

## Pole magnetostacyjne: prawo przepływu, prawo Biota – Savarta

### Równania Maxwella i ich interpretacja:

Każde z równań interpretujemy w ten sposób, że wielkość stojąca po lewej stronie pochodzi od tego, co jest po prawej stronie.

- (1)  $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J}$  prąd elektryczny indukuje pole magnetyczne;
- (2)  $\text{rot } \mathbf{E} = -d\mathbf{B}/dt$  zmienne pole magnetyczne indukuje pole elektryczne;  
 $\text{rot } \mathbf{E} = 0$  -dla prądu stałego;
- (3)  $\text{div } \mathbf{D} = \rho$  źródłem pola elektrycznego jest ładunek elektryczny;
- (4)  $\text{div } \mathbf{B} = 0$  pole magnetyczne jest bezźródłowe.

Z pierwszego równania:

$$\int \text{rot } \mathbf{H} \cdot d\mathbf{S} = \int \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S}$$

po obustronnym całkowaniu i zastosowaniu twierdzenia Stokesa do lewej strony otrzymamy:

**Twierdzenie Stokesa:** Cyrkulacja pola po zamkniętym konturze gładkim jest równa strumieniowi rotacji pola przez dowolną powierzchnię ograniczoną tym konturem.

### Prawo przepływu

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum I$$

Natężenie pola magnetycznego  $\mathbf{H}$  od prostoliniowego (nieskończenie długiego) przewodu z prądem o natężeniu  $I$ :

- na zewnątrz, w odległości  $r$  od przewodu  $\mathbf{H} = \frac{I}{2\pi r} \mathbf{1}_\theta$
- wewnątrz przewodu, w odległości  $r$  od jego osi  $\mathbf{H} = \frac{ir}{2\pi r_0^2} \mathbf{1}_\theta$ , gdzie  $r_0$  to promień przewodu.

**Prawo Biota – Savarta:**  $\mathbf{B} = \frac{\mu I}{4\pi} \int_l \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$  opis oznaczeń – zob. rysunek w [instrukcji](#) do ćwiczenia 7

Natężenie pola magnetycznego w odległości  $r$  od dowolnego odcinka przewodu, z prądem o natężeniu  $I$ :

$$\mathbf{H} = \frac{I}{4\pi} \int_l \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

### Jak wyznacza się kierunek pola magnetycznego?

### Wielkości i ich jednostki (SI) w polu elektromagnetycznym:

$\mathbf{H}$  – wektor natężenia pola magnetycznego [A/m]

$\mathbf{J}$  – wektor gęstości prądu [A/m<sup>2</sup>]

$\mathbf{E}$  – wektor natężenia pola elektrycznego [V/m] [w jednostkach podstawowych SI: 1V = kg·m<sup>2</sup>/(A·s<sup>3</sup>) ]

$\mathbf{B}$  – wektor indukcji pola magnetycznego [T] [T = Wb/m<sup>2</sup> = V·s/m<sup>2</sup> = kg/(A·s<sup>2</sup>) ]

$\mathbf{D}$  – wektor indukcji pola elektrycznego [C/m<sup>2</sup>] [ C = A·s ]

$d\mathbf{S}$  – wektor powierzchni [m<sup>2</sup>]

$d\mathbf{l}$  – wektor długości [m]

$\mathbf{1}_\theta$  – wektor jednostkowy w kierunku  $\theta$

$\rho$  – gęstość (objętościowa) ładunku elektrycznego [C/m<sup>3</sup>]

$\mu$  – przenikalność magnetyczna środowiska [H/m] [ H = V·s/A = ... ]

**UWAGA: Na każdej wejściówce obowiązuje znajomość zagadnień z poprzedniej wejściówki!**