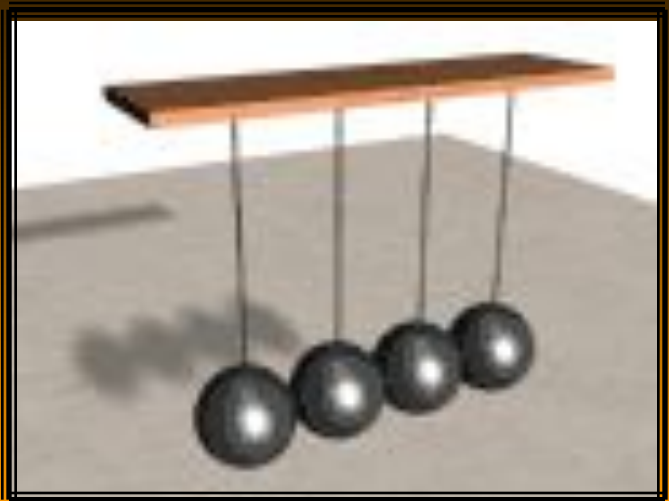




11. Импульс *Закон* *сохранения* *импульса*





**Рене Декарт
(1596-1650),
французский философ,
математик, физик и
физиолог. Высказал
закон сохранения
количества движения,
определил понятие
импульса силы.**



- **Импульсом тела (количеством движения) называют меру механического движения, равную в классической теории произведению массы тела на его скорость. Импульс тела является векторной величиной, направленной так же, как и его скорость.**
- **Закон сохранения импульса служит основой для объяснения обширного круга явлений природы, применяется в различных науках.**

Импульс силы

$$\overset{\square}{I} = \overset{\square}{F} \cdot t \quad [1H \cdot c]$$

I - импульс
 F силы
 t - сила
- время

векторная физическая
величина,
являющаяся **мерой**
действия силы за
некоторый
промежуток времени

Импульс тела

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad [кг \cdot м / с]$$

векторная физическая
величина,
являющаяся мерой
механического
движения

$\vec{p}$ - импульс тела
 m - масса
 $\vec{v}$ - скорость тела

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

Закон сохранения импульса

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

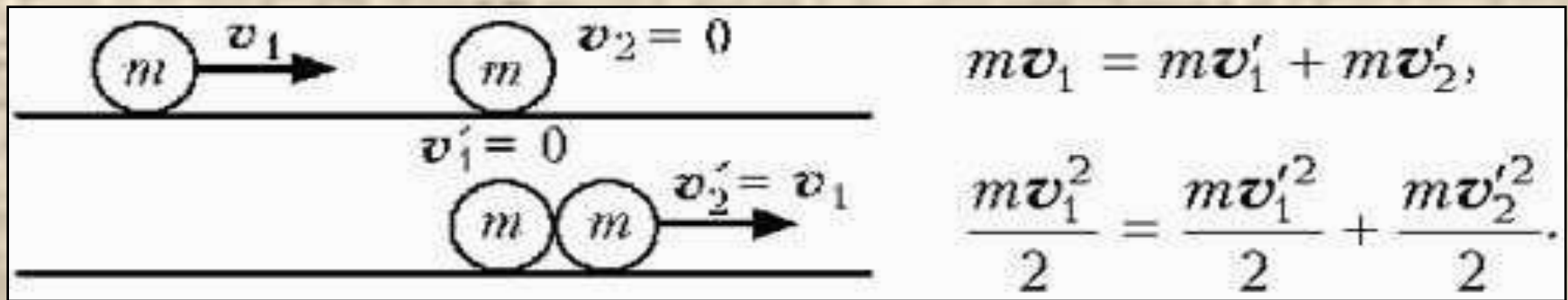
**Векторная сумма
(геометрическая)
импульсов тел в
замкнутой системе
остается величиной
постоянной**

Закон можно применять:

- а) если
равнодействующая
внешних сил равна
нулю;
- б) для проекции на
какую-либо ось, если
проекция
равнодействующей на
эту ось равна нулю

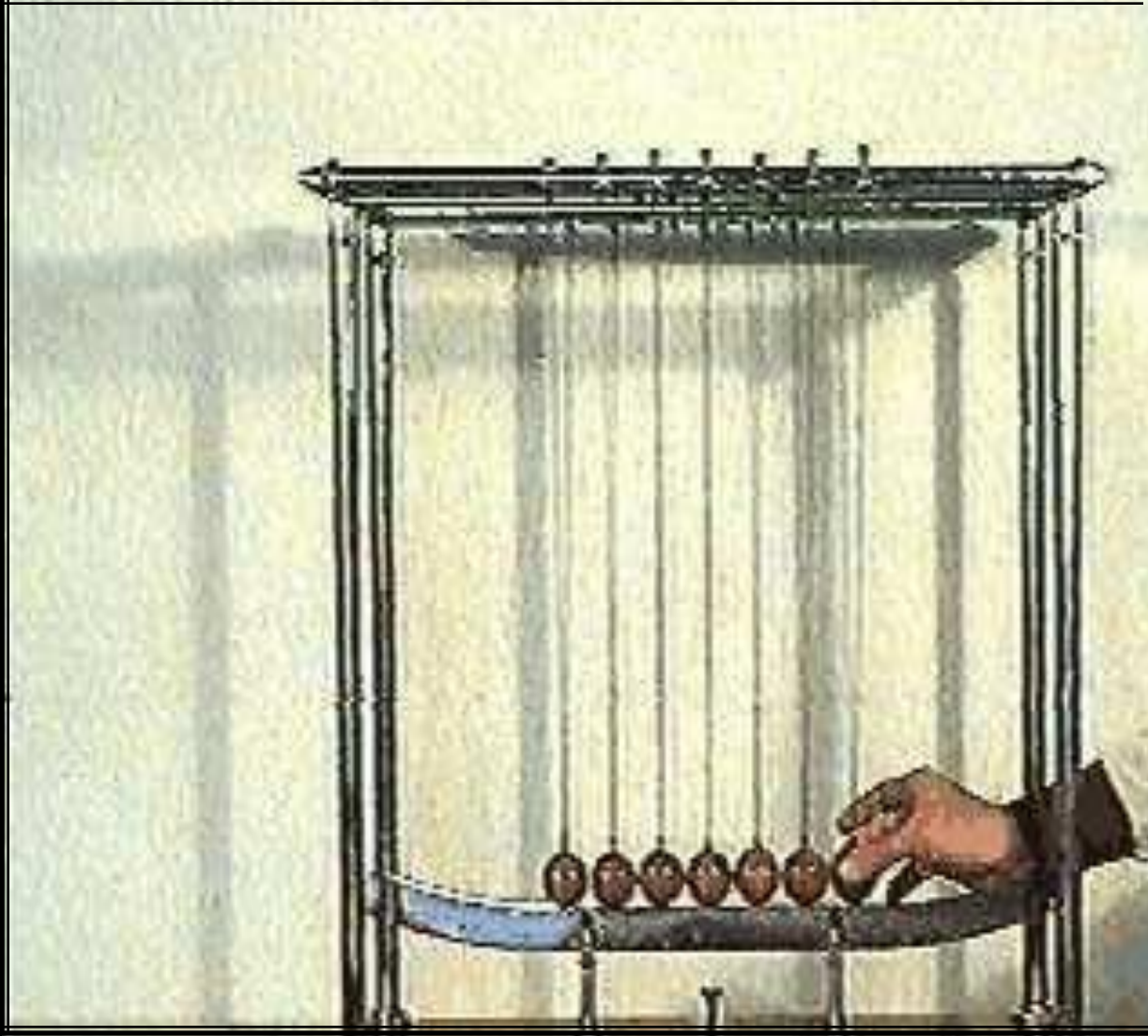
Упругий удар

Абсолютно упругий удар – столкновения тел, в результате которого их внутренние энергии остаются неизменными. При абсолютно упругом ударе сохраняется не только импульс, но и механическая энергия системы тел. **Примеры:** столкновение бильярдных шаров, атомных ядер и элементарных частиц. **На рисунке показан абсолютно упругий центральный удар:**



В результате центрального упругого удара двух шаров одинаковой массы, они обмениваются скоростями: первый шар останавливается, второй приходит в движение со скоростью, равной скорости первого шара.

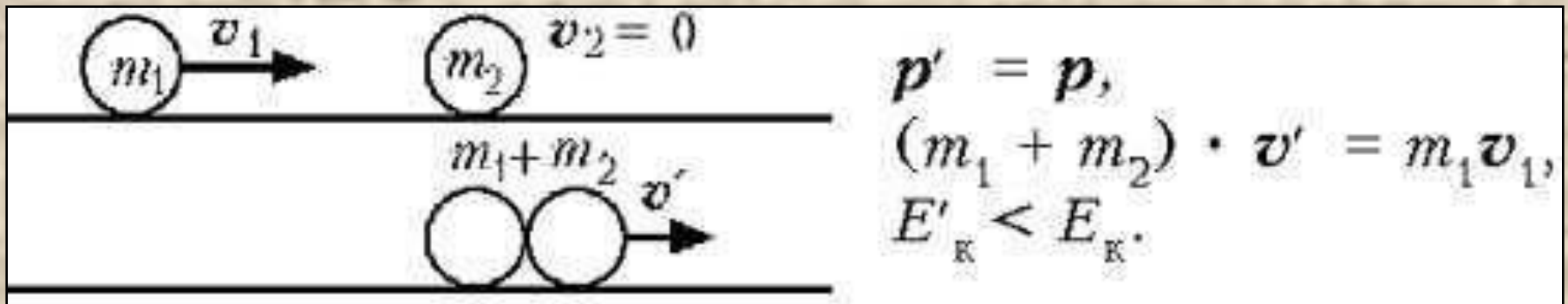
Демонстрационный эксперимент



Упругий удар

Неупругий удар

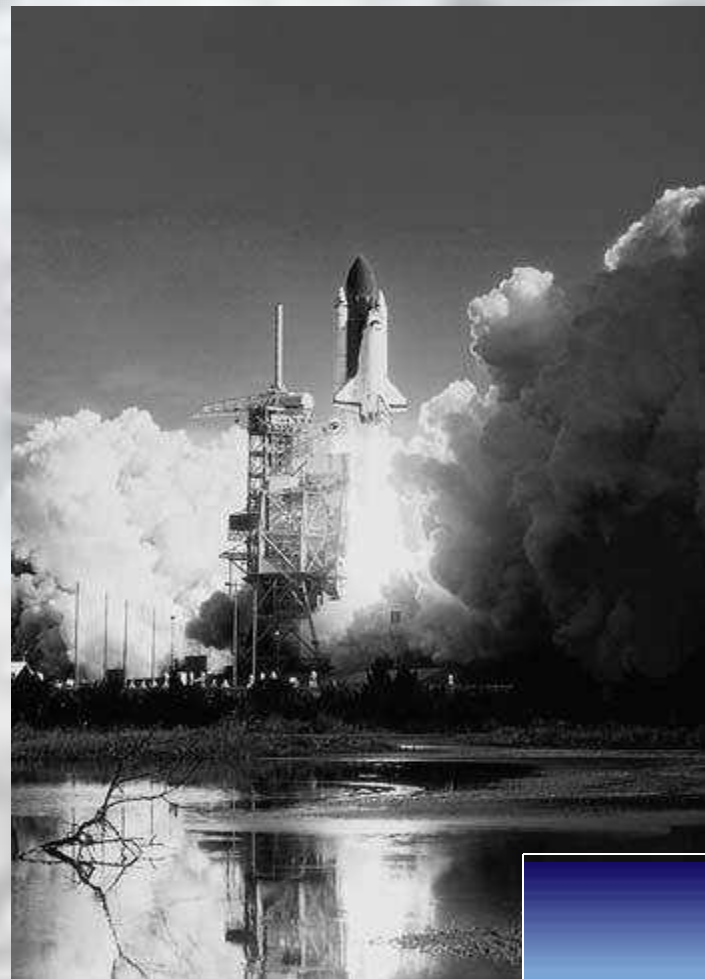
Абсолютно неупругий удар: так называется столкновение двух тел, в результате которого они соединяются вместе и движутся дальше как одно целое. При неупругом ударе часть механической энергии взаимодействующих тел переходит во внутреннюю, импульс системы тел сохраняется. **Примеры неупругого взаимодействия:** столкновение слипающихся пластилиновых шаров, автосцепка вагонов и т.д. **На рисунке показан абсолютно неупругий удар:**



После неупругого соударения два шара движутся как одно целое со скоростью, меньшей скорости первого шара до соударения.

Примеры применения закона сохранения импульса

- Закон строго выполняется в явлениях отдачи при выстреле, явлении реактивного движения, взрывных явлениях и явлениях столкновения тел.
- Закон сохранения импульса применяют: при расчетах скоростей тел при взрывах и соударениях; при расчетах реактивных аппаратов; в военной промышленности при проектировании оружия; в технике - при забивании свай, ковке металлов и т.д.



Закон сохранения импульса лежит в основе реактивного движения.

- **Большая заслуга в развитии теории реактивного движения принадлежит Константину Эдуардовичу Циолковскому.**
- **Основоположником теории космических полетов является выдающийся русский ученый Циолковский (1857 - 1935). Он дал общие основы теории реактивного движения, разработал основные принципы и схемы реактивных летательных аппаратов, доказал необходимость использования многоступенчатой ракеты для межпланетных полетов. Идеи Циолковского успешно осуществлены в СССР при постройке искусственных спутников Земли и космических кораблей.**

Реактивное движение

Движение тела, возникающее вследствие отделения от него части его массы с некоторой скоростью, называют реактивным.

- Все виды движения, кроме реактивного, невозможны без наличия внешних для данной системы сил, т. е. без взаимодействия тел данной системы с окружающей средой, а для осуществления реактивного движения не требуется взаимодействия тела с окружающей средой. Первоначально система покоится, т. е. ее полный импульс равен нулю. Когда из системы начинает выбрасываться с некоторой скоростью часть ее массы, то (так как полный импульс замкнутой системы по закону сохранения импульса должен оставаться неизменным) система получает скорость, направленную в противоположную сторону.

Решение задач

Часть А. На горизонтальной поверхности находится тележка массой 20 кг, на которой стоит человек массой 60 кг. Человек начинает двигаться вдоль тележки с постоянной скоростью, тележка при этом начинает катиться без трения. Модуль скорости тележки относительно поверхности

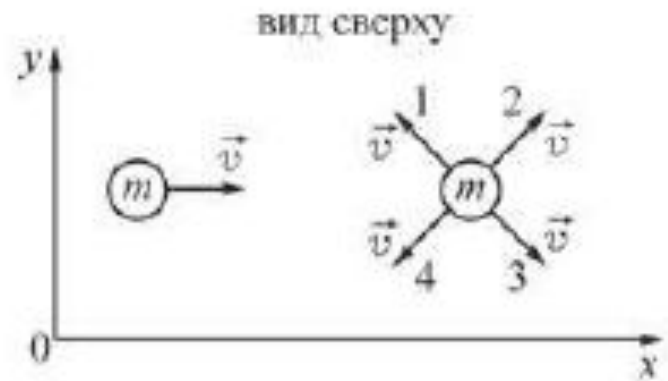
- 1) больше модуля скорости человека относительно поверхности
- 2) меньше модуля скорости человека относительно поверхности
- 3) равен модулю скорости человека относительно поверхности
- 4) может быть как больше, так и меньше модуля скорости человека относительно поверхности

Часть А. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $u_1 = 108 \text{ км/ч}$ и $u_2 = 54 \text{ км/ч}$ соответственно. Их массы соответственно $m_1 = 1000 \text{ кг}$ и $m_2 = 3000 \text{ кг}$.

На сколько импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля?

- 1) на $15000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) на $45000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) на $30000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) на $60000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Часть А. Два шарика одинаковой массой m движутся с одинаковыми по модулю скоростями вдоль горизонтально плоскости XOY . Известно, что для системы тел, включающей оба шарика, проекция импульса на ось OY больше нуля, а модуль проекции импульса на ось OX больше модуля проекции импульса на ось OY . В этом случае направление скорости второго шарика должно совпадать с направлением, обозначенным цифрой



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

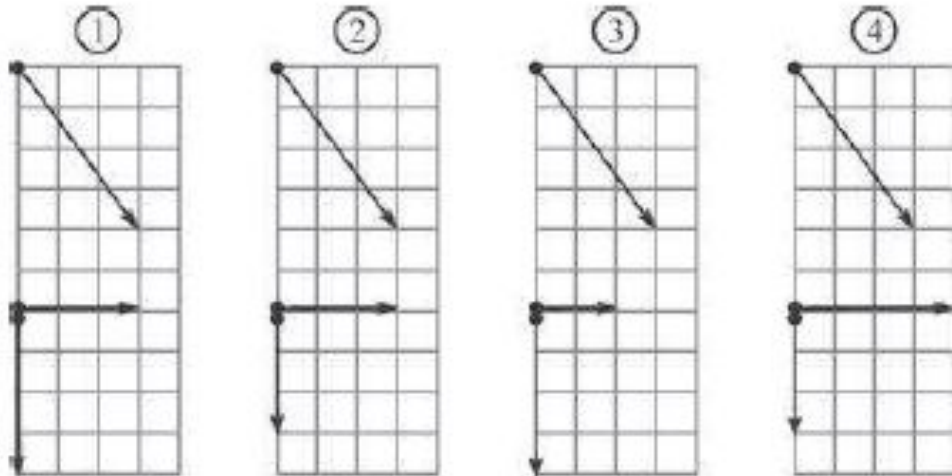
Часть А. Шар скользит по столу и налетает на второй такой же покоящийся шар. Ученики изобразили векторы импульсов шаров до соударения (верхняя часть рисунка) и после него (нижняя часть рисунка). Какой рисунок выполнен правильно?

1) 1

2) 2

3) 3

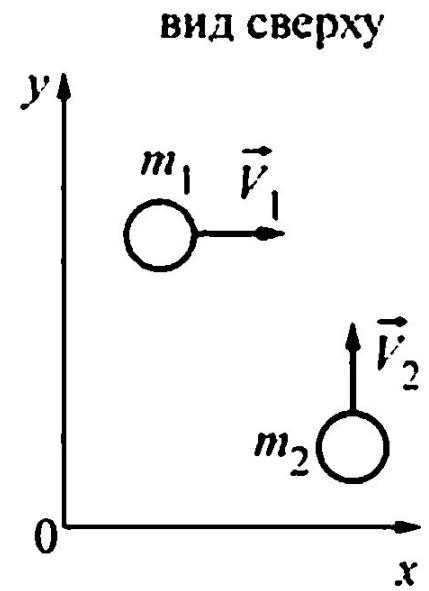
4) 4



Часть А. По гладкой горизонтальной плоскости движутся два тела массами m_1 и m_2 со скоростями v_1 и v_2 . В результате соударения тела слипаются и движутся как единое целое. Проекция импульса этой системы

на ось Ox после соударения будет

- 1) больше $m_1 v_1$
- 2) меньше $m_2 v_2$
- 3) равна $m_1 v_1 + m_2 v_2$
- 4) равна $m_1 v_1$



Выводы:

- **При взаимодействии изменение импульса тела равно импульсу действующей на это тело силы**
- **При взаимодействии тел друг с другом изменение суммы их импульсов равно нулю. А если изменение некоторой величины равно нулю, то это означает, что эта величина сохраняется.**
- **Практическая и экспериментальная проверка закона прошла успешно и в очередной раз было установлено, что векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не изменяется.**