

Шифр

К 08

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по ФИЗИКЕ

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

КАРГАП ОЛОВ

Имя:

ИВАН

Отчество:

ЮРЬЕВИЧ

Учащийся 10 класса школы № Гимназии №6 "Горноста́й"

г. Новосибирск, Советский район

(города/села, района)

Новосибирская область

(области)

Дата рождения 06.07.1998

Контактная информация – телефон(ы): ivan0607@bk.ru

8-913-787-94-04

E-mail: ivan0607@bk.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

Иван

Шифр к-08

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	Краснов Е.Ю. Тохабев Д.А.	 Тохабев Д.

Председатель жюри: Махмудова М.М. Т.В.

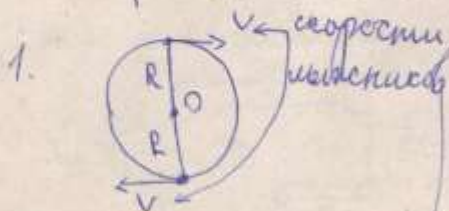
ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

ИГУ
К № 08

Задача №1

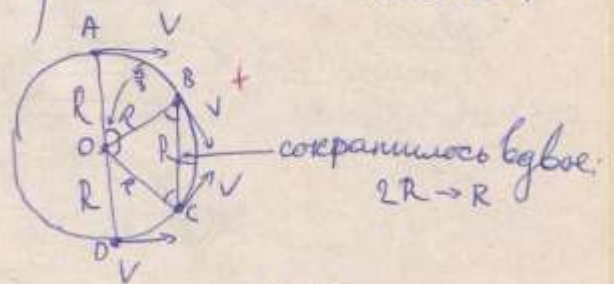
1	2	3	4	5	Σ
10	10	10	5	10	45

Рассмотрим, как могут стартовать лыжники:



Когда расстояние между лыжниками
бы никогда не уменьшлось.

2.



Когда они стартовали так.
Нарисуем положение лыжников
через время t . $\angle BOC = \frac{\pi}{3}$

$$\angle AOB = \angle COD = \angle BOC = \frac{\pi}{3}$$

Когда каждый лыжник
успел проехать $S = V \cdot t = R \cdot \frac{\pi}{3}$.

$$R = \frac{3Vt}{\pi} \quad \text{A)}$$

Когда, чтобы встретиться, лыжники через время τ :

$$\frac{\pi R}{2V} = 2V \cdot \tau$$

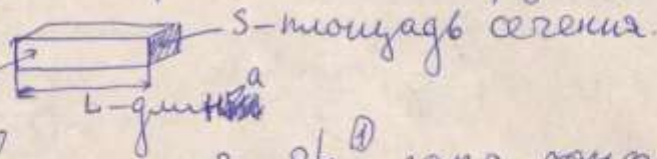
расстояние по
кругу между ними ← скорость сближения

$$\text{A)} \rightarrow \tau = \frac{\pi R}{2V} = \frac{\pi}{2V} \cdot \frac{3Vt}{\pi} = \frac{3}{2} t$$

Ответ: встретятся они через время
 $\tau = \frac{3}{2} t$

N2

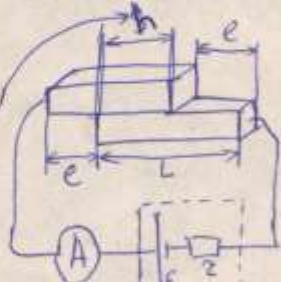
Пусть каждый стержень имеет размеры:



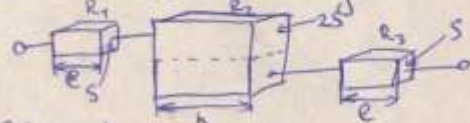
удельное сопротивление ρ

$$R = \frac{\rho L}{S} \text{ - сопр. одного стержня}$$

Схема:
длина
соприкосновения
 $l = L - h$



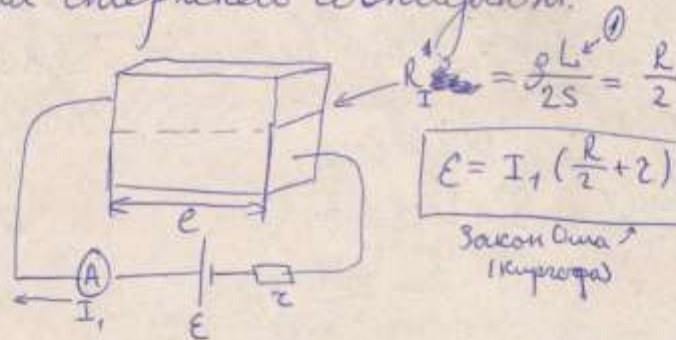
такое сопротивление мы заменим на эквивал. схему:



$$R_{\text{всё}} = R_1 + R_2 + R_3 + z$$

замена неидеальной батареей на идеальную + внутр. сопр. z

I. Когда края стержней совпадают:

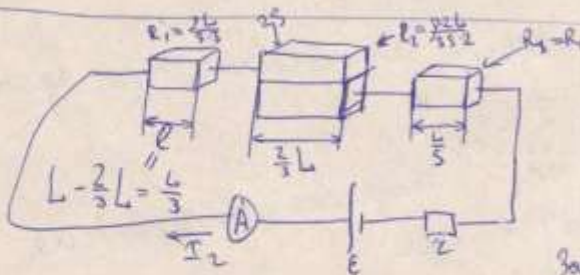


$$R_I = \frac{\rho L}{2S} = \frac{R}{2}$$

Закон Ома / Кирхгофа

$$z = \frac{E}{I_1} - \frac{R}{2}$$

(2)



$$R_{II} = \frac{\rho L}{S \cdot 3} + \frac{\rho L}{S \cdot 3} + \frac{\rho \cdot \frac{L}{3}}{S \cdot \Delta} = \frac{\rho L}{S} = R$$

$$E = I_2 (R + z) \text{ (II)}$$

Закон Ома / Кирхгофа

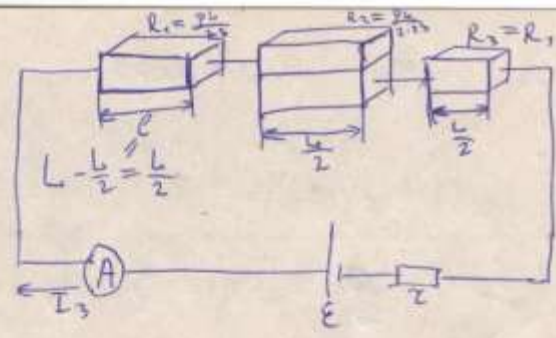
$$E = I_2 R + I_2 \frac{E}{I_1} - I_2 \frac{R}{2}$$

$$E \left(1 - \frac{I_2}{I_1}\right) = I_2 \left(R - \frac{R}{2}\right)$$

$$E \cdot \frac{I_1 - I_2}{I_1} = I_2 \cdot \frac{R}{2}$$

$$E = \frac{I_2 I_1}{I_1 - I_2} \cdot \frac{R}{2} \text{ (2) } \rightarrow \text{(1)} \cdot \left[z = \frac{R}{2} \left(\frac{I_2}{I_1 - I_2} - 1 \right) \right] \text{ (3)}$$

III



$$R_{III} = \frac{\rho L}{2S} + \frac{\rho L}{4S} + \frac{\rho L}{2S} = \frac{5}{4} \frac{\rho L}{S} = \frac{5}{4} R$$

Закон Ома/Кирхгофа: $E = I_3 (R \cdot \frac{5}{4} + z)$

$$\frac{I_2 \cdot I_1}{(I_1 - I_2)} \cdot \frac{R}{2} = I_3 (R \cdot \frac{5}{4} + \frac{R}{2} (\frac{I_2}{I_1 - I_2} - 1))$$

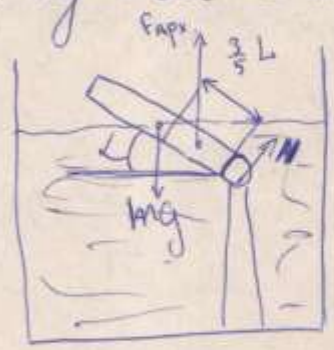
$$I_3 = \frac{I_2 \cdot I_1}{I_1 - I_2} \cdot \frac{1}{\frac{5}{2} + \frac{I_2}{I_1 - I_2} - 1} = \frac{6 \cdot 4,5}{6 - 4,5} \cdot \frac{1}{2,5 + \frac{4,5}{6 - 4,5} - 1}$$

$$= 6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2,5 + 3 - 1} = \frac{18}{4,5} = 4 \text{ A}$$

Ответ: $I_3 = 4 \text{ A}$ — покажет амперметр (+)

I. Когда уровень воды чуть выше шарнира:

Видим сегменты палки длиной L , поперечн. сечение S и плотность ρ_m



Момент отн. шарнира = 0 (палка не гнется), тогда:

$$0 + F_{арх} \cdot \underbrace{(\frac{3}{5}L \cdot \frac{1}{2})}_{\text{плечо}} \cdot \cos \alpha = mg \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$\underbrace{(\frac{3}{5}L \cdot S)}_{\text{вытесненный}} \rho_0 g \cdot \frac{3}{5} = \underbrace{L \cdot S \rho_m}_{m} g \Rightarrow \rho_m = \frac{3}{25} \rho_0$$

II Когда уровень чуть ниже маршира:



Мера силы Архимеда

$$h = \left(L - \frac{kL}{2} \right) \cos \alpha = L \left(1 - \frac{k}{2} \right) \cos \alpha$$

$$N'_0 + F'_{арх} \cdot \left(1 - \frac{k}{2} \right) = mg \cdot \frac{k}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$\underbrace{(kL)}_{V_{\text{погруженное}}} \rho_B \cdot g \left(1 - \frac{k}{2} \right) = \underbrace{\left(L - \frac{kL}{2} \right)}_m \rho_M \cdot g \cdot \frac{1}{2}$$

$$k \rho_B \cdot \frac{(2-k)}{2} = \rho_M \cdot \frac{1}{2}$$

$$(2k - k^2) \rho_B = \frac{9}{25} \rho_M$$

$$k^2 - 2k + \frac{9}{25} = 0$$

$$\frac{D}{4} = \frac{25}{4} - \frac{9}{25} = \frac{16}{25} = \left(\frac{4}{5} \right)^2$$

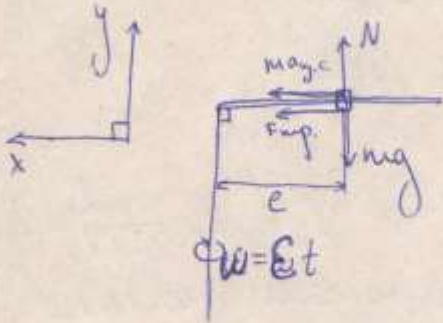
$$k_1 = 1 + \frac{4}{5} = \frac{9}{5} > 1 - \text{не может быть погружена больше чем стержень}$$

$$k_2 = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} \quad \text{— Ответ}$$

Ответ: Палочка будет погружена на $\frac{1}{5}$ длины, когда уровень воды будет чуть ~~меньше~~ ниже маршира

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

К № 08



№4

$F_{fr\ max} = \mu N$ - её максимум +
 $a_{y,c} = \omega^2 l = \epsilon^2 t^2 l$

II закон Ньютона / для:

x: $ma_{y,c} = F_{fr}$ - если $ma_{y,c} \leq F_{fr\ max}$,
 то брусина ещё
 держится на месте.

y: $N = mg \Rightarrow F_{fr\ max} = \mu mg$

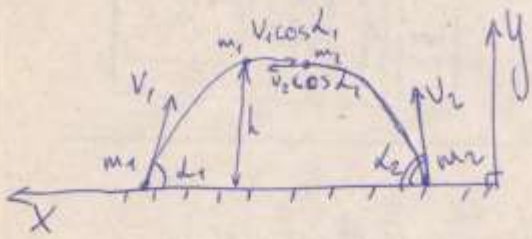
①: $ma_{y,c,x} = F_{fr\ max}$ - когда $ma_{y,c}$ станет $> F_{fr\ max}$,
 то брусина сорвётся.
 $\epsilon^2 t_x^2 l = \mu mg$
 $t_x^2 = \frac{1}{\epsilon^2} \cdot \frac{\mu g}{l}$
 Критический момент - равенство

$t_x = \frac{1}{\epsilon} \sqrt{\frac{\mu g}{e}}$ - когда $ma_{y,c,x}$ превзойдёт $F_{fr\ max}$,
 брусок начнёт двигаться к
 краю ступицы. (сорвётся с места)

Ответ: через время

$t_x = \frac{1}{\epsilon} \sqrt{\frac{\mu g}{e}}$

58



№5
Оба тела за время t (до столкновения) поднимались на высоту

$$1) y \uparrow h = V_1 \sin \alpha_1 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$2) y \uparrow h = V_2 \sin \alpha_2 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$V_1 \sin \alpha_1 = V_2 \sin \alpha_2 \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \quad (1)$$

В момент столкновения тела имеют только горизонтальную (по x) составляющую скорости:

$V_1 \cos \alpha_1$ — для 1 тела

$V_2 \cos \alpha_2$ — для 2 тела

В момент столкновения будет исп. закон сохр. импульса, т.к. он верен, если столкновение произошло быстро. З.С. Энергии не ударен, т.к. часть энергии перейдет в тепловую во время удара:

$$P_x: m_2 V_2 \cos \alpha_2 - m_1 V_1 \cos \alpha_1 = (m_1 + m_2) V_x$$

Т.к. по вертикали тела, слившись, будут падать такое же время, что и когда они поднимались, значит, по горизонтали тела после столкновения пролетят столько же, сколько 1 тело до столкновения, слившись покажи в точку, откуда было брошено 1 тело. Поэтому после удара слившиеся имеют скорость $V_x = V_1 \cos \alpha_1$

$$P_x: m_2 V_x \frac{\cos \alpha_2}{\sin \alpha_2} \sin \alpha_2 - m_1 V_x \cos \alpha_1 = m_1 V_x \cos \alpha_1 + m_2 V_x \cos \alpha_1$$

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

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(-\cos \alpha_1 + \frac{\cos \alpha_2}{\sin \alpha_2} \cdot \sin \alpha_1)}{\cos \alpha_1}$$

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

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

uCB,

g

u₂,

s₁