



1302824579024

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☒ 10 ☐ 11

Фамилия Ч Е Б О К С А Р О В

Имя А Л Е К С Е Й

Отчество Д М И Т Р И Е В И Ч

Дата рождения 23 02 2009

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория А3

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



Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☒ 10 ☐ 11

Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

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	8	-	10	5						
Балл члена жюри №2	8	-	10	5						

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

N 1

Решение

П.к $|v| = \text{const}$, то $\Delta p = 0$, значит система замкнутая, внешних сил и сил сопротивления нет

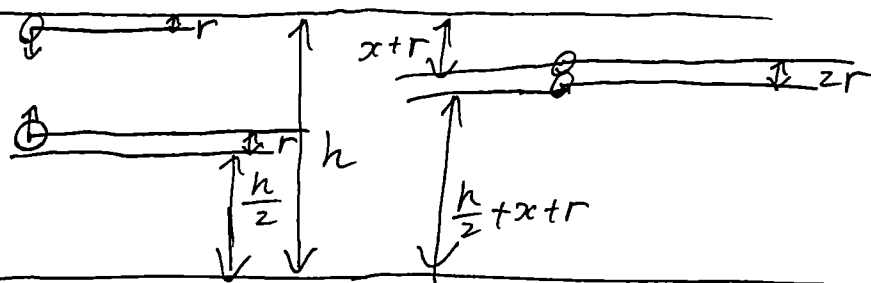
П.к изначально 1-ый шар соударяется со стенкой катясь 2 с, то v шара равна

$$v_1 = \frac{h - 2r}{t} = \frac{1 - 0,12}{2} = 0,4 \text{ (м/с)}$$

$v_1 = v_2 = v$, т.к скорости шаров равны

П.к $m_1 = m_2$ и $v_1 = v_2$ ~~то при ударе меняется лишь направление скорости, а модуль скорости остается прежним~~

поправление скорости, а модуль скорости остается прежним



Пусть x - расстояние, которое проходит катящийся шар с момента внесения 2-ого шара в систему и до их соударения

$$\text{Тогда } h = \frac{h}{2} + x + r + 2r + x + r = \frac{h}{2} + 2x + 4r$$

$$2x = h - \frac{h}{2} - 4r = \frac{h}{2} - 4r$$

$$x = \frac{h}{4} - 2r = \frac{1}{4} - 0,12 = 0,05 \text{ (м)}$$

Тогда время t_1 удара 2-ого (внесённого) шара о стенку

$$t_1 = \frac{x}{v} = \frac{0,05}{0,4} = 0,125 \text{ (с)}$$

Время t_1' удара 1-ого (изначально имеющегося) шара о стенку

$$t_1' = \frac{\frac{h}{2} + x - r}{v} = \frac{0,5 + 0,05 - 0,1}{0,4} = 1,125 \text{ (с)}$$

Бланк ответов

Линия отреза

Время t_2 , когда 2-ой шар ударится о стенку еще раз

$$t_2 = t_1 + \Delta t, \text{ где}$$

$$\Delta t = \frac{2(\frac{h}{2} + x - r)}{v} = \frac{2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5 - 2 \cdot 0,1}{0,4} = 2,25 (\text{с})$$

$$t_2 = 0,125 + 2,25 = 2,375 (\text{с})$$

Время t_2' , когда ~~2-ой~~ 1-ый шар ударится о стенку еще раз

$$t_2' = t_1' + \Delta t'$$

$$\Delta t' = \frac{2x}{v} = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 (\text{с})$$

$$t_2' = 1,125 + 0,25 = 1,375 (\text{с})$$

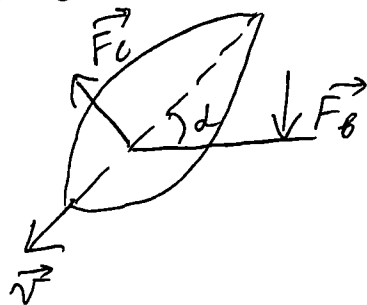
(Δt и $\Delta t'$ будут меняться значительно на каждой ударе, так как будут меняться ~~разные~~ расстояния $\frac{h}{2} + x - r$ на x и назад)

Ответ представим в виде таблицы

2-ой шар | 1-ый шар

№ удара	$t, \text{с}$	№ удара	$t', \text{с}$
1	0,125	1	1,125
2	2,125 2,375	2	1,125 1,375
3	2,625	3	3,625
4	4,875	4	3,875
...			

N 3



По условию, сила, с которой ветер действует на корпус перпендикулярна ему, а сила сопротивления воды перпендикулярна оси лодки. Пусть $\vec{F}_b$ - сила, с которой дует ветер, а $\vec{F}_c$ - сила сопротивления воды.

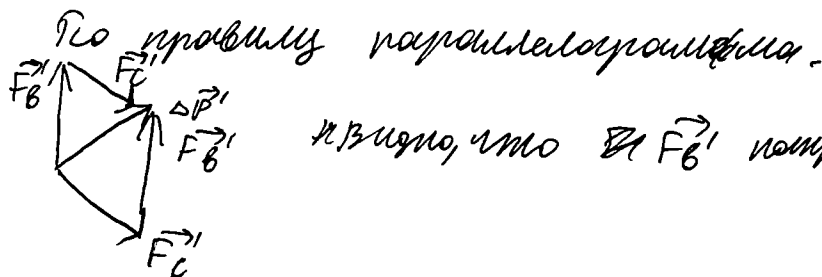
Тогда по 2-ому закону Ньютона

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}_c + \vec{F}_b; \quad \Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{v}, \text{ т.е.}$$

$$\Delta \vec{p} \uparrow \uparrow \vec{v}$$

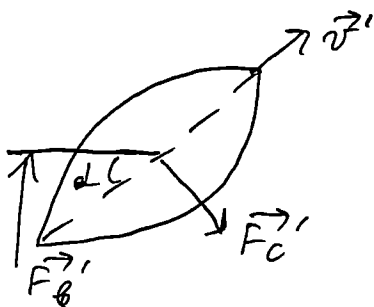
Теперь предположим, что лодка движется равно противоположно начальной скорости

$$\text{Тогда } \frac{\Delta \vec{p}'}{\Delta t} = \vec{F}_c' + \vec{F}_b'$$



По правилу параллелограмма. Видно, что $\vec{F}_b'$ направлена вверх

Тогда конечный ответ + рисунок



Ответ повернуть на 180°

Дополнительный лист 1

№ 4

По теореме об изменении кинетической энергии.

$$\Delta E_{k1} = \sum A_1 = \vec{F} \vec{L} = k \frac{|q|^2}{R^2} \cdot \frac{R}{2} = \frac{k q^2}{2R}, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E_{k1} = E_{k0} + E_{k1} = 0 + k \frac{q^2}{2R} = \frac{k q^2}{2R} = \frac{m v_1^2}{2} - \text{энергия каждого}$$

$$v_1 = |q| \sqrt{\frac{k}{mR}} - \text{скорость каждого шара до столкновения}$$

Во время соударения, $\Delta q = \frac{|q|}{2}$, т.е. заряд каждого шарика уменьшился вдвое по модулю

По закону сохранения импульса:

$$m \vec{v}_1 + m \vec{v}_1 = m \vec{v}_0' + m \vec{v}_0', \text{ тогда } v_1 = v_0' = q \sqrt{\frac{k}{mR}} \text{ (абсолютно упругий удар)}$$

После столкновения

$$E_{k0}' = E_{k1} = \frac{k q^2}{2R}$$

$$\Delta E_{k1}' = \sum A_1' = \frac{k \left(\frac{q}{2}\right)^2}{r^2} \cdot \frac{R}{2} = \frac{k q^2 R}{8 r^2}$$

$$E_{k1}' = E_{k0}' - \Delta E_{k1}' \text{ и}$$

$$E_{k1}' = \frac{k q^2}{2R} - \frac{k q^2 R}{8 r^2} = \frac{k q^2}{2} \left(\frac{1}{R} - \frac{R}{4 r^2} \right) = \frac{m v_1'^2}{2} - \text{кинетическая энергия каждого шара}$$

$$v_1' = \sqrt{\frac{k q^2}{m} \left(\frac{1}{R} - \frac{R}{4 r^2} \right)} = q \sqrt{\frac{k}{m} \left(\frac{1}{R} - \frac{R}{4 r^2} \right)}$$

$$|P| = |m v_1'| = |q| \sqrt{k m \left(\frac{1}{R} - \frac{R}{4 r^2} \right)} - \text{импульс каждого шара после разлета на расстоянии R.}$$

$$\text{Ответ: } |q| \sqrt{k m \left(\frac{1}{R} - \frac{R}{4 r^2} \right)}$$

