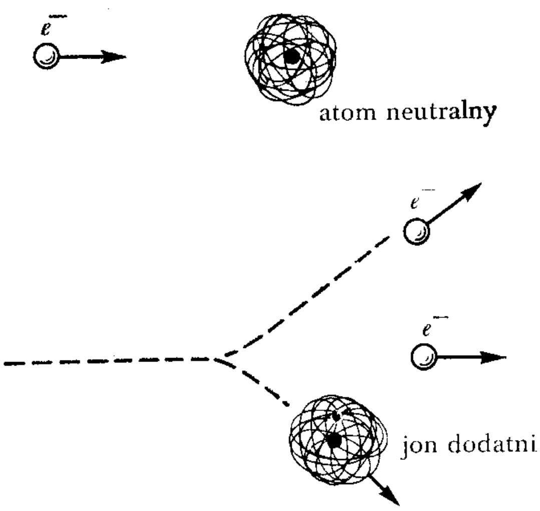
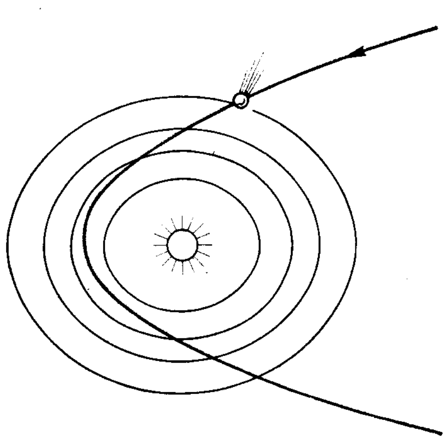
ZDERZENIA

Zderzenia - to szeroka klasa procesów polegających na tym, że 2 ciała materialne, które początkowo znajdują się bardzo daleko od siebie zbliżają się, w wyniku czego zwiększa się ich wzajemne oddziaływanie po czym oddalają się tak, że oddziaływanie stopniowo słabnie.

Efektywne oddziaływanie tych ciał zachodzi tylko w skończonym czasie.

W wyniku oddziaływania zmienia się stan ruchu tych ciał na skutek wymiany pędu i energii między nimi.





ZDERZENIA

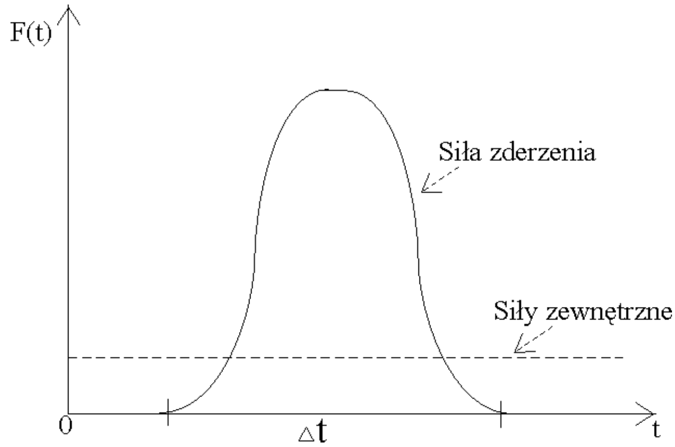
Siły impulsowe (zderzeniowe)

Czas zderzenia :

- protonu z jądrem atomu
$10^{-22} - 10^{-23}$s

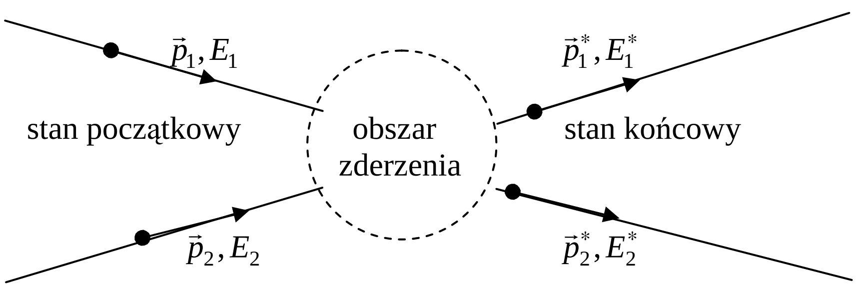
- kul bilardowych
$10^{-2} - 10^{-4}$s

- komety ze słońcem
dziesiątki lat $\left(10^{8} - 10^{9}\text{s}\right)$



Zasady zachowania

$$\begin{cases} \overline{P} = \overline{P}^{*} = \text{const} \\ \text{E} = \text{E}^{*} = \text{const} \\ \text{L} = \text{L}^{*} = \text{const} \end{cases}$$



PODZIAŁ ZDERZEŃ

$$Q = E_k^* - E_k$$

1) $Q = 0$ **zderzenia sprężyste**

2) $Q \neq 0$ **zderzenia niesprężyste**

   a) zderzenia niesprężyste I rodzaju $Q < 0$
      (endoenergetyczne czyli z pochłonięciem energii)

   b) zderzenia niesprężyste II rodzaju $Q > 0$
      (egzoenergetyczne – z wydzieleniem energii)

Energia progowa

Zderzenia nieelastyczne I rodzaju w mikro-świecie charakteryzuje ściśle określona wartość energii kinetycznej, zwana energią progową

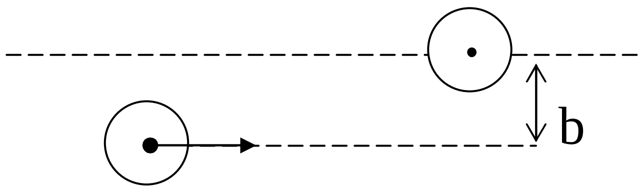
Przykłady:

1) atom wodoru, energia progowa jest równa różnicy energii między poziomami $\Delta E_{ij} \approx 10eV$. Jeżeli energia kinetyczna przed zderzeniem jest mniejsza od ΔE_{ij} to zderzenie będzie sprężyste.

2) zderzenie protonu z protonem energia progowa jest równa energii potrzebnej do produkcji mezonu $\pi^0 = 135 MeV$

PARAMETR ZDERZENIA

zderzenie cząstki poruszającej się ze spoczywającą



b - parametr zderzenia,

dla kul zderzenie zachodzi, gdy $b \le r_1 + r_2$

- **Zasada zachowania energii**

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^{*2} + \frac{1}{2}m_2 v_2^{*2}$$

- **Zasada zachowania pędu**

$$m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}_1^{\,*} + m_2\vec{v}_2^{\,*}$$

- **Zasada zachowania momentu pędu**
  (przydatna w polu sił centralnych)

$$\vec{J} = m \cdot \bar{r} \times \bar{v} = m_1 v_1 b = \text{const}$$

Jeżeli siła jest centralna można jednoznacznie rozwiązać zagadnienie zderzenia 2 ciał

ZDERZENIA SPRĘŻYSTE KUL

W przybliżeniu nierelatywistycznym i dla Q = 0

- dowolne ***b***

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^{*2} + \frac{1}{2}m_2 v_2^{*2}$$

$$m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}_1^{\,*} + m_2\vec{v}_2^{\,*}$$

$$\rightarrow \quad \begin{cases} m_1 v_1 = m_1 v_1^* \cos\theta_1 + m_2 v_2^* \cos\theta_2 \\ 0 = m_1 v_1^* \sin\theta_1 + m_2 v_2^* \sin\theta_2 \end{cases}$$

4 niewiadome ($v_1^*, v_2^*, \theta_1, \theta_2$) a 3 równania,
dodatkowa informacja (np. z doświadczenia)

- zderzenie <u>centralne</u> ***b = 0***
  zasada zachowania pędu redukuje się do

$$m_1 v_1 = m_1 v_1^* + m_2 v_2^*$$

$$\theta_2 = 0 \qquad \theta_1 = 0 \text{ lub } \pi \qquad \sin\theta_1 = \sin\theta_2 = 0$$

- zderzenie <u>niecentralne</u> $b \neq 0$ dla $m_1 = m_2 = m$

$$\begin{cases} \vec{v}_1 = \vec{v}_1^{\,*} + \vec{v}_2^{\,*} \\ \mathrm{v}_1^2 = v_1^{*2} + v_2^{*2} \end{cases}$$

trójkąt prostokątny

kąt „rozlotu” $\phi = \theta_1 + \theta_2 = \pi/2$