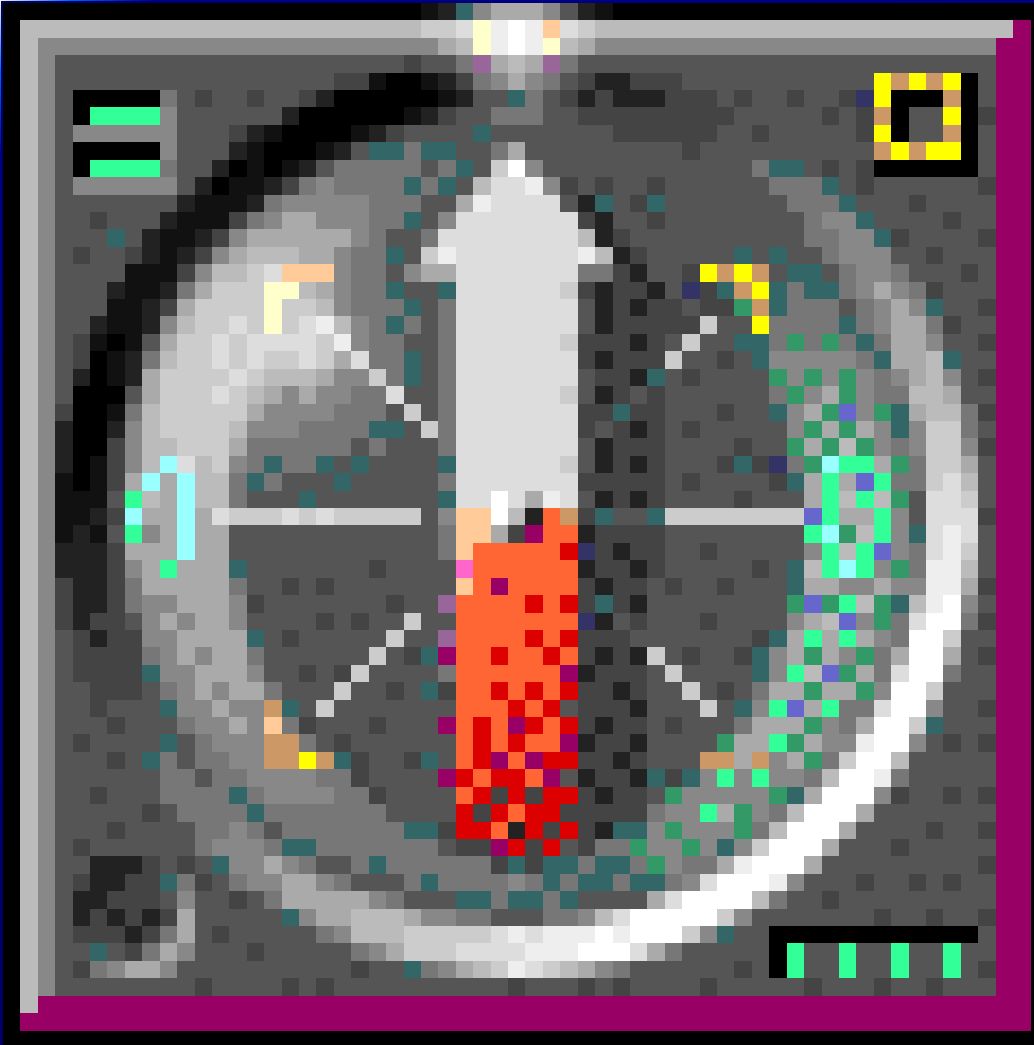


Magnetyzm

- Indukcja magnetyczna
- Pole bezźródłowe
- Solenoid
- Zjawiska magnetyczne

Magnetyzm



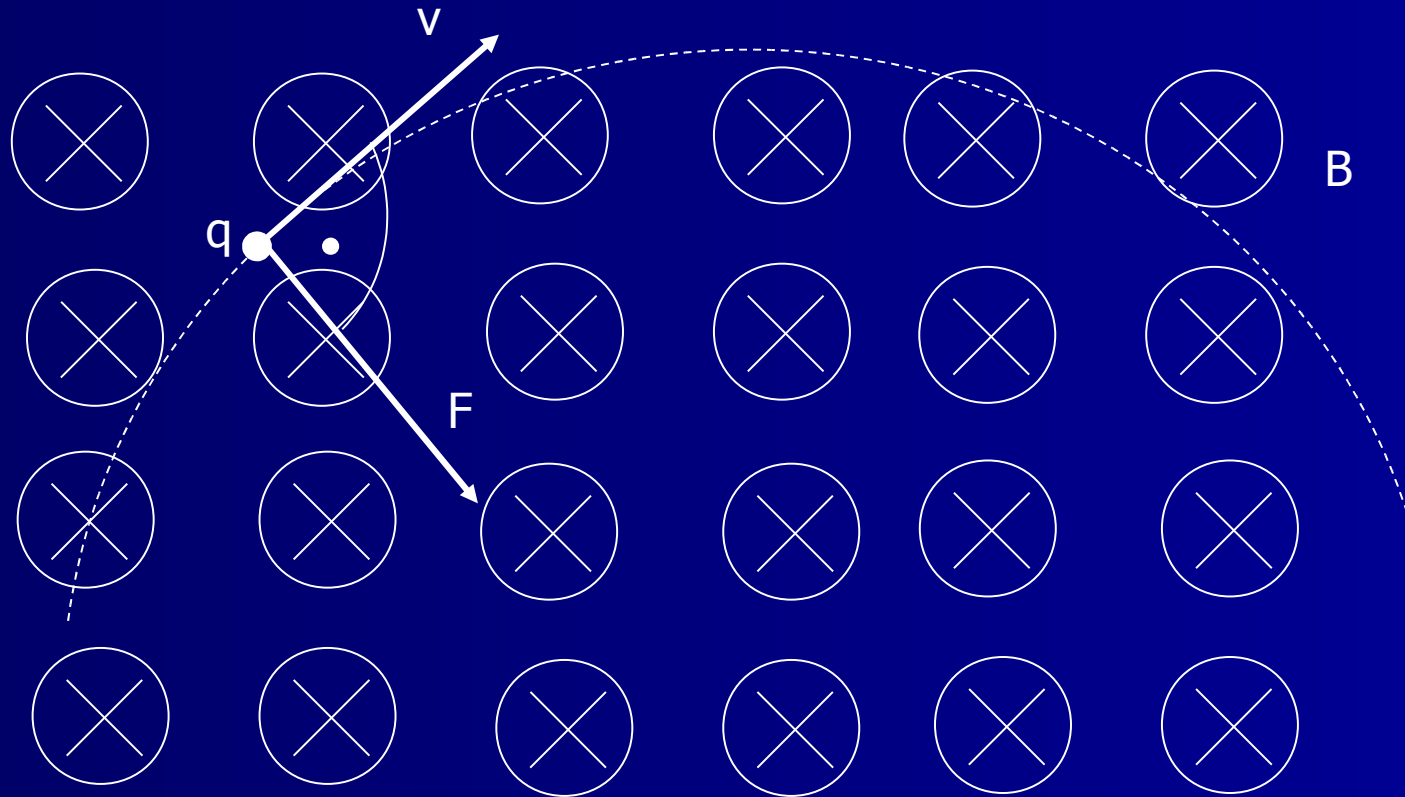
Magnetyzm



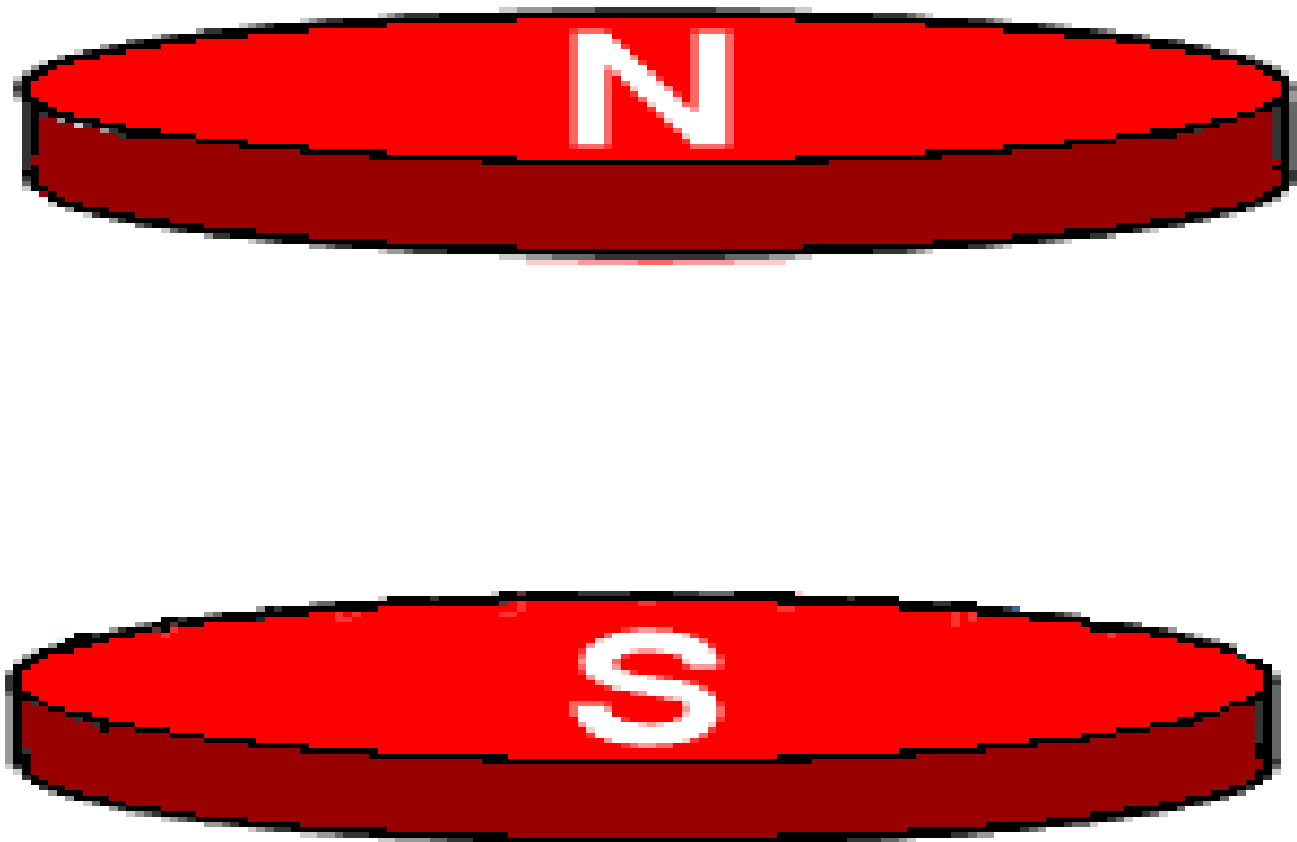
Magnetyzm

- Pole magnetyczne działa na poruszający się ładunek
- Siła działająca na poruszający się ładunek jest prostopadła do kierunku ruchu ładunku
- Siła działająca na poruszający się ładunek osiąga maksymalną wartość wówczas, gdy pole magnetyczne jest skierowane prostopadle do kierunku ruchu ładunku

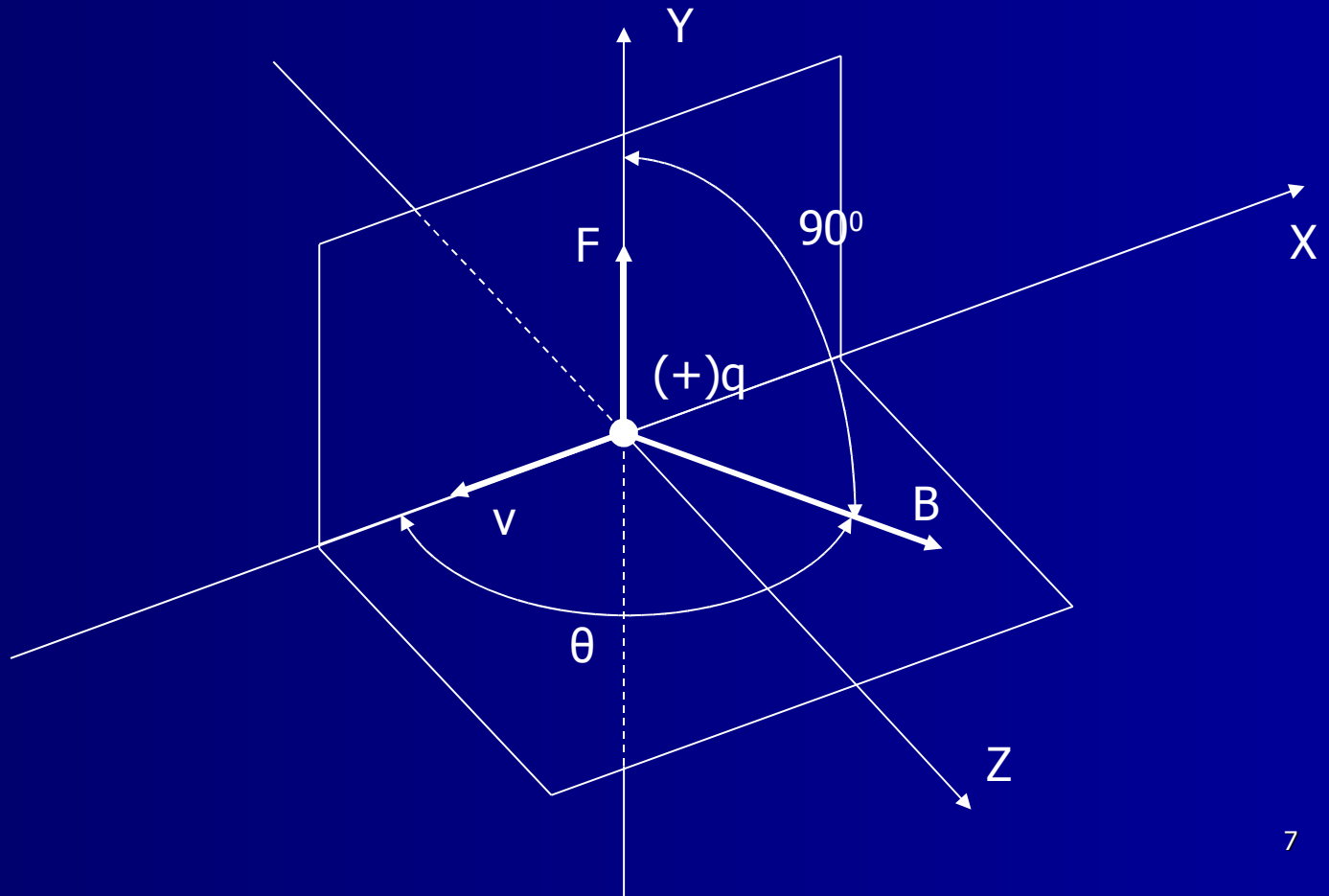
Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm

$$F = q \cdot v \times B$$

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

Magnetyzm

B – indukcja magnetyczna

$$B = \frac{F}{q \cdot v} \left[\frac{N}{C \cdot \frac{m}{s}} = \frac{N}{A \cdot m} = T \right]$$

Magnetyzm

Φ – strumień indukcji magnetycznej

$$\Phi = \int B \cdot dS \left[T \cdot m^2 = Wb \right]$$

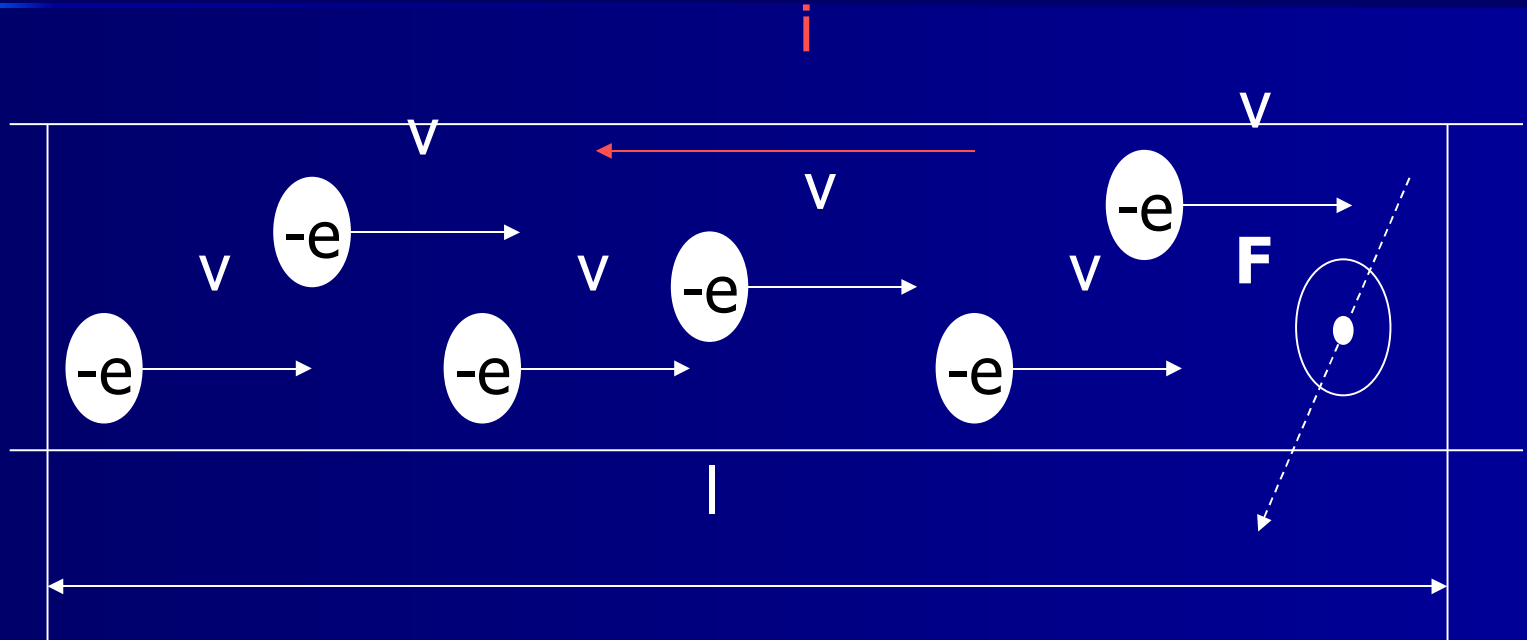
Magnetyzm

- Siła działająca na poruszający się ładunek jest prostopadła do przesunięcia
- Energia kinetyczna ładunku w polu magnetycznym (statycznym) jest stała
- Siła magnetyczny działająca na poruszający się ładunek ma charakter siły dośrodkowej

Magnetyzm

$$W = \int F_B \cdot dl = 0$$

Magnetyzm



Magnetyzm

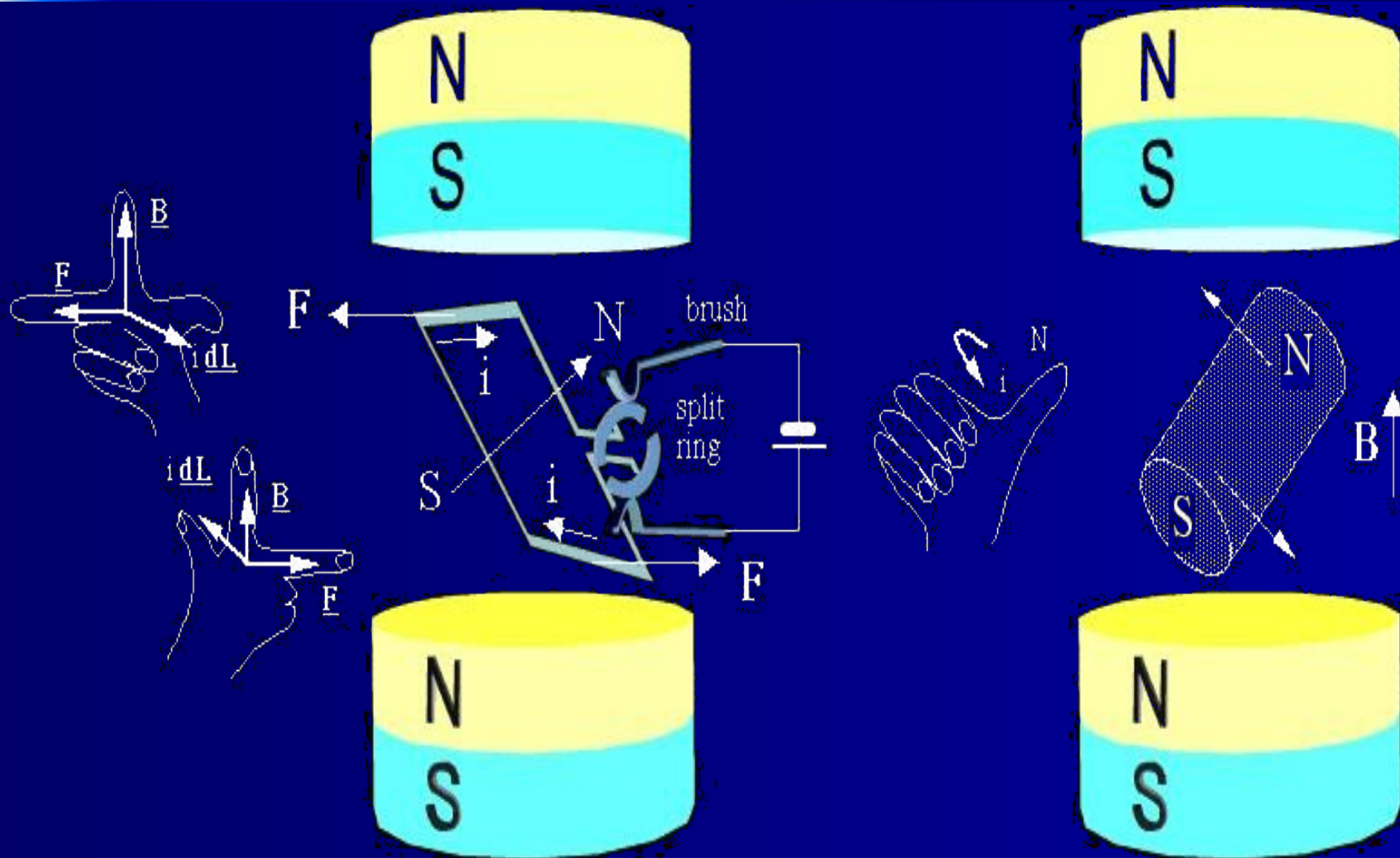


Magnetyzm

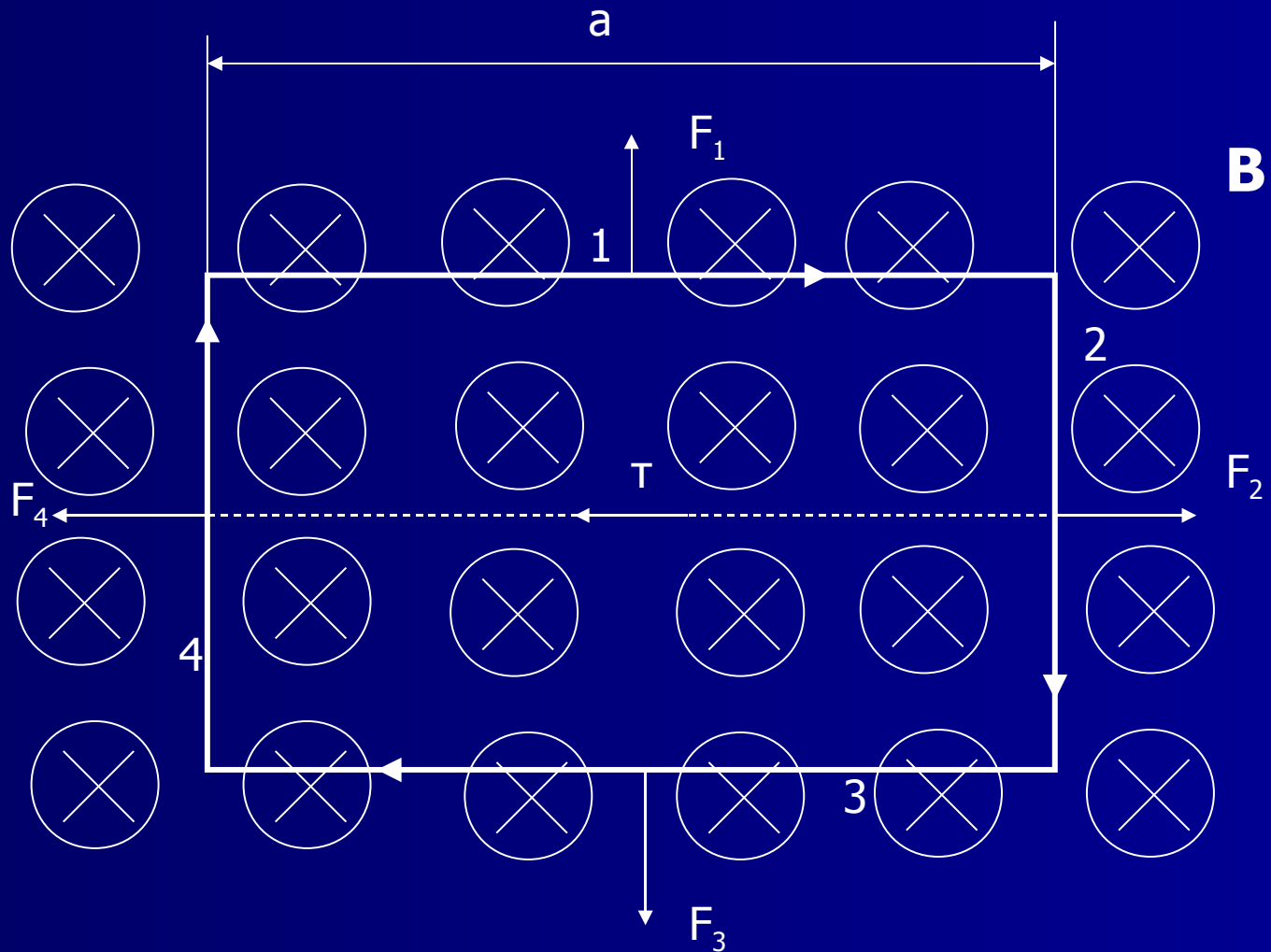
$$F = i \bullet l \times B$$

$$dF = i \bullet dl \times B$$

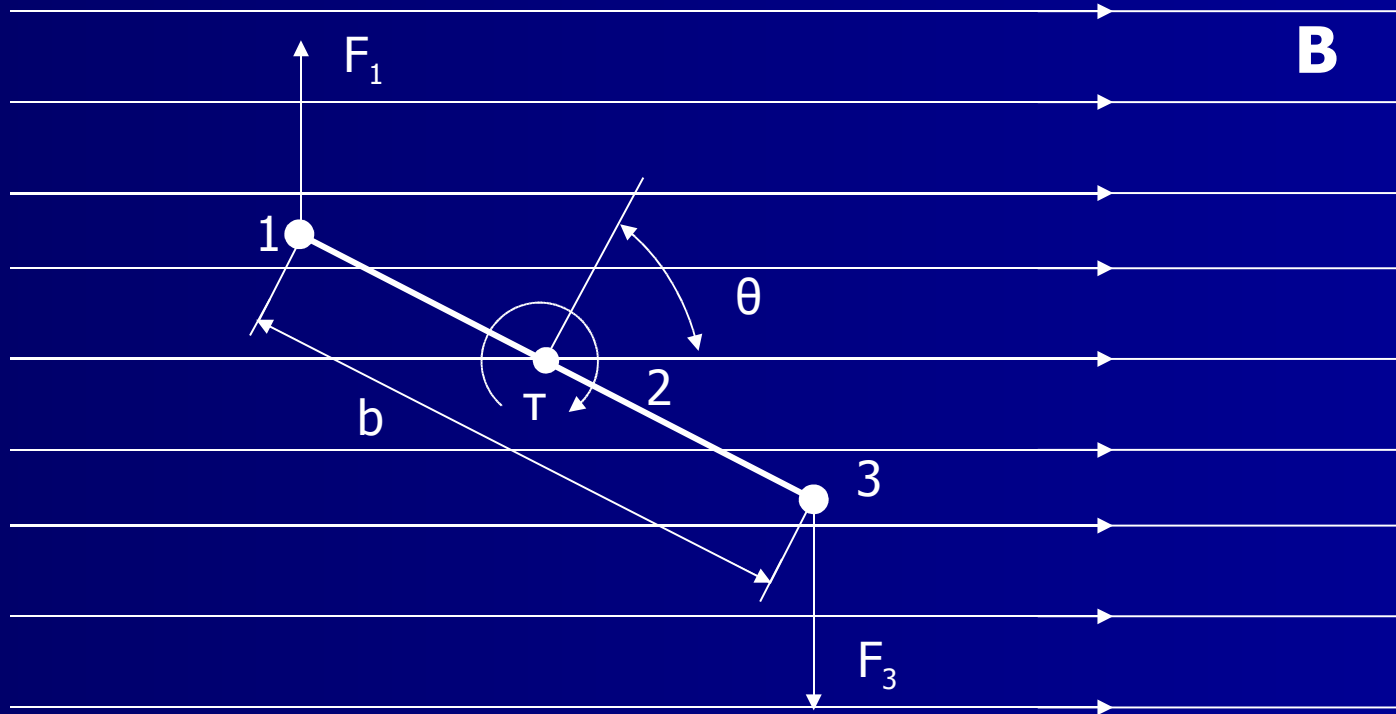
Magnetyzm



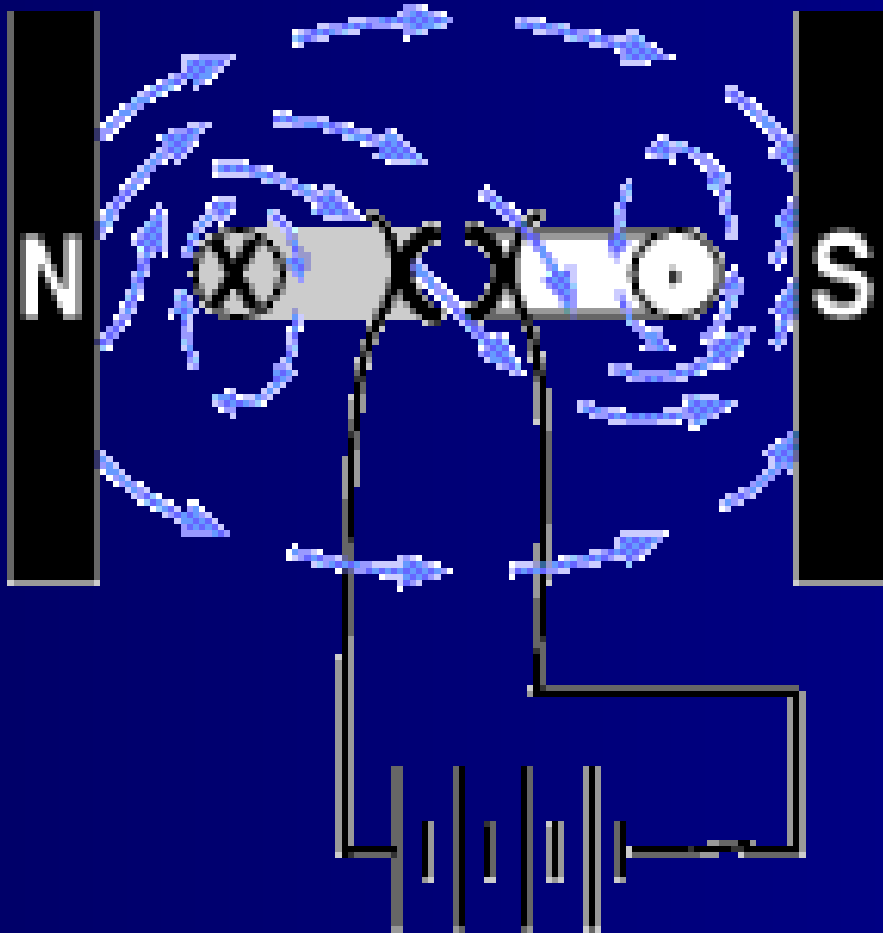
Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm

$$F_1 = -F_3 = i \cdot a \cdot B$$

$$\tau = F_1 \cdot \frac{b \cdot \sin \theta}{2} + F_3 \cdot \frac{-b \cdot \sin \theta}{2} = 2 \cdot i \cdot a \cdot B \cdot \frac{b \cdot \sin \theta}{2}$$

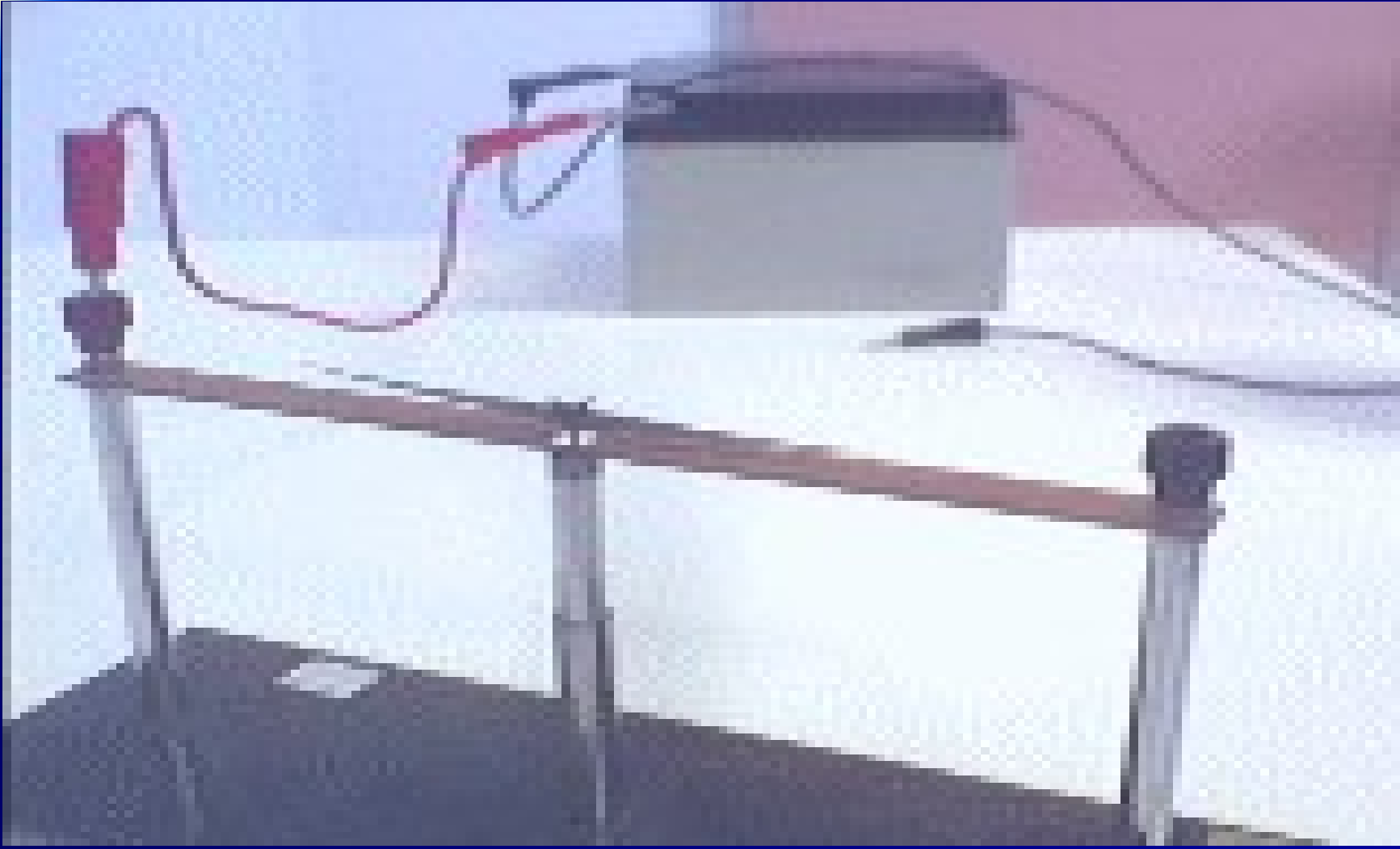
$$S = a \cdot b$$

$$\tau = i \cdot S \cdot B \cdot \sin \theta = i \cdot \Phi \cdot \sin \theta$$

N – liczba zwojów

$$\tau_N = N \cdot i \cdot \Phi \cdot \sin \theta$$

Magnetyzm

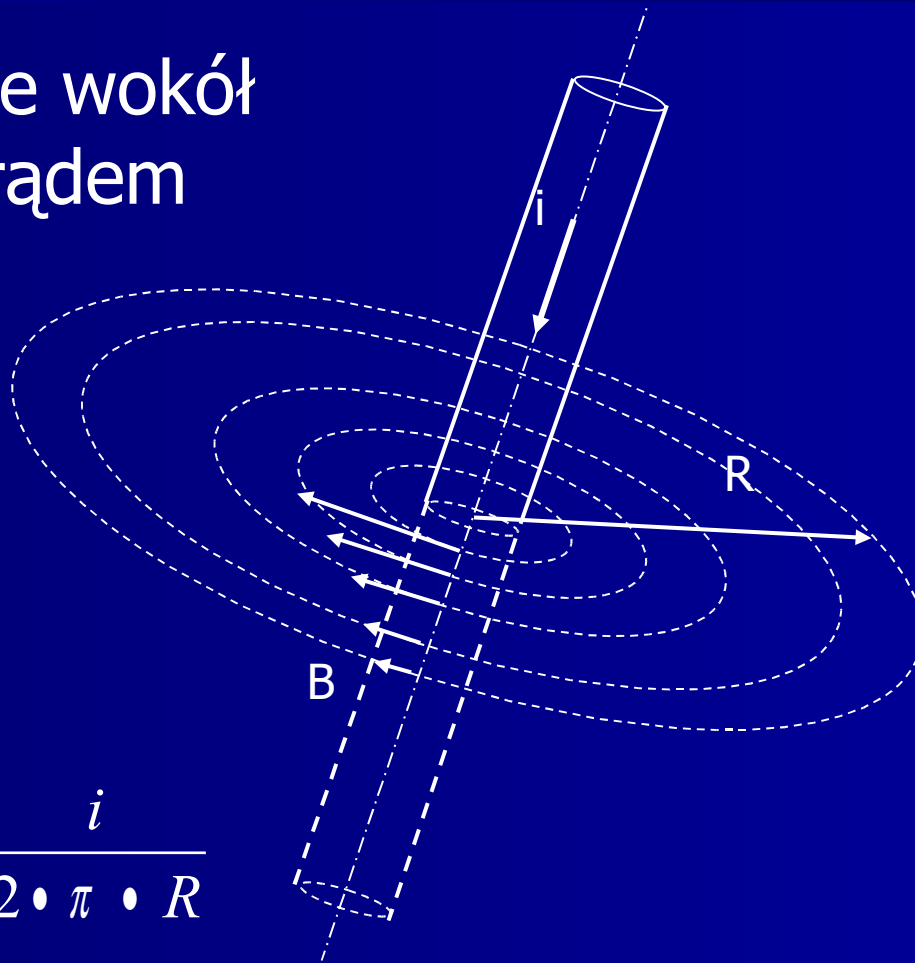


Magnetyzm

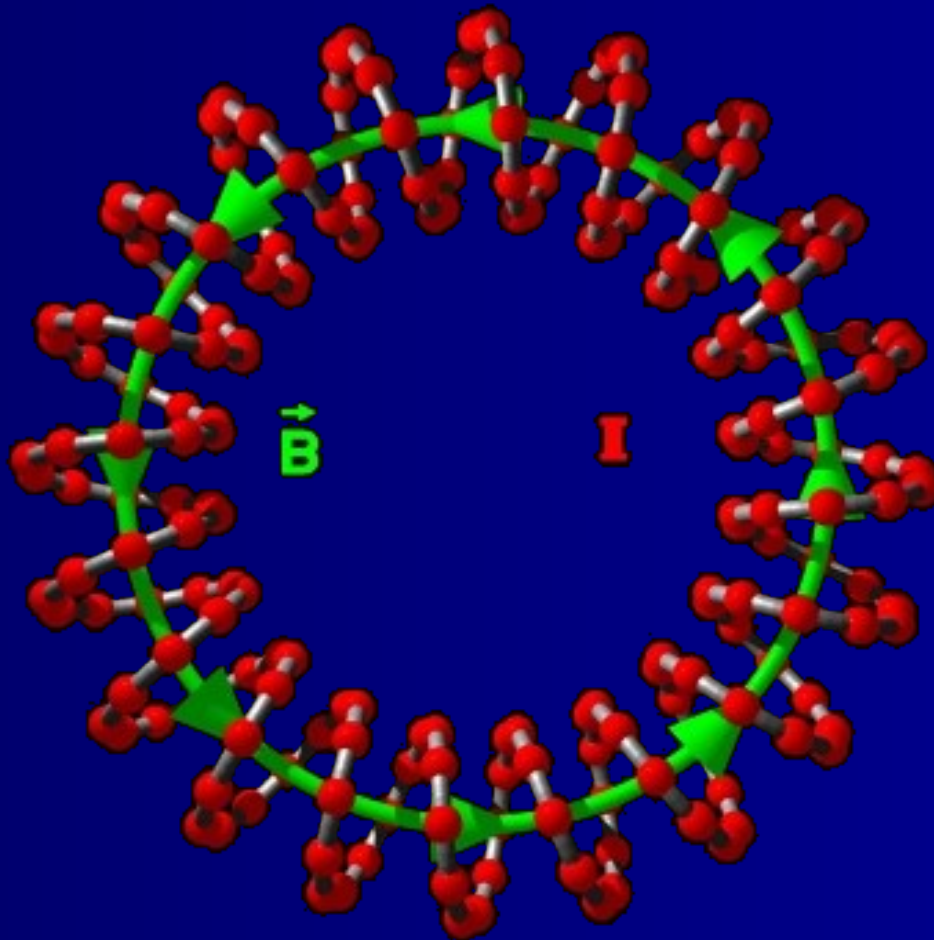
Pole magnetyczne wokół
przewodnika z prądem

$$B \propto \frac{i}{R}$$

$$B = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i}{R} = \mu_0 \cdot \frac{i}{2 \cdot \pi \cdot R}$$



Magnetyzm



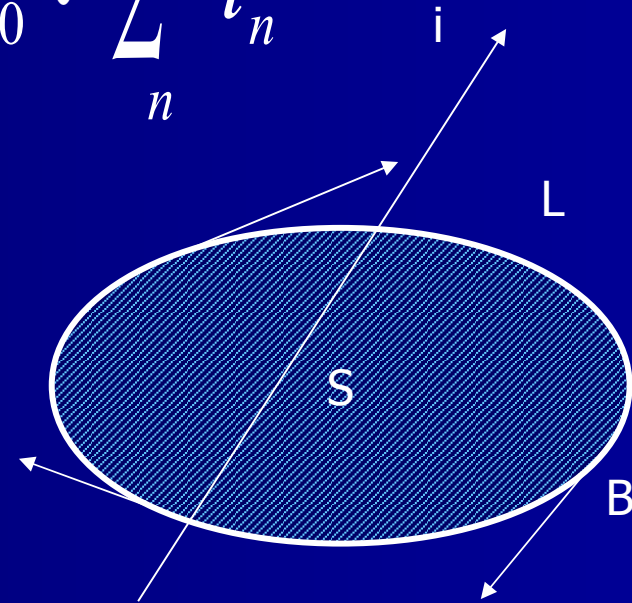
Magnetyzm

Kraężenie pola B po linii L jest proporcjonalne do sumy natężeń prądów przechodzących przez powierzchnię S

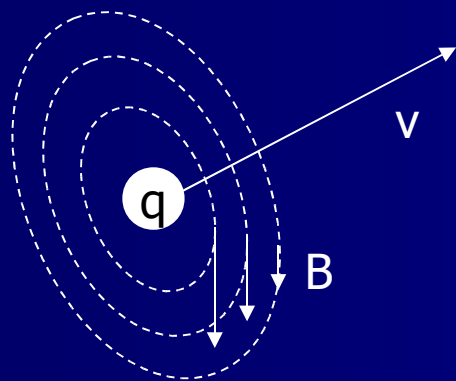
Magnetyzm

$$K_L(B) = \oint dl \times B = \mu_0 \cdot \sum_n i_n$$

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 \cdot i$$



Magnetyzm

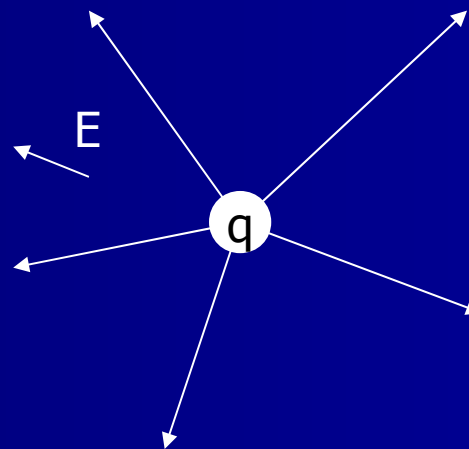


Pole wirowe, bezźródłowe

Prawo Ampere'a

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 \cdot i$$

$$\left(\oint B \cdot dS = 0 \right)$$



Pole bezwirowe, źródłowe

Prawo Gaussa

$$\oint E \cdot dS = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\left(\oint E \cdot dl = 0 \right)$$

Magnetyzm

Strumień pola E przez powierzchnię S jest proporcjonalny do sumy ładunków wewnątrz powierzchni S

Magnetyzm

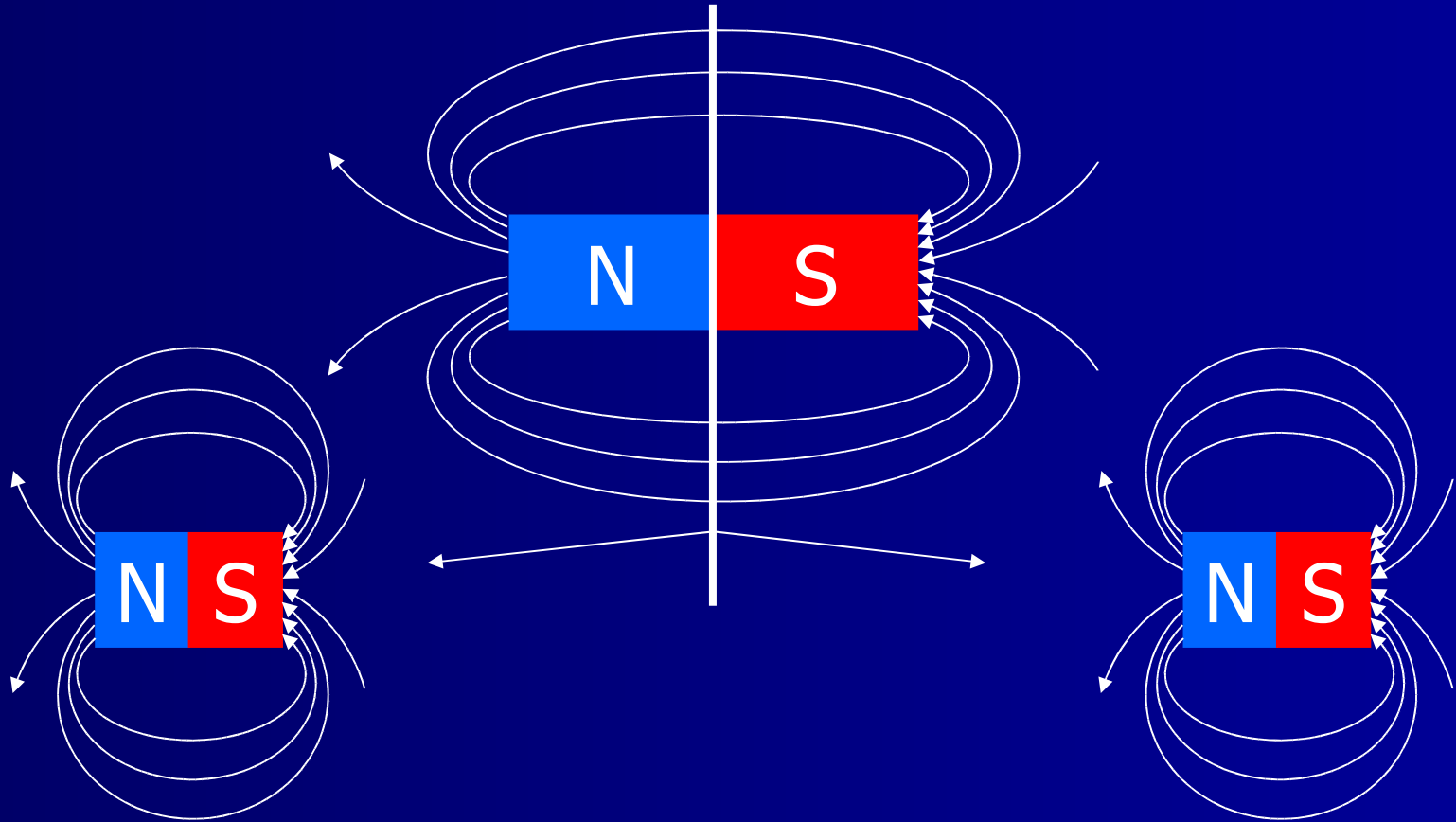
$$\Phi_S(\vec{E}) = \oint dS \cdot \vec{E} = \frac{\sum q_n}{\epsilon_0}$$

$$\oint_S E \cdot dS = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 = \frac{q}{\epsilon}$$

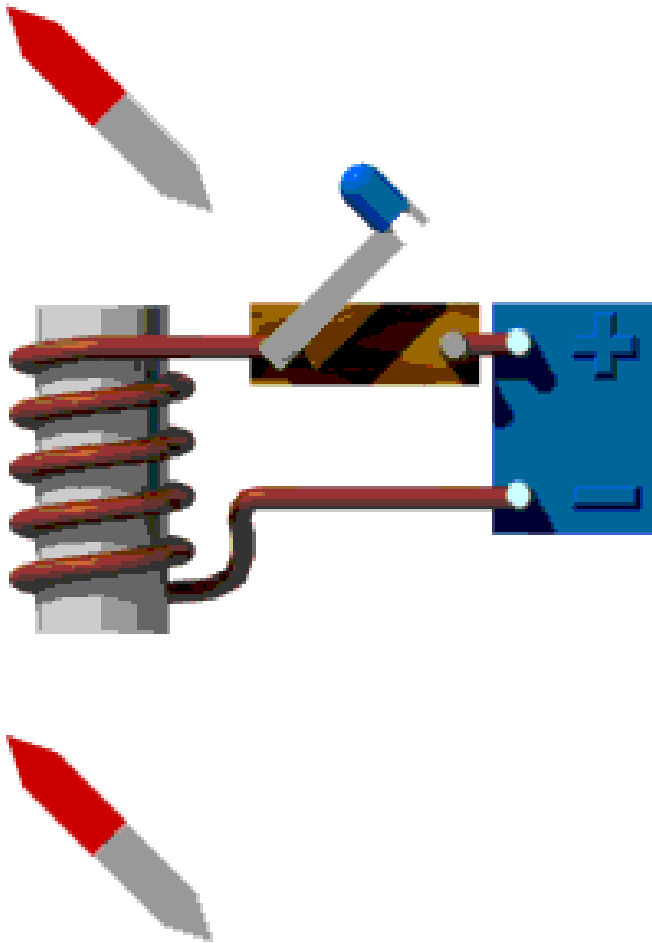
Magnetyzm

- Pole magnetyczne działa na poruszający się ładunek
- Poruszający się ładunek jest „źródłem” pola magnetycznego
- „Źródłem” pola magnetycznego jest dipol magnetyczny
- Dipol generuje pole bezźródłowe

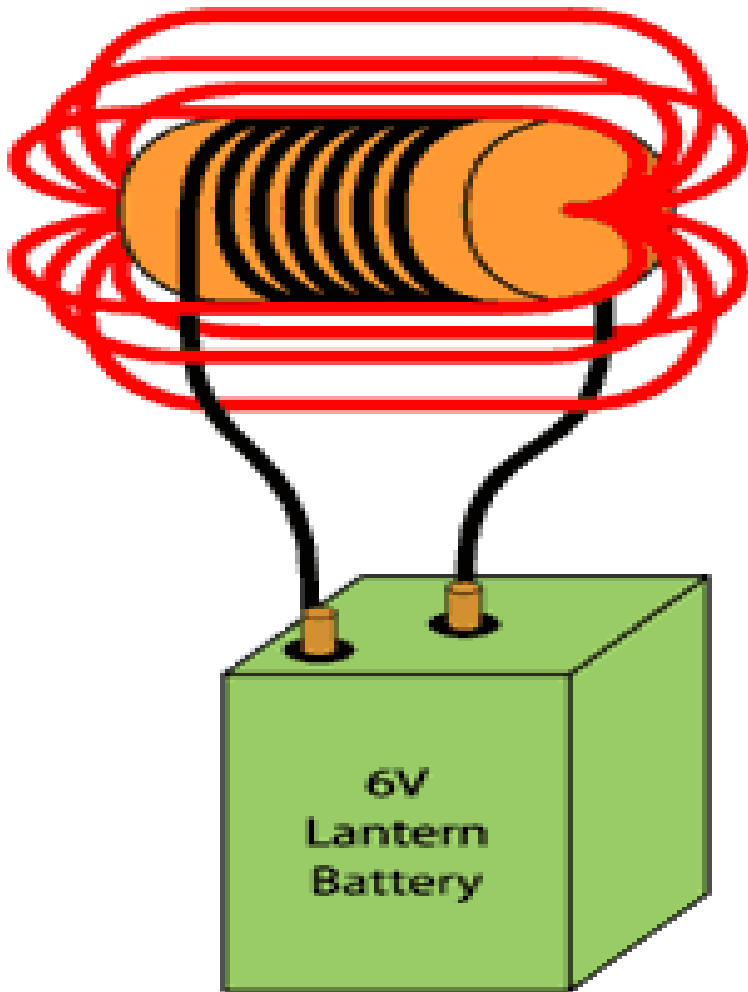
Magnetyzm



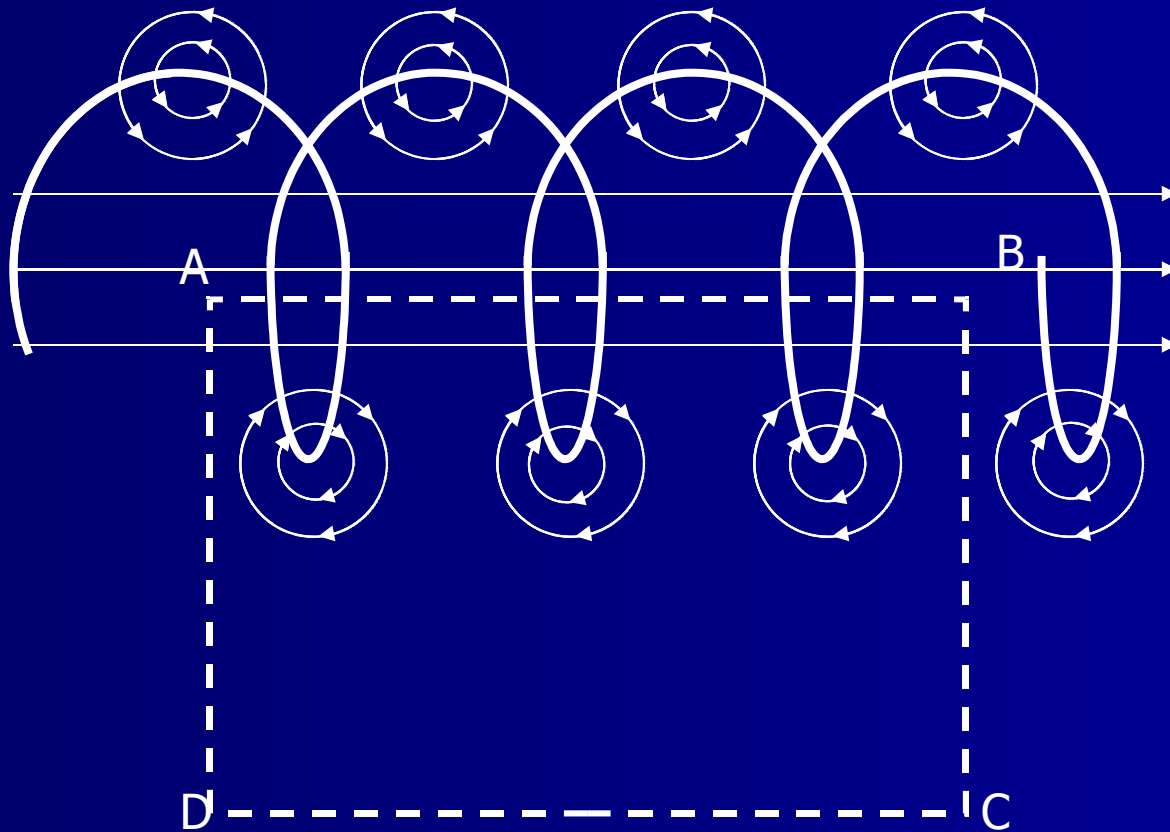
Magnetyzm



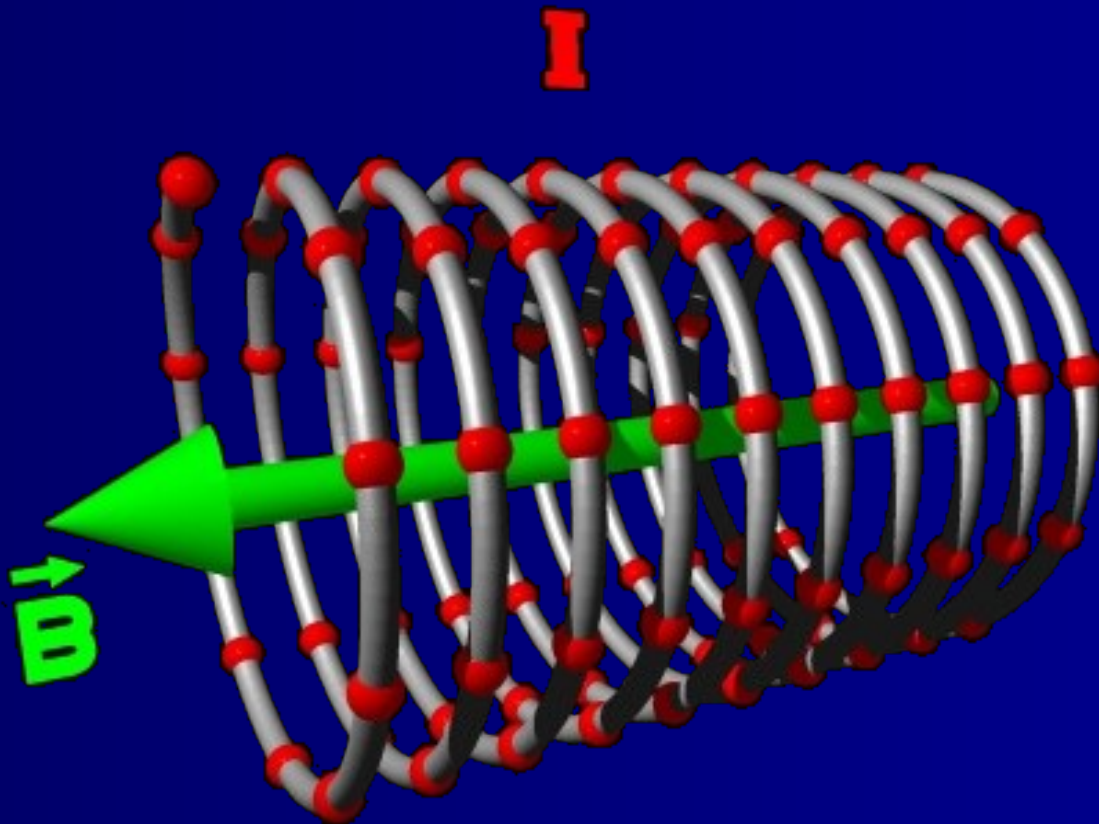
Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm



Magnetyzm

$$\oint B \cdot dl = \int_A^B B \cdot dl + \int_B^C B \cdot dl + \int_C^D B \cdot dl + \int_D^A B \cdot dl$$

$$\overline{AB} = h \quad \overline{BC} \perp B \quad \overline{DA} \perp B \quad \overline{CD} \rightarrow B = 0$$

$$\oint B \cdot dl = B \cdot h$$

$$i = i_0 \cdot n \cdot h \quad n = \frac{\text{liczba_zwojów}}{\text{jednostka_długości}}$$

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i_0$$

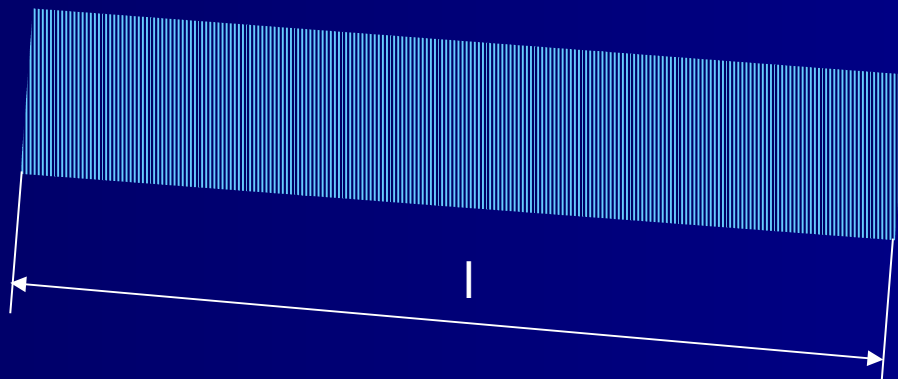
Magnetyzm



Magnetyzm

- Metoda magnetoelektryczna: ruchoma cewka, nieruchomy magnes stały
- Metoda elektromagnetyczna: nieruchoma cewka, ruchomy rdzeń ferromagnetyczny
- Metoda elektrodynamiczna: dwie cewki ruchoma i nieruchoma

Magnetyzm



$$n = \frac{N}{l}$$

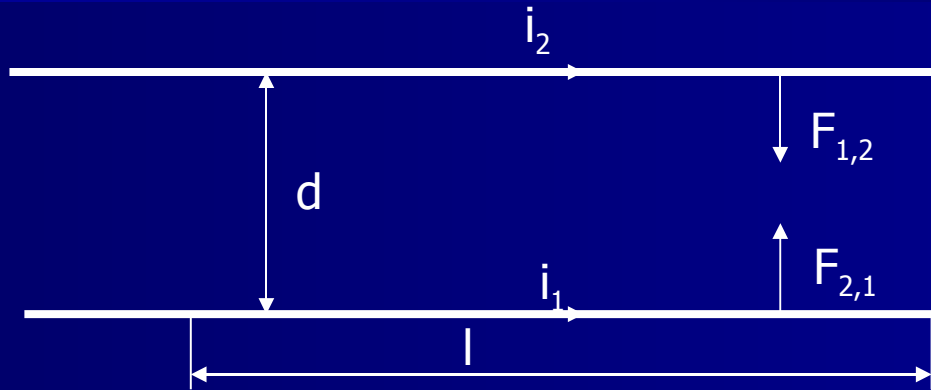
$$B = \mu_0 \cdot i \cdot \frac{N}{l} = \mu_0 \cdot H$$

H – natężenie pola magnetycznego

$$H = i \cdot \frac{N}{l} \left[\frac{A}{m} \right]$$

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$$

Magnetyzm



$$F_{1,2} = i_1 \cdot l \cdot B_2 \quad B_2 = \frac{\mu_0 \cdot i_2}{2 \cdot \pi \cdot d}$$

$$F_{1,2} = \frac{\mu_0 \cdot l \cdot i_1 \cdot i_2}{2 \cdot \pi \cdot d} = (-) F_{2,1}$$