

Шифр

К 05

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

П И М Е Н О В

Имя:

А Р Т У Р

Отчество:

С Е Р Г Е Е В И Ч

Учащийся 10 класса школы № СУНЦ НГУ

(города/села, района)

Дата рождения

15.07.1998 (области)

Контактная информация – телефон(ы):

8-983-000-34-66

E-mail:

pilotarthur@mail.ru

Пункт проведения этапа

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

A

Шифр К-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
45	15.02.15	Корнев С.Ю. Тохабов Д.А.	 Тохабов Д.А.

Председатель жюри: Махмудов М.М. 

ОЛИМПИАДА «БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

КГУ
К № 05

Задача №1.

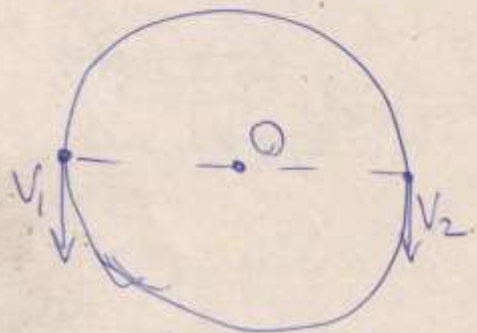
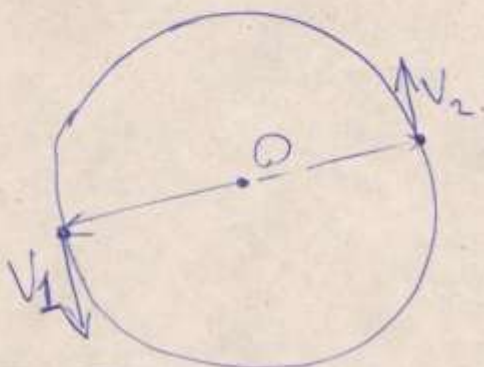
1	2	3	4	5	Σ
10	10	10	5	10	45

1. Пусть скорости 1 поезда - V_1 , 2-го - V_2 .

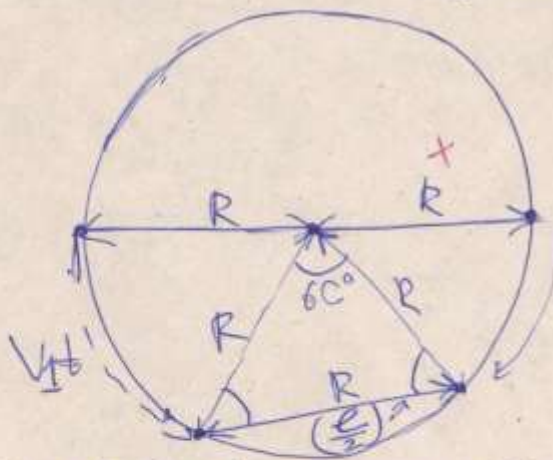
2. Рассмотрим 2 случая:

а. Они бегут по кругу в одну сторону.

б. Они бегут по кругу в противоположных направлениях.
(напротив друг другу)



3. Известно, что e между ними сократилось вдвое:



Тогда угол, под которым виден остаток их пути, составляет 60° .

Значит, им осталось преодолеть $\left(\frac{60^\circ}{180^\circ}\right) \cdot \frac{2\pi R}{2}$
 $= \frac{1}{3} e'$, где e' - расстояние между бегунами по окружности (πR).

Или перейдем в систему отсчета 1-го поезда (пусть $V_1 > V_2$):

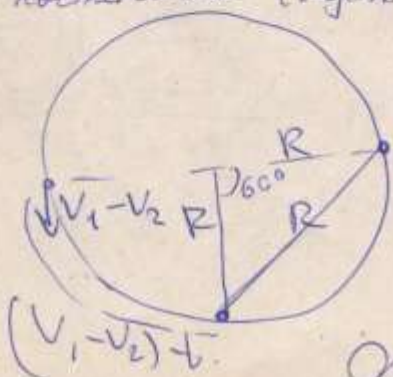
Тогда: а.

$$(V_1 + V_2)t = \frac{2}{3} e'$$

$$\delta: (V_1 - V_2)t = \frac{2}{3} e'$$

$$\text{Тогда: а) } \frac{e'}{(V_1 + V_2)} = \frac{3}{2} t = T, T - \text{исходное время от старта}$$

$$\delta: \frac{e'}{(V_1 - V_2)} = \frac{3}{2} t = T, T - \text{исходное время от старта}$$



Ответ: $\frac{3}{2} t$

Задача N2.

Пусть R - сопротивление одного стержня $R = \rho \frac{l}{S}$

r - сопротивление батарейки.

U - напряжение, показываемое батарейкой.

1 момент:

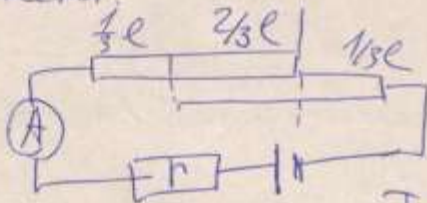


$$R_{\text{общ}} = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$$

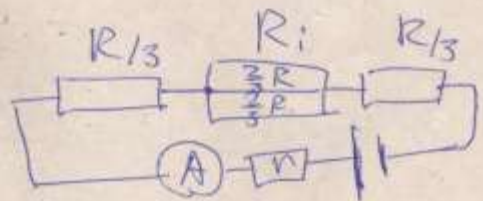
$$\text{или } R_{\text{общ}} = \frac{\rho l}{S + S} = \frac{\rho l}{S} \cdot \frac{1}{2} = \frac{R}{2}$$

$$\text{Тогда: } \frac{U}{\frac{R}{2} + r} = I_1$$

2 момент:



Эквивалентная схема



Тогда:

$$\frac{U}{R_{\text{общ}}} = I_2$$

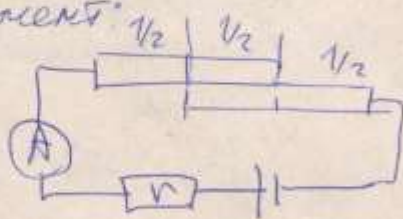
$$\frac{U}{\frac{1}{3}R + \frac{1}{3}R + \frac{1}{3}R + r} = I_2 \Rightarrow \frac{U}{R + r} = I_2$$

Точно так же:

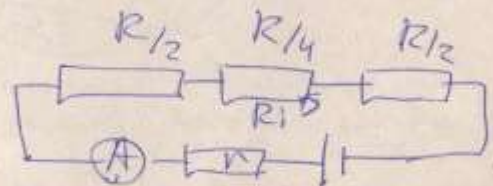
$$R_i = \frac{\frac{2}{3}R \cdot \frac{2}{3}R}{\frac{2}{3}R + \frac{2}{3}R} = \frac{1}{3}R$$

$$\text{или } R_i = \rho \cdot \frac{\frac{2}{3}l}{S + S} = \frac{1}{3}R$$

3 момент:



⇒



$$R_{\text{общ}} = \frac{\frac{1}{2}R \cdot \frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R + \frac{1}{2}R} = \frac{1}{4}R$$

$$R_i = \rho \cdot \frac{\frac{1}{2}l}{S + S} = \frac{1}{4}R$$

$$\frac{U}{\frac{5}{4}R + r} = I_3$$

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

ИГУ К № 05

$$\frac{U}{I_2} = \frac{5}{4} R + r$$

$$\frac{U}{R/2 + r} = I_1$$

Решим систему:

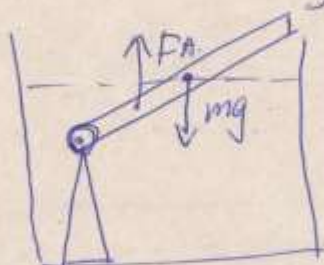
$$\begin{cases} \frac{U}{I_1} = \frac{R}{2} + r \\ \frac{U}{I_2} = R + r \\ \frac{U}{I_2} = \frac{5}{4} R + r \end{cases} \rightarrow \begin{cases} U \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1} \right) = \frac{R}{2} \\ U \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1} \right) = \frac{3}{2} R \end{cases} \text{ несовместно.}$$

$$U \cdot \frac{1}{I_2} = \frac{3}{2} \cdot U \cdot \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1} \right) + U \cdot \frac{1}{I_1}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{I_2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{I_2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{I_1} \\ I_2 = 4,5 A \\ I_1 = 6 A \end{cases} \rightarrow \frac{1}{I_2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4,5} - \frac{1}{2 \cdot 6} = \frac{3 \cdot 4}{36} - \frac{1 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4} \rightarrow I_2 = 4 A$$

Ответ: когда сумма сопр. частей $= \frac{r}{2}$, $I = 4 A$. (A)

Задача N 3



1. Мы не знаем, какое N прикладывает стержень к шершавости, поэтому запишем условие на вращение шершавой стержневой шарнира

$$\sum M = 0 \quad (\text{т.к. стержень не вращается})$$



2. F_A равна на каждом участке по всей ($F_A(x) = \text{const}$)
Значит, $\frac{3}{5}l$

$$M_{F_A} = \int_0^l \rho \cdot g \cdot s \cdot dl \cdot dl = \rho g s \frac{(l \cdot \frac{3}{5})^2}{2} = (\rho g s \cdot l) \cdot \frac{9}{25} \cdot \frac{l}{2}$$

3. Тогда: $mg \frac{l}{2} = (\rho g s l) \frac{9}{25} \frac{l}{2} \Rightarrow ms = \frac{9}{25} (\rho g s l)$

4. Теперь рассмотрим ситуацию, когда стержень погружаем в воду не у начала шарнира, а у удаленного от шарнира конца



Тогда, аналогично 1-3:

$$\sum M = 0 \Rightarrow mg \frac{l}{2}$$

Пусть погружена x и стержень в воду
Тогда:

$$F_A \cdot l = \int_0^x \rho g s \cdot dx = (\rho g s x) \cdot (l - \frac{x}{2})$$

$$\text{Тогда: } mg \frac{l}{2} = (\rho g s) \cdot x (l - \frac{x}{2})$$

$$\frac{9}{25} \rho g s l \cdot \frac{l}{2} = (\frac{2l-x}{2}) x (\rho g s)$$

$$x^2 - 2lx + \frac{9}{25} l^2 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{50 \pm 40}{50} l$$

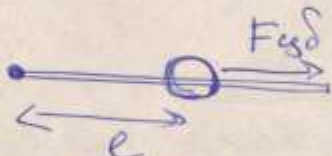
$x \neq l$ т.к. мы не можем погрузить в воду стержень больше чем на всю его длину.
 $\otimes x = \frac{1}{5} l$ Ответ: на 0,2.

Задача №4.

1. Перейдем в систему отсчета спутника:

появится $F_{цб}$ (сила инерции):

$$a_{цб} = -a_{цс} = \left| \frac{V^2}{R} \right| = \omega^2 R = \omega^2 l$$

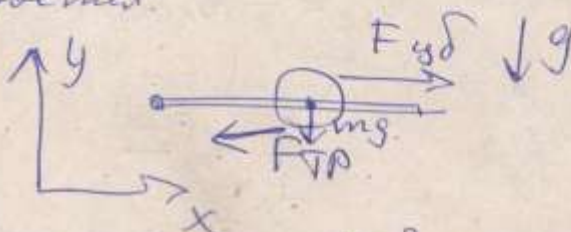


Есть еще *угловое ускорение!*

2. Рассмотрим момент, когда $F_{тп} = \max$: Тогда будем видеть всё наоборот!

$$\sum F_{набус} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{тп} = F_{цб} \Rightarrow m g_M = m \omega^2 l$$

3. $\omega = \epsilon t$, где ϵ - угловое ускорение. Тогда:

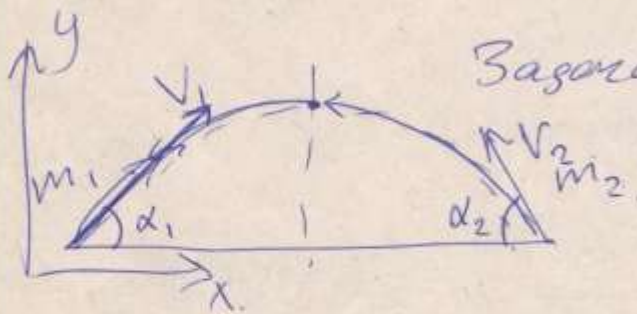
$$g_M = \omega^2 l \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g_M = \epsilon^2 t_x^2 l \Rightarrow t_x = \sqrt{\frac{g_M}{\epsilon^2 l}}$$

58

Ответ: $t_x = \sqrt{\frac{g_M}{\epsilon^2 l}}$

Задача №5.



1. Запустим тела с *противоположных сторон* в *вершинной* точке y них. Даны V *только по x*.

Тогда:

$$V_1 \sin \alpha_1 = gt$$

$$V_2 \sin \alpha_2 = gt \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$$

2. ~~После столкновения нулевых тел повторится траектория первого тела.~~ Значит, ~~после столкновения их скорости стали V_1~~

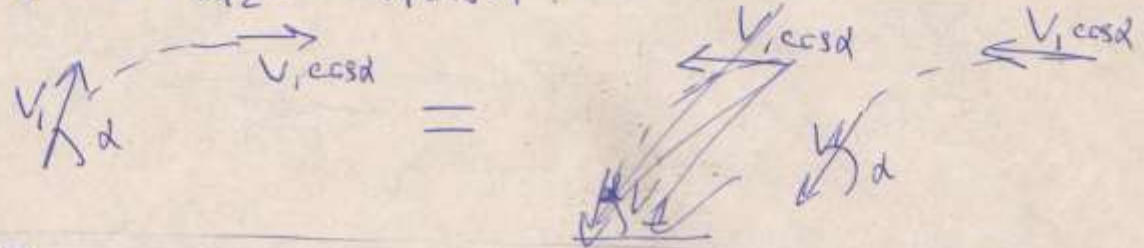


(~~там все равно в какую сторону запустят камень - с земли нас ("отмечаем время начала" - будет камень падает u_2~~)

н. 2



После столкновения тела повторили траекторию первого тела! Значит, после столкновения их скорость $V_{12} = -V_1 \cos \alpha_1$!



3. Тарга:

по ЗУИ: $-m_1 V_{1x} + m_2 V_{2x} = (m_1 + m_2) V_{12}$

$$\begin{cases} m_2 (V_2 \cos \alpha_2 - V_{12}) = m_1 (V_{12} + V_1 \cos \alpha_1) \\ V_{12} = -V_1 \cos \alpha_1 \\ V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \end{cases}$$

$$m_2 \left(V_1 \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \cos \alpha_2 - V_1 \cos \alpha_1 \right) = 2m_1 V_1 \cos \alpha_1$$

$$\begin{aligned} \frac{m_1}{m_2} &= \left(\frac{\sin \alpha_1 \cos \alpha_2 - \cos \alpha_1}{2 \cos \alpha_1} \right) = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2 - 1) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} - 1 \right) \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} - 1 \right)$

(+)



$$-m_1 v_1 \cos \alpha_1 + m_2 v_2 \cos \alpha_2 = (m_1 + m_2) v_1 \cos \alpha_1$$

$$v_1 \sin \alpha_1 = v_2 \sin \alpha_2$$

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

$$m_2 (v_2 \cos \alpha_2 - v_1 \cos \alpha_1) = 2m_1 (v_1 \cos \alpha_1)$$

$$m_2 (v_1 \sin \alpha_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_2 - v_1 \cos \alpha_1) = 2m_1 v_1 \cos \alpha_1$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \alpha_1 \operatorname{ctg} \alpha_2 - \cos \alpha_1}{2 \cos \alpha_1}$$

$$= (\operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{ctg} \alpha_2 - 1) \frac{1}{2}$$

