

Шифр

Т11

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

К	О	З	Л	А	Ч	К	О	В											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

А	М	И	Т	Р	И	Й													
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

В	И	К	Т	О	Р	О	В	И	Ч										
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № СМУНУ НГУ

города Новосибирска, Советского района
(города/села, района)

Новосибирской области
(области)

Дата рождения 29.12.1996

Контактная информация – телефон(ы): 8-983-306-21-58

E-mail: dimasiak1@gmail.com

Пункт проведения этапа НГУ

Дата проведения этапа 15.02.15



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 КС

Шифр Т-11

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

ФИЗИКА

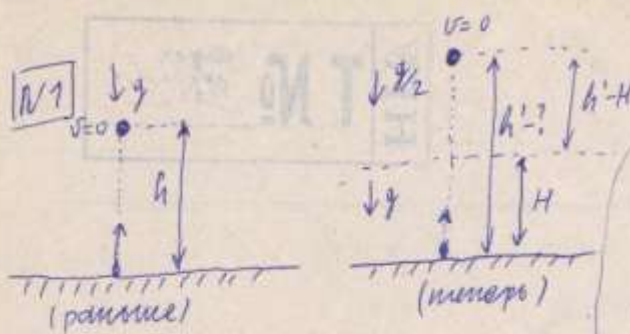
Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
48	15.02.15 15.07.15	Ненашев А.В. Лешин С.С.	 

Председатель жюри: Махмудов М.М. СФО

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»



1	2	3	4	5	6	Σ
10	9	7	4	10	8	48



$$mgh = mgh' + m \frac{g}{2} (h' - h)$$

$$h = h' + \frac{1}{2} (h' - h)$$

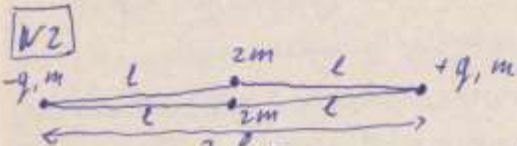
$$2(h - h') = h' - h \Rightarrow h' = 2h - h$$

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

$$h' = 30 \text{ м} \quad (+)$$

Закон сохранения энергии:

$mgh = mgh' + m \frac{g}{2} (h' - h) = \frac{mv^2}{2} + A$
 Изменился в обоих случаях кинетическая энергия с отрицательной силой, совершая работу A и приобретая тем самым массу отнюдь не по классическому закону $A = E_k = \frac{mv^2}{2}$, которая в высшей точке полета маляка полностью преобразуется в потенциальную энергию



Закон сохранения энергии:

$$-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2l} = \Delta \cdot \frac{2mlv^2}{2} + \Delta \cdot \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{\sqrt{2}l}$$

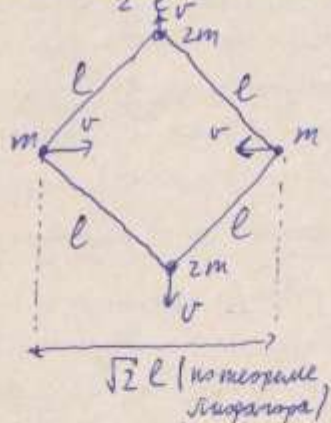
$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 3mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{q^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)}{12\pi\epsilon_0 l \cdot m}}$$

$$v_1 = v_2 !!$$

$$v = q \sqrt{\frac{\sqrt{2} - 1}{24\pi\epsilon_0 l \cdot m}}$$

(95)



II Закон Ньютона по проекциям на оси OX и OY:

OX: $F_x = F_{\text{тр}} = ma_x = 0$ | по тангенциальной скорости маляка учтено
 OY: $F_n + N = ma_n$ | вычислено, но $a_y = 0 \Rightarrow v_y = \text{const}$

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_n = F \sin \alpha$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F \cos \alpha = \mu N \\ F \sin \alpha + N = m \frac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow N = \frac{F \cos \alpha}{\mu}$$

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

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

зун 1.1

$$\begin{cases} F \sin \alpha + N = 0 \\ N = \frac{F \cos \alpha}{\mu} \end{cases}$$

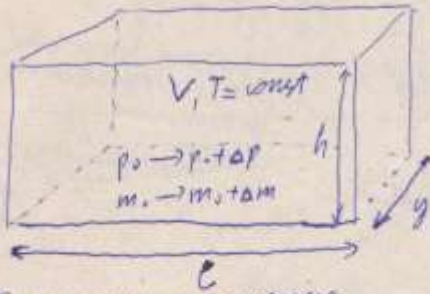
$$F \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right) = 0$$

$$\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} = 0$$

по условию $\mu < \cot \alpha$

$$\Rightarrow N = -F_n$$

N 5



$V = l \times b \times h = 4 \text{ м} \times 3 \text{ м} \times 2,5 \text{ м} = 30 \text{ м}^3$ | Объем комнаты
 $p_0 = 101500 \text{ Па} \approx 760 \text{ мм рт. ст.} \approx 10^5 \text{ Па}$ | нормальное атмосферное давление
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ | универсальная газовая постоянная
 $T = 22^\circ \text{C} = (273 + 22) \text{ К} = 295 \text{ К}$ | температура в комнате
 $M = 29 \text{ г/моль} = 0,029 \text{ кг/моль}$ | молярная масса воздуха
 $V_M = \frac{V}{M} = \frac{30 \text{ м}^3}{0,029 \text{ кг/моль}} = 1034 \text{ моль}$ | количество вещества воздуха

Допустить изменение атмосферного давления:

$\Delta p = 20 \text{ мм рт. ст.}$

$p_0 + \Delta p = 760 + 20 \text{ мм рт. ст.} = 780 \text{ мм рт. ст.}$

Значит:

$\frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = 1 - \frac{\Delta p}{p_0} = \kappa \frac{780}{20} = \kappa \frac{101500}{\Delta p}$

$\Delta p = \frac{101500 \cdot 20}{39} \approx 51700 \text{ Па}$

$\rho = \frac{V}{V_M} = \frac{m}{M}$ | плотность воздуха в комнате
 масса воздуха в комнате после увеличения давления

Уравнение состояния идеального газа (воздуха):

$p_0 V = \frac{m_0}{M} R T \Rightarrow m_0 = \frac{p_0 V M}{R T} \approx 36,92 \text{ кг}$

$(p_0 + \Delta p) V = \frac{m_0 + \Delta m}{M} R T \Rightarrow \Delta m = \frac{(p_0 + \Delta p) V M}{R T} - m_0 \approx 86,94 - 36,92 \text{ кг}$

$\Delta m \approx 50 \text{ кг}$

N 4



$B(t) = B_0 (1 - \frac{t^2}{\tau^2})$ | Зависимость магнитной индукции от времени

$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} (\int \vec{B} \cdot d\vec{S})$ | III-е уравнение Максвелла

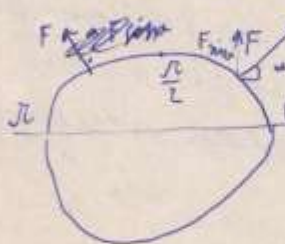
$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = E \int dl = E \cdot 2\pi r$
 $E = IR$ | напряжение на проводе
 $-\frac{d}{dt} (\int \vec{B} \cdot d\vec{S}) = -\frac{dB}{dt} \cdot S$
 $S = \pi r^2$ | площадь круга
 $IR = -\frac{dB}{dt} \cdot \pi r^2$
 $\frac{dB}{dt} = \frac{B_0}{\tau^2} - \frac{B_0}{\tau^2} \cdot \frac{t^2}{\tau^2} = \frac{-2B_0 t}{\tau^2}$
 $I = \frac{2B_0 t}{\tau^2} \cdot \frac{\pi r^2}{R}$

$\vec{F} = I [d\vec{l} \times \vec{B}] \Rightarrow F = \frac{2B_0 t}{\tau^2} \cdot 2\pi r \cdot B$

$T = \frac{2B_0}{\tau^2} \cdot \frac{\pi r^2}{R} \cdot \int_0^{\tau} (B_0 - B_0 \frac{t^2}{\tau^2}) dt$

Условие равновесия катушки:

$T = \frac{B_0}{\tau^2} \cdot 2\pi r \cdot B_0 \cdot (1 - \frac{1}{4})$

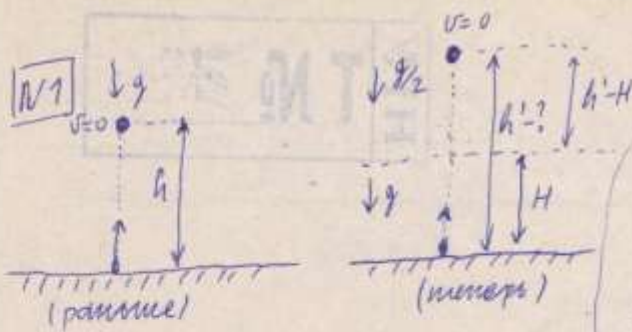


$(\frac{r}{2}) F \sin \alpha = \Delta T$

$T = \frac{B_0^2 \cdot 2\sqrt{3} r \cdot 3}{24 \tau^2}$

$F(\tau/2) = T$

$r = \frac{2T\tau}{3B_0^2 \sqrt{3}}$



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

$$h = H + \frac{1}{2}(h' - H)$$

$$L(h - H) = h' - H \Rightarrow h' = 2h - H$$

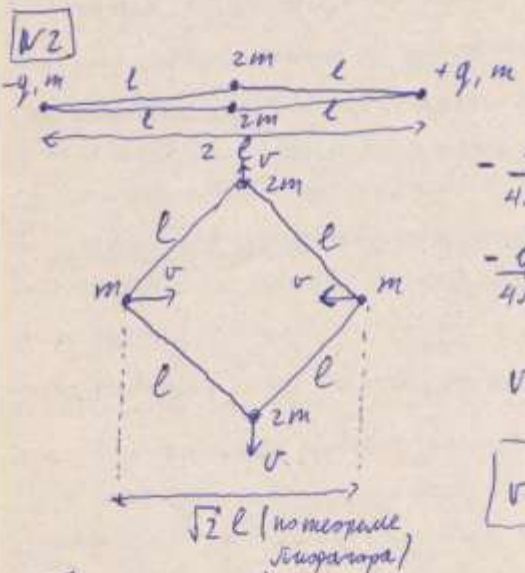
$$h' = (2 \cdot 20 \text{ м} - 10 \text{ м}) = 30 \text{ м}$$

$$h' = 30 \text{ м} \quad (+)$$

Закон сохранения энергии:

$$mgh = mgh' + m \frac{v^2}{2} (h' - H) = \frac{mv^2}{2} \pm A$$

Кинетика в обеих ситуациях одинакова из-за сохранения энергии, совершая работу A и придавая телу скорость между двумя и теми же кинетическими энергиями $A = E_k = \frac{mv^2}{2}$, которая в высшей точке полета полностью преобразуется в потенциальную энергию



Закон сохранения энергии:

$$-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2l} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2mqv^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{\sqrt{2}l}$$

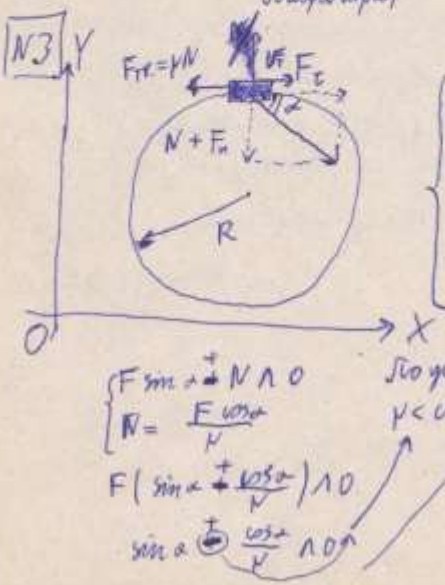
$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 3mqv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{q^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)}{12\pi\epsilon_0 l \cdot m}}$$

$$v = q \sqrt{\frac{\sqrt{2} - 1}{24\pi\epsilon_0 l \cdot m}}$$

$$v_1 = v_2$$

ога



II Закон Ньютона до проекций x на оси OX и OY:

OX: $F_T = F_{TP} = m a_T = 0$ | нормальное ускорение минимально
 OY: $F_n + N = m a_n$ | дублируется, но $a_T = 0 \Rightarrow v_T = \text{const}$

$$F_T = F \cos \alpha$$

$$F_n = F \sin \alpha$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F \cos \alpha = \mu N \\ F \sin \alpha + N = m \frac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow N = \frac{F \cos \alpha}{\mu}$$

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

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

формула 1.1

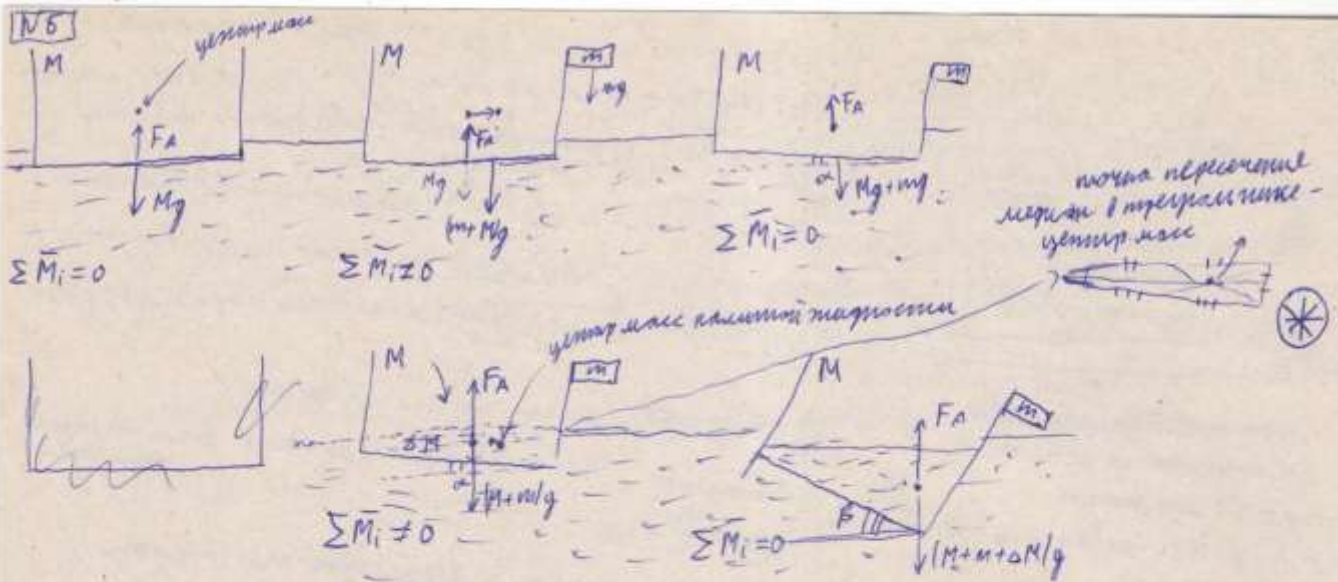
$$\begin{cases} F \sin \alpha + N = 0 \\ N = \frac{F \cos \alpha}{\mu} \end{cases}$$

$$F \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right) = 0$$

$$\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} = 0$$

Скорость $v < v_{gr} \alpha$

$$\Rightarrow N = -F_n$$



Ⓘ Изначально $F_A = Mg$, $\Sigma \bar{M}_i = 0$

Ⓢ Затем набираем воду в контейнер $F_A = (m+M)g$, $\Sigma \bar{M}_i \neq 0$, поскольку

Ⓣ Прицеливаем прицелы к краю контейнера: F_A увеличивается, поскольку от добавленной массы m увеличивается сила тяжести и контейнер погружается, увеличивая объем вытесненной воды ($\Sigma \bar{M}_i \neq 0$), из-за прицелов центр масс сместился в их сторону, но сила тяжести имеет момент сил относительно линии действия F_A -силы Архимеда.

Ⓤ Контейнер устанавливается в устойчивое положение небольшого наклона β , причем массу прицелов можно считать ($m \ll M$) поскольку угол отклонения очень мал; ($\Sigma \bar{M}_i = 0$; $F_A = (m+M)g$) (F_{Arch} и F_A находятся на одной линии после наклона)

Ⓥ Набираем воду в контейнер: поскольку $\Sigma \bar{M}_i \neq 0$, поскольку вода набирает в контейнер имеет центр масс сместился относительно центра масс прицелов и контейнера, но вода в контейнер со водой имеет центр масс сместился еще сильнее в сторону прицелов из-за чего вода оказывает момент сил относительно линии действия силы Архимеда.

Ⓦ Наблюдаем установку контейнера с водой и прицелами в устойчивое положение: ~~наклоном~~ угол наклона увеличивается до угла $\beta \ll \theta$, т.к. $\Delta M \gg m \Rightarrow$ момент сил от набранной воды $M_{вода} \gg M_{прицел}$ преобладают моменты сил прицелов.