка: $F = 117,6 \pm 4,9 \mu\text{N}$
 2 гайки: $F = 215,6 \pm 9,8 \mu\text{N}$
 3 гайки: $F = 313,6 \pm 14,7 \mu\text{N}$
 4 гайки: $F = 411,6 \pm 19,6 \mu\text{N}$
 5 гаек: $F = 509,6 \pm 24,5 \mu\text{N}$
 6 гаек: $F = 607,6 \pm 29,4 \mu\text{N}$
 7 гаек: $F = 705,6 \pm 34,3 \mu\text{N}$
 8 гаек: $F = 803,6 \pm 39,2 \mu\text{N}$
 9 гаек: $F = 901,6 \pm 44,1 \mu\text{N}$
 10 гаек: $F = 999,6 \pm 49 \mu\text{N}$

$m_r = (19,0 \pm 0,5) \text{r}$
 $m_{exp} = 2 \text{r}$

$F, \mu\text{N}$	$F_{теор}$	19,6	117,6	215,6	313,6	411,6	509,6	607,6	705,6	803,6	901,6	999,6
$h, \text{мм}$	$h, \text{шт}$	2	11	17,5	23,5	29	33,5	38	42,5	47	51,5	55,5

График зависимости $h(F)$ строится
 по справке выше, что $h(F)$ возрастает, при этом $\frac{dh}{dF}$ уменьшается.



мк. пока погвешиваем на резинке пружина замирает
 но по I-му закону по ОХ: $-F + 2T \cos \alpha = 0$
 $F = 2T \cos \alpha$

$S = \sqrt{L^2 + h^2}$

$k = ?$
 $T_0 = ?$

измерим $L = 150$ мм

$F = 2T \cos \alpha$
 $F = 2 \cdot 2 \text{кН} \cdot \frac{4 \text{кН}}{5} = 4 \text{кН} \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta h} = \frac{999,6}{55,5 - 2} = 18,1$

Задача 11.2.

Измерим напряжение на батарее (U₀) U₀ = 1,64 В

Узнаем емкость первого элемента зарядки (U_г = 0) и эталонный конденсатор ток не зарядки (U_к = 0).

Последовательно подсоединим ~~с~~ первый элемент и эталонный конденсатор к батарее.

тогда оба эти элемента зарядятся в отношении $\frac{U_g}{U_k} = \frac{C_k}{C_g}$.

С помощью вольтметра измерю напряжение на концах обоих элементов, 10 мВ:
U_к = 0,96 В ; U_г = 0,49 В.

$$\frac{C_k \cdot U_g}{C_g \cdot U_k} = 1 \Rightarrow C_g = \frac{C_k \cdot U_k}{U_g} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,96}{0,49} = 1,959 \text{ (мФ)}$$

Разрядим оба элемента; правому нав торный ответ.

20 мВ:
U_к = ~~0,96~~ 1,02 ; U_г = 0,52 В

$$\frac{C_g \cdot U_k}{C_k \cdot U_g} = 1 \Rightarrow C_g = \frac{C_k \cdot U_k}{U_g} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1,02}{0,52} = 1,962 \text{ (мФ)}$$

$$\frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

$$\frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_3 = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 + C_1}$$

$C_{0.5} = 2 \cdot C_3$

$$C_{0.5} = \frac{2 \cdot C_1 \cdot C_2}{C_2 + C_1}$$

$$\frac{C_2 \cdot C_1}{C_2 + C_1} = 0,98 \text{ мФ}$$

$$C_2 \cdot C_1 = (C_2 + C_1) \cdot 0,98$$

C-03

