



1302504578004

Титульный лист

Направление

☐

анализ данных

☐

информатика

☐

история

☐

математика

☐

обществознание

☐

русский язык

☒

физика

☐

химия

Класс

☐

8

☐

9

☒

10

☐

11

Фамилия

КОРОЛЕВ

Имя

НИКИТА

Отчество

ЭДУАРДОВИЧ

Дата рождения

15 04 2009

Город участия

ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория

43

Дата

31

01

2026

Подпись

Пример

заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф

Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



1302504578004

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление

- ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс

- ☐ 8 ☐ 9 ☒ 10 ☐ 11

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Заполняется организаторами

Количество доп. листов

Количество черновиков к проверке

Время выхода с

до

Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Балл члена
жюри №1

25 - - -

Балл члена
жюри №2

25 - - -

Итоговый балл

25

Подпись

члена жюри №1

Подпись

члена жюри №2

Пример

заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
 Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

~ 2

Дано

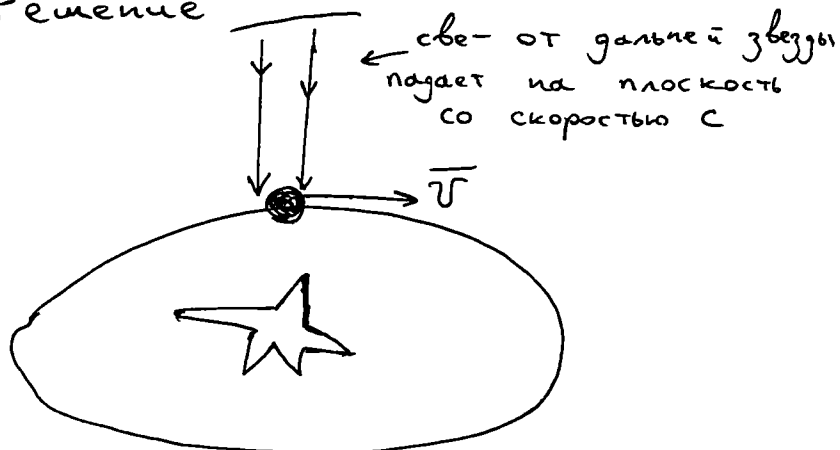
$$\alpha = 30''$$

$$R = 1,50 \cdot 10^8 \text{ км} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$T = ?$

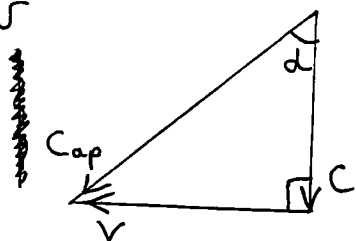
Решение



По закону о сумме скоростей

$$c_{\text{ар}} = c - v$$

$\Rightarrow$



$$\text{Тогда } \text{tg}(\alpha) = \frac{v}{c} \Rightarrow v = c \text{ tg}(\alpha)$$

$$\alpha = 30'' = \frac{30}{3600} = \frac{1}{120}^\circ$$

$$\text{tg}(\alpha) = \text{tg}\left(\frac{1}{120}\right) = 1,454441054 \cdot 10^{-4}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{c \text{ tg}(\alpha)} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,50 \cdot 10^{11} \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1,454441054 \cdot 10^{-4}}$$

$2\pi R$ — длина орбиты

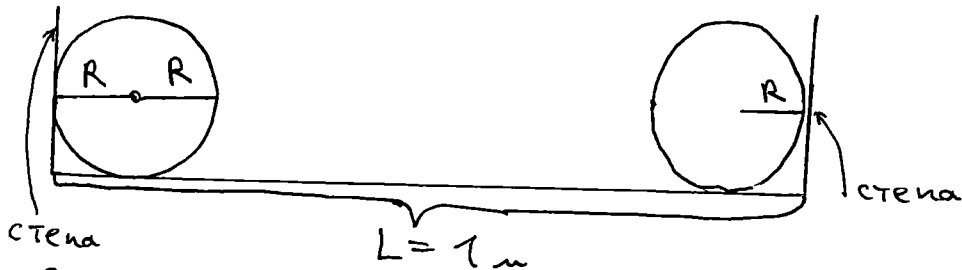
$$= 21589049,56 \text{ с}$$

$$1 \text{ суток} = 24 \text{ часа} = 1440 \text{ минут} = 86400 \text{ с}$$

$$T = \frac{21589049,56}{86400} \approx 250 \text{ суток}$$

Ответ $T \approx 250$ суток

1 Дано $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ $L = 1 \text{ м}$ $t = 2 \text{ с}$



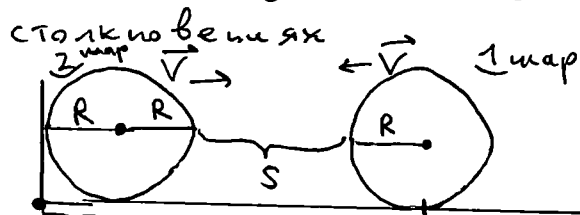
Сказано, что столкновения шара происходят каждые 2 секунды

$$v = \frac{L - 2R}{t} = \frac{1 \text{ м} - 2 \cdot 0,1 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Шар за время t проходит расстояние $L - 2R$, т.к. надо учитывать его радиус

Т.к. в систему добавляют второй такой же шар, можно сказать, что у всех шаров скорость равна v

И при этом, мы знаем, что взаимодействия шаров со стенками и между собой мгновенные и абсолютно упругие, значит v сохраняется и не изменяется при столкновениях

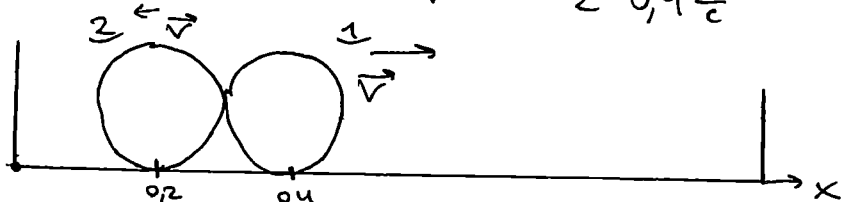


Введем ось координат от левой стены

$$V_{\text{сближ}} = v + v = 2v$$

$$S = \frac{L}{2} - 3R = \frac{1}{2} - 3 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ м}$$

$$T = \frac{S}{V_{\text{сближ}}} = \frac{0,2 \text{ м}}{2 \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,25 \text{ с}$$



$$x_i(t) = x_0 + vt$$

$$x_2(0,25) = 0,1 + 0,4 \cdot 0,25 = 0,2 \text{ м}$$

$$x_1(0,25) = 0,5 - 0,4 \cdot 0,25 = 0,4 \text{ м}$$

$$t_2 = \frac{x_2 - R}{v} = \frac{0,2 - 0,1}{0,4} = 0,25 \text{ с}$$

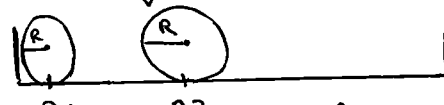
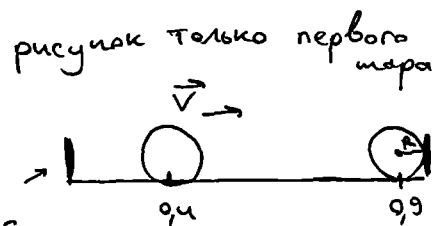


рисунок только второго шара

$$x(t) = x_0 + vt$$

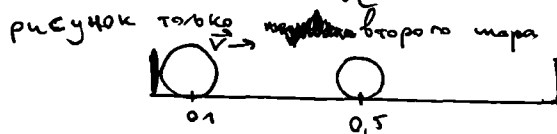
Они встретились расстояние м/у ними равно $2R = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ м} = x_2 - x_1 = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ м}$

$$t_1 = \frac{L - x_1 - R}{v} = \frac{1 - 0,4 - 0,1}{0,4} = 1,25 \text{ с}$$

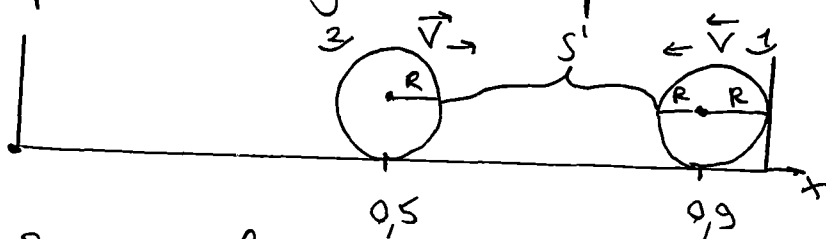


Когда первый шар столкнулся прошло ~~то~~ 1,25 с, а для второго шара мы пока посчитали, только 0,25 с, значит он будет катиться еще $1,25 \text{ с} - 0,25 \text{ с} = 1 \text{ с}$

$$x_{2'}(1) = 0,1 + 0,4 \cdot 1 = 0,5 \text{ м} \rightarrow$$



Время схождения шары сейчас стоят вот так



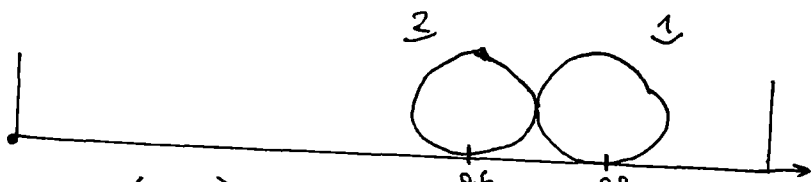
За это время второй шар коснулся со стеной
в $T + t_2 = 0,25 \text{ с} + 0,25 \text{ с} = 0,5 \text{ с}$

А первый шар коснулся со стеной

в $T + t_1 = 0,25 \text{ с} + 1,25 \text{ с} = 1,5 \text{ с}$

$$S' = \frac{L}{2} - 3R \Rightarrow S' = S$$

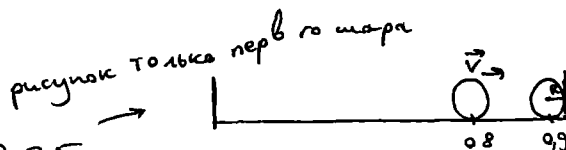
$$\Rightarrow T' = \frac{S}{v_{\text{сход}}} \Rightarrow T' = T = 0,25 \text{ с}$$



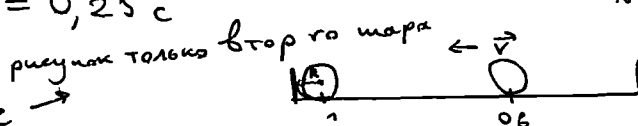
$$x_{1''}(0,25) = 0,9 - 0,4 \cdot 0,25 = 0,8 \text{ м}$$

$$x_{2''}(0,25) = 0,5 + 0,4 \cdot 0,25 = 0,6 \text{ м}$$

$$t_{1''} = \frac{L - x_{1''} - R}{v} = \frac{1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} - 0,1 \text{ м}}{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,25 \text{ с}$$



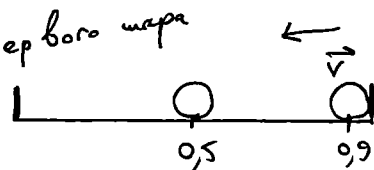
$$t_{2''} = \frac{x_{2''} - R}{v} = \frac{0,6 \text{ м} - 0,1 \text{ м}}{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 1,25 \text{ с}$$



Второй шар столкнулся прошло 1,25 с, а для первого посчитали только 0,25 с, значит он будет катиться еще $1,25 - 0,25 \text{ с} = 1 \text{ с}$



На следующей странице
продолжение решения ~ 1



$$x_{1'''}(1) = 0,9 - 0,4 \cdot 1 = 0,5 \text{ м}$$

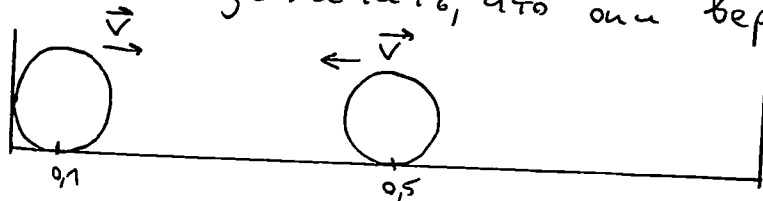
За это время первый шар коснулся

$$\text{в } T + t_1 + T + t_{1''} = 2 \text{ с}$$

А второй шар коснулся в $T + t_1 + T + t_{2''} = 3 \text{ с}$

Шары касались стены в 0,5, 1,5, 2, 3

Можем заметить, что они вернулись в исходное положение



Произошел цикл длиной в 3 секунды, дальше шары будут вести себя ровно, также тк после каждого цикла они обязательно возвращаются на исходные позиции и цикл абсолютно одинаковый, тк ничего не меняется

Тогда, чтобы записать когда будут происходить соударения возьмем число $d \in \mathbb{Z}$ и тогда, тк цикл идет 3 секунды, для цикла первого $d=0$, для цикла второго $d=1$ и так далее, $d=0, 1, 2, 3, 4,$

Запишем, когда будут соударения шаров со стенками

$$O_1 \{ 0,5 + 3d, 1,5 + 3d, 2 + 3d, 3 + 3d \}, \text{ где } d \in \mathbb{Z}, d=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

