

Шифр

Т 47

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Ф	О	К	О	В															
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

Г	Л	Е	Б																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

Е	В	Г	Е	Н	Ь	Е	В	И	Ч										
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № Гимназии 511

города Бийска
(города/села, района)

Алтайского Края
(области)

Дата рождения 27. апреля 1997

Контактная информация – телефон(ы): 8 (8854) 335626, 89069667686

E-mail: fokov.gleb@mail.ru

Пункт проведения этапа город Бийск

Дата проведения этапа 15 февраля 2015

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 Фокан

Шифр

Т-47

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»
2 этап (заключительный) 2014–2015 учебный год

ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
37	24.02.15	Тохабов Д.А. Муратов Э.И.	 

Председатель жюри: Махмуджан М.М. 

№1

$g = \frac{g_0}{2}$
 $H = 10 \text{ м}$
 $h = 20 \text{ м}$
 $h' = ?$

Пусть E - энергия, которую может сообщить Незнайка мячику. A_1 - работа силы тяжести при подъеме на h , A_2 - ~~работа~~ на H , A_3 - ~~на~~ с H до h' при уменьшенной гравитации. $A_1 = mgh$, $A_2 = mgH$, $A_3 = mg(h'-H)$
Закон сохранения энергии:

$$E = A_1 = A_2 + A_3,$$

$$mgh = mgH + \frac{mg(h'-H)}{2}$$

$$2h = 2H + (h'-H)$$

$$h' = 2h - H = 2 \cdot 20 - 10 = 30 \text{ (м)}$$

1	2	3	4	5	6	Σ
10	7	6	6	8	0	37

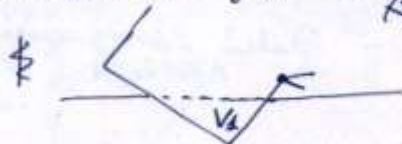
Ответ: $h' = 30 \text{ м}$.

108

№6

Назовем V «выгодным» положение тел в пространстве, если E_F потенциальная энергия меньше, когда

Тогда тела стремятся занять более выгодное положение (и занимают при появлении возможности



В опыте с пустым контейнером. Вода объемом V растекается по поверхности водоема, увеличивая уровень воды. Это менее выгодно, т.к. с повышением высоты над землей потен. энергия увеличивается.

всей объемом V

В опыте с наполненным контейнером, погруженный на V объем контейнер занимает более выгодное положение за счет того, что внутри вода занимает этот объем, и уменьшая потен. энергию. Таким образом, поток способен погружаться в воду бортами, покидая потенциальную энергию бортиком. Т.к. бортиком ~~уже~~ легче, то более «выгодное» положение стремится занять бортик с прицепной, тем самым уменьшая её пот. энергию.

~~В химической комнате $t_0 = 20^\circ \text{C}$~~

В химической комнате её температура $t_0 \approx 27^\circ \text{C}$

$$T_0 = t_0 + 273 = 300 \text{ K}$$

Наименьшее давление: $P_1 = 700 \text{ мм.рт.ст.}$

Наибольшее: $P_2 = 720 \text{ мм.рт.ст.}$

$$\text{Тогда } \Delta P = P_2 - P_1 = 20 \text{ мм.рт.ст.} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 13600 = 20 \cdot 136 = 2720 \text{ (Па)}$$

Комната имеет высоту $h = 2,5 \text{ м}$, длину $m = 5 \text{ м}$, ширину $n = 3 \text{ м}$. Тогда $V = hmn$ - объем комнаты

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{M} RT, \quad \mu \approx 29 \text{ г/моль} - \text{молярная масса воздуха}$$

$$\Delta PV = \frac{\Delta m}{M} RT, \quad \Delta m - \text{изменение массы воздуха в комнате}$$

$$\Delta m = \frac{MV \Delta P}{RT} = \frac{0,029 \cdot m n h \Delta P}{RT}$$

$$\Delta m \approx \frac{0,029 \cdot 5 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot 2720}{8,31 \cdot 300} \approx 1,2 \text{ (кг)}$$

Ответ: $\Delta m \approx 1,2 \text{ (кг)}$

Б4

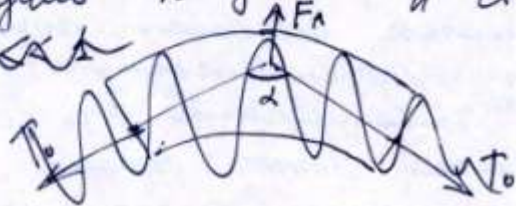
$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - S \frac{dB}{dt} = \frac{2B_0 S t}{L} - \text{ЭДС индукции кольца}$$

$$S = \pi a^2$$

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E} \left(\frac{L}{2} \right) = \frac{B_0 \pi a^2}{R} - \text{ЭДС разрыва}$$

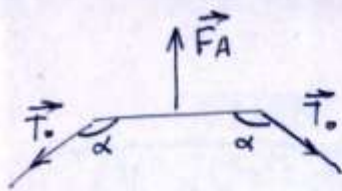
$$I_p = \frac{\mathcal{E}_p}{R} = \frac{B_0 \pi a^2}{R L} - \text{сила тока, при которой производится разрыв}$$

Разделим кольцо на $n \rightarrow \infty$ прямых кусков проводника, получив n усеченных с углами $\alpha = \frac{180(n-2)}{n}$; $\alpha \ll 1$ и стороной $l = \frac{2\pi a}{n}$. Тогда на каждой такой проводник действует сила Ампера:



$$\vec{F}_A = I_p \vec{l} \times \vec{B} =$$

$$\sum \vec{F}_A = I_p L B \left(\frac{l}{2} \right)$$



$$F_A = 2 T_0 \cos(\alpha - 90^\circ) = 2 T_0 \sin \alpha \approx 2 T_0 \alpha, \quad (\text{т.к. } \alpha \ll 1)$$

$$I_p B\left(\frac{T}{2}\right) = 2 T_0 \cdot \frac{180(n-2)}{n}$$

$$\alpha \approx \frac{2\pi a}{n} \Rightarrow \frac{180^\circ(n-2)}{n} = \frac{180^\circ \left(\frac{2\pi a}{l} - 2\right)}{\frac{2\pi a}{l}} = 180^\circ - \frac{180^\circ l}{\pi a}$$

$$\sin \left(180^\circ - \frac{180^\circ l}{\pi a}\right) = \sin \left(\frac{180^\circ l}{\pi a}\right)$$

$$F_A = 2 T_0 \cos(\alpha - 90^\circ) = 2 T_0 \cos(90^\circ - \alpha) = 2 T_0 \sin \alpha$$

$$= 2 T_0 \cos\left(180^\circ - \frac{180^\circ l}{\pi a} - 90^\circ\right) = 2 T_0 \cos\left(90^\circ - \frac{l}{a}\right) = 2 T_0 \sin \frac{l}{a} \approx 2 T_0 \frac{l}{a}, \quad (\text{т.к. } \alpha \ll 1)$$

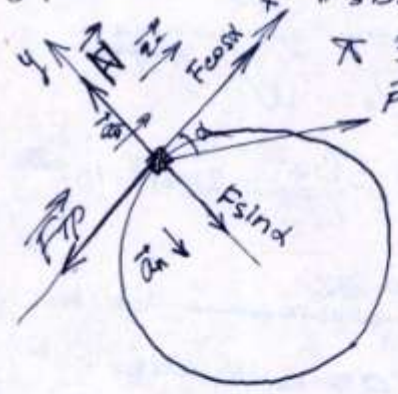
$$I_p B\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{2 T_0}{a}$$

$$\frac{B_0 \pi a^2}{RT} \cdot B_0 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{2 T_0}{a}$$

$$a^3 = \frac{8 T_0 RT}{3 B_0^2 \pi}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{8 T_0 RT}{3 B_0^2 \pi}}$$

Ответ: $a = \sqrt[3]{\frac{8 T_0 RT}{3 B_0^2 \pi}}$



$$F_{tp.n.} = \mu N$$

Если $v = 0$, то $a_n = 0$

$$N = F \sin \alpha$$

$$F_{tp.n.} = \mu F \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{F_{tp.n.}}{F \sin \alpha} \quad \frac{F_{tp.n.}}{F \sin \alpha} < \text{ctg} \alpha \quad (\text{но yes.})$$

$$F_{tp.n.} < F \cos \alpha \Rightarrow a_x > 0, \text{ скорость растет.}$$

Если v - установившаяся скорость, то

$$F_{tp.n.} = \mu N = F \cos \alpha, \quad N - F \sin \alpha = -a_n m = -\frac{v^2}{R} m$$

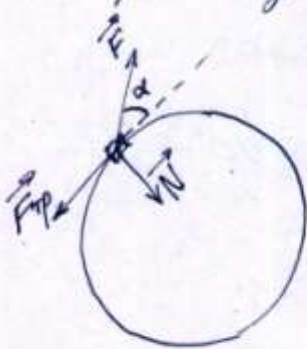
$$F \cos \alpha = \mu (F \sin \alpha - \frac{v^2}{R} m)$$

$$\mu \frac{v^2}{R} m = \mu F \sin \alpha - F \cos \alpha$$

$$v^2 = \frac{RF (\mu \sin \alpha - \cos \alpha)}{\mu m} = \frac{RF}{m} \frac{\sin \alpha}{\mu} (\mu - \text{ctg} \alpha)$$

$$v = \sqrt{\frac{RF}{m\mu} \sin \alpha (\mu - \text{ctg} \alpha)}$$

$$\mu - \text{ctg} \alpha < 0 \Rightarrow \sin \alpha < 0 \Rightarrow \alpha < 0$$



$$F \cos \alpha = F_{TP} = \mu N$$

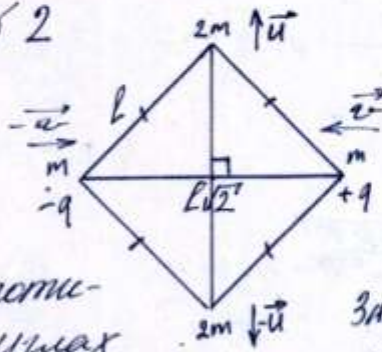
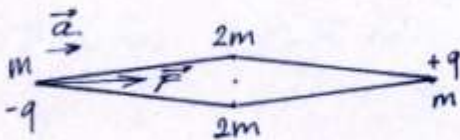
$$N - F \sin \alpha = m a_{\text{ц}} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{m v^2}{R} = \frac{F \cos \alpha}{\mu} - F \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{\frac{FR}{m} \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)}$$

ОТВЕТ: $v = \sqrt{\frac{FR}{m\mu} \sin \alpha (\text{ctg} \alpha - \mu)}$

№ 2



Энергия вначале:

$$W_0 = -k \frac{q^2}{2L}$$

Энергия, когда квадрат:

$$W = -k \frac{q^2}{L\sqrt{2}} + 2m\dot{u}^2 + m\dot{v}^2$$

Закон сохранения энергии:

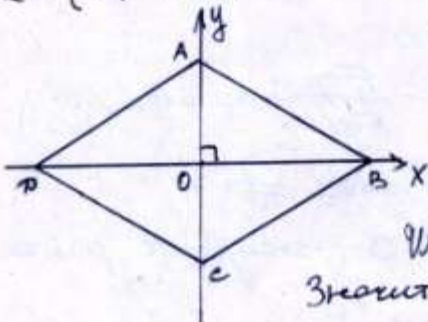
$$W_0 = W$$

$$-\frac{kq^2}{2L} = -\frac{kq^2}{L\sqrt{2}} + 2m\dot{u}^2 + m\dot{v}^2$$

Скорости грузов на противоположных концах угла четырехугольника равны из закона сохранения импульса:

$$2m(v_1 + v_2) = 0 \Rightarrow v = v_1 = -v_2$$

$$2m(u_1 + u_2) = 0 \Rightarrow u = u_1 = -u_2$$



$$F = \frac{kq^2}{x^2}, \text{ где } x - \text{расстояние от } A$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{kq^2}{x^2} \cdot dx = \frac{kq^2}{x^2} dt$$

$$dx = \frac{2v}{\sqrt{2}} dt \text{ в точке } L - L\sqrt{2}$$

Шарик массы 2m
Шарик массы m

$$\text{Значит } \frac{v}{u} = \frac{1 - \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \approx \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Продолжение на листочке № 2

Решифорово

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»



числовик 52

$$-\frac{kq^2}{\epsilon} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 2mu^2 + mev^2 ; v = \frac{u(1-\sqrt{2})}{\sqrt{2}} \text{ ? отсюда?}$$

$$-\frac{kq^2}{\epsilon} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 2mu^2 + mu^2 \left(\frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)^2$$

$$-\frac{kq^2}{\epsilon} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = u^2 \left(2m + m \left(\frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)^2 \right)$$

$$u^2 = \frac{-\frac{kq^2}{\epsilon} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}-2}{2\sqrt{2}} \right)}{m \left(\frac{2\sqrt{2}+1-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)} = \frac{-kq^2(\sqrt{2}-2)\sqrt{2}}{2\epsilon m(\sqrt{2}+1) \cdot 2\sqrt{2}}$$

$$u = q \cdot \sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-2)}{2\epsilon m(\sqrt{2}+1)}}$$

$$v = \frac{q(1-\sqrt{2})}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-2)}{2\epsilon m(\sqrt{2}+1)}}$$

Ответ: $u = q \sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{2\epsilon m(\sqrt{2}+1)}}$;

$$v = \frac{q(1-\sqrt{2})}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{2\epsilon m(\sqrt{2}+1)}}$$