Шифр К 04

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: ДАНИЛОВ

Имя: ЕГОР

Отчество: СЕРГЕЕВИЧ

Учащийся 10 класса школы № Гимназия №6 „Центр Горностай"

города Новосибирска, Советского района

(города/села, района)

Новосибирской области.

(области)

Дата рождения 15.11.1998

Контактная информация – телефон(ы): 89132057263

E-mail: egorssed@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

Шифр K-04

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

2 этап (**заключительный**) 2014–2015 учебный год

ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
36	15.02.15	Жданов Е.Ю. Похабов Д.А.	[signature] Пох [signature]

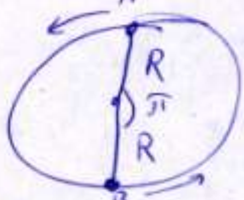
Председатель жюри: Махмудиан М.М. [signature]

ОЛИМПИАДА «БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

НГУ К № 04

№1

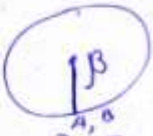
1	2	3	4	5	Σ
10	10	2	4	10	36

I. 

В начальный момент угол между прямыми, проведёнными из центра окружности к местам расположения лыжников – π. +

II. 

Во второй момент угол $\angle$ таков, что $AB = R \Rightarrow$ образуется равносторонний треугольник $\angle = \frac{\pi}{3}$ +

III. 

$\beta = 0$

В последний момент точки A и B совпадают $\angle \beta = 0$

Тогда за время t лыжник A прошёл на $\frac{2\pi}{3}$ больше, чем лыжник B. ω_1 – угловая скорость A, ω_2 – угловая скорость B.

$\omega_1 \cdot t = \omega_2 \cdot t + \frac{2\pi}{3}$ $(\omega_1 - \omega_2)t = \frac{2\pi}{3}$ $(\omega_1 - \omega_2) = \frac{2\pi}{3t}$

Затем лыжник A догнал лыжника B, то есть за время t_2, отсчитываемое с начала их бега, лыжник A проехал на π больше лыжника B.

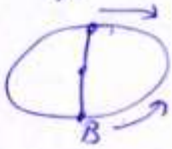
$\omega_1 \cdot t_2 = \omega_2 \cdot t_2 + \pi$. $t_2(\omega_1 - \omega_2) = \pi$

$$\begin{cases} t_2 = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2} \\ \omega_1 - \omega_2 = \frac{2\pi}{3t} \end{cases} \quad t_2 = \frac{\pi \cdot 3t}{2\pi} = \frac{3}{2} \cdot t$$

~~Ответ. Лыжники встретят~~

$t_2 = \frac{3}{2}t$, в случае если лыжники начали двигаться в одну сторону.

Если они начали двигаться в разные стороны, то $(\omega_1 + \omega_2)t = \frac{2\pi}{3}$ $(\omega_1 + \omega_2) = \frac{2\pi}{3t}$



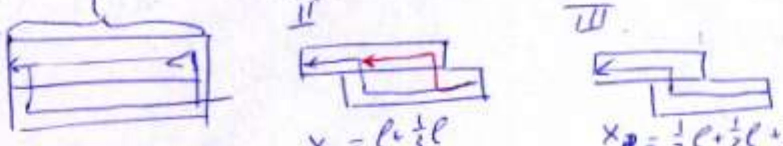
$(\omega_1+\omega_2)t_2=\pi$ $\quad \begin{cases} t_2=\frac{\pi}{(\omega_1+\omega_2)} \\ \omega_1+\omega_2=\frac{2\pi}{3t} \end{cases} \quad t_2=\frac{3}{2}\cdot t$

Ответ: Лыжники встретятся через время $t_2=\frac{3}{2}t$. +

N2

Дано:
$I_1=6A$
$I_2=4{,}5A$
$x_1=l$
$x_2=\frac{4l}{3}$
$x_3=\frac{3l}{2}$
R_0 - общее сопротивл.
$R_б$ - сопротив батареи
R_c - сопротив стержней.

I_3 - ?



$x_2=l+\frac{1}{3}l$ $\quad x_3=\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}l+\frac{1}{2}l$

$x_2=\frac{4}{3}l$ $\quad x_3=\frac{3}{2}l$

x - длина кратчайшего пути через стержни.

$x_1=l$ $\quad l$ - длина стержня

$R_0=R_б+R_c \quad R_0=\frac{U}{I} \quad R_c=x\cdot s\cdot k$

s - площадь поперечного сечения.

k - константа для стержней, такая, что $lsk=R_c$ - сопротивление одного стержня.

$$\begin{cases} \frac{U}{I_1}=R_б+l\cdot s\cdot k \ (1) \\ \frac{U}{I_2}=R_б+\frac{4}{3}lsk \ (2) \end{cases}$$

(2) - (1)

$\frac{1}{3}lsk=\frac{U(I_1-I_2)}{I_1\cdot I_2} \quad \frac{1}{3}lsk=\frac{1{,}5U}{27}$

$lsk=\frac{U}{6}$ $\quad \begin{cases} \frac{U}{I_1}=R_б+lsk \\ \frac{U}{6}=lsk \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{U}{6}=R_б+lsk \\ \frac{U}{6}=lsk \end{cases} \Rightarrow R_б=0.$

$U=6lsk$

$\frac{U}{I_3}=R_б+\frac{3}{2}lsk \quad I_3=\frac{U}{\frac{3}{2}lsk}=\frac{2U}{3lsk}=\frac{6lsk\cdot 2}{3lsk}=4\cdot\frac{lsk}{lsk}=4$

+

Ответ: $I_3=4$ Ампера.

N3

I Распишем моменты сил, относительно точки закрепления палки, для силы Архимеда и силы Тяжести.

$\rho_в\cdot g\cdot V_1\cdot l_1=m\cdot g\cdot l_1$

$\rho_в V_1=m \quad m=\rho_п\cdot V$, $\rho_п$ - плотность палки, V - объём палки

$\rho_в\cdot V_1=\rho_п\cdot V$

$V_1 = \frac{3}{5} l \cdot S$, где l - вся длина палки, S - площадь поперечного сечения

$V = l \cdot S$

$\rho_в \cdot \frac{3}{5} l \cdot S = \rho_п \cdot l S \qquad \rho_п = \frac{3}{5} \rho_в$

II. Опять распишем моменты силы Архимеда и силы тяжести, но уже для случая II, для той же точки.

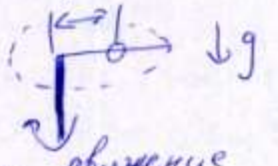
$\rho_в g \cdot V_2 \cdot l_2 = mg \cdot l_2 \qquad \rho_в \cdot V_2 = m \qquad m = \rho_п l S$

$\begin{cases} m = \rho_п \cdot l \cdot S \\ \rho_п = \frac{3}{5} \rho_в \end{cases} \qquad m = \frac{3}{5} \rho_в \cdot l \cdot S \qquad V_2 = x \cdot l S$, где $x \cdot l$ длина палки, погруженной в воду.

$\rho_в \cdot x \cdot l \cdot S = \frac{3}{5} \rho_в \cdot l S \qquad x = \frac{3}{5}$

Ответ: Палка останется погруженной в воду на $\frac{3}{5}$ её длины.

№ 4.



Дано:
$\omega = \varepsilon t$
l, μ, g

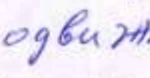
$t_x - ?$ $(a > 0)$

В момент времени движение бусинки можно рассматривать как движение по окружности, которое обуславливается центростремительным ускорением, если рассматривать движение относительно центра окружности.

a_y - центростремительное ускорение.

Но при переходе в подвижную систему отсчёта бусинки получается, что на неё действует не только $m \cdot a_y$, но и вторая сила, не позволяющая ей двигаться напрямую к центру окружности. Эта сила называется $F_{ин}$ - сила инерции. $|F_{ин}| = |m \cdot a_y|$

Теперь рассмотрим движение бусинки вдоль стержня.



$F_{тр} = \mu N$

Тогда $F_{ин} - F_{тр} = m \cdot a$, где a - ускорение бусинки, направленное от центра окружности и, либо равное 0, при $\mu mg > m \cdot a_y$, либо $a > 0$ при $m \cdot a_y > \mu mg$.

$a_y = \frac{v^2}{R}$ $\quad v = \omega R$ $\quad a_y = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 \cdot R$ $\quad \omega = \varepsilon t$

$a_y = \varepsilon^2 t^2 R$ $\quad R = \ell$

Нужный нам момент будет достигнут при

$a > 0 \Rightarrow a_y - \mu g > 0$ $\quad a_y = \varepsilon^2 t^2 \cdot R$

$\varepsilon^2 t^2 \cdot R - \mu g > 0$ $\quad \varepsilon^2 t^2 \cdot R > \mu g$ $\quad t^2 > \frac{\mu g}{\varepsilon^2 R}$

$t > \sqrt{\frac{\mu g}{\varepsilon^2 R}}$ 4б

Ответ: В момент когда t станет больше $\sqrt{\frac{\mu g}{\varepsilon^2 R}}$ бусинка сдвинется с места.

№5.

рис 1.

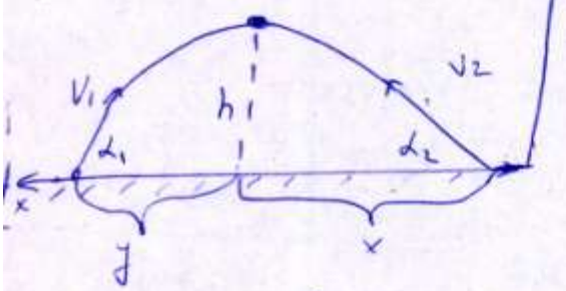
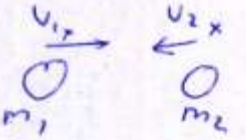


рис. 2



$\alpha_1, \alpha_2 < 90°$, т.к при $\alpha > 90°$

Слипшееся тело не попадёт в точку броска.

Oy: $0 = v_{1y} - g t_y$ $\quad v_{1y} = g t_y$ $\quad h = v_{1y} \cdot t_y - \frac{g (t_y)^2}{2}$

$0 = v_{2y} - g t_y$ $\quad v_{2y} = g t_y$ $\quad v_{1y} = v_{2y}$

$v_1 \sin\alpha_1 = v_2 \sin\alpha_2$ $\quad v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}$

Теперь рассмотрим момент столкновения с помощью импульсов. (рис. 2.)

$m_2 v_{2x} - m_1 v_{1x} = (m_1 + m_2) v_x$ $\quad \cancel{v_{1x} < 0 \quad v_{2x} > 0 \quad v_x > 0}$

$v_{1x} = v_1 \cos\alpha_1$, $\quad v_{2x} = v_2 \cos\alpha_2$

Так как α_1, α_2 - определены однозначно через синусы этих углов мы можем узнать их косинусы

$\cos\alpha = \sin(90 - \alpha)$

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

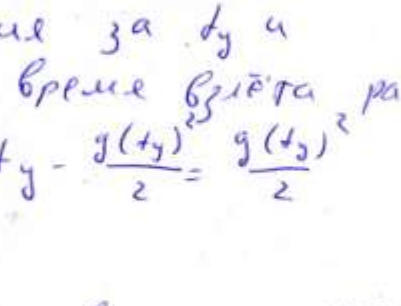
НГУ К № 04

№5. (Далее слипшиеся тела начинают падать. t_{y_2} - время их падения.
Давайте представим что у нас было только тело 1.
Оно долетело до точки столкновения за t_y и упало за то же время, так как время взлёта равно времени падения. Тогда $h = v_{1_y} \cdot t_y - \frac{g(t_y)^2}{2} = \frac{g(t_y)^2}{2}$

$$h = \frac{g(t_{y_2})^2}{2} = \frac{g(t_y)^2}{2} \quad t_y = t_{y_2}$$

Слипшиеся тела падали столько же времени, сколько каждое из тел взлетало. +

$$\begin{cases} t_y \cdot v_x = y & \text{- } \text{~~время~~ падения слипшихся} \\ t_y \cdot v_1 = y & \text{- взлёт тела 1.} \end{cases}$$



$v_x = v_1$

Вернёмся к уравнению импульсов.

$$\begin{cases} (m_1+m_2)v_x = m_2 v_{2_x} - m_1 v_{1x} & + \\ v_x = v_{1_x} & + \end{cases}$$

$m_1 v_{1_x} + m_2 v_{1_x} = m_2 v_{2_x} - m_1 v_{1_x} \quad 2m_1 v_{1_x} = m_2(v_{2_x} - v_{1_x})$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{2 v_{1x}} \quad v_{2x} = v_2 \cdot \cos\alpha_2 \quad v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}$$

$$v_{2x} = v_1 \cdot \sin\alpha_1 \cdot ctg\,\alpha_2.$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1(\sin\alpha_1 \cdot ctg\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{v_1 \cdot 2\cos\alpha_1} = \quad v_{1_x} = v_1 \cdot \cos\alpha_1$$

$$= \frac{1}{2} \cdot tg\,\alpha_1 \cdot ctg\alpha_2 - \frac{1}{2}. \quad +$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}(tg\alpha_1 \cdot ctg\alpha_2 - 1)$