



1302483566229

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☒ 10 ☐ 11

Фамилия

У С К О В

Имя

Г Л Е Б

Отчество

И Л Ь И Ч

Дата рождения

1 8 0 3 2 0 0 9

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория

Б 3 2

Дата

3 1 0 1 2 0 2 6

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



1302483566229

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 И Б У Р Г

Заполняется организаторами

Количество доп. листов Количество черновиков к проверке

Время выхода с до

Протокол проверки

Заполняется жюри

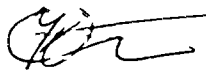
Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	10	—	10	—						
Балл члена жюри №2	10	—	10	—						

Итоговый балл

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

Бланк ответов

Линия отреза

В системе отсчета K связана с Землей, начало координат находится в точке левой стенки, правая стенка соответственно находится в точке $L = 1\text{ м}$

За координату шара берется координата

самой левой точки у первого шара,

и координата самой левой точки второго шара

В момент встречи, координаты шаров будут совпадать

Заметим, что первый шар будет сталкиваться только

с правой стенкой с левой стороны и вторым шаром с правой стороны,

аналогично, второй шар будет сталкиваться только с левой стенкой и первым шаром

Введем систему координат K' , так же связанной с Землей, однако ее ноль находится в точке самого левого положения шара (шар стоит вплотную к стене)

Теперь, шары можно смоделировать материальной точкой тк их размерами можно пренебречь в K' Однако, при переходе из K в K' расстояние между левой и правой стенкой не сохранится (координата правой стенки в K' соответствует координата самого правого положения первого шара)

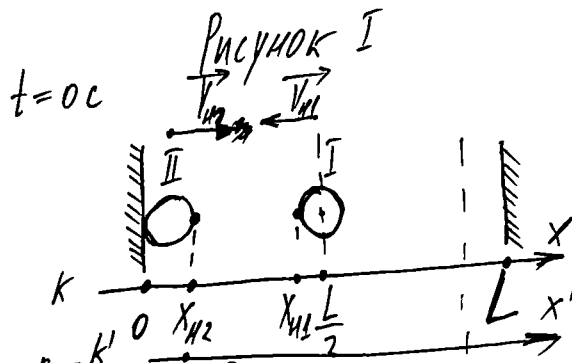
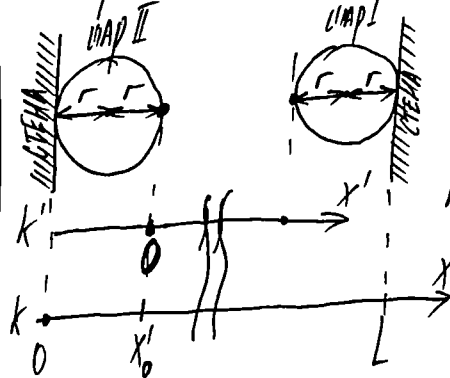


Рисунок II



Как было сказано выше, координата левой стенки в K' -ом

Вычислим координату правой стенки

Координата второго шара $2r$ в K' от самого левого положения

(r - радиус шаров)

Координата самого правого положения шара первого L в K , $L - 2r$ в K'

Формула перехода координат из K' в K

$$x = x' + x_0'$$

Подставляем для x -координату в K второго шара в крайнем левом положении, x' -аналогично для

$$2r = 0 + x_0', \quad x_0' = 2r$$

Вычислим координату правой стенки, подставив под x $x_0' = 2r$, $x = L$

$$L = x' - 2r \quad x$$

Тогда расстояние между стенками в K' $L' = L - 2r - 2r = L - 2r$

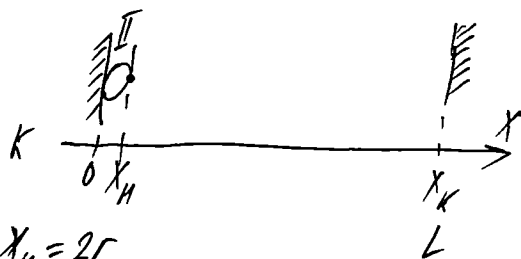
Вычислим модуль скорости шаров

Рассмотрим только один шар ^(второй) радиусом $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$, который проходит расстояние между стенками за $\Delta t = 2 \text{ с}$

Рисунок III

Это 2 конт

Рассмотрим путь шара от левой стенки до правой



конечная точка совпадает с правой стенкой $x_K = L$

начальная точка сдвинута вправо от левой стенки на $2r$ $x_H = 2r$

соответственно скорость шара $V = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{x_K - x_H}{\Delta t} = \frac{L - 2r}{\Delta t}$

Рассмотрим промежуток времени от начала наблюдения, до первого столкновения шаров

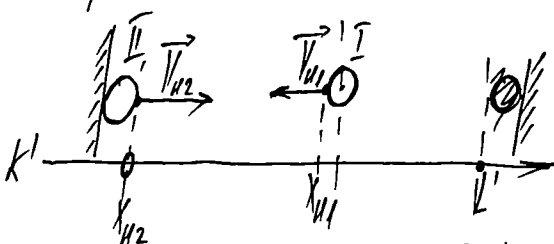
Рисунок IV

$$V_{H1} = V_{H2} = V = \frac{L - 2r}{\Delta t}$$

$$x_{H2} = 0 \text{ м}$$

$$x_{H1} = \frac{L}{2} - r \left(\frac{L}{2} \text{ в К} \right)$$

t_1 - момент первого столкновения



Законы движения тел $\vec{x}_1(t) = \vec{x}_{H1} + \vec{V}_{H1} t$

$\vec{x}_2(t) = \vec{x}_{H2} + \vec{V}_{H2} t$

$$\begin{aligned} \text{От } x_1 &= x_{H1} - V_{H1} t \\ &= \frac{L}{2} - r - t \frac{L - 2r}{\Delta t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= x_{H2} + V_{H2} t \\ &= t \frac{L - 2r}{\Delta t} \end{aligned}$$

Т.к. при $t = t_1$, $x_1 = x_2$

$$x_1(t_1) = x_2(t_1)$$

$$\frac{L}{2} - r - t_1 \frac{L - 2r}{\Delta t} = t_1 \frac{L - 2r}{\Delta t}$$

$$2t_1 \frac{L - 2r}{\Delta t} = \frac{L}{2} - r = \frac{L - 4r}{2} \Rightarrow \frac{L - 6r}{2}$$

$$t_1 = \frac{(L - 6r) \Delta t}{4(L - 2r)} = \frac{\Delta t L - 6r \Delta t}{4L - 8r}$$

$$t_1 = \frac{2 \times 1 - 6 \times 0,1 \times 2}{4 \times 1 - 8 \times 0,1} = 0,25 \text{ с}$$

от места 1-го столкновения

Рассмотрим путь первого шара до правой стенки

~~Координата первого столкновения~~

$$x_{B1} = x_{H2} + V_{H2} t_1 = t_1 \frac{L - 2r}{\Delta t}$$

$$\text{Координата второй правой стенки } x_{Hc} = L' = L - 4r$$

Шар пройдет это расстояние за время

$$\Delta t_{H1} = \frac{x_{Hc} - x_{B1}}{V} = \frac{L - 4r - V t_1}{V} = \frac{L - 4r}{V} - t_1 = \frac{(L - 4r) \Delta t}{(L - 2r)} - t_1 = 1,25 \text{ с}$$

Теперь рассмотрим, какой путь проделает Π в этот момент оказался второй шар

за время, которое первый шар двигался к правой стене, второй шар успеет оттолкнуться от стены и пройти какое-то расстояние вправо так при равных скоростях, второй шар находился ближе к левой стенке, чем первый к правой

$$x_{\text{лс}} = 0 \text{ м}, x_{\text{вп}} = x_{\text{лс}} + Vt_1$$

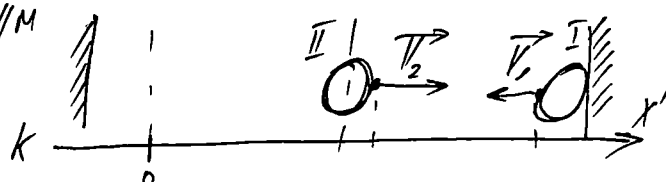
Следующее время понадобится шару для прохождения пути до левой стены

$$\Delta t_{12}' = \frac{x_{\text{вп}} - x_{\text{лс}}}{V} = \frac{Vt_1}{V} = t_1 = 0,25 \text{ с}, \text{ Оставшееся время он движется вправо до координаты}$$

$$x_{\text{лс}} = 0,25 \times V = 0,25 \times \frac{L-2r}{\Delta t} = 0,25 \times \frac{1-0,1 \times 2}{2} = 0,1 \text{ м}$$

$$(\Delta t_{11}' - \Delta t_{12}')V = (\Delta t_{11}' - t_1) \frac{L-2r}{\Delta t} = (1,25 - 0,25) \frac{1-0,1 \times 2}{2} = 0,4 \text{ м}$$

Рисунок V



Заметим, что данное положение системы шаров похоже с начальным

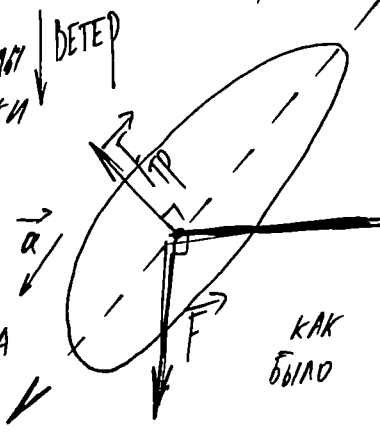
Один шар стоит вплотную у стены, второй другой в центре, между стенами, скорости шаров равны по модулю, и направлены в навстречу друг другу

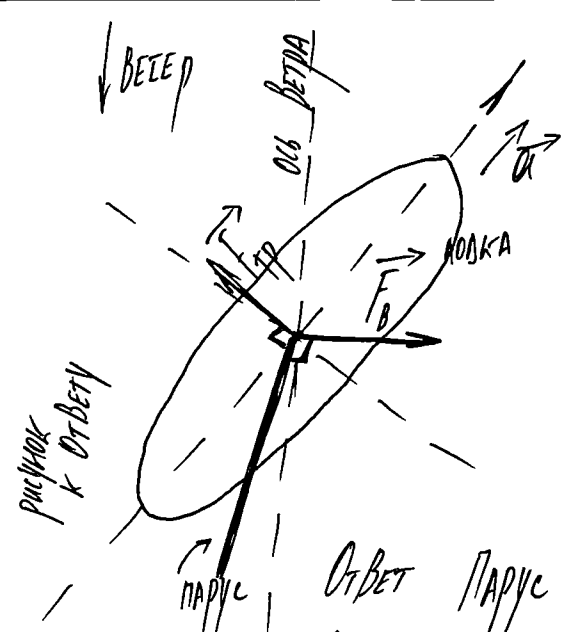
Значит, через еще $t_1 = 0,25 \text{ с}$ шары столкнутся, а еще через $\Delta t = t_1 + \Delta t_{11}' = 1,5 \text{ с}$ столкнутся вновь, повторив перед этим, начальное положение системы, и так и будут сталкиваться каждые Δt секунд

Ответ первое столкновение произойдет через 0,25 секунд, затем столкновения будут повторятся каждые 1,5 секунд

III Предположим, что ветер действует на ту сторону паруса, которая находится с его стороны

Заметим, что раз сила сопротивления воды перпендикулярна оси лодки, она компенсирует перпендикулярную ось корпуса лодки составляющую силы и все сила, движущая лодку коллинеальна оси корпуса лодки что бы лодка изменила направление своего движения, результирующая сила должна находится сверху от перпендикуляра к оси корпуса лодки, поэтому так, соответственно парус должен быть справа от оси корпуса лодки





при этом, ветер дабы ветер сообщал
силу лодке в нужном направлении,
парус должен быть справа от оси ~~ветра~~
(указана на рисунке)

ответ Парус необходимо развернуть в область между прямой,
паралельной направлению ветра, проходящей через центр масс лодки и осью корпуса
лодки, со стороны изначального движения



Линия отреза

Бланк ответов

