

Electromagnetic Fields

Wykład 7

Magnetostatyka 2

Strumień

Strumień pola magnetycznego (indukcji)

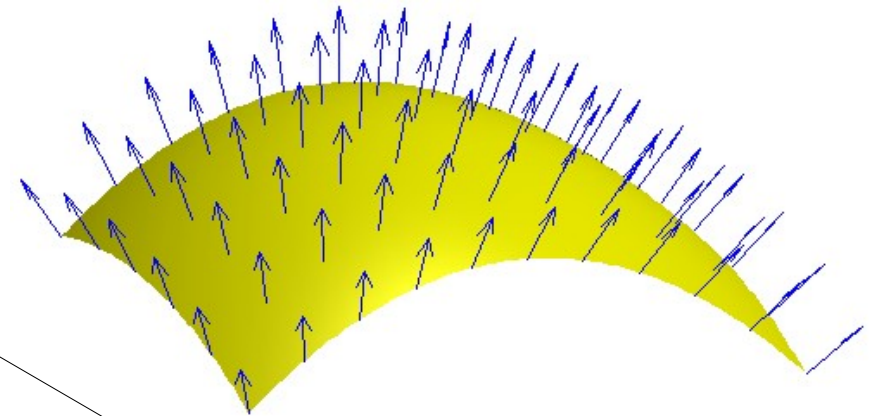
Miara pola magnetycznego przenikającego określoną powierzchnię

$$\iint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = \Phi_m$$

Indukcja magnetyczna

Iloczyn skalarny

Wektor normalny

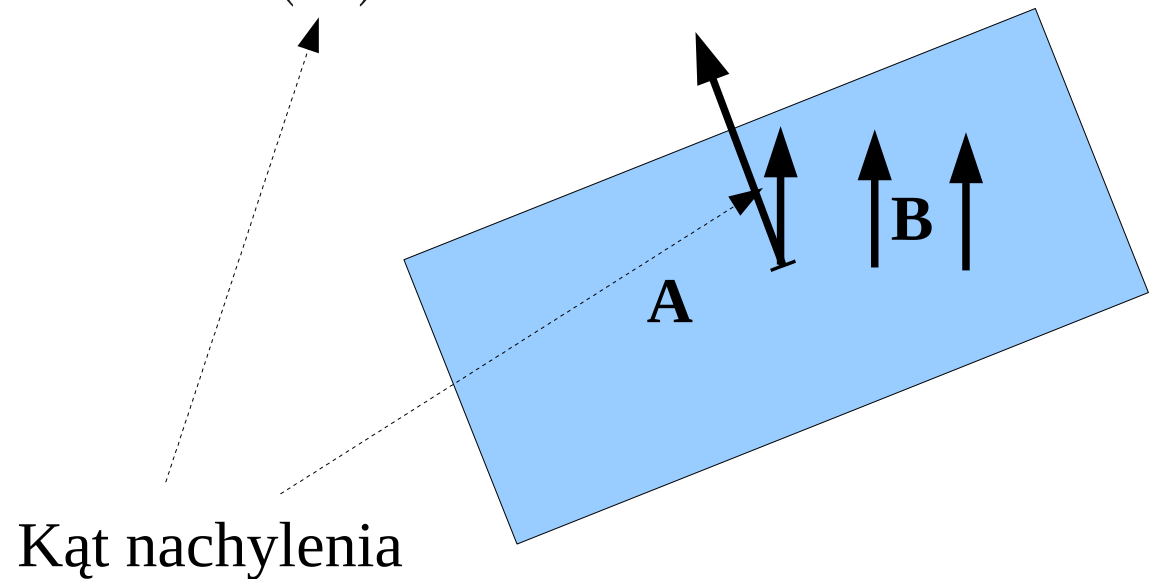


Jednostką strumienia jest weber [Wb].

Strumień, c.d.

- Płaszczyzna i jednorodne pole

$$\Phi_m = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} = B A \cos(\theta)$$



Strumień, c.d.

Strumień przez powierzchnię zamkniętą

$$\Phi_m = \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

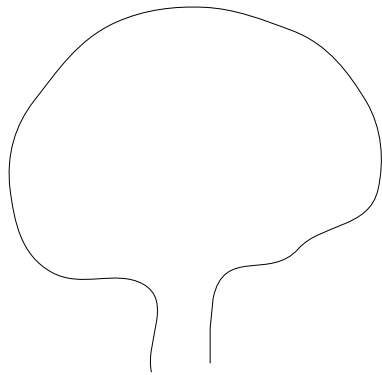
Prawo Gaussa dla pola magnetycznego:
nie istnieją magnetyczne monopole

Cewka

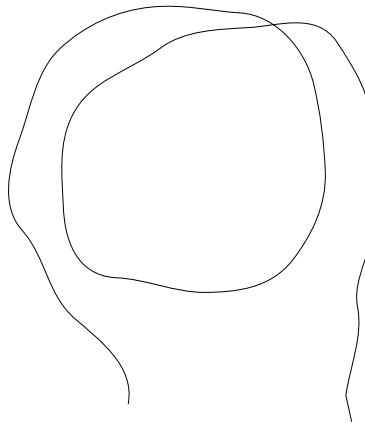
- Definicja

Kilka pętli przewodnika

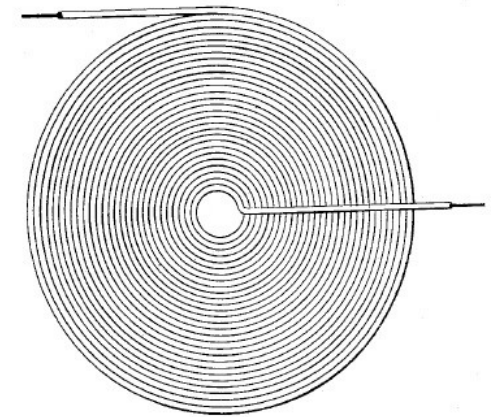
– prąd w cewce wytwarza silniejsze pole
i/ silniej reaguje na zewnętrzne pole.



Jeden zwój



Dwa zwoje



Płaska cewka Tesli

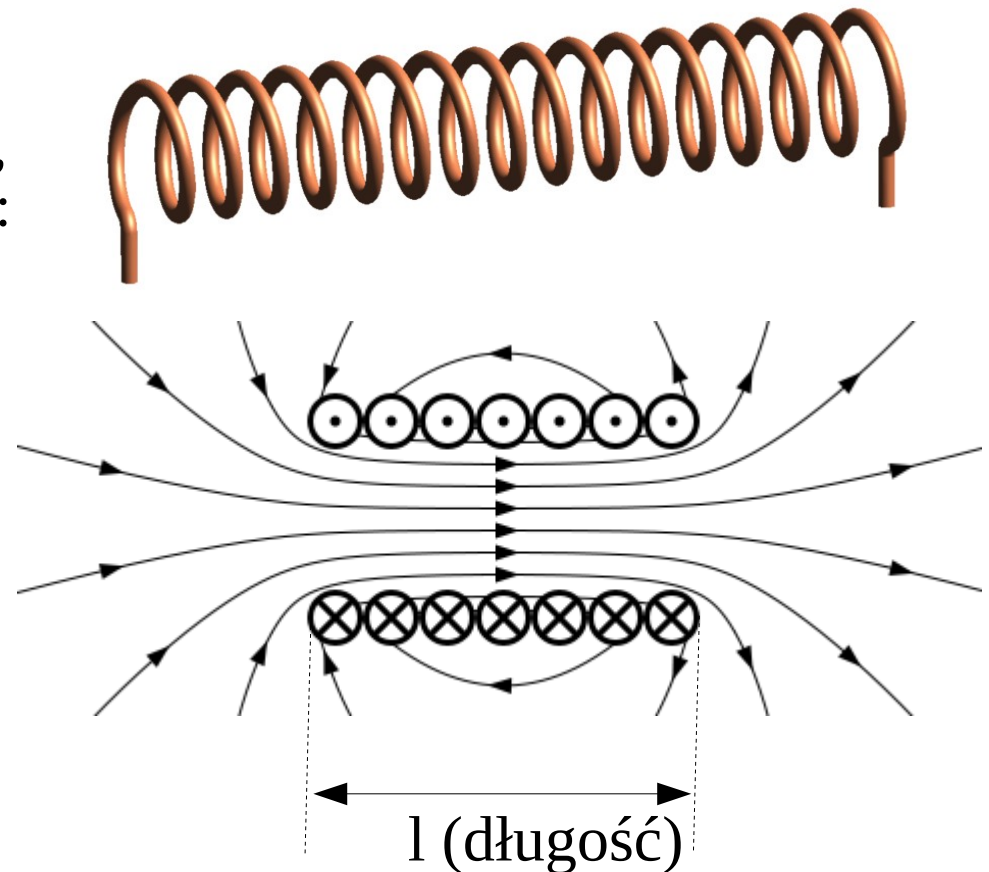
Solenoid

N zwojów przewodnika nawiniętych na cylinder

Stosujemy prawo Ampere'a i zakładamy, że pole poza cewką jest pomijalnie słabe:

$$B l = \mu_0 N I$$

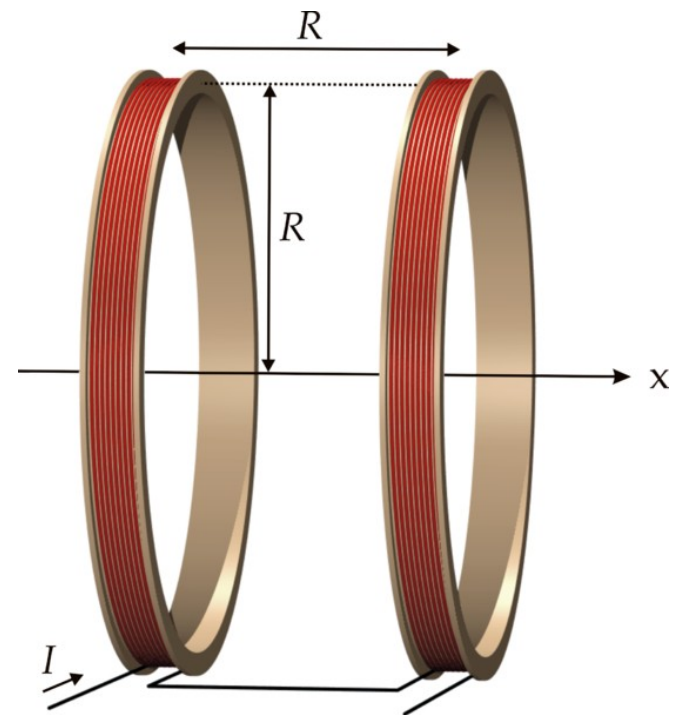
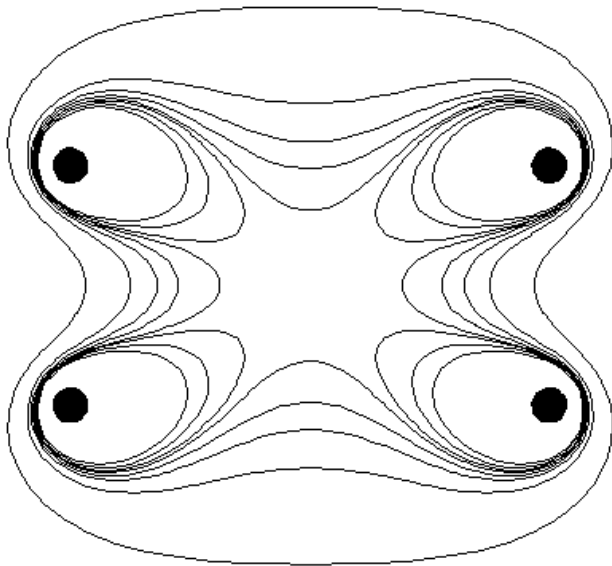
$$B = \mu_0 \mu_r \frac{N I}{l}$$



Cewk(i) Helmholtzal

Niemal jednorodne pole wewnątrz

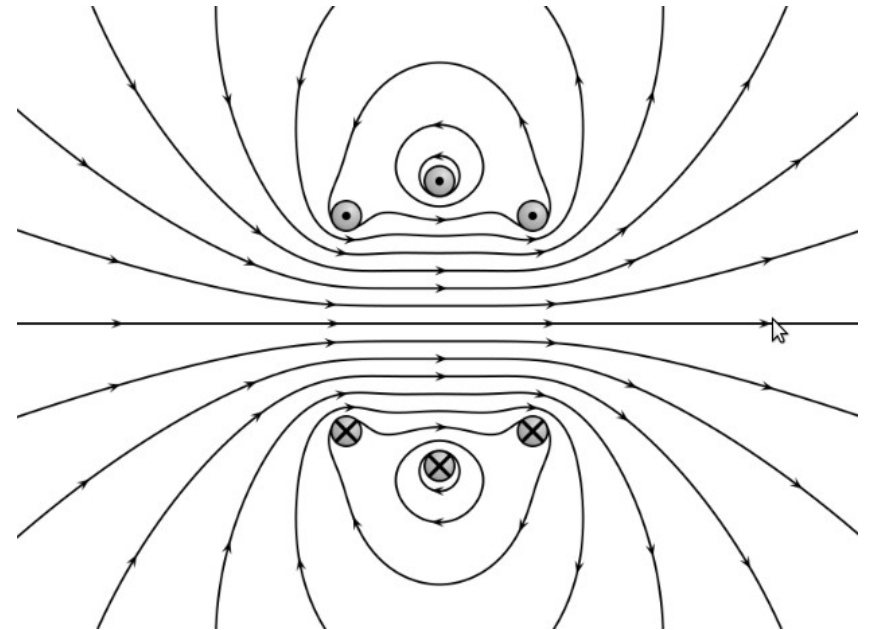
$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R}$$



[Wikipedia]

Cewka Maxwella

Duży obszar niemal jednorodnego pola
(stały gradient pola
– tomografy)



Sprężenie strumienia

Jest to własność opisująca relację pomiędzy wykonanym z przewodnika urządzeniem, a strumieniem magnetycznym, Proporcjonalna do “liczby zwojów” oraz wartości indukcji magnetycznej.

$$\Psi = N \Phi_m$$

Strumień sprzężony wyrażamy w webero-zwojach lub [Vs] (volt sekunda).

Indukcyjność

Indukcyjność własna

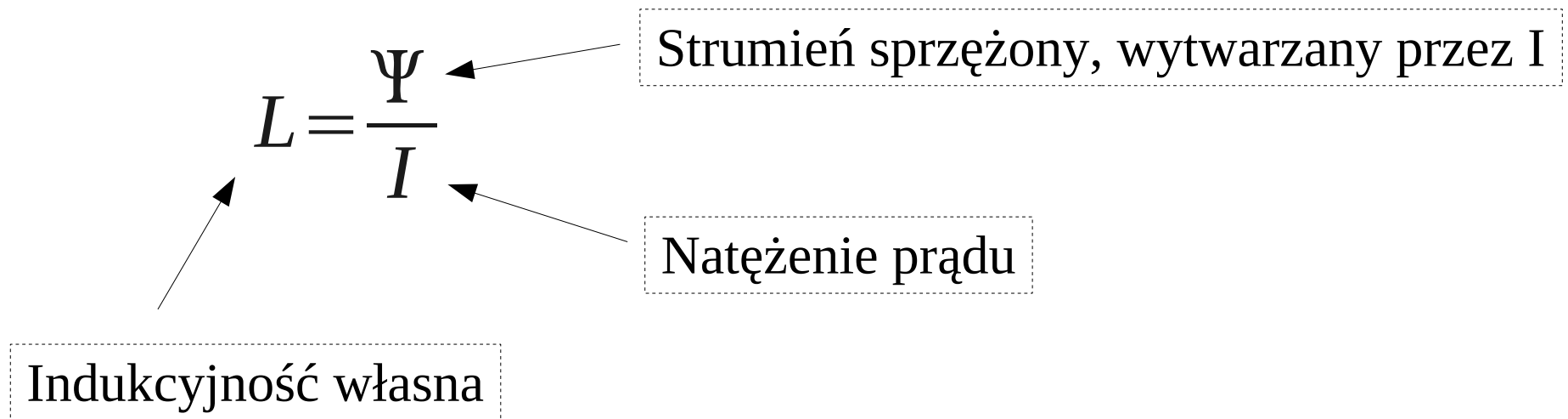
Wielkość opisująca zdolność obwodu do magazynowania energii w polu magnetycznym

$$L = \frac{\Psi}{I}$$

Indukcyjność własna

Strumień sprzężony, wytwarzany przez I

Natężenie prądu



Indukcyjność, c.d.

Indukcyjność wzajemna

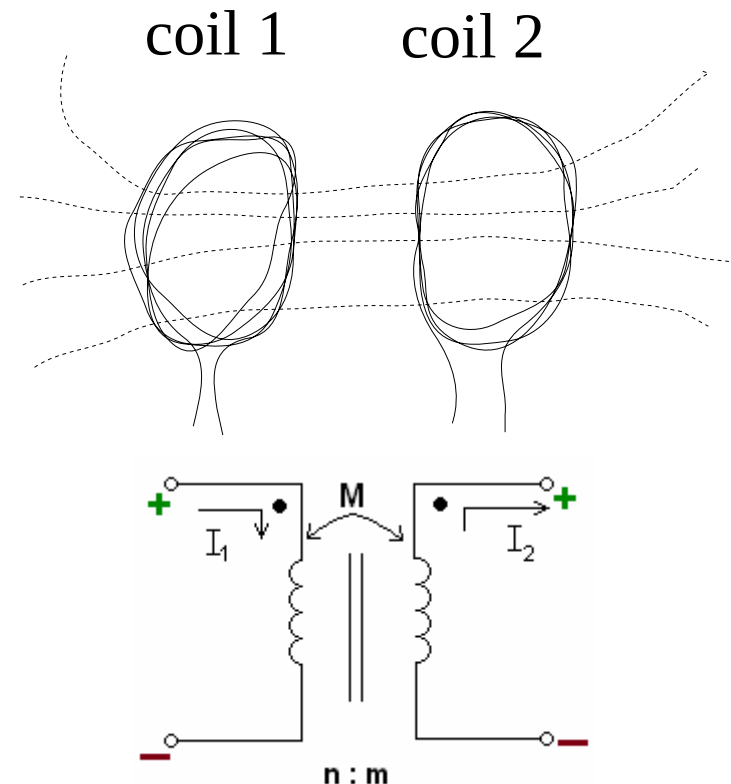
Miara sprzężenia magnetycznego (zdolności do przekazywania energii) pomiędzy dwoma obwodami.

$$M_{12} = \frac{\Psi_{12}}{I_2} \quad M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{I_1}$$

$$M_{12} = M_{21} = M$$

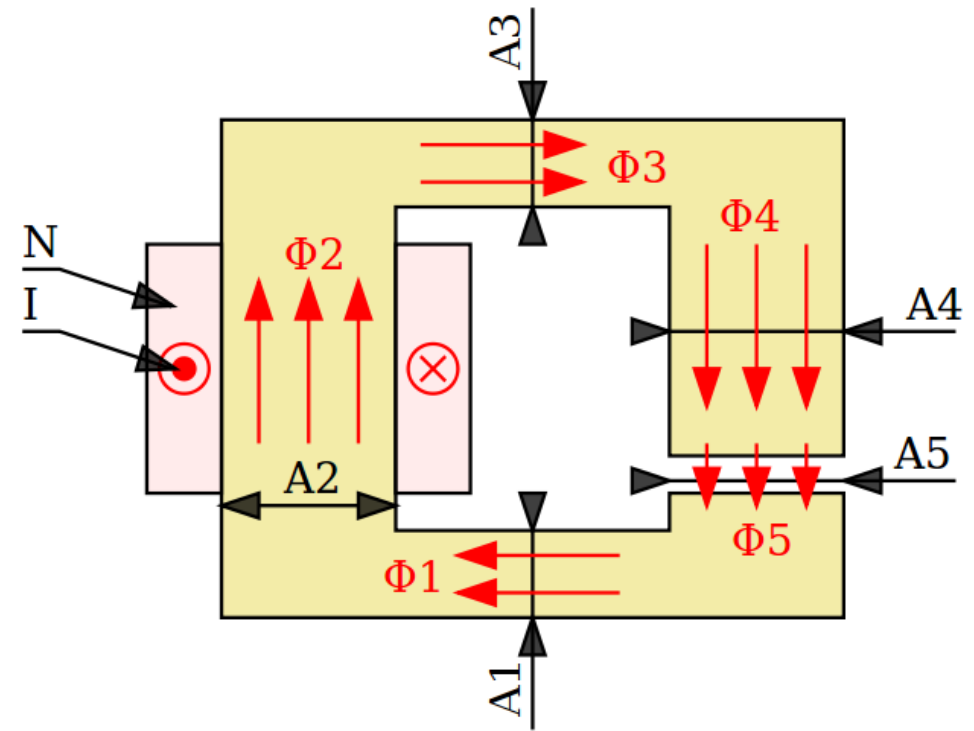
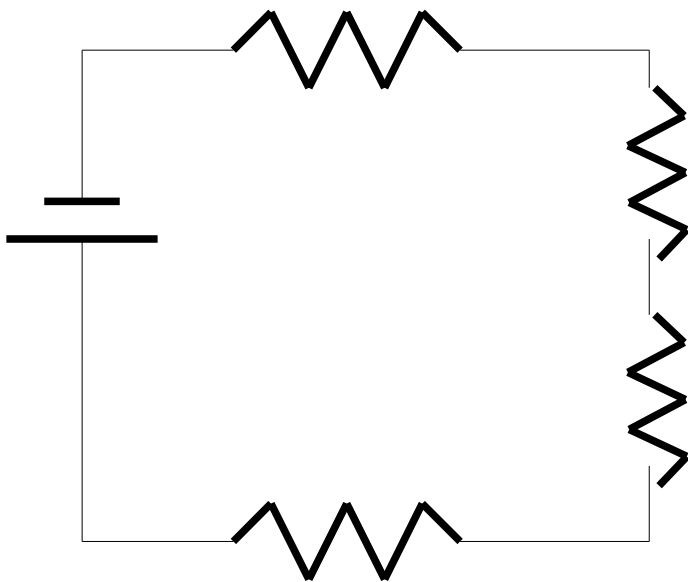
$$M = k \sqrt{L_1 L_2}$$

k – współczynnik sprzężenia



Obwody magnetyczne

Analogiczne do obwodów elektrycznych, ale mniej dokładne.



[wykreślić]

Obwody magnetyczne

Elektryczny		Magnetyczny	
Napięcie	U	Siła magnetomotoryczna	$F = N I$
Prąd	I	Strumień	Φ_m
Pole elektryczne	E	Pole magnetyczne	H
Prawo Ohma	$U = I R$	Prawo Hopkinsonsa	$F = \Phi_m R_m$
Rezystancja	R	Reluktancja	R_m
Gęstość prądu	J	Indukcja	B
Przewodność	σ	Przenikalność	μ