

Siła Lorentza

Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym



dr inż. Romuald Kędzierski

Siła Lorentza

Działa na ciało elektrycznie naładowane (ładunek elektryczny) poruszający się w polu magnetycznym

$$\vec{F}_L = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

Wartość siły Lorentza:

$$F_L = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha$$

α - mniejszy z kątów pomiędzy wektorami \vec{v} i \vec{B}

Szczególne przypadki:

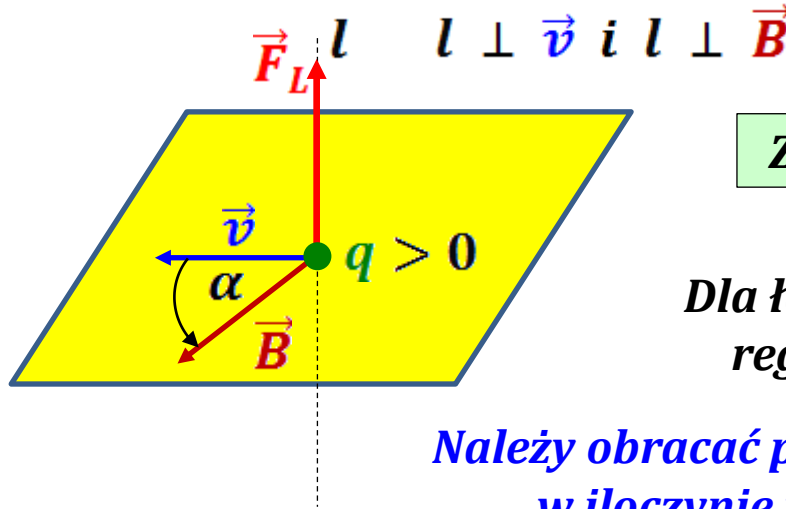
$$\vec{v} \perp \vec{B} \implies \alpha = 90^\circ \implies \sin\alpha = 1 \implies F_L = |q| \cdot v \cdot B = \max$$

$$\vec{v} \parallel \vec{B} \implies (\alpha = 0^\circ \text{ lub } \alpha = 180^\circ) \implies \sin\alpha = 0 \implies F_L = 0$$

Jeżeli ładunek elektryczny porusza się wzdłuż linii pola magnetycznego, to nie działa na niego siła Lorentza.

Kierunek działania siły Lorentza:

Jest prostopadły do płaszczyzny wyznaczonej przez wektory prędkości i indukcji magnetycznej



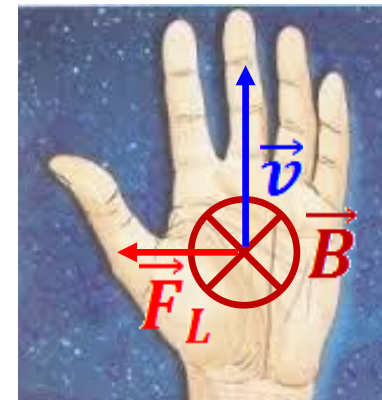
Zwrot wektora siły Lorentza:

Dla ładunku dodatniego określa go reguła śruby prawoskrętnej

Należy obracać pierwszy z wektorów występujących w iloczynie wektorowym na drugi z nich po mniejszym kącie między nimi

Uwaga:

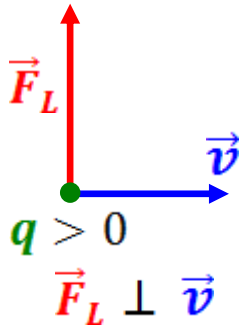
Jeżeli cząstka naładowana (ładunek elektryczny) porusza się prostopadłe do linii pola magnetycznego, to do określenia kierunku i zwrotu siły Lorentza można użyć reguły lewej dłoni



$$q > 0$$
$$\vec{v} \perp \vec{B}$$

Skutki działania siły Lorentza

Czy siła Lorentza może zmienić wartość wektora prędkości cząstki naładowanej?



Ile wynosi rzut wektora siły Lorentza na kierunek wektora prędkości?

$$\vec{F}_{L,\vec{v}} = \vec{0} \implies \underbrace{\vec{a}_{L,\vec{v}} = \frac{\vec{F}_{L,\vec{v}}}{m}}_{\text{II ZDN}} = \vec{0}$$

Wniosek:

Siła Lorentza *nie może* zmienić wartości wektora prędkości cząstki naładowanej!

Analogiczna sytuacja miała miejsce, gdy satelita krążył po okręgu w centralnym polu grawitacyjnym wytworzonym przez ciało niebieskie będące jednorodną kulą!

*Wtedy siła grawitacji pełniła rolę siły **dośrodkowej!***

*Siła Lorentza pełni także rolę siły **dośrodkowej!***

Od czego zależy promień krzywizny toru, po jakim porusza się cząstka naładowana na skutek działania siły Lorentza

Założenie wstępne:

Jedyną istotną siłą działającą na cząstkę naładowaną jest siła Lorentza

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_L &= \vec{F}_d \implies F_L = F_d \\ F_L &= |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha \\ F_d &= \\ \vec{v} &\perp \vec{B} \end{aligned} \right\}$$

$$|q| \cdot v \cdot B \cdot \underbrace{\sin 90^\circ}_1 = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Stąd:

$$r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Jeśli:

$$B = \text{const} \implies r = \text{const}$$

Cząstka porusza się po torze będącym okręgiem!