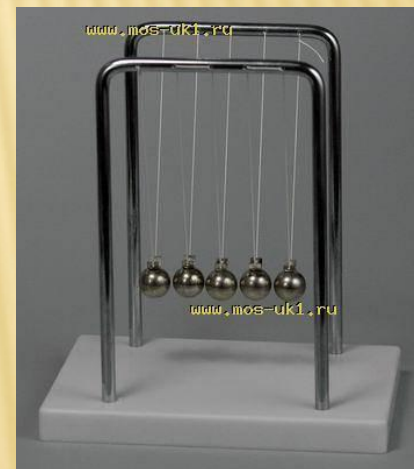


ИМПУЛЬС



СИЛА И СКОРОСТЬ

- Задача механики – описание движения тел, решается с помощью II з. Ньютона. Существуют случаи, когда силу невозможно измерить, например, **столкновения тел.**
- Тогда удобнее рассчитывать изменение скорости тел, т.к. сила вызывает изменение скорости. Движение тел до удара и после удара будем считать **равномерными.**

1

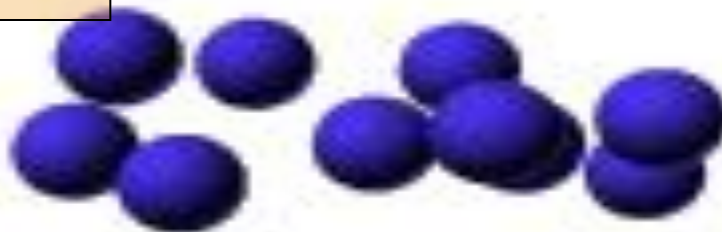


От каких факторов
зависит движение
шариков?

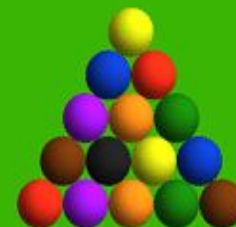
2



5



8



3



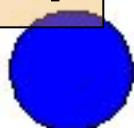
7



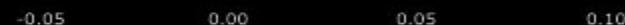
6



4



9



Вывод формулы

□ $F = ma$ (Второй закон Ньютона)

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow F = \frac{mv - mv_0}{t}$$

$$Ft = mv - mv_0$$

Вывод формулы

$$Ft = mv - mv_0$$

$p = m \cdot v$ — импульс тела

после взаимодействия — [кг·м/с]

$p_0 = m \cdot v_0$ — импульс тела

до взаимодействия — [кг·м/с]

$p = F \cdot t$ — импульс силы — [Н·с]

*Импульс силы равен
изменению импульса тела.*

**Импульс тела -
- произведение массы
тела на его скорость.**

Импульс – *векторная* величина.

Направление импульса
совпадает с направлением
скорости.

Если тело покоится ,

**Импульс силы -
- произведение силы,
действующей на тело,
на время этого
воздействия.**

Импульс – *векторная* величина.

Направление импульса *совпадает* с
направлением силы.

**Если тело покоится ,
то импульс равен нулю**

Задача N°1

- Найти импульс шарика массой 100 г, который движется со скоростью 5 м/с.

Задача N°1

- Найти импульс шарика массой 100 г, который движется со скоростью 5 м/с.

□ Дано:

$$m = 100 \text{ г}$$

$$v = 5 \text{ м/с}$$

Решение:

$$p = ?$$

Задача N°1

- Найти импульс шарика массой 100 г, который движется со скоростью 5 м/с.

Дано:

$$m = 100 \text{ г}$$

$$v = 5 \text{ м/с}$$

Си:

$$0,1 \text{ кг}$$

Решение:

$$p = m \cdot v$$

$$p = 0,1 \cdot 5$$

$$p = 0,5$$

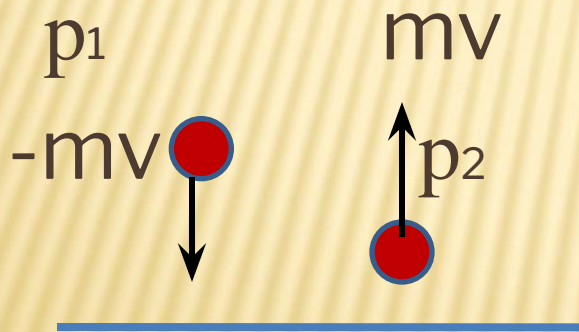
$$\text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$p = ?$$

Ответ: 0,5 кг·м/с

Задача N°2

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти сумму импульсов шарика до и после удара.



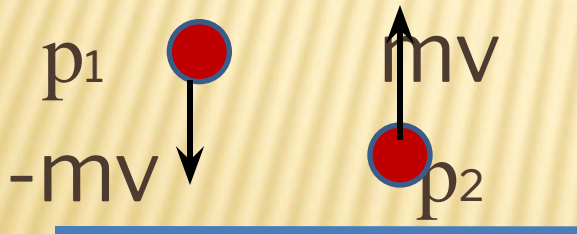
Задача N°2

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти сумму импульсов шарика до и после удара.

Дано: $m = 0,1\text{кг}$ $v = 20\text{м/с}$

Найти: Σp

Решение:



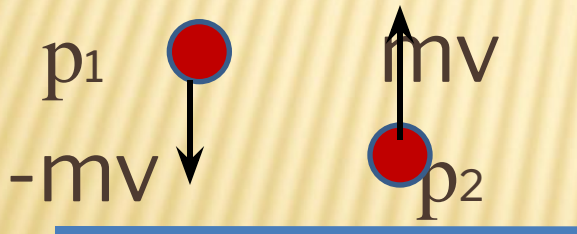
Задача N°2

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти сумму импульсов шарика до и после удара.

Дано: $m = 0,1\text{кг}$ $v = 20\text{м/с}$

Найти: $\sum p$

Решение:



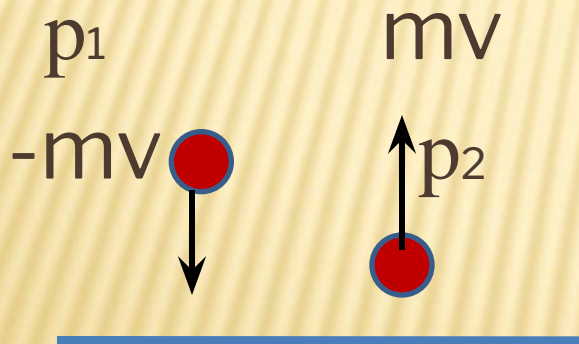
$$\sum p = p_2 + p_1 =$$

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$

Ответ: $\sum p = 0$

Задача N°3

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти *изменение* импульса шарика



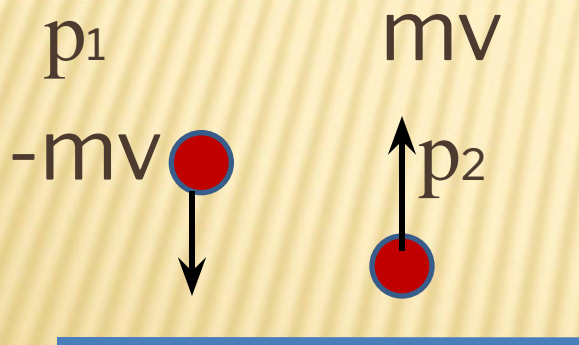
Задача N°3

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти *изменение* импульса шарика

Дано: $m = 0,1\text{кг}$ $v = 20\text{м/с}$

Найти: Δp

Решение:



Задача N°3

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.
- Найти *изменение* импульса шарика

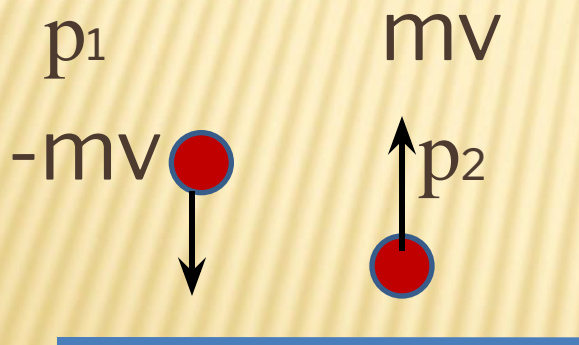
Дано: $m = 0,1\text{кг}$ $v = 20\text{м/с}$

Найти: Δp

Решение: $\Delta p = p_2 - p_1 =$
 $= mv - (-mv) = 2mv$

$$\Delta p = 2 \cdot 0,1 \cdot 20 = \mathbf{4\text{кг}\cdot\text{м/с}}$$

Ответ: $\Delta p = 4\text{кг}\cdot\text{м/с}$



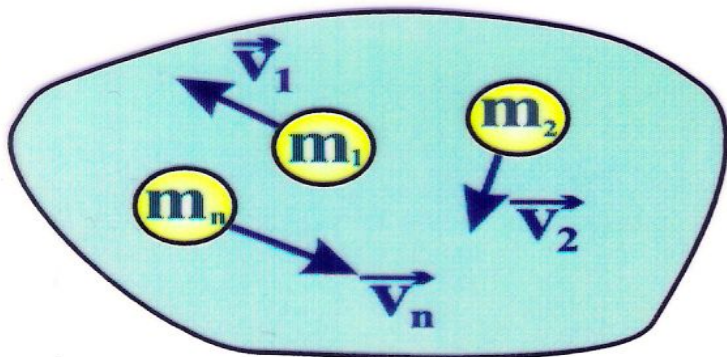
Замкнутая система

Система тел называется замкнутой, если взаимодействующие между собой тела, не взаимодействуют с другими телами.



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

б) системы

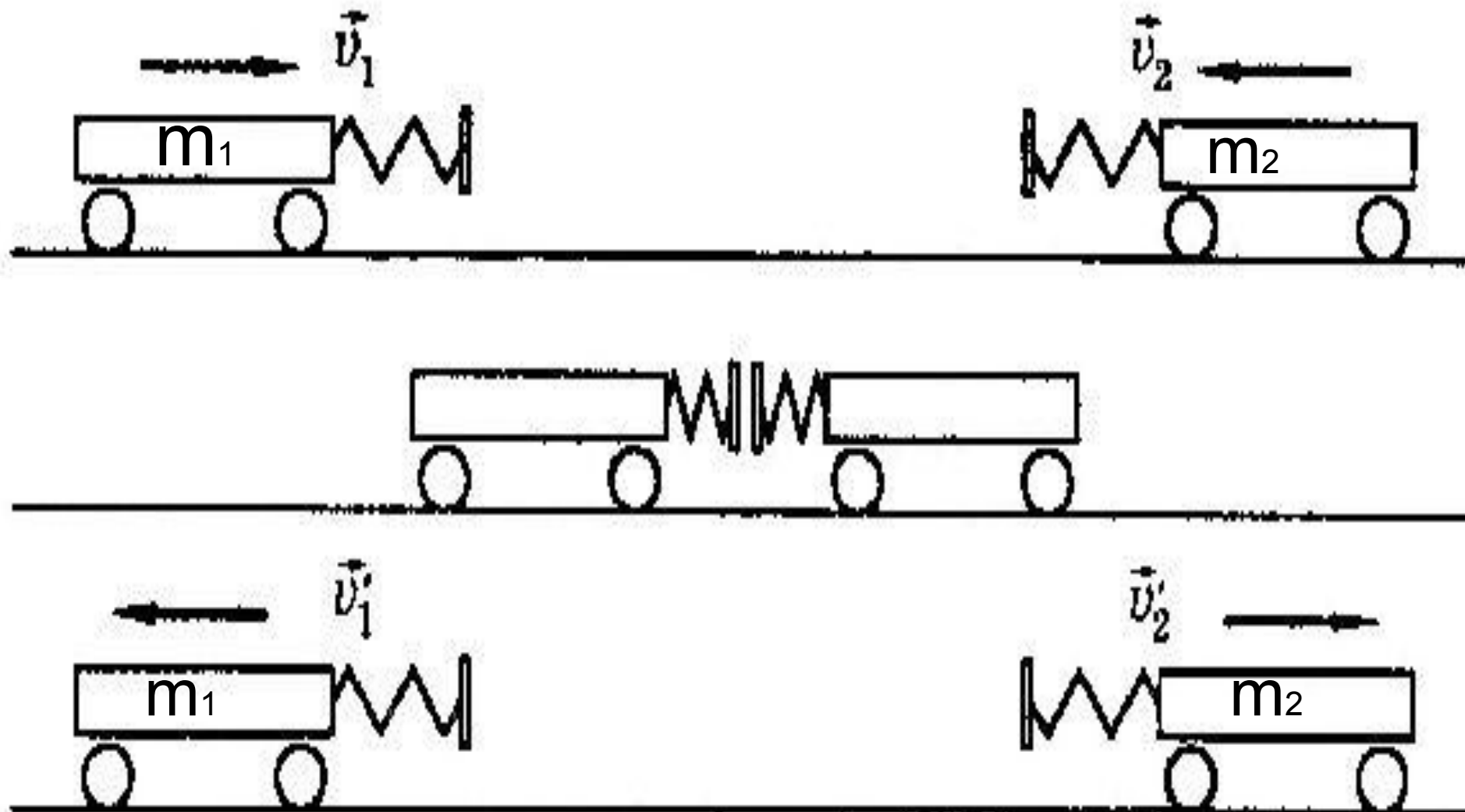


$$\begin{aligned}\vec{p}_{\text{сист}} &= \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \\ &= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n\end{aligned}$$

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

В замкнутой системе,
векторная сумма импульсов
всех тел, входящих в
систему, остается
постоянной при любых
взаимодействиях тел этой
системы между собой.

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА



ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

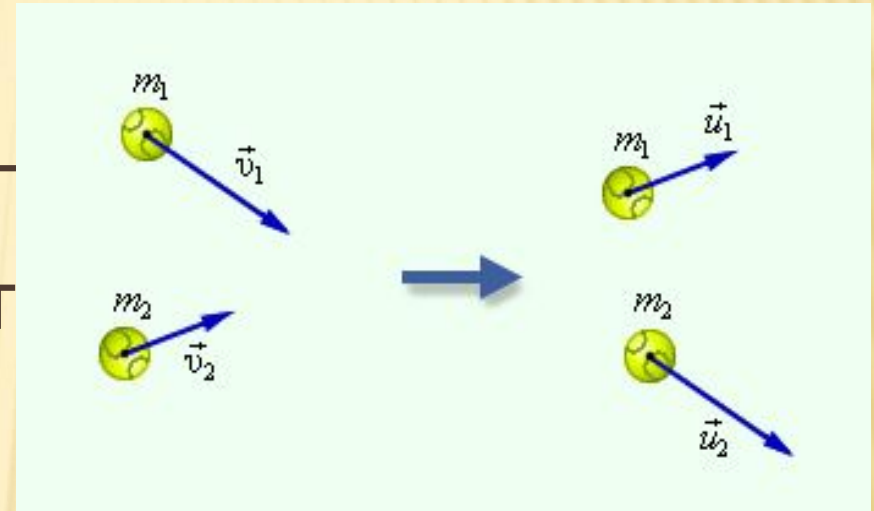
m_1, m_2 – массы взаимодействующих тел, кг

$\vec{v}_1, \vec{v}_2$ – скорости тел до столкновения, м/с

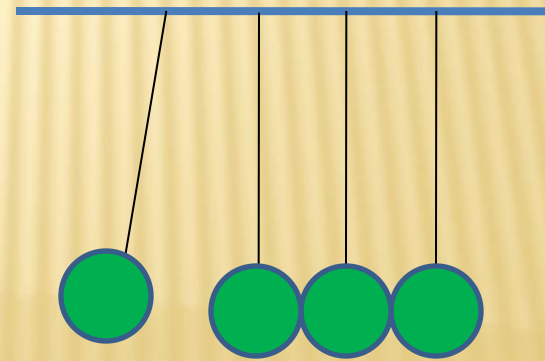
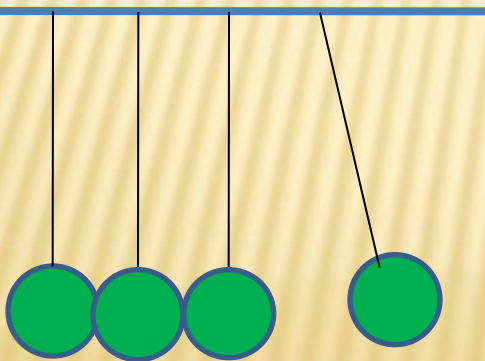
$\vec{v}_1', \vec{v}_2'$ – скорости тел после столкновения, м/с

УПРУГИЙ УДАР

1. При упругом столкновении двух тел оба тела приобретают новые скорости



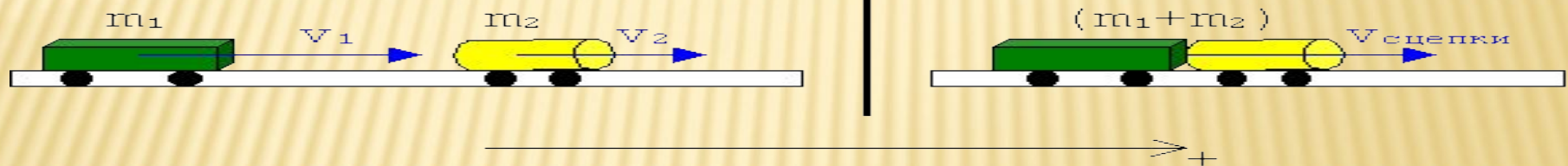
□ 2.



НЕУПРУГИЙ УДАР

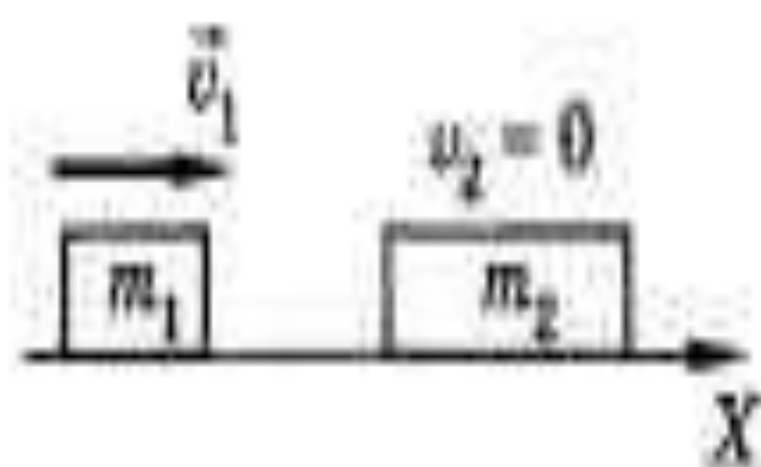
□ При неупругом ударе тела соединяются и после удара движутся вместе.

□ Уравнение закона сохранения импульса имеет вид $m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

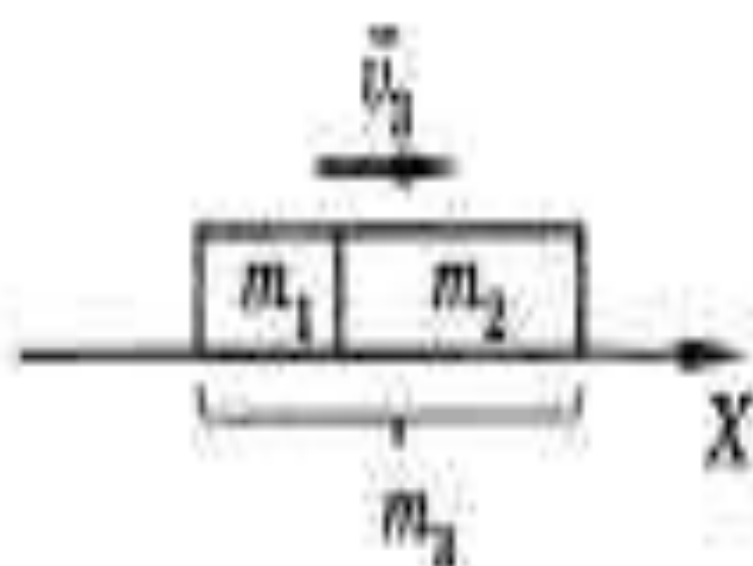


□ (если тела движутся навстречу друг другу, то ставится «-», если одно тело догоняет другое, то ставится «+»)

Тепловоз массой 130 т приближается со скоростью 2 м/с к неподвижному составу массой 1170 т. С какой скоростью будет двигаться состав после сцепления с тепловозом?

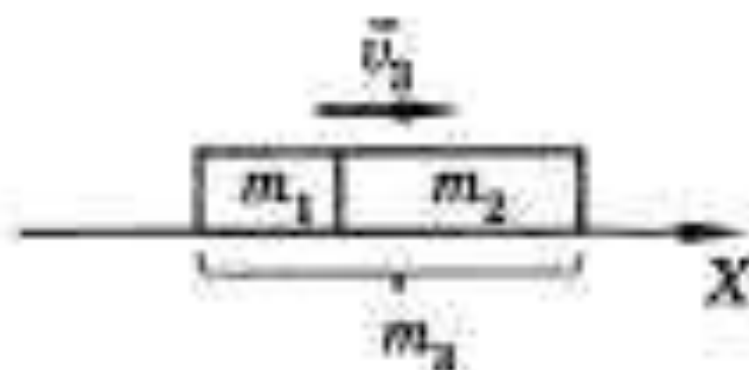
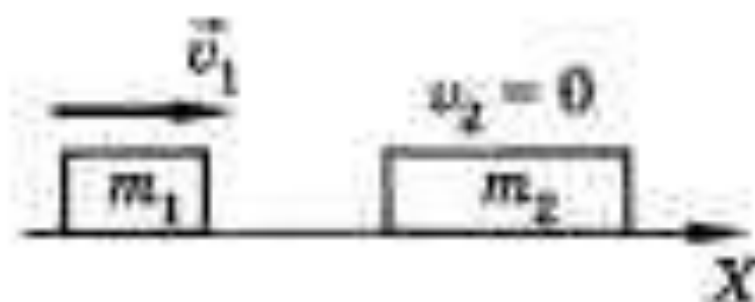


а)



б)

Рис. 52



Дано:

$$\begin{array}{l} m_1 = 130 \text{ т} \\ v_1 = 2 \text{ м/с} \\ v_2 = 0 \\ m_2 = 1170 \text{ т} \\ m_3 = m_1 + m_2 \\ \hline v = ? \end{array}$$

Решение

До взаимодействия (рис. 52, а). После взаимодействия (рис. 52, б). По закону сохранения импульса проекции вектора полного импульса системы из тепловоза и состава на ось координат, направленную по вектору скорости, до и после сцепления одинаковы:

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = m_3 v_{3x}$$

Найдем эти проекции: $m_1 v_{1x} = m_1 v_1$; $m_2 v_{2x} = 0$;

$$m_3 v_{3x} = m_3 v_3.$$

Следовательно, $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_3$,

отсюда $v_3 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$;

$$v_3 = \frac{1,3 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}}{1,17 \cdot 10^6 \text{ кг} + 1,3 \cdot 10^5 \text{ кг}} = 0,2 \text{ м/с}.$$

Ответ: скорость тепловоза и состава после сцепления равна 0,2 м/с.

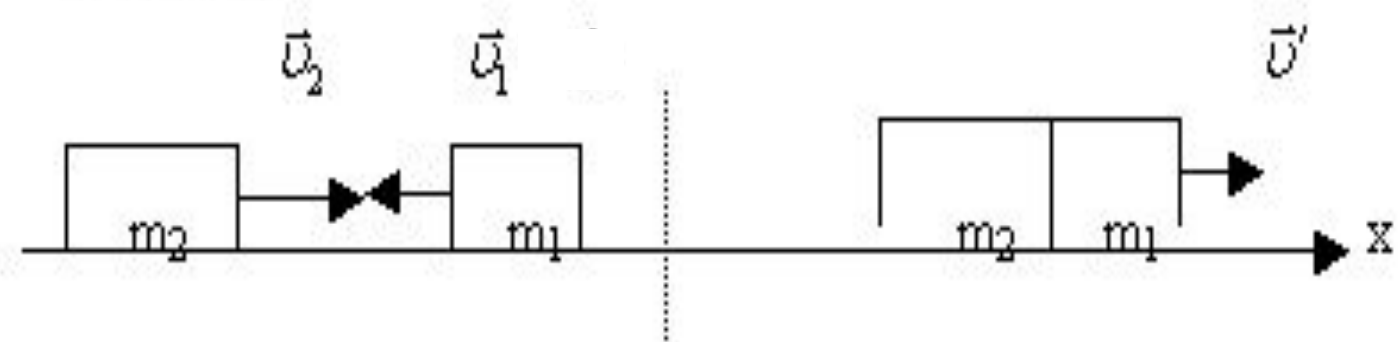
Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$v_1 = v_2 = 2 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 6 \text{ кг}$$

Решение:



$v' = ?$

векторном виде:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$$

Спроектируем полученное векторное уравнение на ось Ox :

$$m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v'$$

Откуда имеем:

$$v' = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

Проведем расчеты

$$v' = \frac{6 \text{ кг} \times 2 \text{ м/с} - 2 \text{ кг} \times 2 \text{ м/с}}{2 \text{ кг} + 6 \text{ кг}} = 1 \text{ м/с}$$

Ответ: $v' = 1 \text{ м/с}$

A4. Тележка массой 100 кг, движущаяся со скоростью 3 м/с, догоняет тележку массой 300 кг, движущуюся в ту же сторону со скоростью 1 м/с. Какова скорость тележек после их совместного движения?

- 1) 2,5 м/с 2) 4 м/с 3) 2 м/с 4) 1,5 м/с

Решение. По закону сохранения импульса для абсолютно неупругого удара (после удара тележки движутся совместно) можем записать:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_3.$$

Отсюда можно получить:

$$v_3 = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: 4.

ЗАДАЧА №4

- Летящая пуля **массой 10г** ударяется в брусок **массой 390г** и застревает в нем. Найти скорость бруска, если **скорость пули 200м/с**.

ЗАДАЧА N°4

Дано:

$$m_1 = 10\text{г}$$

$$m_2 = 390\text{г}$$

$$v_1 = 200\text{м/с}$$

$$\underline{v_2 = 0}$$

$$v - ?$$

СИ:

$$0,01\text{кг}$$

$$0,39\text{кг}$$

Решение:

ЗАДАЧА №4

Дано:

$m_1 = 10\text{г}$
импульса

$m_2 = 390\text{г}$

$v_1 = 200\text{м/с}$

$v_2 = 0$

$v - ?$

СИ:

$0,01\text{кг}$

$0,39\text{кг}$

Решение:

Закон сохранения

для неупругого удара:

$$m_1 v_1 \pm m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$$
$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v = \frac{0,01 \cdot 200}{0,39 + 0,01} = \frac{2}{0,4} = 5\text{м/с}$$

Ответ: 5 м/с

Проявление импульса



Ф-10-А Реактивное движение
Ф-10-А Реактивное движение -1

Когда пожарные используют брандспойт, они всегда держат его вдвоем или даже втроем.

Так необходимо поступать, чтобы противодействовать импульсу бьющей струи.





РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ

– движение тела при отделении от него некоторой массы

$$0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \quad \text{или} \quad m_1 v_1 = m_2 v_2$$

Например: а) выстрел из ружья

б) полет ракеты

? Зачем нужно прижимать приклад ружья к плечу в момент выстрела?

Ф-10-В Реактивное движение

?? ??

***Импульсом тела называют
величину равную***

- А) произведению массы тела на
силу;**
- Б) отношению массы тела к его
скорости**
- В) произведению массы тела на его
скорость.**
- Г) произведение массы на**

?? ??

***Импульсом тела называют
величину равную***

**А) произведению массы тела на
силу;**

**Б) отношению массы тела к его
скорости**

**В) произведению массы тела на его
скорость.**

Г) произведение массы на

?? ??

***Импульс тела всегда
направлен***

- А) перпендикулярно скорости**
- Б) сонаправлен скорости**
- В) противоположен скорости**
- Г) совпадает с ускорением**

?? ??

***Импульс тела всегда
направлен***

А) перпендикулярно скорости

Б) сонаправлен скорости

В) противоположен скорости

Г) совпадает с ускорением

?? ??

***Если на тело не действует
сила, то импульс тела***

А) не изменяется

Б) увеличивается

В) уменьшается

Г) равен нулю

?? ??

***Если на тело не действует
сила, то импульс тела***

А) не изменяется

Б) увеличивается

В) уменьшается

Г) равен нулю

?? ??

***Если на тело действует сила,
то импульс тела:***

- А) не изменяется**
- Б) только увеличивается**
- В) только уменьшается**
- Г) может и увеличиваться и
уменьшаться**

?? ??

***Если на тело действует сила,
то импульс тела:***

А) не изменяется

Б) только увеличивается

В) только уменьшается

**Г) может и увеличиваться и
уменьшаться**

?? ??

Когда ступень ракеты отделяется от космического корабля, она получает некоторый импульс p_0 . Какой импульс p получает при этом космический корабль?

А) $p = p_0$ Б) $p < p_0$

В) $p \geq p_0$ Г) $p = 0$

?? ??

Когда ступень ракеты отделяется от космического корабля, она получает некоторый импульс p_0 . Какой импульс p получает при этом космический корабль?

А) $p = p_0$

Б) $p < p_0$

В) $p \geq p_0$

Г) $p = 0$

?? ??

Мяч массой m брошен вверх с начальной скоростью v . Каково изменение импульса мяча за время движения от начала до возвращения в исходную точку?

- А) mv Б) $-mv$ В) $2mv$ Г) 0

?? ??

Мяч массой m брошен вверх с начальной скоростью v . Каково изменение импульса мяча за время движения от начала до возвращения в исходную точку?

А) mv

Б) $-mv$

В) $2mv$

Г) 0

?? ??

При выстреле из ружья пуля получает импульс p_1 , а ружьё за счет отдачи приобретает импульс p_2 . Сравните импульсы обоих тел

А) $p_1 > p_2$

Б) $p_1 < p_2$

В) $p_1 = p_2$

Г) $p_1 = p_2 = 0$

?? ??

При выстреле из ружья пуля получает импульс p_1 , а ружьё за счет отдачи приобретает импульс p_2 . Сравните импульсы обоих тел

А) $p_1 > p_2$

Б) $p_1 < p_2$

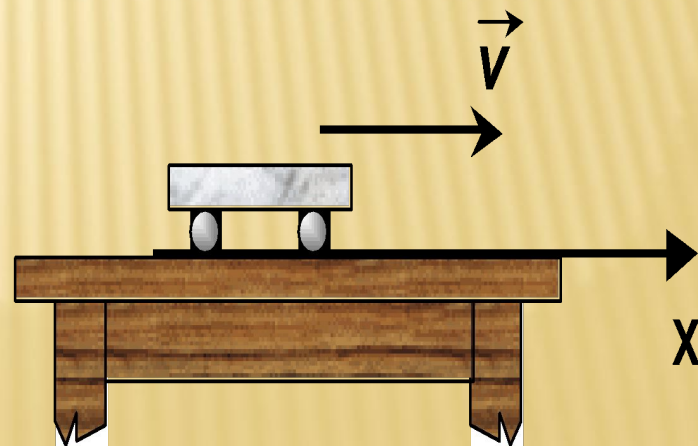
В) $p_1 = p_2$

Г) $p_1 = p_2 = 0$

?? ???

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

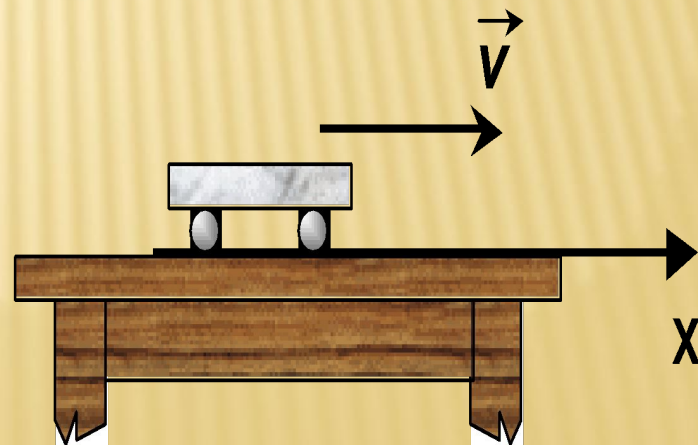
- 1) $0,5\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо
- 2) $0,5\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, влево
- 3) $5,0\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо
- 4) $50\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, влево
- 5) $50\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо



?? ???

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

- 1) $0,5\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо
- 2) $0,5\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, влево
- 3) $5,0\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо
- 4) $50\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, влево
- 5) $50\text{ кг}\cdot\text{м/с}$, вправо



?? ??

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

- 1) 500 кг·м/с
- 2) 10000 кг·м/с
- 3) 20000 кг·м/с
- 4) 20 кг·м/с
- 5) 50 кг·м/с

?? ??

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

- 1) 500 кг·м/с
- 2) 10000 кг·м/с
- 3) 20000 кг·м/с
- 4) 20 кг·м/с
- 5) 50 кг·м/с

?

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

1) влево, mv

2) влево, $2mv$

3) вправо, mv

4) вправо, $2mv$

5) остановится, 0

?

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

1) влево, mv

2) влево, $2mv$

3) вправо, mv

4) вправо, $2mv$

5) остановится, 0

?? ??

Шар из пластилина массой m , двигаясь влево 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) остановится, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) импульс не изменится

?

Шар из пластилина массой m , двигаясь влево 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) остановится, mv
- 4) вправо, $2mv$
- 5) импульс не изменится