

**Закон**  
**сохранения**  
**импульса**

# Импульс тела:

---

---

$$\vec{p} = m\vec{v}, (p) - \text{кг}^*\text{м/с}$$

$$\vec{p} \parallel \vec{v}$$

или количество движения.

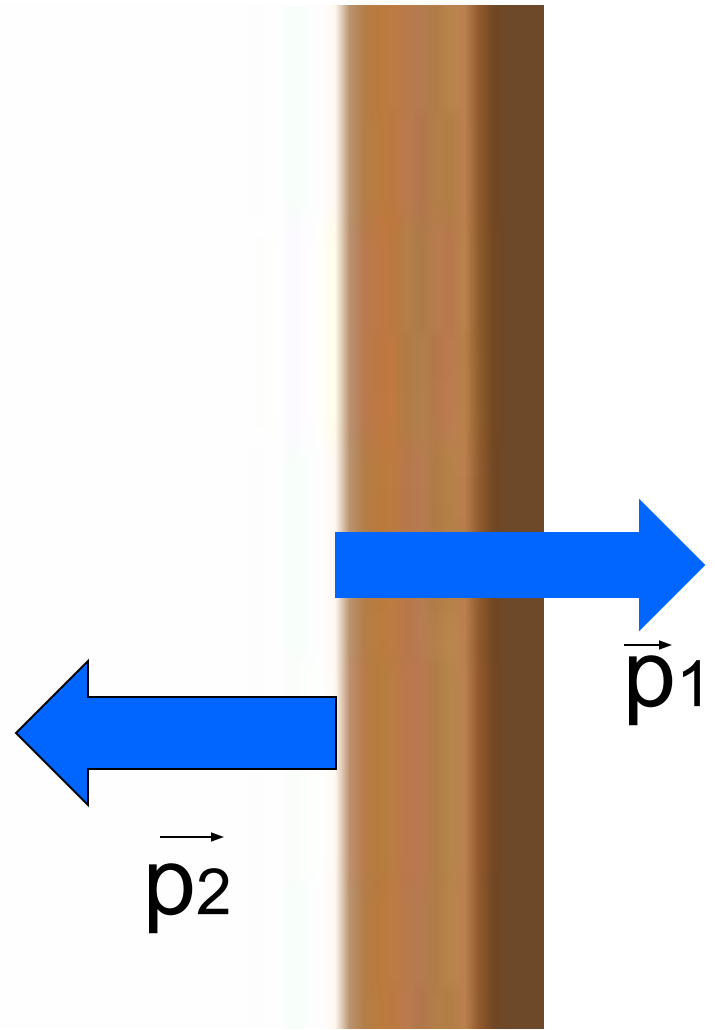
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t},$$

$Ft = mv - mv$  - импульс силы равен изменению импульса тела.

$$(\vec{F}t) - \text{Н}^*\text{с}$$

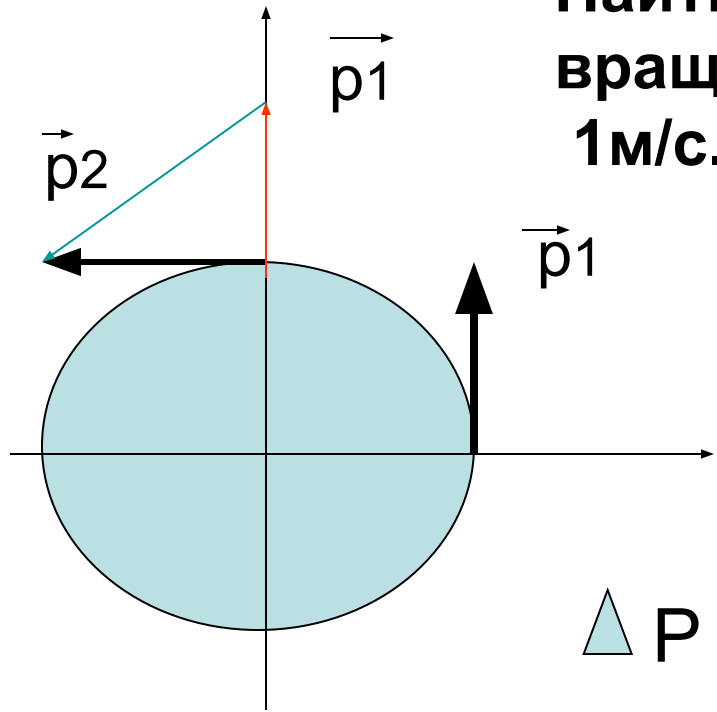
---

---



△  $\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = 2\vec{p}_1, \quad p_1 = p_2$

Найти изменение импульса за  $\frac{1}{4}$  периода вращения тела массой 2кг со скоростью 1м/с.

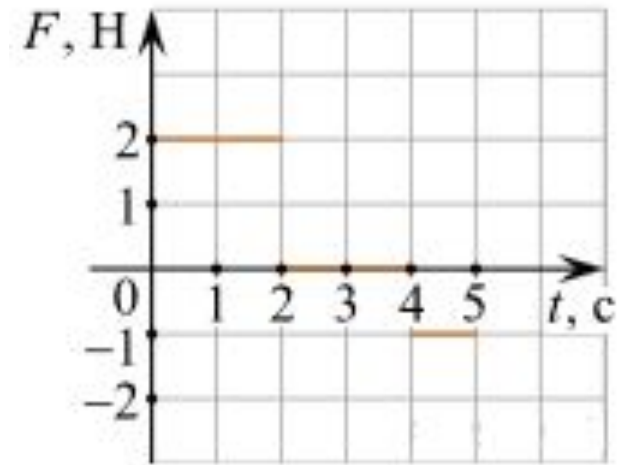


Решение :

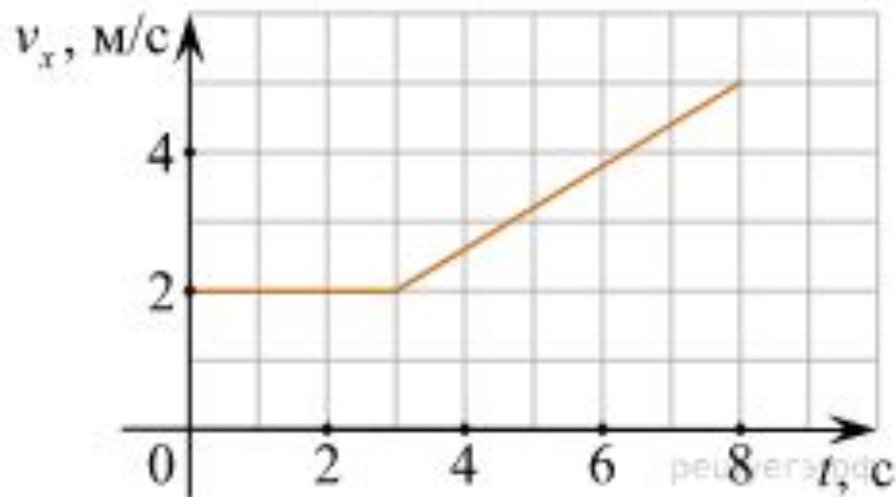
$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1, \quad p_1 = p_2 = p$$

$$\Delta P = \sqrt{2p^2} = \sqrt{2} p = 1.4 * 2 \text{ кг} * 1 \text{ м/с} = 2.8 \text{ кг} * \text{м/с}$$

1. Материальная точка массой 2 кг движется вдоль горизонтальной оси под действием горизонтальной силы. В начальный момент времени тело покоилось. График зависимости силы от времени изображён на рисунке. Чему равен импульс материальной точки в конце третьей секунды? (Ответ дайте в кг·м/с.)



2. Тело массой 2 кг движется вдоль оси  $Ox$ . На графике показана зависимость проекции скорости  $v_x$  этого тела на ось  $Ox$  от времени  $t$ . На сколько увеличился за первые 8 секунд движения тела модуль его импульса. (Ответ дайте в кг·м/с.)





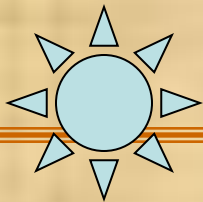
**Рене Декарт  
(1596-1650),  
французский философ,  
математик, физик и  
физиолог. Выказал  
закон сохранения  
количества движения,  
определил понятие  
импульса силы.**



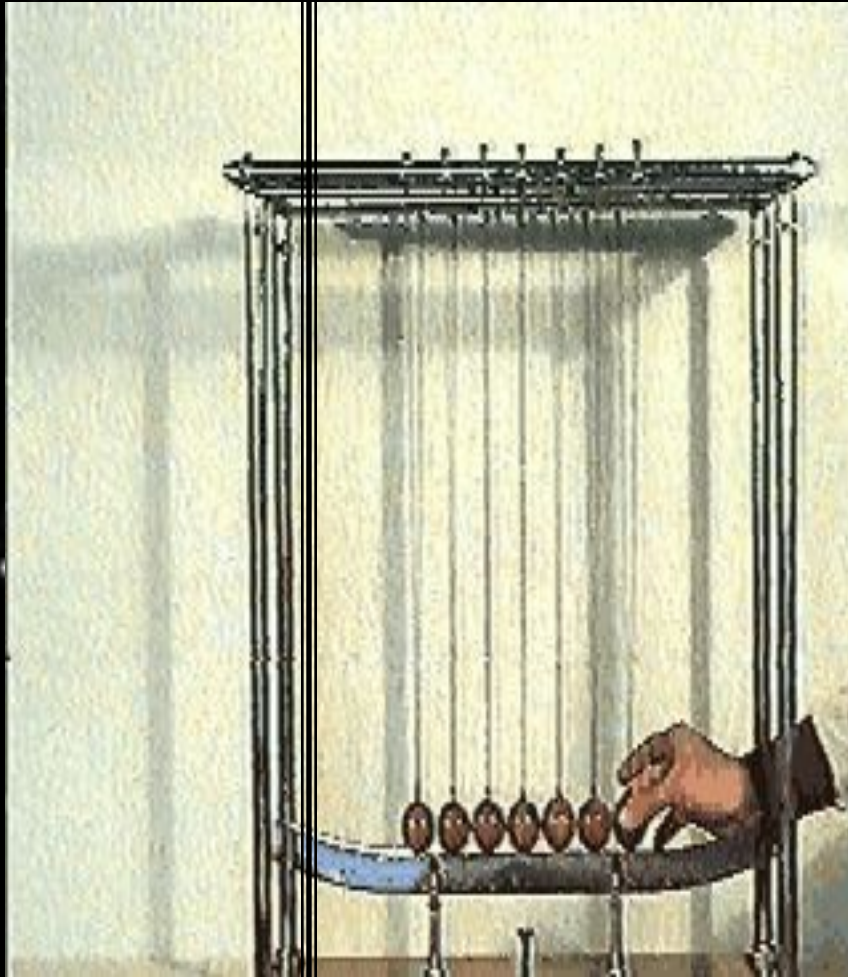
# Закон сохранения импульса

*В замкнутой системе векторная  
сумма импульсов тел остается  
постоянной:*

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 \dots = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3$$



# Демонстрационный эксперимент



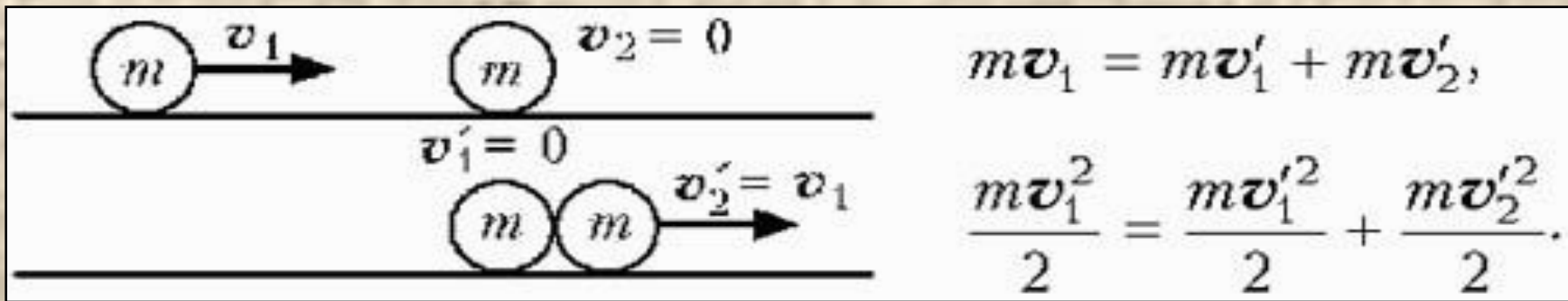
Упругий удар





# Упругий удар

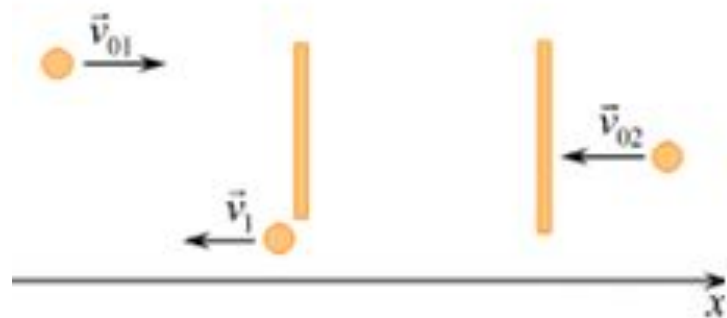
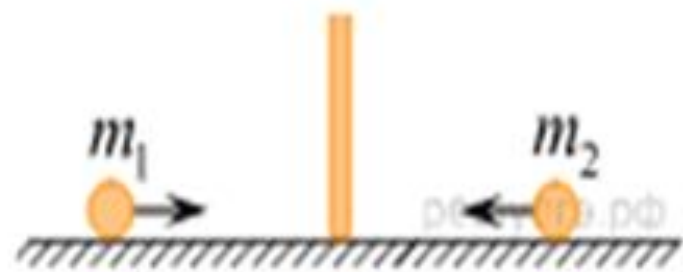
**Абсолютно упругий удар** – столкновения тел, в результате которого их внутренние энергии остаются неизменными. При абсолютно упругом ударе сохраняется не только импульс, но и механическая энергия системы тел. **Примеры:** столкновение бильярдных шаров, атомных ядер и элементарных частиц. **На рисунке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

Два шарика — стальной, массой  $m_1 = 100$  г, и пластилиновый, массой  $m_2 = 50$  г — начинают двигаться по гладкой горизонтальной плоскости вдоль одной прямой по направлению к закреплённой стенке (см. рис.). Скорости шариков одинаковы по модулю и равны 2 м/с. Линия движения шариков перпендикулярна стенке.

Стальной шарик сталкивается со стенкой абсолютно упруго, а пластилиновый — абсолютно неупруго. Определите модуль полного импульса, который был передан стенке шариками в результате соударения с ней. *Ответ дайте в кг · м/с.*



При абсолютно упругом ударе  $v_{01} = v_1 = v$

$$m_1 v_{01} = m_1 v_1 + \bar{p}, \quad \bar{p} - \text{импульс стены}$$

$$p_x = m_1 v_1 + m_1 v_{01} = 2m_1 v.$$

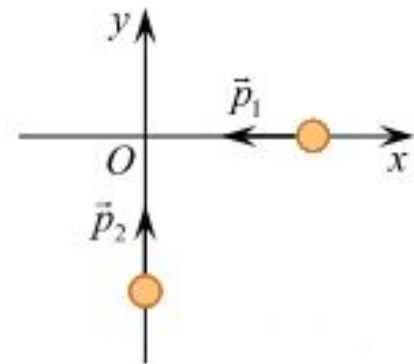
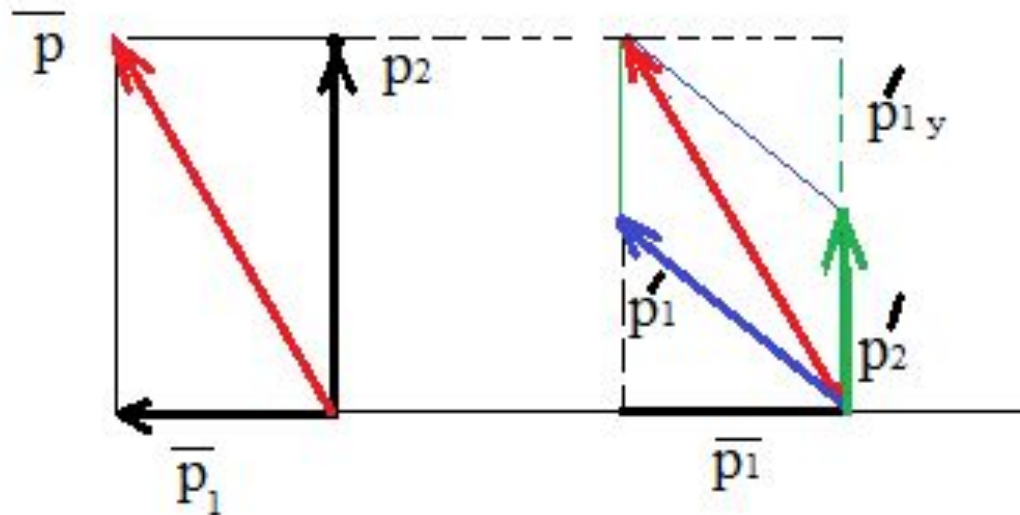
При абсолютно неупругом ударе  $v_2 = 0$ .

$$m_2 v_{02} = \bar{p}_2 + m_2 v_2 \quad p_{2x} = -m_2 v_{02} = -m_2 v.$$

$$p_x = p_{1x} + p_{2x} = 2m_1 v - m_2 v = v \cdot (2m_1 - m_2) = 2 \cdot |2 \cdot 0,1 - 0,05| = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

По гладкой горизонтальной плоскости по осям  $x$  и  $y$  движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю  $p_1 = 1,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$  и  $p_2 = 3,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ , как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси  $y$  в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю  $p_3 = 1,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . Определите модуль импульса первой шайбы после удара. Ответ приведите в  $\text{кг}\cdot\text{м/с}$ .

Решение:



$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

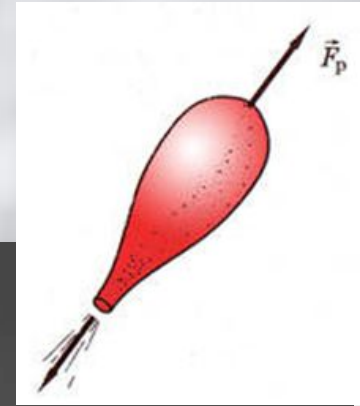
$$p_1' = \sqrt{p_1^2 + p_{1y}^2}$$

$$p_{1y} = p_2 - p_2 = 3,5 - 1,5 = 2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$$

$$p_1' = \sqrt{1,5^2 + 2^2} = 2,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$$



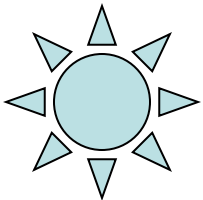
# Примеры применения закона сохранения импульса



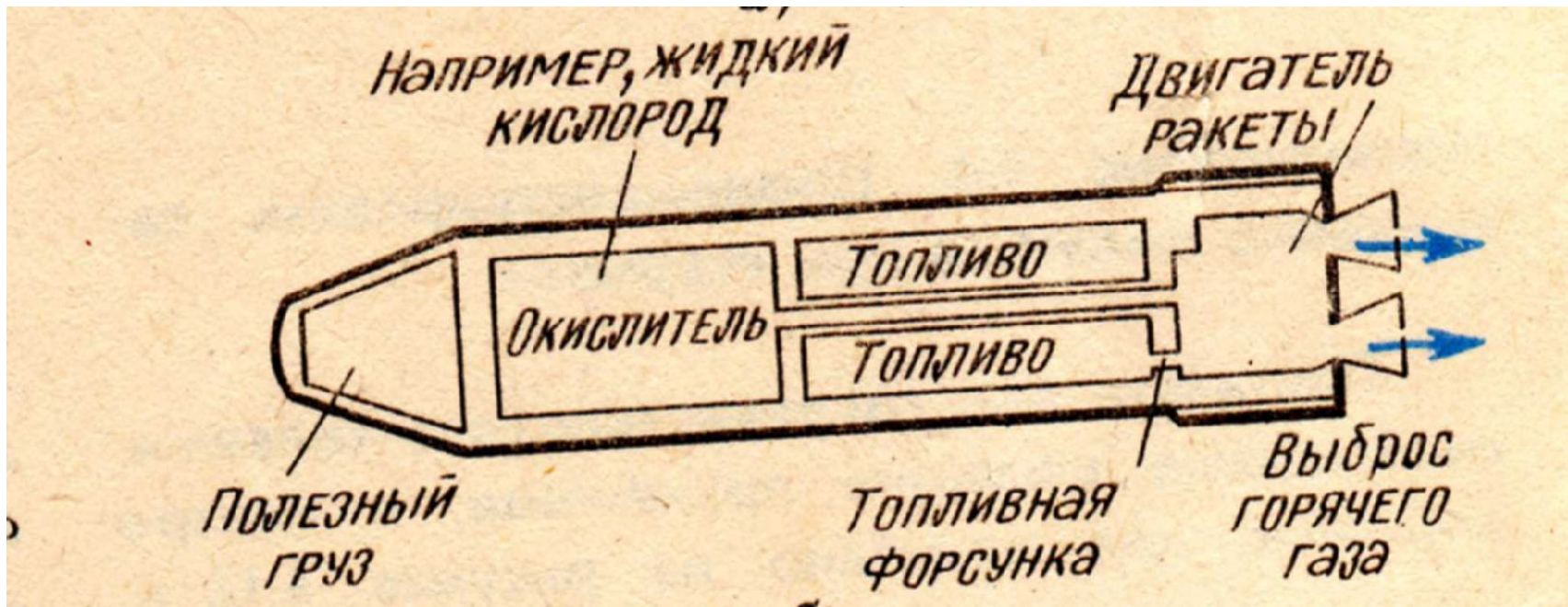
Закон сохранения импульса лежит в основе реактивного движения:  
движение тела, возникающее вследствие отделения от него части его массы с некоторой скоростью:

$$\underline{m_{об} v_{об} = m_{г} v_{г}}$$

$$\underline{m_{г}} = \frac{v_{об}}{v_{г}} m_{об}$$



# Реактивный двигатель



- При воспламенении химических элементов внутри ракеты происходит сильный выброс молекул, которые толкают ракету вверх.

**Основоположник теории космических полетов является выдающийся русский ученый Циолковский. (1857 - 1935).**

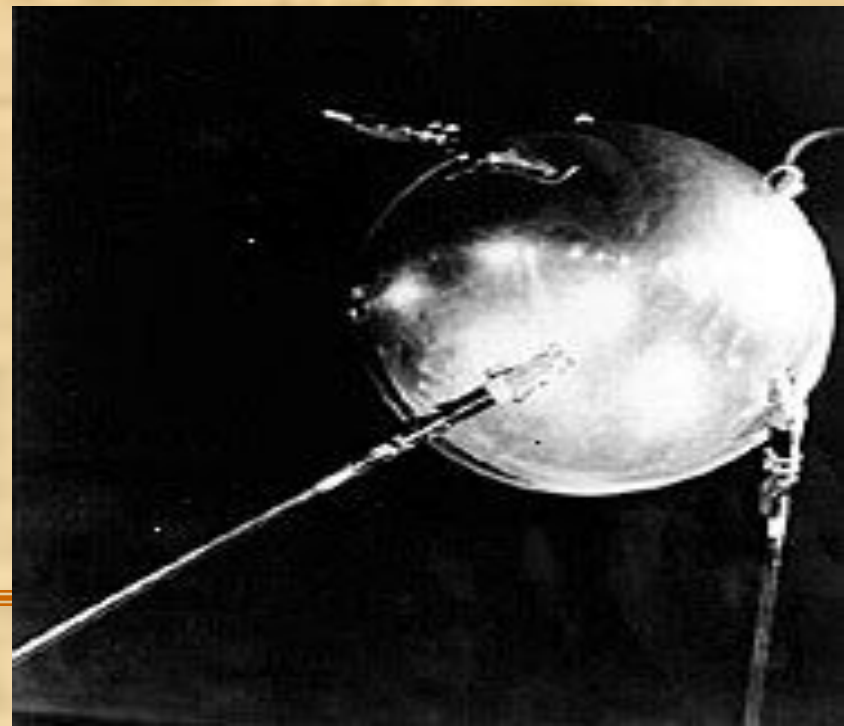
---

---

**Он дал общие основы теории реактивного движения, разработал основные принципы и схемы реактивных летательных аппаратов. Идеи Циолковского успешно осуществлены в СССР при постройке искусственных спутников Земли и космических кораблей.**

---

---



Если заготовить достаточным количеством мячей, то лодку можно разогнать и без помощи весел, действием только одних внутренних сил.

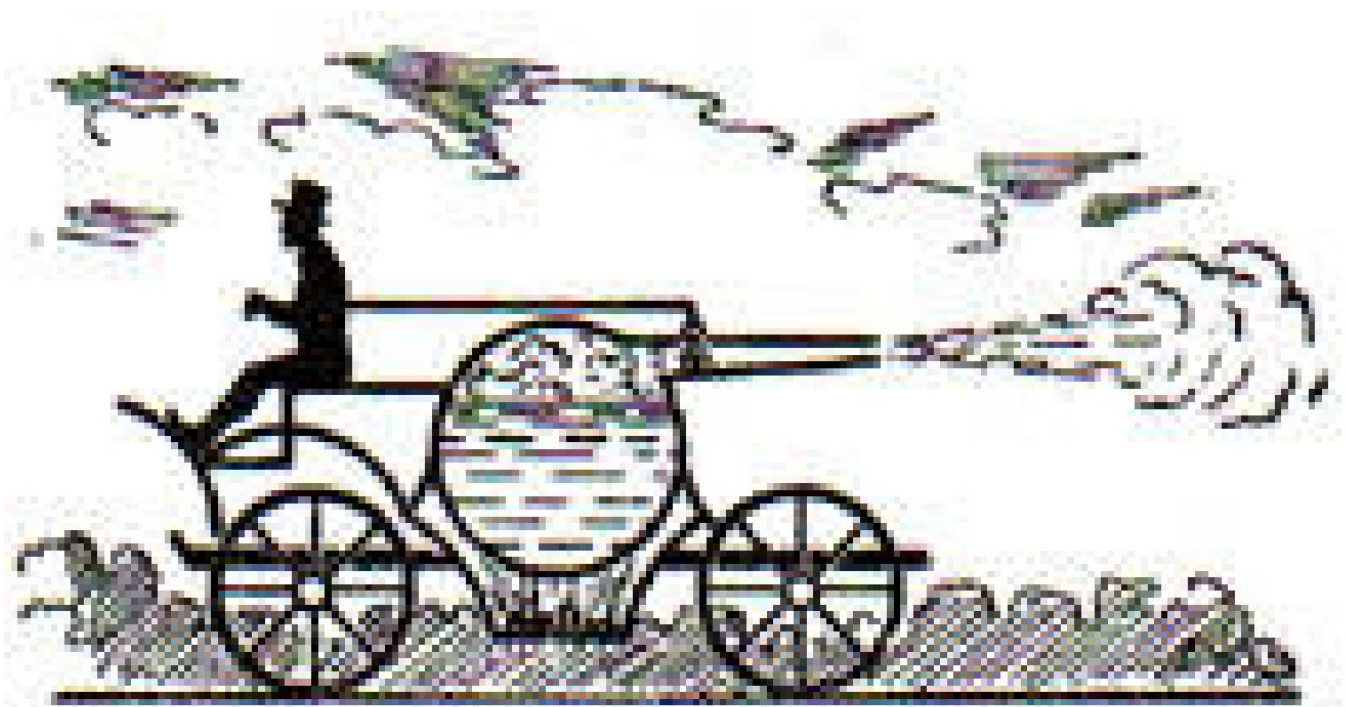
Толкая мяч, человек (а значит и лодка) сам получает толчок согласно закону сохранения импульса:





Представители животного мира, например, кальмары и осьминоги, периодически выбрасывая, вбираемую в себя воду они способны развивать скорость 60 - 70 км/ч.





# 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.