

Шифр

Р-32

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Р Р Ч К А Л О В

Имя:

М И Х А И Л

Отчество:

К О Н С Т А Н Т И Н О В И Ч

Учащийся

9

класса школы №

МБОУ Аэрокосмический лицей

им. Ю.В. Кондратюка

г. Новосибирск Дзержинский район

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения

31.05.2001

Контактная информация — телефон(ы):

+7 913 768 72 39

E-mail:

gchkalov-mikhail@mail.ru

Пункт проведения этапа

Новосибирский государственный Технический университет

Дата проведения этапа

26.07.2017

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

(подпись)

1	2	3	4	5
10	2	10	10	0

Шифр

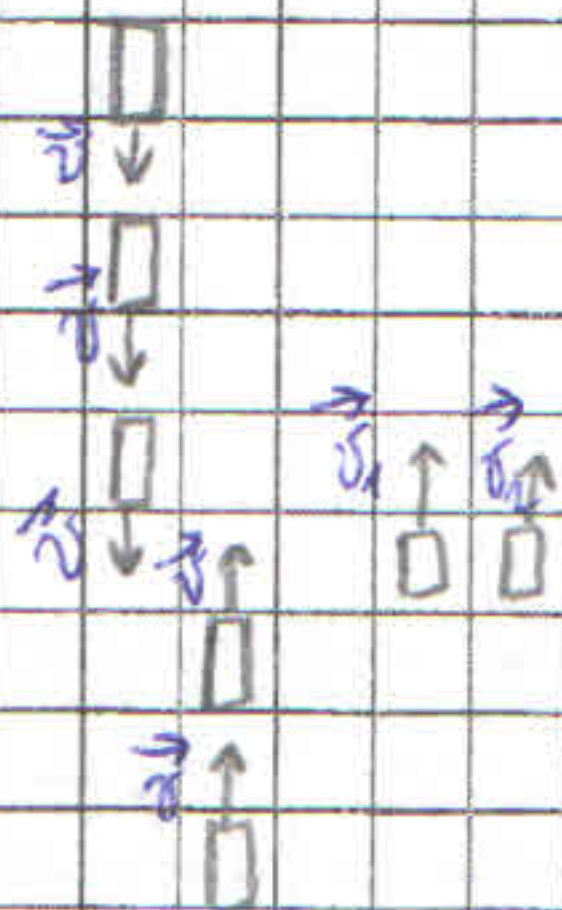
Ф-32

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
32	02.03.17	Кич ВФ	

Задача 1

* Все задачи без численных значений, поэтому будет без "дано"



для начала обозначения v - скорость трамвая
 v_1 - скорость велосипедиста, v_2 - скорость автомобиля
 нам дано что велосипедист видит троллейбус встречный трамвай пока его обгоняет один попутный. Значит за время, пока попутный дойдёт до велосипедиста, встречные пройдут 3 раза (одно и тоже сказано)
 так как скорости всех постоянны, а скорости трамвая относительно земли равны, то можно сказать, что ~~относительная~~ скорость встречный относительно велосипедиста по модулю в 3 раза больше скорости попутный относительно велосипедиста, иными словами

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

$$v_2 + v = 3(v - v_1) \quad \text{тут взято } v - v_1, \text{ так как по условию } v > v_1$$

$$v_1 + v = 3v - 3v_1 \quad \text{отсюда получаем}$$

$$4v_1 = 2v; \quad v_1 = \frac{v}{2} \quad (1)$$

с автомобилем ситуация та же, но по условию он обгоняет попутный трамвай ($v_2 > v$)

$$v_2 + v = 3(v_2 - v)$$

$$v_2 + v = 3v_2 - 3v$$

$$4v = 2v_2$$

$$v_2 = 2v \quad (2)$$

для ответа на вопрос задачи делим (2) на (1)

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2v}{\frac{v}{2}} = 4$$

$$\text{Ответ: } \frac{v_2}{v_1} = 4$$

Задача 3



для начала укажем, что сопротивление всех резисторов $= R$.

$$\frac{Q_A}{Q_B} = ?$$

если нарисовать эквивалентную схему (для экономии места я этого не делаю), то будет ясно видно, что один резистор, блок из двух параллельных и блок из трёх параллельных резисторов соединены последовательно. Пусть же

по каждой такой блоку будет течь ток $= I$. Тогда пойдёт на блок из двух резисторов можно сказать, что $I_A = \frac{I}{2}$ (ну не пишу я доказывать, так резисторы равные), а в блоке из трёх резисторов $I_A = \frac{I}{3}$

Председатель жюри

известно что $Q = I^2 R \cdot t$, тогда

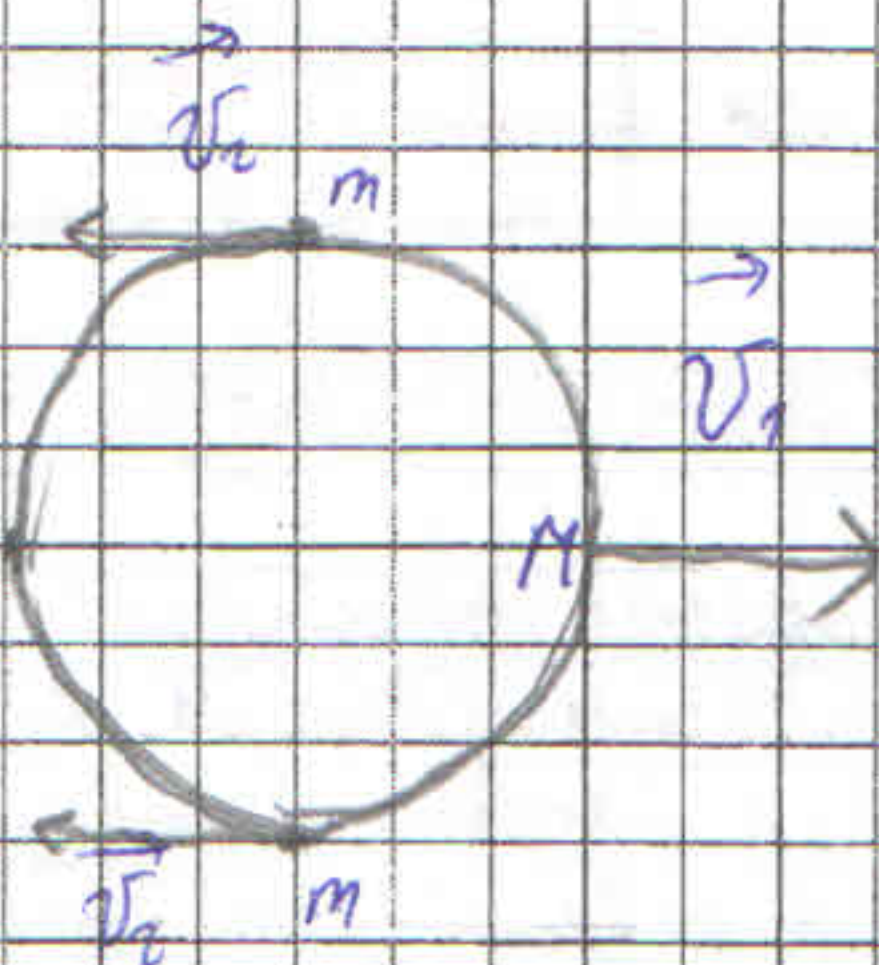
$$Q_A = I_A^2 R \cdot t \quad \text{можно сразу взять отношение и разделить } I_A \text{ и } I_B$$

$$Q_B = I_B^2 R \cdot t$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{I_A^2}{I_B^2} \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{4}{9}$$

Ответ: $\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{4}{9}$

Задача 5.

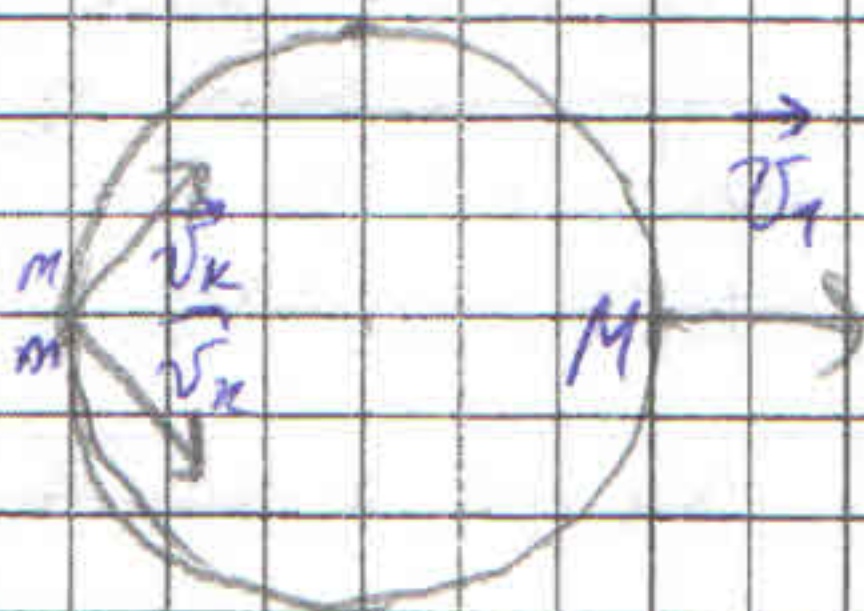


И снова обозначим: пусть после удара кольцо поехали со скоростью v_1' , а бусинки со скоростью v_2'

тогда запишем импульсы (я сразу приравняю)

$$v_1 M = v_2 m + v_2' m, \text{ откуда}$$

$$v_2 = \frac{v_1 M}{2m}$$



Найти тогда скорость бусинок перед столкновением (v_k) так как их скорости одинаковы, то они пройдут одинаковое расстояние и встретятся в точке, продолжением линии, продолженной от вектора v_1 , значит будет $v_2 + v_1$ и зная значение v_k найдем по Пифагору,

$$v_1^2 + v_2^2 = v_k^2$$

$$v_k^2 = v_1^2 + \frac{v_1^2 M^2}{4m^2} \Rightarrow v_k = v_1 \sqrt{\frac{M^2}{4m^2} + 1}$$

$v_k = ?$

Ответ: $v_k = v_1 \sqrt{\frac{M^2}{4m^2} + 1}$

Задача 4

Время мало, слов будет меньше, возможно в конце нарисую рисунок.

Условию, что α - угол между ускорением a (туда ракет) и горизонтом, t - время от старта до старта π_1 - место от старта первой ступени по оси x , ξ_1^* - место по x падения первой ступени, y_1 - место от старта первой ступени по оси y , π_2 - место старта второй ступени, v_{x1} и v_{y1} - скорости ступени после отрыва соответственно по осям, t_1 - время падения первой ступени. Для второй ступени всё с индексом 2 переписав

$$\pi_1 = \frac{a \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$y_1 = \frac{a \sin \alpha \cdot t^2}{2} - \frac{(a \sin \alpha - g) t^2}{2}$$

$$v_{y1} = (a \sin \alpha - g) \cdot t$$

$$S_1 = \pi_1 + v_{x1} t_1$$

$$v_{x1} = a \cos \alpha \cdot t$$

$$\pi_1 = y_1 + v_{y1} t_1$$

$$S_1 = \frac{a \cos 2\alpha}{2} + a \cos 2\alpha t_1 \quad (1)$$

$$0 = y_1 + v_{y1} t_1 = \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\frac{g t_1^2}{2} - (a \sin \alpha - g) t \cdot t_1 - \frac{(a \sin \alpha - g) t^2}{2} = 0 \quad (2)$$

*1 v_1 - единственная скорость, которая дана

*2 ξ_1 - единственное что дано, найти S_2

$$x_2 = \frac{a \cos 2 \cdot t^2}{2} \quad v_{x2} = 2a \cos 2 \cdot t$$

$$y_2 = \frac{(a \sin 2 - g) \cdot t^2}{2} \quad v_{y2} = 2(a \sin 2 - g) \cdot t$$

$$\dot{s}_2 = x_2 + v_{x2} \cdot t_2 \quad s_2 = 2a \cos 2 \cdot t^2 + 2a \cos 2 \cdot t \cdot t_2 \quad (7)$$

$$\dot{y} = y_2 + v_{y2} t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \quad \frac{g t_2^2}{2} = 2(a \sin 2 - g) \cdot t \cdot t_2 - 2(a \sin 2 - g) \cdot \frac{t^2}{2} \quad (4)$$

теперь решим (2) и (4) как квадратные уравнения относительно t_1 и t_2
(не привожу полное решение, при желании см. в черновик)

$$t_1 = \frac{(a \sin 2 - g) t + t \sqrt{(a \sin 2 - g)^2 + (a \sin 2 - g)}}{g}$$

$$t_2 = \frac{2(a \sin 2 - g) t + 2t \sqrt{(a \sin 2 - g)^2 + (a \sin 2 - g)}}{g}$$

поделив t_1 на t_2 получим $\frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = 2t_1$

теперь подставим (1) на (3)

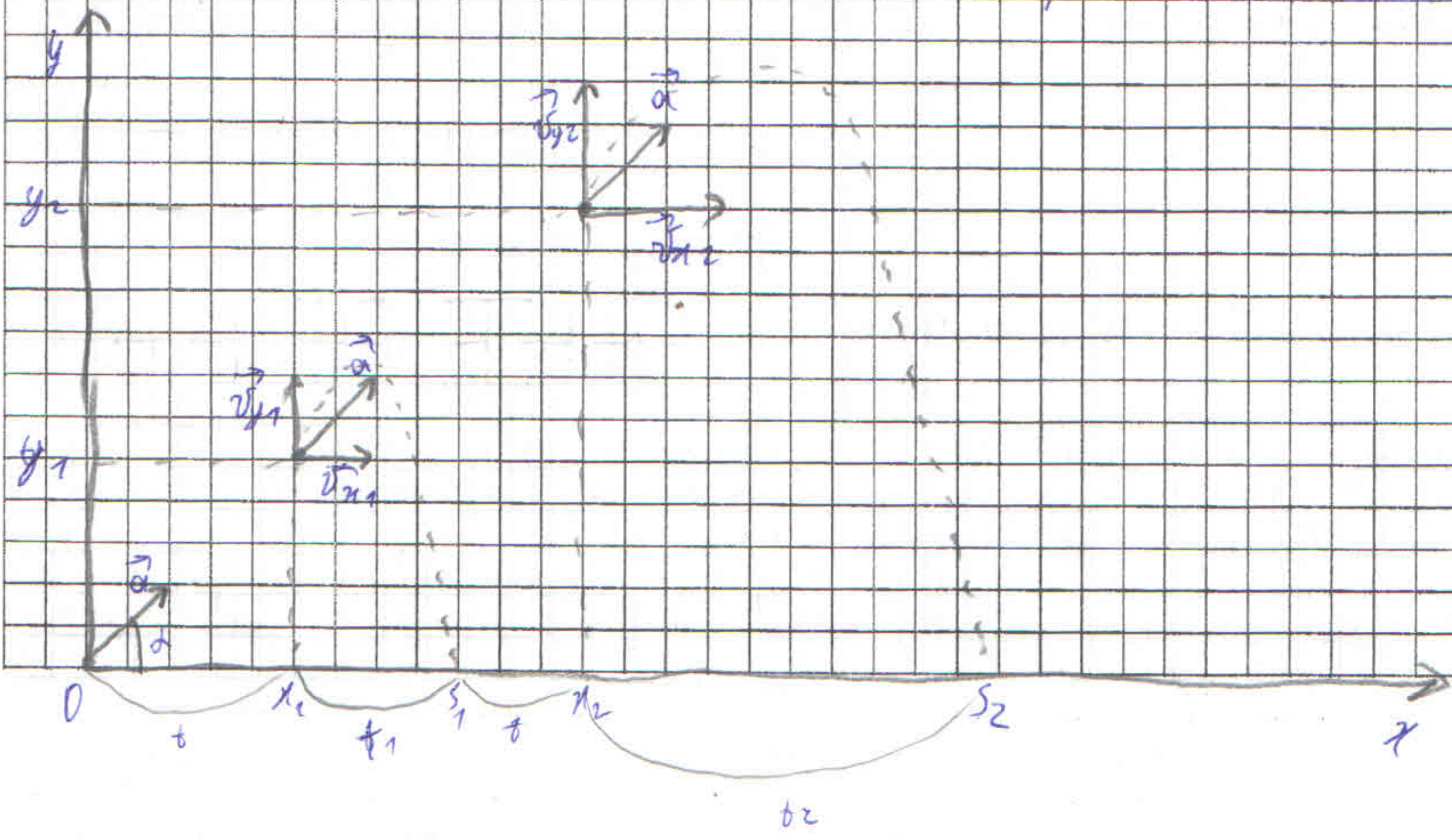
$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{\frac{a \cos 2 \cdot t^2}{2} + a \cos 2 \cdot t \cdot t_1}{2(a \cos 2 \cdot t^2 + a \cos 2 \cdot t \cdot t_2)}$$

теперь если мы сюда подставим t_2 и вынесем из числителя 2, то самая большая непонятная часть уйдет и останется

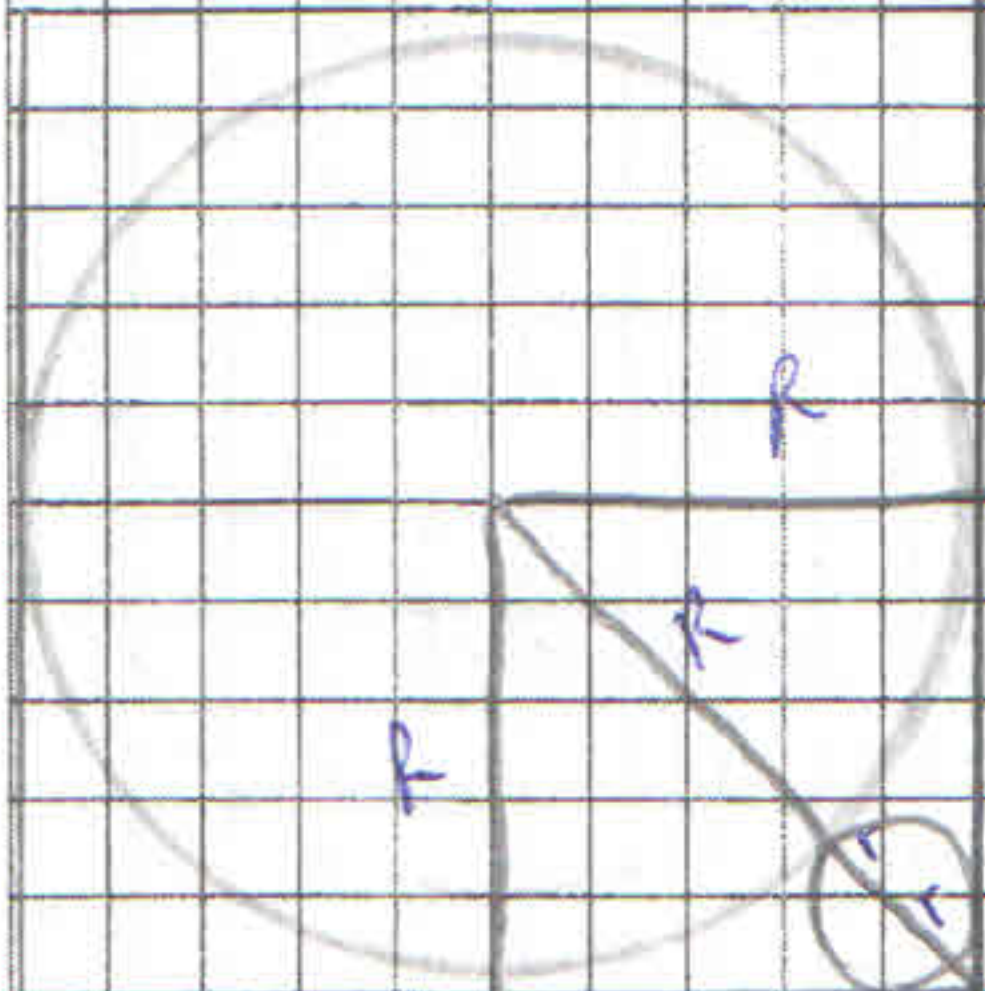
$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{1}{4}, \text{ значит } s_2 = 4s_1$$

Ответ: $s_2 = 4s_1$

обязательный рисунок!



Задача 2

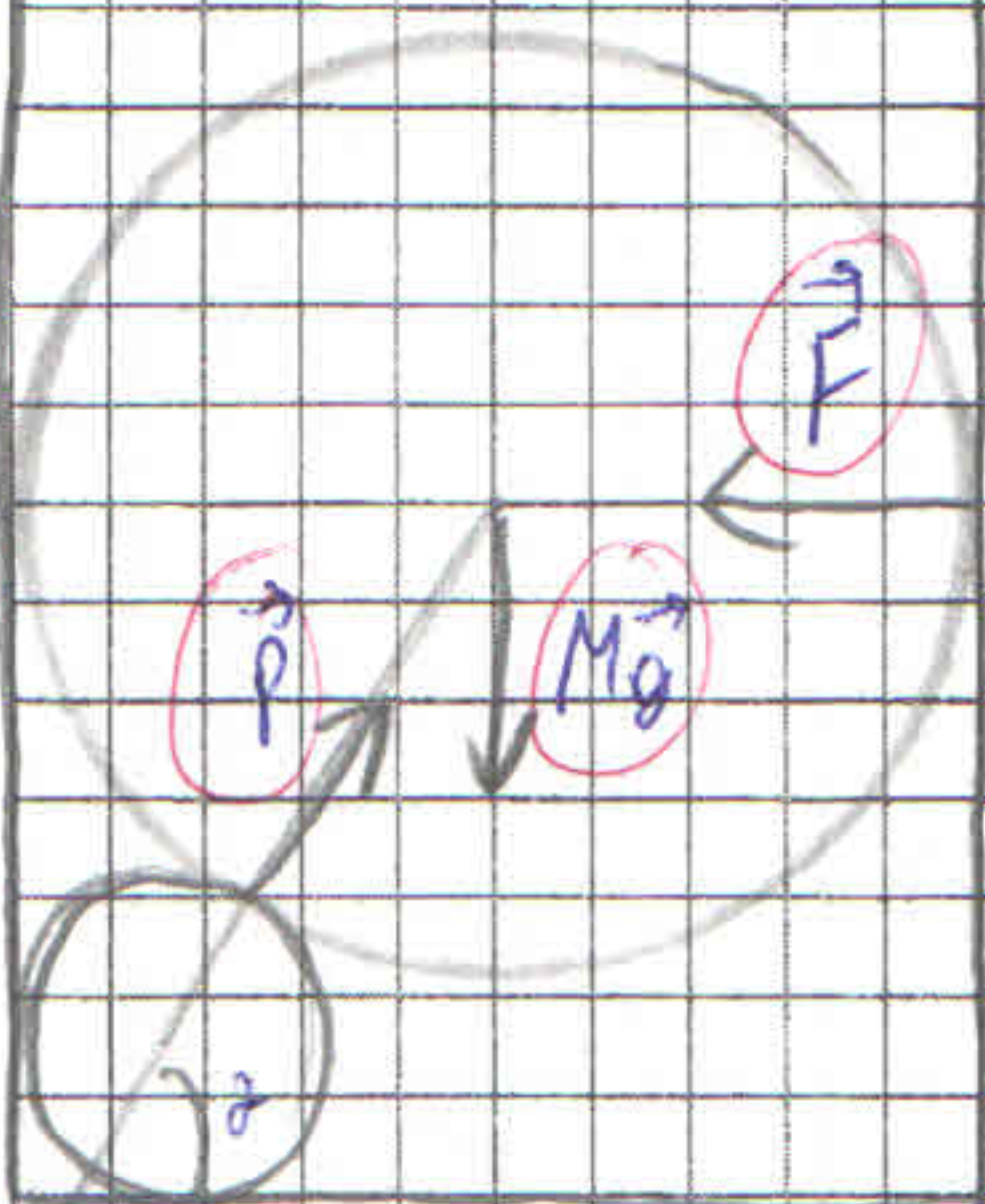


для начала поговорим об ограничениях, в условии сказано, что $r < R$, но на рисунке слева ситуация такая, что взаимодействие стержня будет = 0, значит берём критический случай и накладываем ограничение на r

маленькой геометрии и получаем ограничение:

$$R\sqrt{2} < R + r + r\sqrt{2}$$

$$R(\sqrt{2} - 1) < r(1 + \sqrt{2}); \quad r > R(\sqrt{2} - 1)^2$$



а теперь решали. Определим силы тяжести, реакцию на $\vec{F}$ и силу реакции малого шарика, допустим, $\vec{R}$, а также угол α между R и горизонталью

тогда $\vec{R} = 0 \Rightarrow \vec{R} + M\vec{g} + \vec{F} = 0$
и составим проекции

$$R \sin \alpha = Mg \Rightarrow R = \frac{Mg}{\sin \alpha}$$

и возведём в квадрат и сложим

$$F^2 + Mg^2 = R^2$$

$$F = Mg \sqrt{1 - \frac{1}{\sin^2 \alpha}} = Mg \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1}$$

тут неизвестны остались α

с помощью нашей геометрии этот угол возможно выразить через R

и я даже предположил в этот раз - то в черновике но времени нет, поэтому оставим это так