

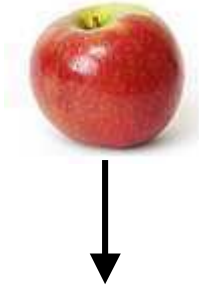
Oddziaływania fundamentalne

Siła grawitacji (siła powszechnego ciężenia, oddziaływanie grawitacyjne)

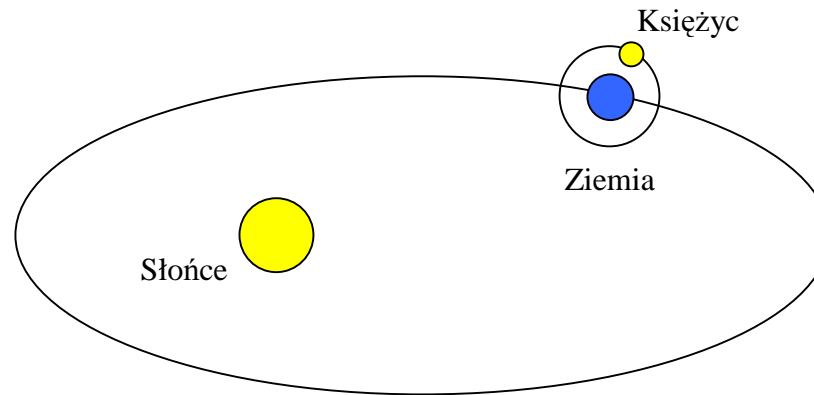
powoduje spadanie ciał

i

rządzi ruchem ciał niebieskich



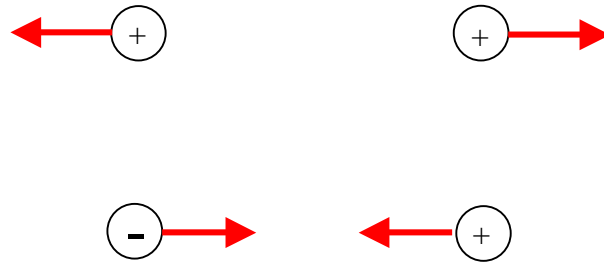
Newton



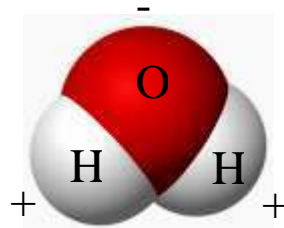
Dotyczy ciał posiadających masę. Jest dalekozasięgowe.

Oddziaływanie elektromagnetyczne

są to siły działające między ładunkami elektrycznymi:



Przykładowe skutki: uderzenia piorunów, prąd elektryczny, struktura atomów, cząsteczek, ciał stałych.



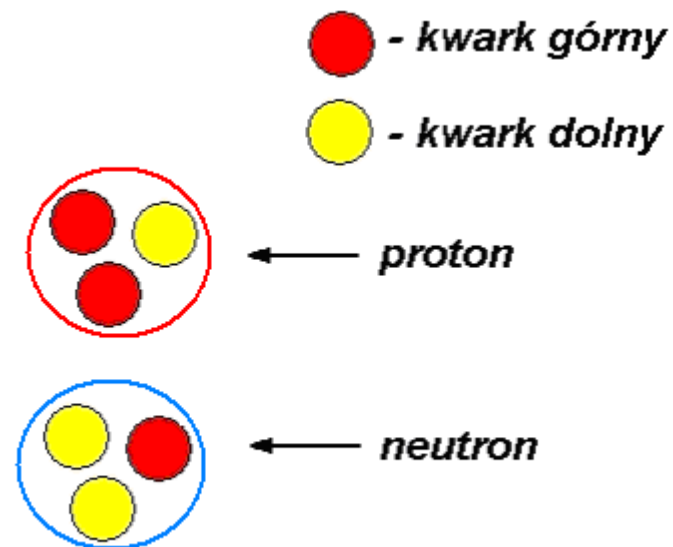
cząsteczka wody H₂O

Oddziaływanie to jest dalekozasięgowe.

Oddziaływanie silne

występuje na poziomie jądra atomowego i cząstek elementarnych.

Jądro atomowe



Kwarki łączą się w protony i neutrony dzięki gluonom, które przenoszą oddziaływanie silne.

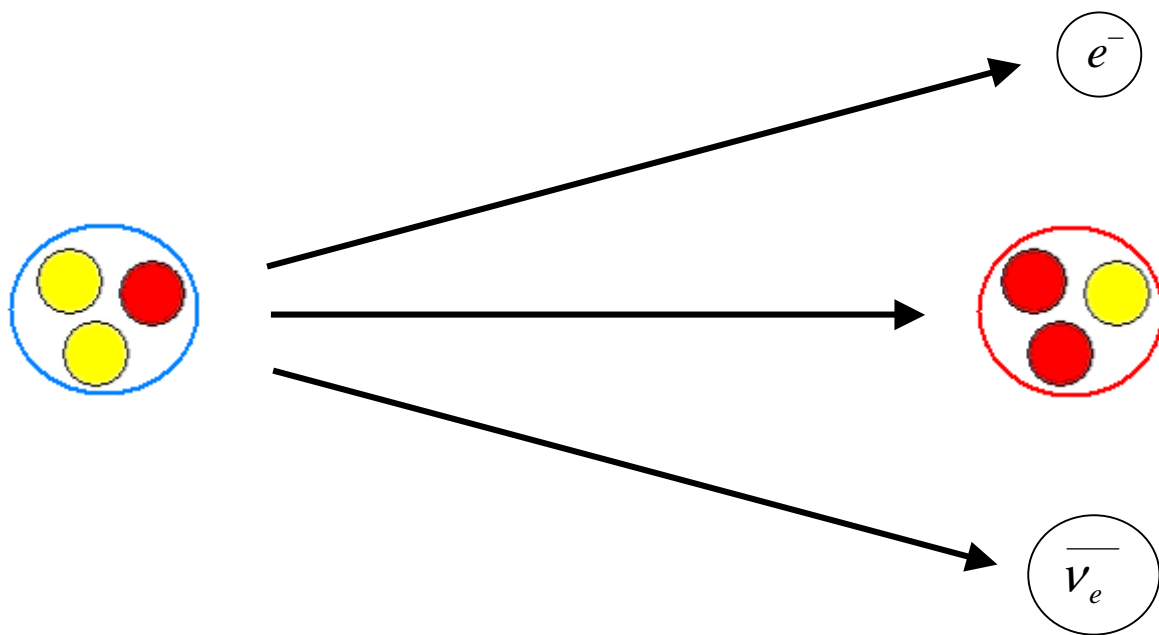
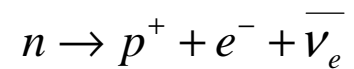
Protony i neutrony noszą wspólną nazwę „nukleony”.

Nukleony łączą się w jądra również przez oddziaływanie silne

Oddziaływanie to jest krótkozasięgowe.

Oddziaływanie słabe

powoduje rozpad niektórych cząstek, np. neutronu



Oddziaływanie to jest również krótkozasięgowe.

Cztery oddziaływania fundamentalne:

- 1. silne - odpowiedzialne za wiązanie kwarków w nukleony oraz nukleonów w jądra atomowe**
- 2. słabe - odpowiedzialne za rozpad niektórych cząstek, np. neutronu**
- 3. elektromagnetyczne - odpowiedzialne za siły działające między cząstkami posiadającymi ładunek elektryczny**
- 4. grawitacyjne - odpowiedzialne za przyciąganie między cząstkami posiadającymi masę**

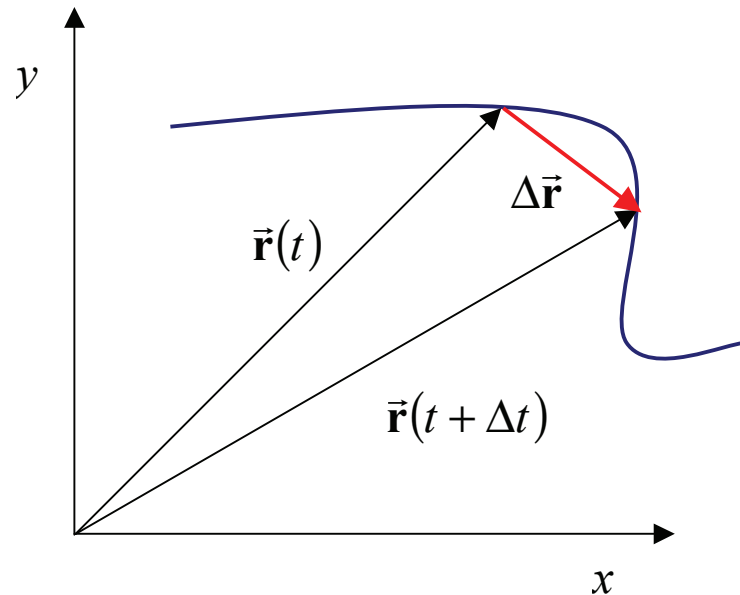
Mechanika

Kinematyka

Dynamika

Kinematyka punktu materialnego:

- punkt materialny
- położenie: \vec{r} ; $\vec{r} = (x, y, z)$
- opis ruchu: $\vec{r}(t)$; $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$
- tor, trajektoria: $\{\vec{r}(t), t \in [t_1, t_2]\}$



Podstawowe definicje.

prędkość:

$$\text{średnia: } \vec{v}_{sr} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$\text{chwilowa: } \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

wyjaśnienie:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = (x'(t), y'(t), z'(t))$$

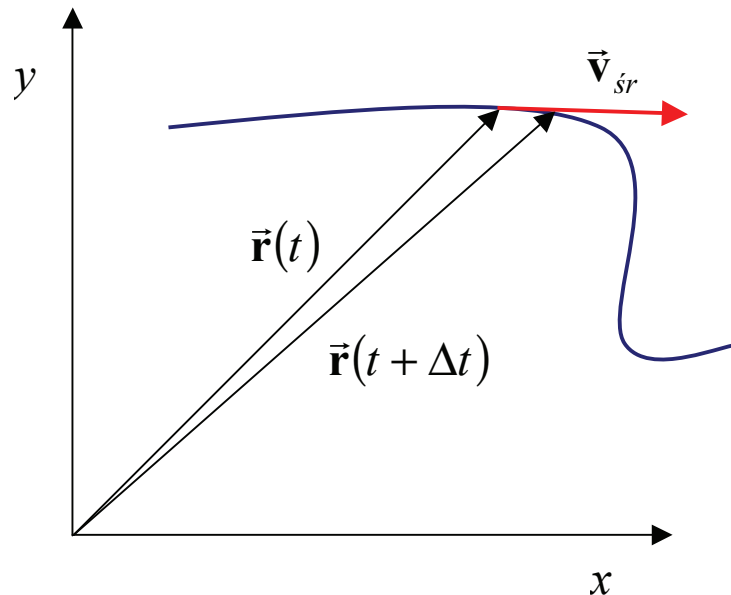
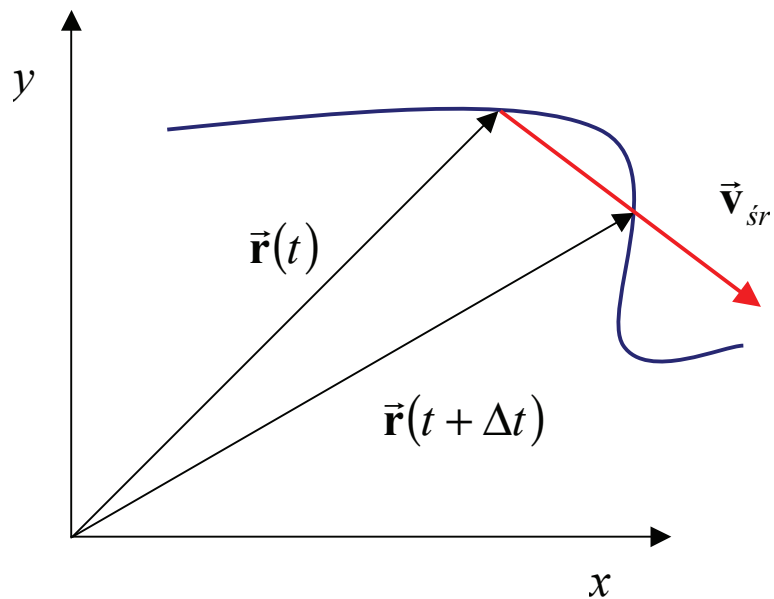
przyspieszenie

$$\text{średnie: } \vec{a}_{sr} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

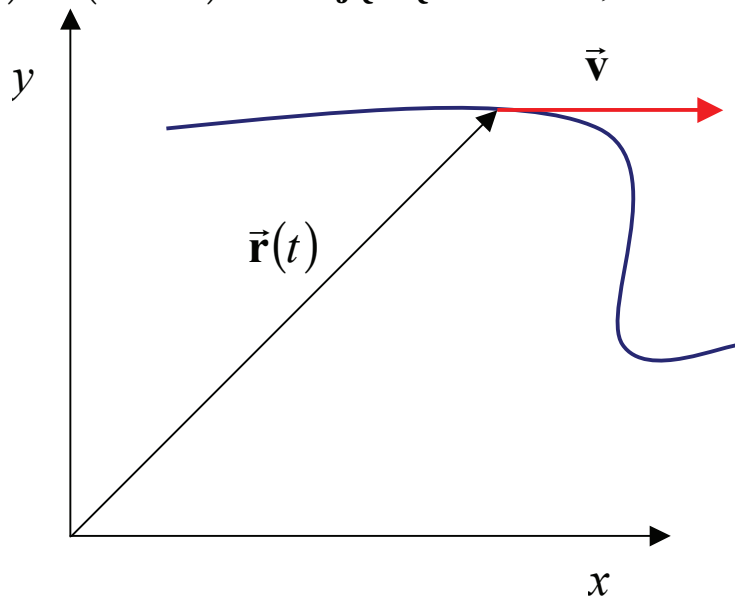
$$\text{chwilowe: } \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Prędkość jest zawsze styczna do toru.

Uzasadnienie: $\vec{v}_{sr} \parallel \Delta\vec{r}$ – wynika to z definicji \vec{v}_{sr} , więc \vec{v}_{sr} ma kierunek stycznej.

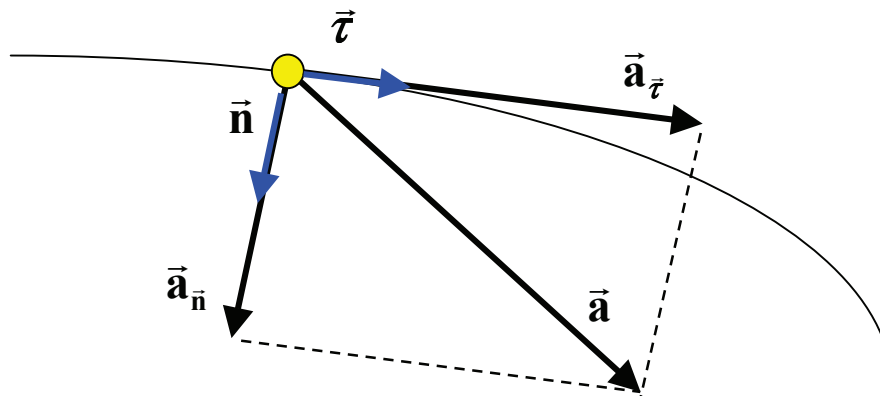


Gdy punkty toru $\vec{r}(t)$ i $\vec{r}(t + \Delta t)$ zblizają się do siebie, styczna przechodzi w styczną.



Przyspieszenie w ruchu płaskim ma dwie składowe: styczną i normalną (prostopadłą do stycznej)

$$\vec{a} = \vec{a}_{\vec{\tau}} + \vec{a}_{\vec{n}}$$

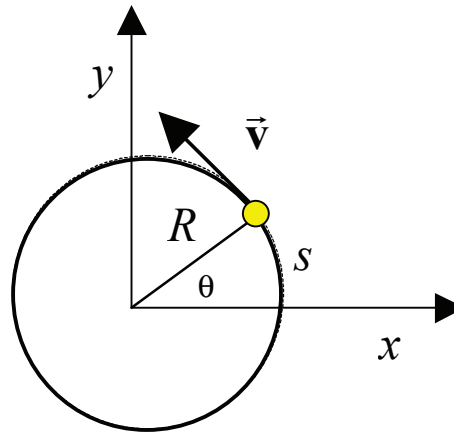


$$\vec{a}_{\vec{\tau}} = \frac{dv}{dt} \vec{\tau}$$

$$\vec{a}_{\vec{n}} = \frac{v^2}{R} \vec{n}$$

R - promień krzywizny toru (dla ruchu po okręgu – promień tego okręgu)

Kinematyka ruchu po okręgu



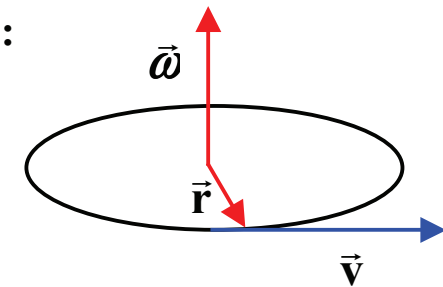
Proste zależności:

droga kąтова: $\theta = \frac{s}{R}$

prędkość kąтова: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$, a stąd $\omega = \frac{1}{R} \frac{ds}{dt} = \frac{v}{R}$ czyli $v = \omega R$

Uwaga! Prędkość kąтова jest wektorem prostopadłym do płaszczyzny ruchu:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$



przyspieszenie kątowe: $\vec{\epsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$, a stąd przyspieszenie styczne: $\vec{a}_{\tau} = \vec{\epsilon} \times \vec{r}$

Zasady dynamiki Newtona



Isaac Newton

Urodzony 4 stycznia 1643, zmarł 31 marca 1727
(źródło: Wikipedia)

I zasada dynamiki Newtona: Jeżeli na ciało nie działają siły zewnętrzne, to ciało to pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

II zasada dynamiki Newtona: Jeżeli na ciało działa niezrównoważona siła, to ciało to porusza się ruchem przyspieszonym, z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do tej siły, a odwrotnie proporcjonalnym do masy tego ciała

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad \text{lub} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

III zasada dynamiki Newtona: Jeżeli ciało A działa na ciało B pewną siłą, to ciało B oddziałuje na ciało A siłą taką samą co do wartości i kierunku, ale o przeciwnym zwrocie.

Komentarze:

I zasada – postulat istnienia układu inercjalnego.

II zasada –

- siła \vec{F} jest wypadkową (sumą geometryczną) wszystkich sił zewnętrznych
- masa m jest miarą ilości materii zawartej w danym ciele; jest też miarą bezwładności
- masa m w fizyce klasycznej (newtonowskiej) jest stała
- równoważna postać:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

dowód:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad \vec{p} = m\vec{v}$$

- prawo zachowania pędu

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{const}$$

Jeżeli na ciało nie działa żadna siła wypadkowa, to pęd tego ciała pozostaje stały.

III zasada – zapis wektorowy:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$