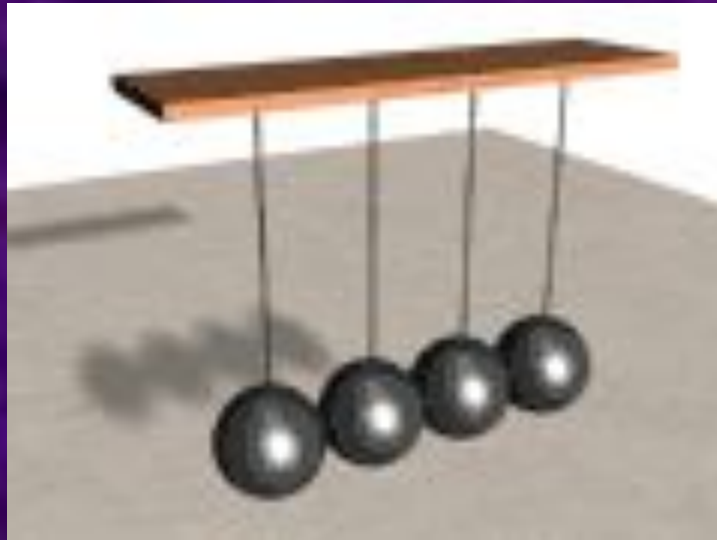


Решение задач на применения закона сохранения импульса



Интерактивная задача



Закон сохранения импульса

Мальчик массой 50 кг стоит на тележке массой 100 кг, которая движется со скоростью 2 м/с. Мальчик прыгает с тележки со скоростью 3 м/с в сторону движения. Какова скорость тележки после прыжка мальчика?



\vec{v}_1 \vec{v}_2 \vec{p}_1 \vec{p}_2 \vec{v}_1' \vec{v}_2' \vec{p}_1' \vec{p}_2'

$\vec{v}_1 =$ м/с ◀

$\vec{v}_2 =$ м/с ◀

$\vec{p}_1 =$ кг·м/с ◀

$\vec{p}_2 =$ кг·м/с ◀

$\vec{v}_1' =$ м/с ◀

$\vec{v}_2' =$ м/с ◀

$\vec{p}_1' =$ кг·м/с ◀

$\vec{p}_2' =$ кг·м/с ◀

ВЫПОЛНЕНО

ОЧИСТИТЬ

ГОТОВО

Повторим теорию!

1. Для чего ввели понятие импульса?
2. Дайте определение импульса материальной точки
3. Дайте определение импульса системы
4. Напишите на доске формулу для нахождения импульса материальной точки и импульса системы
5. Назовите единицы измерения данной физической величины

Повторим теорию!

6. Дайте определение импульсу силы
7. Запишите на доске 2-ой закон Ньютона в импульсной форме и сформулируйте его
8. Может ли человек, сидящий в лодке, сдвинуться с места, не используя при этом весла? Благодаря чему это возможно?



Повторим теорию!

9. Сформулируйте закон сохранения импульса

10. Каковы границы применимости данного закона

Повторим теорию!

11. Какая система называется замкнутой?

12. Какие силы называются внутренними,
а какие – внешними?

Повторим теорию!

13. Какие виды взаимодействий вам известны, дайте им определения

14. Запишите закон сохранения импульса для упругого столкновения и закон сохранения импульса для упругого и неупругого столкновения

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

для упругого взаимодействия

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

для неупругого взаимодействия

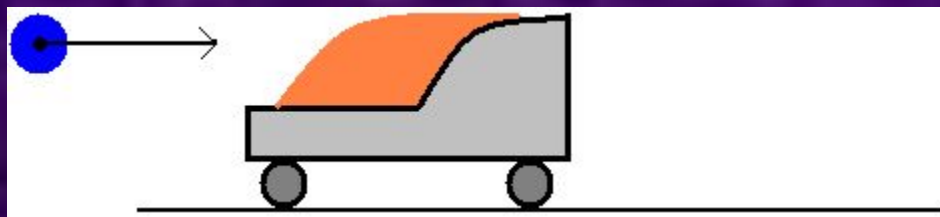
15. Дайте определение реактивного движения и приведите примеры

Реактивное движение – это движение тела, возникающее в результате отделения от него с некоторой скоростью какой-нибудь его части



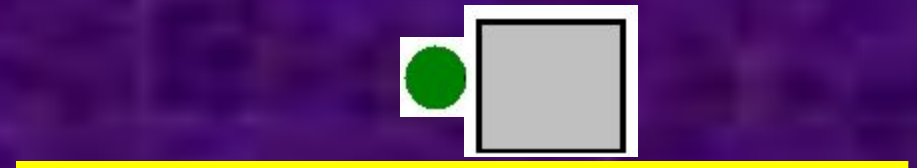
Абсолютно неупругим ударом называют такое ударное взаимодействие, при котором тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.

Снаряд,
имеющий
горизонтальную
скорость,
попадает в
неподвижный
вагон с песком
и застревает в
нем.



Абсолютно упругим ударом называется столкновение, при котором сохраняется механическая энергия системы тел.

Стальная пуля, летящая горизонтально, попадает в центр боковой грани неподвижного стального куба.



Решение задач

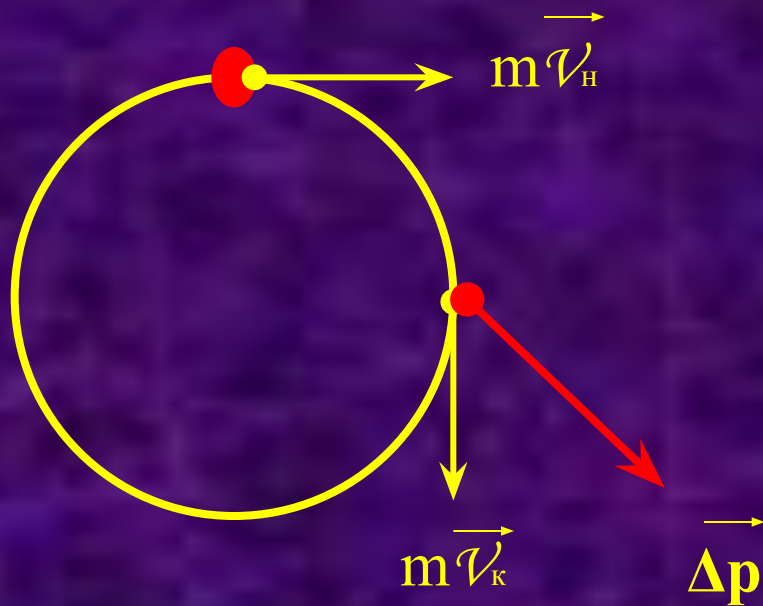
Задача №1.

Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с.

Определить изменение импульса за одну четверть периода.



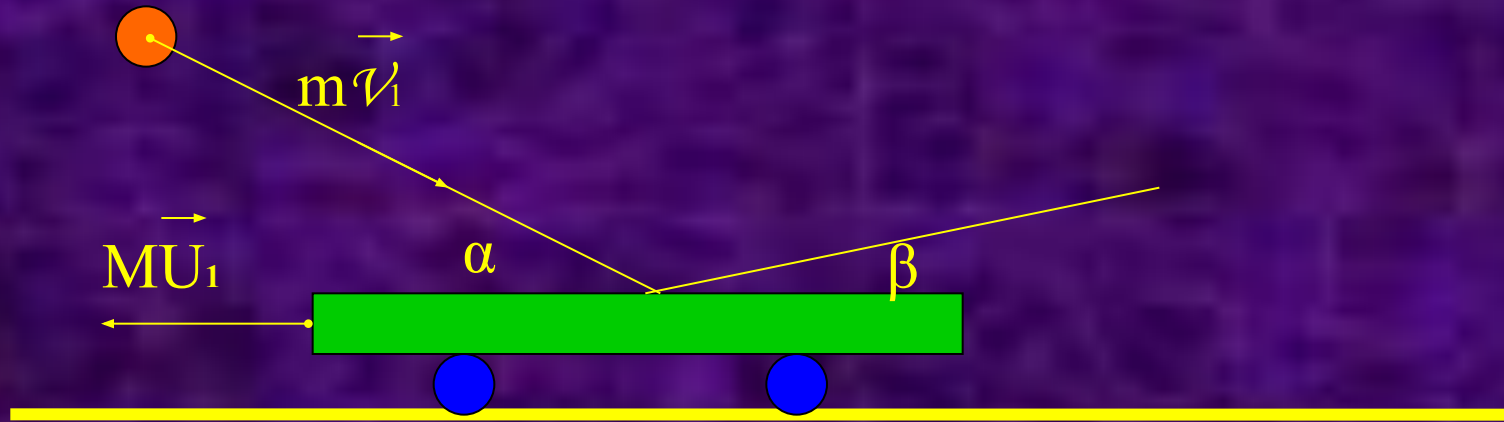
Решение задачи №1



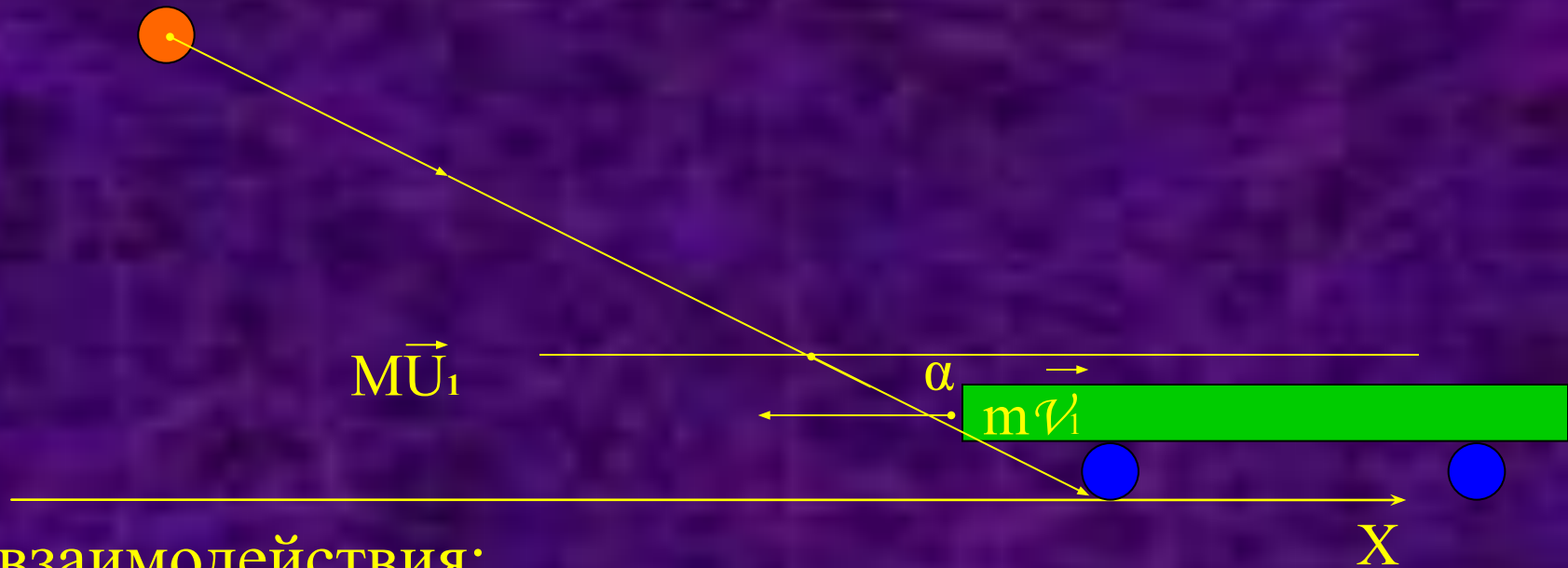
Решение задач

Задача №2.

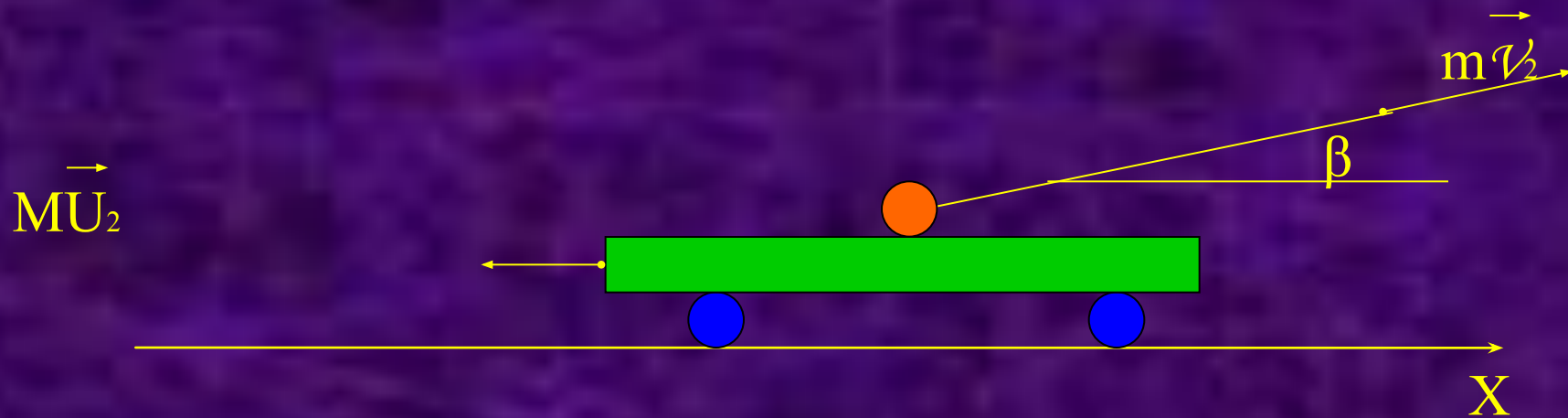
Ядро массой m , летящее под углом α к горизонту со скоростью \mathcal{V}_1 , попадает в движущуюся навстречу горизонтальную платформу и рикошетом отскакивает со скоростью \mathcal{V}_2 под углом β к горизонту. Определите скорость платформы U_2 после взаимодействия, если до взаимодействия она двигалась навстречу ядру со скоростью U_1 . Масса платформы M .



До взаимодействия:



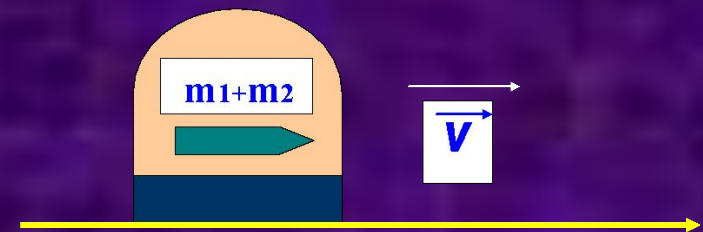
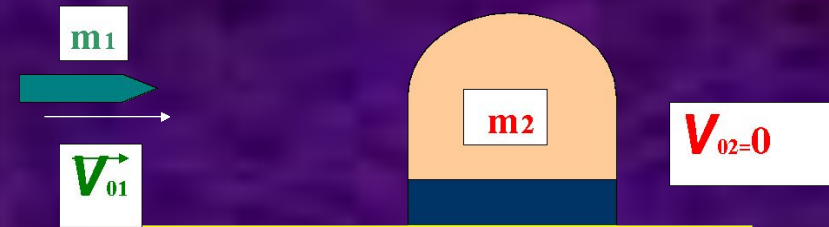
После взаимодействия:



Задача №3.

На горизонтальной поверхности лежит брусок массой 0,9 кг. В него попадает пуля массой 12 г, летящая горизонтально со скоростью $V_{01} = 800$ м/с, и застревает в нём. Если до полной остановки брусок пройдёт путь, равный 11 м, то чему равен коэффициент силы трения скольжения?

Решение задач



Алгоритм решения задач с использованием закона сохранения импульса

- Выбрать систему отсчета.
- Выделить систему взаимодействующих тел и выяснить, какие силы для неё являются внутренними, а какие - внешними.
- Определить импульсы всех тел системы до и после взаимодействия.
- Если в целом система незамкнутая, но сумма проекций сил на одну из осей равна нулю, то следует написать закон сохранения лишь в проекциях на эту ось.
- Если внешние силы пренебрежимо малы в сравнении с внутренними (как в случае удара тел), то следует написать закон сохранения суммарного импульса в векторной форме и перейти к скалярной.
- Если на тела системы действуют внешние силы и ими нельзя пренебречь, то следует написать закон изменения импульса в векторной форме и перейти к скалярной.

Домашнее задание

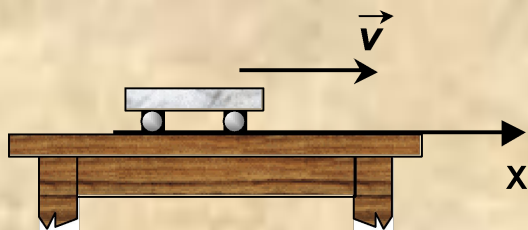
- §23-§25,
- записи в тетради,
- упр. 20



Самостоятельная работа

Вопрос №1

1 вариант



Тележка массой $0,1$ кг движется равномерно по столу со скоростью 5 м/с, так как изображено на рисунке. Чему равен её импульс и как направлен вектор импульса?

- 1) $0,5$ кг·м/с, вправо
- 2) $0,5$ кг·м/с, влево
- 3) $5,0$ кг·м/с, вправо
- 4) 50 кг·м/с, влево
- 5) 50 кг·м/с, вправо

2 вариант

Автомобиль массой 1 тонна, движется прямолинейно со скоростью 20 м/с. Импульс автомобиля равен...

- 1) $0,5 \cdot 10^3$ кг·м/с
- 2) $1 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 3) $2 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 4) 20 кг·м/с
- 5) 50 кг·м/с

Вопрос №2

1 вариант

Материальная точка массой 1 кг двигалась по прямой и под действием силы в 20 Н изменила свою скорость на 40 м/с . За какое время это произошло?

- 1) $0,5 \text{ с}$
- 2) 5 с
- 3) 2 с
- 4) $0,2 \text{ с}$
- 5) 20 с

2 вариант

Автомобиль, первоначально двигавшийся со скоростью 20 м/с , после выключения двигателя остановился через 3 секунды . Сила сопротивления, действовавшая на автомобиль при торможении равна 6000 Н . Масса автомобиля...

- 1) 600 кг
- 2) 700 кг
- 3) 800 кг
- 4) 900 кг
- 5) 1000 кг



Вопрос №3

1 вариант

Теннисный мяч массой m , двигаясь вправо по оси Ox , упруго ударяется о бетонную стенку, имея перед ударом скорость v .
Определите направление и модуль изменения импульса мяча.

- 1) влево, mv
- 2) влево, $2mv$
- 3) вправо, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) импульс не изменится

2 вариант

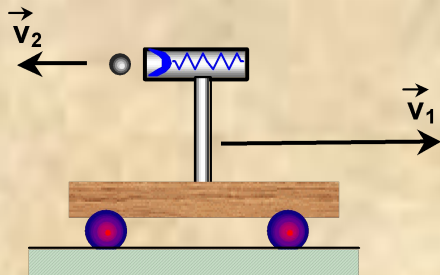
Шар из пластилина массой m , двигаясь вправо по оси Ox , ударяется о бетонную стенку, имея перед ударом скорость v . Определите направление и модуль изменения импульса мяча.

- 1) влево, mv
- 2) влево, $2mv$
- 3) вправо, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) импульс не изменится



Вопрос №4

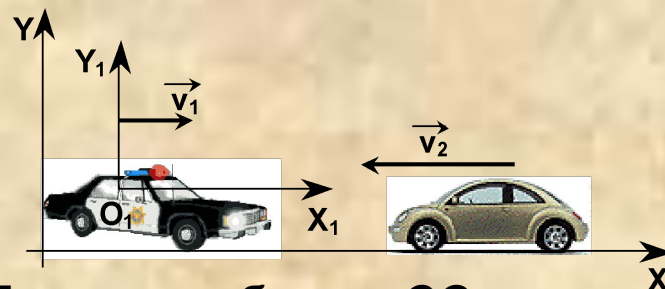
1 вариант



С массивной тележки, движущейся со скоростью $v_1 = 1$ м/с, производится «выстрел» из баллистического пистолета. Масса «снаряда» $0,1$ кг, а скорость его вылета относительно тележки $v_2 = 5$ м/с. Чему равен модуль импульса «снаряда» относительно Земли?

- 1) 5 кг·м/с
- 2) 1 кг·м/с
- 3) $0,6$ кг·м/с
- 4) $0,5$ кг·м/с
- 5) $0,4$ кг·м/с

2 вариант



Два автомобиля в CO , связанной с Землей, движутся со скоростями $v_1 = 10$ м/с и $v_2 = 20$ м/с соответственно рисунку, масса каждого из них 1000 кг. Чему равен импульс *второго* автомобиля в $CO X_1 O_1 Y_1$, связанной с первым автомобилем?

- 1) $-30\ 000$ кг·м/с
- 2) $30\ 000$ кг·м/с
- 3) $10\ 000$ кг·м/с
- 4) $-10\ 000$ кг·м/с
- 5) среди ответов 1-4 нет правильного



ОТВЕТЫ К ТЕСТУ

1 вопрос
ответ

1

3

2 вопрос
ответ

3

4

3 вопрос
ответ

2

1

4 вопрос
ответ

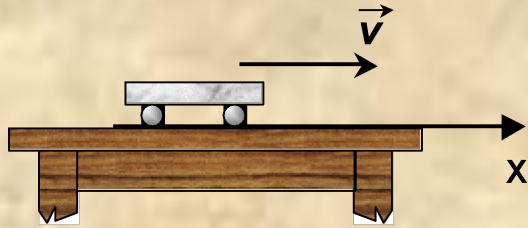
5

1

| | <i>1 вариант</i> | <i>2 вариант</i> |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| <u>1 вопрос</u> <u>ответ</u> | 1 | 3 |
| <u>2 вопрос</u> <u>ответ</u> | 3 | 4 |
| <u>3 вопрос</u> <u>ответ</u> | 2 | 1 |
| <u>4 вопрос</u> <u>ответ</u> | 5 | 1 |

Ответ на вопрос №1

1 вариант



Из определения: $\vec{p} = m \vec{v} \Rightarrow$

$$|\vec{p}| = mv = 0,1 \text{ кг} \cdot 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

*Импульс тела имеет
направление скорости*

2 вариант

Из определения: $\vec{p} = m \vec{v} \Rightarrow$

$$|\vec{p}| = mv = 1000 \text{ кг} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 2 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ на вопрос №2

1 вариант

Из второго закона Ньютона :

$$\vec{F} \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0 = m \vec{v} - m \vec{v}_0 \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{m \Delta v_x}{F_x}$$

$$\Delta t = \frac{1 \text{ кг} \cdot 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \text{ Н}} = 2 \text{ с}$$

2 вариант

Из второго закона Ньютона :

$$\vec{F} \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0 = m \vec{v} - m \vec{v}_0 \Rightarrow$$

$$m \cdot k \cdot v_{\text{конечная}} = 0$$

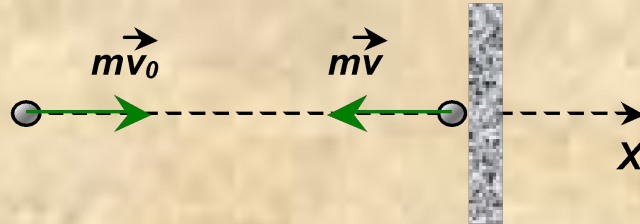
$$m = \frac{F_x \Delta t}{v_{0x}}$$

$$m = \frac{6000 \text{ Н} \cdot 3 \text{ с}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 900 \text{ кг}$$



Ответ на вопрос №3

1 вариант



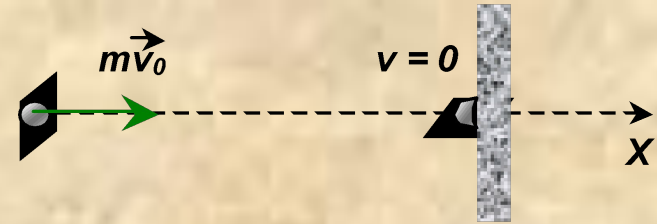
$$\Delta \vec{p} = m \vec{v} - m \vec{v}_0$$

$$OX: \Delta p = -mv - mv_0 = -2mv$$

т.к. удар упругий: $|\vec{v}| = |\vec{v}_0|$

Значит $|\Delta \vec{p}| = 2mv, \Delta \vec{p} \uparrow \downarrow OX$

2 вариант



$$\Delta \vec{p} = m \vec{v} - m \vec{v}_0$$

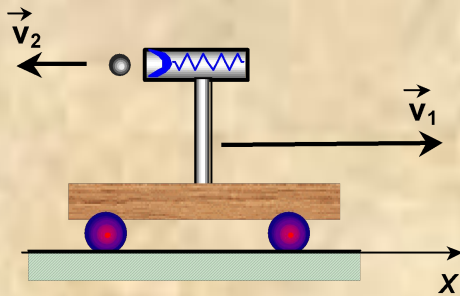
$$OX: \Delta p = 0 - mv = -mv$$

т.к. удар неупругий: $v_{\text{конечная}} = 0$

Значит $|\Delta \vec{p}| = mv, \Delta \vec{p} \uparrow \downarrow OX$

Ответ на вопрос №4

1 вариант



Импульс тела $\vec{p} = m \vec{v}$

Относитель но Земли $\vec{p} = m \vec{v}_3$

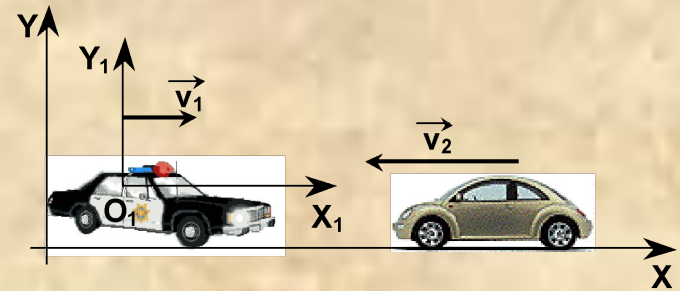
т.к. $\vec{v}_3 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \Rightarrow$

ОХ : $p = m v_3 = m(v_1 - v_2)$

$$p_x = 0,1 \text{ кг} \cdot \left(1 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = -0,4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Знак "–" говорит о том, что импульс направлен против условно выбранной оси Х.

2 вариант



Импульс тела $\vec{p} = m \vec{v}$

Импульс второго автомобиля в системе

отсчета первого : $\vec{p}_{21} = m \vec{v}_{21}$

т.к. относительная скорость $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \Rightarrow$

ОХ : $v_{21} = -v_2 - v_1 = -(v_2 + v_1)$

$$p_x = -m(v_2 + v_1)$$

$$p_x = 1000 \text{ кг} \cdot \left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = -30000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$



Импульс тела

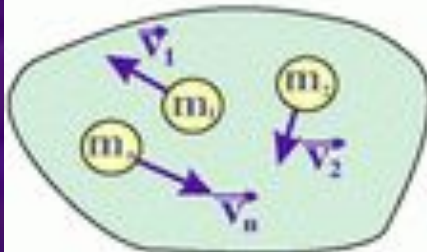
Импульс есть мера механического движения тел:

а) материальной точки

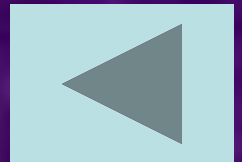


$$\vec{p} = m\vec{v}$$

б) системы



$$\begin{aligned}\vec{p}_{\text{сист}} &= \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \\ &= m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n\end{aligned}$$



Импульс силы - это временная характеристика действия силы, равная произведению силы и длительности ее действия

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

Изменение импульса тела равно импульсу силы



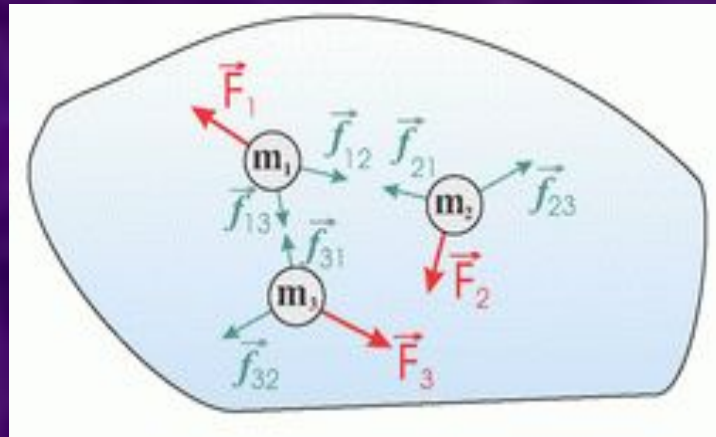
Закон сохранения импульса

Импульс замкнутой
системы тел
есть величина постоянная

для замкнутой системы

$$\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const},$$





$\vec{f}_{12}, \vec{f}_{21}, \vec{f}_{23}, \vec{f}_{32}, \vec{f}_{13}, \vec{f}_{31}$ - силы, действующие между телами, входящими в систему, - *внутренние силы*

$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ - силы, действующие со стороны тел, не входящих в систему, - *внешние силы*

Если $\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = 0$, то система называется **ЗАМКНУТОЙ**

