

Шифр

Т05

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

### Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: 

С	И	Б	И	Р	Я	К	О	В											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя: 

Н	И	К	О	Л	А	Й													
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество: 

Е	Г	О	Р	О	В	И	Ч												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № МАОУ ОЦ «Торосмай»

г. Новосибирска

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения 08.05.1997

Контактная информация – телефон(ы): +7 952 913 26 25

E-mail: kolya.sibir@yandex.ru

Пункт проведения этапа Новосибирск, НГУ

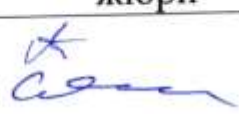
Дата проведения этапа 15.02.2015.

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 Николай

Шифр Т-05

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

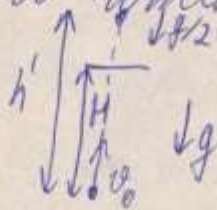
Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
60	15.02.15 15.02.15	Некрасов А.В. Лыткин С.С.	

Председатель жюри: Махмуджан М.М. 

ОЛИМПИАДА  
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

Задача 1. Когда Незнайка подбрасывает шарик, его кинетическая энергия ~~увеличивается~~ уменьшается, за счёт потенциальной энергии поля тяжести. В верхней точке скорости шарика = 0.  $\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgh$   $v_0$  - начальная скорость шарика  $\downarrow h \downarrow g$   $v_0^2 = 2gh$  (1) ~~Менерв~~

потенциальная энергия шарика будет другой. Если шарик падает выше  $H$ , ~~то~~ на высоту  $h'$ , то его потенциальная энергия равна  $mgh + \frac{mv_0^2}{2}(h'-H)$



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_0^2}{2}(h'-H)$$

$$v_0^2 = 2gh + gh' - gH = gH + gh'$$

$$2gh = gH + gh' \quad h' = 2h - H = 2 \cdot 20 - 10 = 30 \text{ м.}$$

Задача 2 Ответ: 3 м. (+)

$v_1 = v_2 = v_3 = v_4$   
 $v_3 = v_4 = v_1 = v_2$   
симметрии



Рассмотрим, как изменяется положение шарика  $z$  при изменении шарика  $x$  вправо на малое расстояние.



$$y = \sqrt{l^2 - x^2}$$

$$y_1 = \sqrt{l^2 - (x - \Delta x)^2}$$

$$\Delta y = y_1 - y = \sqrt{l^2 - (x - \Delta x)^2} - \sqrt{l^2 - x^2}, \quad \Delta x \ll l$$

$$\Delta y = \sqrt{l^2 - x^2 + 2x\Delta x} - \sqrt{l^2 - x^2}$$

Поскольку  $\Delta x \ll l$ , то

1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
10	10	10	10	10	10	60

$$y = \sqrt{l^2 - x^2}$$

$$y_1 = \sqrt{l^2 - (x - \Delta x)^2}$$

$$\Delta y = y_1 - y = \sqrt{l^2 - (x - \Delta x)^2} - \sqrt{l^2 - x^2} = l \left( \sqrt{1 - \frac{(x - \Delta x)^2}{l^2}} - \sqrt{1 - \frac{x^2}{l^2}} \right)$$

$$\Delta y = \sqrt{c^2 - x^2} \left( 1 + \frac{2x \Delta x}{c^2 - x^2} - 1 \right) = \sqrt{c^2 - x^2} \left( 1 + \frac{2x \Delta x}{c^2 - x^2} - 1 \right) =$$

$$= \frac{2x \Delta x}{\sqrt{c^2 - x^2}} = \frac{2x \Delta x}{y}$$

при  $\Delta x \rightarrow 0$   $\Delta x = v_x \Delta t$ , тогда  $\Delta y \rightarrow$   
и  $\Delta y = v_y \Delta t \Rightarrow v_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{2x v_x \Delta t}{y \Delta t}$  при  $\Delta t \rightarrow 0$  получаемся квадрат

рам  $x=y$  и  $v_y = v_x = v$ . Тогда энергия системы  $\frac{2mv^2}{2} + \frac{2 \cdot 2m v_1^2}{2} +$   
 $+ E_n = E_0$ .  $E_n$  - потенциальная энергия кулоновского  
притяжения  $-q_1 + q_2$ .  $E_0$  - кинетическая потенциальная  
энергия.  $E_n = \frac{kq^2}{2x}$ . В начале  $x=l$ , когда выстрелился  
квадратом  $l^2 = 2x^2 = c^2$   $x = \frac{l}{\sqrt{2}}$ . Таким образом,  $3mv^2 =$

$$= \frac{\sqrt{2} k q^2}{2 \frac{l}{\sqrt{2}}} - \frac{k q^2}{2l} = (\sqrt{2} - 1) \frac{k q^2}{2l}. \quad v_1^2 = (\sqrt{2} - 1) \frac{k q^2}{6em} \quad v_1 = q \sqrt{(\sqrt{2} - 1) \frac{k}{6em}}$$

Ответ:  $v_{2m} = v_m = q \sqrt{(\sqrt{2} - 1) \frac{k}{6em}}$ .

Задача 13. Если сила реакции опоры направлена в

касательную к



$$F \sin \alpha - N = \frac{mv^2}{R}, \text{ то есть } N = F \sin \alpha - \frac{mv^2}{R}.$$

чтобы тело  $N > 0$  Кра увеличения скорости  
уменьшается  $N \Rightarrow$  уменьшается сила  
трения. В начальный момент  $v=0$  и  $N =$

$F \sin \alpha$ .  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu F \sin \alpha$ . Чтобы тело сдвинулось,  $N <$   
когда, чтобы  $F_{\text{тр}} < F \cos \alpha$  и  $F \sin \alpha < F \cos \alpha$   $\mu < \tan \alpha$ . По  
и еще по условию задачи  $\Rightarrow$  сила реакции опоры в этот  
введем  $\mu$   $F_{\text{тр}}$  будет направлена к центру кольца.



вместо  $N$   $F_{\text{тр}}$   $\Rightarrow$  сила реакции опоры в этот  
введем  $\mu$   $F_{\text{тр}}$  будет направлена к центру кольца.  
есть только центростремитель  
ное ускорение  $\Rightarrow$

$$OY: F \sin \alpha + N = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow N = \frac{mv^2}{R} - F \sin \alpha$$

ОЛИМПИАДА  
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

ОХ:  $F \cdot \cos \alpha = F_{\text{нпр}} \quad F_{\text{нпр}} = \mu N$

$F \cos \alpha = \mu \left( \frac{mv^2}{R} - F \sin \alpha \right)$

$\frac{\mu mv^2}{R} = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha$

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

$v = \sqrt{\frac{RF}{\mu m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}$

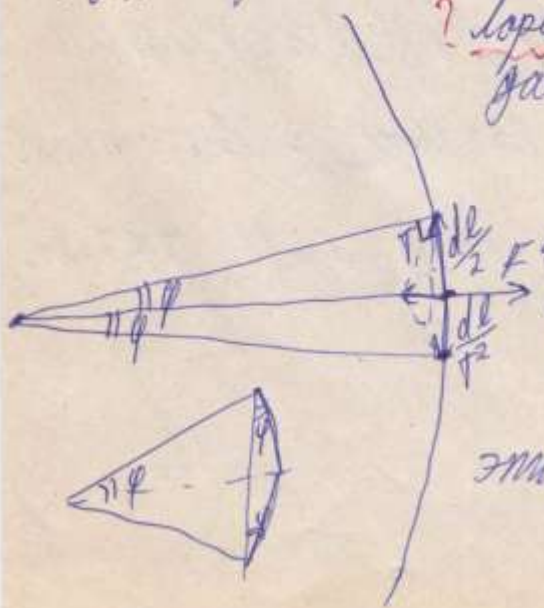
Ответ:  $v_{\text{нпр}} = \sqrt{\frac{RF}{\mu m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}$

Задача 14

В кольце возникает э.д.с.  $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S$ , поскольку  $S$  постоянно и  $S = \pi a^2$ , то  $\mathcal{E} = \pi a^2 \frac{dB}{dt} = \pi a^2 (B_0 (1 - t^2/\tau^2))' = 2\pi a^2 \frac{t}{\tau} B_0$ . На кольцо обрывается в момент

$t = \tau/2$ . В этот момент  $\mathcal{E} = \frac{2\pi a^2 B_0}{\tau} = \frac{\pi a^2 B_0}{\tau}$   $(I = \frac{\mathcal{E}}{R})$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\pi a^2 B_0}{R\tau}$ . Рассмотрим небольшой кусочек окружности длины  $dl$ . Совершенно ясно на него действует сила Лоренца  $F = IBdl$ . По умолчанию сила не даёт сила натяжения  $T$ .



Её проекции на ось перпендикулярную  $F$  равны и направлены противоположно. А сумма проекций на ось  $F$  должны компенсировать  $F$ .

$2T \cdot \sin \varphi = F, \quad \sin \varphi = \frac{dl}{2a} = \varphi$ , т.к. это бесконечно малая величина.

$2T \cdot \frac{dl}{2a} = \frac{\pi a^2 B_0}{R\tau} B_0 dl \quad T = \frac{\pi a^3 B_0}{R\tau} B_0$

формула, которая описывает ...

В момент  $t = \tau/2$   $B = B_0(1 - \frac{\tau^2}{4\sigma^2}) = \frac{3}{4}B_0$

$T = T_0$   $T_0 = \frac{3}{4} \frac{\pi a^3 B_0^2}{R \sigma}$

отсюда  $a^3 = \frac{4R\tau T_0}{3\pi B_0^2}$   $a = \sqrt[3]{\frac{4R\tau T_0}{3\pi B_0^2}}$

Ответ:  $a = \sqrt[3]{\frac{4R\tau T_0}{3\pi B_0^2}}$  106

Задача 15

Колебания давления в воздухе происходят между 790 и 760 мм рт. ст. во это примерно между 93 и 101 кПа. При этом меняется температура. ~~Колебания давления происходят в 790 и 760 мм рт. ст. и температура меняется в зависимости от сезона. Летом при нагревании воздуха давление идёт вверх и температура падает, а зимой идёт вниз и температура растёт.~~

Темп. 293  $\rightarrow$  283K (20  $\rightarrow$  10°C)  
 Тзимой 253  $\rightarrow$  263K (-20  $\rightarrow$  -10°C)

По У И К:  $PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{MPV}{RT}$   
 $M = 0.029 \frac{кг}{моль}$   
 $R = 8.3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{M}{R} (V_1 P_1 - V_2 P_2) = \frac{0.029 \cdot 101 \cdot 10^3 \cdot 100}{8.3 \cdot 293} - \frac{0.029 \cdot 98 \cdot 10^3 \cdot 100}{8.3 \cdot 283} = V = 5.45 \cdot 10^{-3} м^3$

2

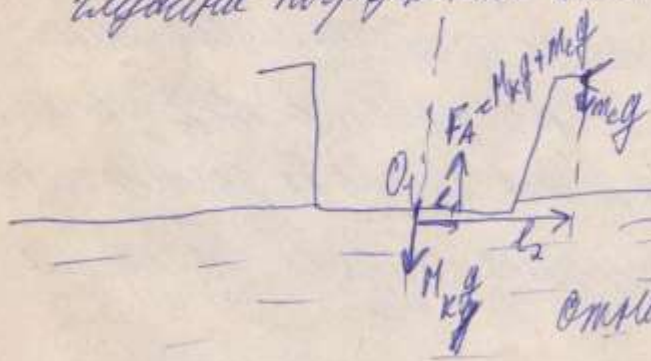
Во сначала повышается давление, потом падает темп. Во в зимой коимат температура всегда ниже 300K (27°C).

По У И К:  $PV = \frac{m}{M} RT$   
 $m = \frac{MPV}{RT}$   $M = 0.029 \frac{кг}{моль}$   $R = 8.3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$   $V = 5.5 \cdot 10^{-3}$   
 $\Delta m = \frac{MV}{RT} (P_2 - P_1) = \frac{0.03 \cdot 100}{8.3 \cdot 300} \cdot (101 - 98) \cdot 10^3 = \frac{30}{8.3 \cdot 8} \cdot 3 \approx 3.5$

Ответ: 3.5 кг

Задача №6

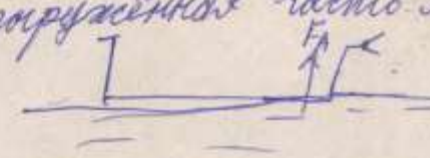
Когда вода в контейнере кат, то вода на него действуют лишь его сила тяжести, сила тяжести притяжения и сила Архимеда. Поскольку  $M_{кд}$  и  $m_{д}$  малы ( $M_{к}$  - масса контейнера,  $m_{д}$  - масса крышки), то глубина погружения мала.



Для того чтобы система была в равновесии, необходимо чтобы сумма моментов сил была равна 0.

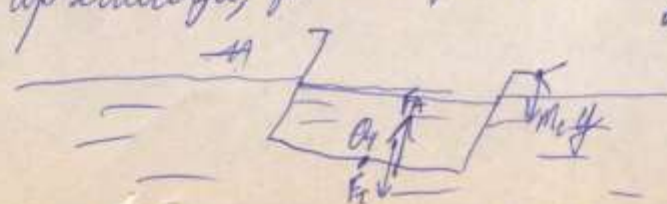
Поскольку  $m_{д}$  мала, то относительно центра контейнера ( $O_1$ )  $m_{д} g l_2 = F_A l_1 = (M_{кд} + m_{д}) l_1$ .

При слабом наклоне контейнера  $l_1$  расклет довольно быстро, т.к. погружённая часть мала.



даже в таком случае наклон достаточно мал.

Когда в контейнер наливают воду, то добавляется ещё и сила тяжести вода в контейнере. Вода стремится занять горизонтальное положение, а потому при ~~малейшем~~ малейшем наклоне её центр тяжести смещается. Для высокой воды в контейнере и в аквариуме слабо отличается, поэтому ~~наклон~~ сила тяжести воды чуть меньше ~~поиск~~ сила тяжести воды чуть меньше силы Архимеда, действующей на контейнер.



Из-за силы тяжести воды тонкая вода отличается от мела  $F_A$ , поскольку

форма, которую занимает вода почти совпа-  
дет с формой воды в аквариуме, вытес-  
ненной контейнером. Относительно центра  
( $O_1$ ) контейнера момент силы архимеда чуть  
больше момента силы тяжести и направлен  
в другую сторону  $\Rightarrow$  суммарный момент этих  
сил мал. Он должен компенсировать ~~этот~~ момент  
силы тяжести скрепки  $\Rightarrow$  вес тлего  $F_4$  должно быть  
большим  $\Rightarrow$  наклон контейнера будет большим.