

Шифр: С-12

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

2018/2019

Ленинградская область

Район Гатчинский

Школа ГБОУ «Первая академическая гимназия
г. Гатчины»

Класс 11

ФИО Журавлев Денис

Витальевич

N3

до нагрева

после нагрева

1	2	3	4	5	Σ
70	10	0	0	17	

V_0	V_0
P_0	P_0
T_0	T_0

$V_0 + \Delta V$	$V_0 - \Delta V$
$P_0 + \Delta P$	$P_0 + \Delta P$
$T_0 + \Delta T_1$	$T_0 + \Delta T_2$

Теплота, полученная от нагревателя пошла на увеличение ~~энергии~~ ^{внутр. энергии} левостого газа и работ

$Q = \Delta U_1 + A$; а работа увеличала внутреннюю энергию правой газа $A = \Delta U_2 \Rightarrow Q = \Delta U_1 + \Delta U_2$
 работа прямо работы

$A = \int p dV \approx P_0 \Delta V$, т.к. давление изменяется на малую величину

$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 = P_0 \Delta V$; $\Delta T_2 = \frac{2 P_0 \Delta V}{3 \nu R}$

Ур-ия Менг-кл. после нагрева

$$\begin{cases} (P_0 + \Delta P)(V_0 + \Delta V) = \nu R(\Delta T_1 + T_0) \\ (P_0 + \Delta P)(V_0 - \Delta V) = \nu R(\Delta T_2 + T_0) \end{cases}$$

(числа $\Delta P \Delta V$ ~~не~~ можно пренебречь, т.к. он очень мал)

$$\begin{cases} \Delta P V_0 + P_0 \Delta V = \nu R \Delta T_1 \\ \Delta P V_0 - P_0 \Delta V = \frac{2 P_0 \Delta V}{3} \end{cases} \Rightarrow P_0 \Delta V \approx \frac{5 P_0 \Delta V}{3}$$

$\frac{5 P_0 \Delta V}{3} + P_0 \Delta V = \nu R \Delta T_1$

$P_0 \Delta V = \frac{3}{8} \nu R \Delta T_1$; $\Rightarrow \Delta T_2 = \frac{2 \cdot 3 P_0 \Delta V}{3 \cdot 8 \cdot \nu R} = \frac{1}{4} \Delta T_1$

$Q = \Delta U_1 + \Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R \left(\Delta T_1 + \frac{1}{4} \Delta T_1 \right) = \frac{15}{8} \nu R \Delta T_1$

Ответ: $\Delta T_2 = \frac{1}{4} \Delta T_1$; $Q = \frac{15}{8} \nu R \Delta T_1$

автомобиль

Пусть t_1 ~~отъезжает~~ ~~время~~ время, через которое перестанет ускоряться и начнет тормозить. t_2 - время ^{между t_1 и} пересечения границы
 t_3 - время ^{между пересечением границы и} остановки

Тогда $t_{объез} = t_1 + t_2 + t_3$. Так как автомобиль ограничен ~~лишь~~ ^{лишь} силой трения, то его максимальное ускорение a на 1-ом участке дороги $a_1 = \mu g$, а на втором $a_2 = 2\mu g$

1) Рассмотрим частной случай, когда $t_1 = t_2$; $t_3 = 0$

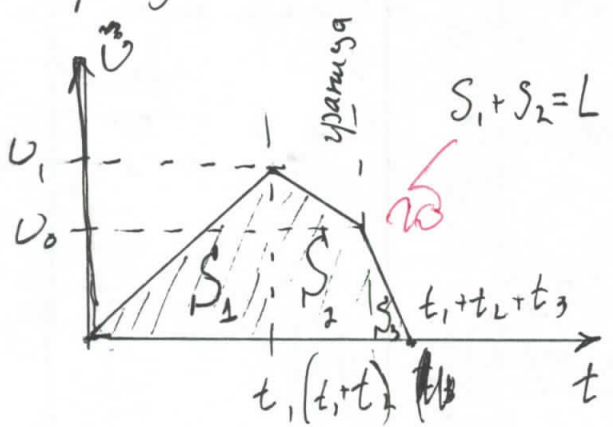
тогда $\frac{L}{2} = \frac{\mu g t_1^2}{2}$; $t_1 = \sqrt{\frac{L}{\mu g}}$; $t_{объез} = 2\sqrt{\frac{L}{\mu g}}$

2) 2-ой частный случай, когда автомобиль начинает тормозить на границе

$L = \frac{\mu g t_1^2}{2}$; $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}$; $t_2 = 0$; $t_3 = \frac{v_0}{2\mu g} = \frac{\mu g \cdot \sqrt{\frac{2L}{\mu g}}}{2\mu g} = \sqrt{\frac{L}{2\mu g}}$

$t_{объез} = \sqrt{\frac{9L}{2\mu g}}$

Пусть автомобиль тормозит до границы, но все равно ее ~~перезжает~~ ^{перезжает}



$S_1 + S_2 = L$

$S_1 = \frac{\mu g t_1^2}{2}$ $v_1 = \mu g t_1$

$S_2 = L - S_1 = L - \frac{\mu g t_1^2}{2}$

$S_2 = v_1 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2}$

$\frac{\mu g t_1^2}{2} - \mu g t_1 t_2 + L - \frac{\mu g t_1^2}{2} = 0$

$\mu g t_1^2 - 2\mu g t_1 t_2 + 2L - \mu g t_1^2 = 0$

$D = 8\mu^2 g^2 t_1^2 - 8\mu g L$; $t_2 \geq \sqrt{\frac{L}{\mu g}}$

$t_2 = \frac{\mu g t_1 - \sqrt{2\mu^2 g^2 t_1^2 - 2\mu g L}}{\mu g}$

(при $t_2 = \frac{\mu g t_1 + \sqrt{2\mu^2 g^2 t_1^2 - 2\mu g L}}{\mu g}$)

$t_2 > t_1 \Rightarrow$ автомобиль остановится и поедет назад до границы)

$v_0 = v_1 - \mu g t_2 = \sqrt{2\mu^2 g^2 t_1^2 - \mu g L}$

N1 (продолжение)

$$t_3 = \frac{v_0}{a_3} = \frac{\sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2L}}{2\mu g}$$

$$t_{\text{общ}} = t_1 + \frac{\mu g t_1 - \sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2\mu g L}}{\mu g} + \frac{\sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2L}}{2\mu g} =$$

$$= 2t_1 - \frac{\sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2\mu g L}}{2\mu g}$$

$$t_{\text{общ}} = 2 - \frac{2\mu g^2 t_1}{2\mu g \sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2\mu g L}} = 0 \quad 15$$

$$2\sqrt{2\mu g^2 t_1^2 - 2\mu g L} = t_1 \cdot \mu g$$

$$8\mu^2 g^2 t_1^2 - 8\mu g L = t_1^2 \mu^2 g^2$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{8L}{7\mu g}}$$

↓ точка мин.
→ t

$$\sqrt{\frac{8L}{7\mu g}}$$

$$t_{\text{общ}}(t_1) = 3,5 \sqrt{\frac{2L}{7\mu g}} = \sqrt{\frac{7L}{2\mu g}} \quad 15; \quad v_0 = \sqrt{\frac{2}{7} \mu g L} \quad 15$$

Ответ: наименьшее $t = \sqrt{\frac{27L}{2\mu g}}$; $v_0 = \sqrt{\frac{2}{7} \mu g L}$

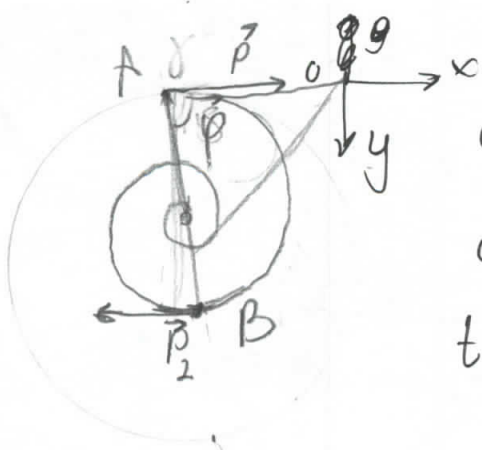
N5.

Т.к. сила Лор. будет влиять только на направление скорости

$$|\vec{v}| \cdot \alpha = -F_{\text{лор}} \Rightarrow \frac{2 \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{v}_0|}{\rho_0} = -a \quad -\frac{2v_0}{\rho_0} v = \dot{v} \quad \text{ошибка}$$

Тогда $v(t) = v_0 e^{-\frac{2v_0 t}{\rho_0}} \Rightarrow$ частица никогда не остановится и путь будет бесконечным, а перемещение,

$\omega_3 = 34$ г/с вращение по окружности, будет стремиться к $\frac{1}{\text{мкс}^2}$



№ (продолжение)

$$\omega = \frac{q}{U} = \frac{Bq r_0 U}{U m} = \frac{Bq U_0}{p_0}$$

$$\omega t_1 = \pi$$

$$t_1 = \frac{\pi p_0}{Bq U_0}$$

t_1 - время, через которое частица изменит направление скорости на противоположное

$$dx = v \cdot \cos \omega t \cdot dt$$

$$x(t) = \int_0^{t_1} v_0 e^{-\frac{t v_0}{p_0}} \cdot \cos \omega t \, dt$$

$$y(t) = \int_0^{t_1} v_0 e^{-\frac{t v_0}{p_0}} \sin \omega t \, dt$$

$$\frac{x(t_1)}{y(t_1)} = \sin \varphi$$

о well

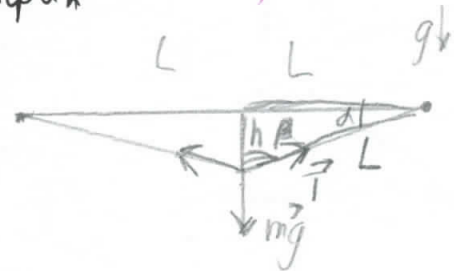
1 | 2 | Σ
3 | 2 | 5

ИИ,1

Меняя кол-во гаек, подвешенных при помощи нити и скрепки

к центру цепочки из резинок, найдем зависимость длины прогиба от силы и построим график (2)

кол-во гаек	m, кг	F, Н	h, м
1	12	0,118	0,015
2	22	0,216	0,025
3	32	0,314	0,031
4	42	0,412	0,037
5	52	0,516	0,043
6	62	0,608	0,048



(1) $2L = 30 \pm 0,1$ см изначально длина цепочки из резинок
 $L = 15 \pm 0,05$ см

$2l = 28 \pm 0,1$ см длина неразтянутой цепочки из резинок (легко измерить, сняв ее с установки)
 $l = 14 \pm 0,05$ см

При $h \ll L$, $\sqrt{L^2 + h^2} \approx L$, поэтому можно считать, что цепочка сильнее не растягивается,

поэтому при повешении груза по центру цепочки пружинка цепочки можно мысленно разделить на две жесткости $2k$. Их сила натяжения $T = 2(L-l)k$

их суммарная сила на вертикальную составляющую равна $2T \cdot \cos \beta = 4(L-l)k \cdot \frac{h}{L}$

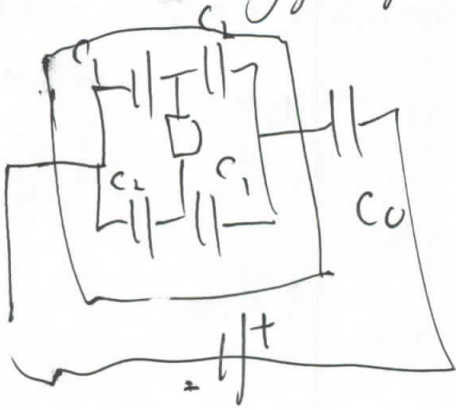
Таким образом, при малых h зависимость прогиба от силы линейна $(F(h) = 4 \frac{L-l}{L} k \cdot h)$, но по мере увеличения h , график функции становится меньше похож на линейную функцию. Из графика видно, что уловной коэффициентом энт равен $\approx 10 \Rightarrow 4 \frac{L-l}{L} k = 10$; $k = \frac{10L}{4(L-l)} = 37,5$ Н/м

Тогда $T_0 = k(2L - 2l) = 0,75$ Н

Знаки

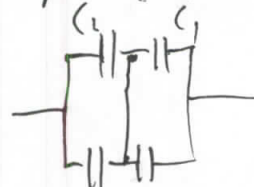
11.2.

Соберем следующую схему



После того, как конденсаторы зарядятся, ток через резистор не потечет, поэтому

схему внутри перн язычка можно замкнуть на



Пусть C_3 - емкость перн язычка,
 $C_3 = \frac{C_1 + C_2}{2}$

Измерим напряжение на перном язычке $U_3 = 0,15$ В

и на конденс. C_0 ; $U_0 = 1,48$ В

из закона сохр. заряда $C_0 U_0 = C_3 U_3$; $C_3 = \frac{U_0}{U_3} C_0 \approx 10 \mu\text{Ф}$

~~Затем зарядим только конденс. и разрядим перный язычок
 измер. $W_{\text{конт.}} = C U^2 = C_1 U^2$~~

C-12
k zagare 11.)

$F(h)$

