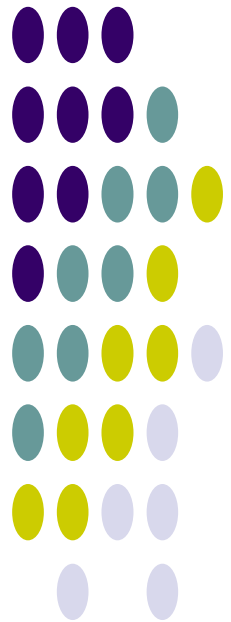


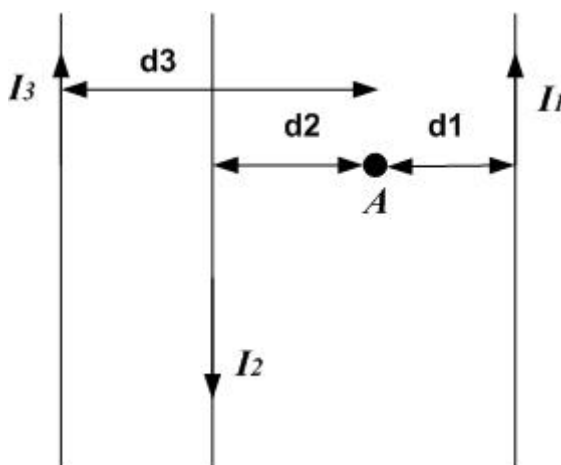
# Magnetizam

- Magnetsko polje, indukcija i tok.
- Magnetsko polje ravnog beskonačnog vodiča protjecanog strujom.
- Sila na naboj u magnetskom polju.
- Sila na vodič protjecan strujom u magnetskom polju.



# 1. zadatak

Tri vodiča prema slici protjecana su strujama. Odrediti jakost magnetskog polja u točki A, ako je zadano:  $I_1=10\text{A}$ ,  $I_2=5\text{A}$ ,  $I_3=5\text{A}$ ,  $d_1=22,5\text{cm}$ ,  $d_2=22,5\text{cm}$ ,  $d_3=52,5\text{cm}$ .



# Uvodni pojmovi



- Magnetsko polje opisuje se pomoću sljedećih osnovnih veličina:

- Jakost magnetskog polja:  $\vec{H}[\text{A/m}]$
- Magnetska indukcija:  $\vec{B}[\text{T}]$

- Veza jakosti magnetskog polja i indukcije:

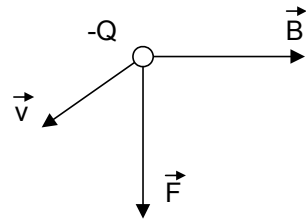
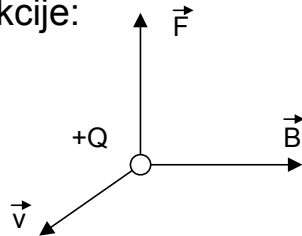
gdje je:  $\vec{B} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \vec{H}$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} [\text{Vs/Am}]$$

- Kada se naboj giba u magnetskom polju tada na njega djeluje magnetska sila:

- $\vec{F} = Q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$
- Q - naboj
- v - brzina gibanja naboja

- Smjer magnetske sile na naboj definiran je vektorskim produktom brzine i magnetske indukcije:



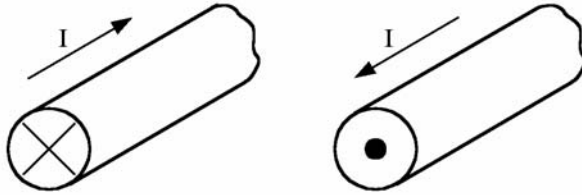
- Po iznosu sila ovisi o kutu između vektora v i B:

$$|\vec{F}| = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

- ukoliko se naboj giba paralelno silnicama magnetskog polja, magnetske sile na naboj je jednaka nuli ( $\sin \alpha = 0$ )
- ukoliko se naboj giba okomito na silnice magnetskog polja tada je sila po iznosu jednaka:  $F = Q \cdot v \cdot B$

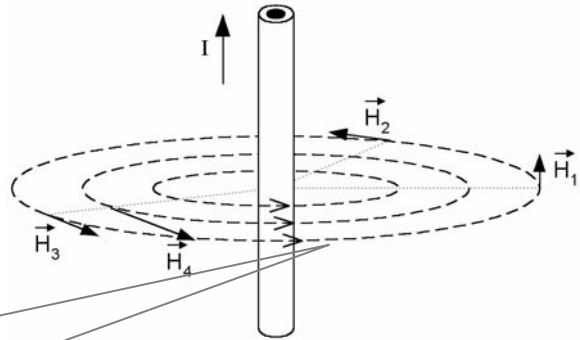
# Uvodni pojmovi

- Označavanje smjerova struje u vodiču:



- Magnetsko polje ravnog vodiča:

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \quad H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$



**Smjer polja određuje se pravilom desne ruke:  
palac - smjer struje  
prsti - smjer polja**

- Magnetski tok je skalarna veličina kojom se opisuje magnetsko polje i definiran je kao:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

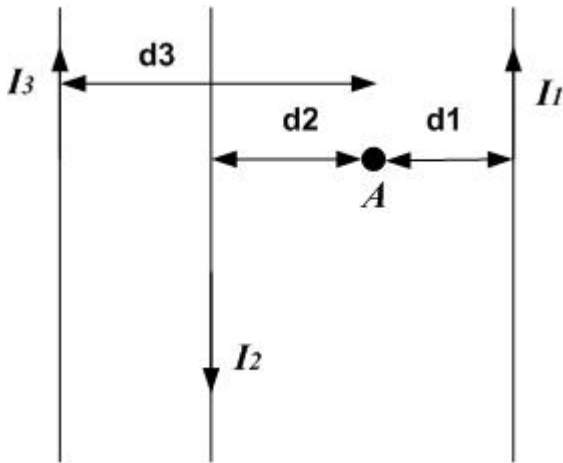
$$\Phi = \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \oiint_S \vec{S} \cdot d\vec{B}$$

- Veza između magnetskog polja i struje koja ga stvara - zakon protjecanja:

$$\sum_i H_i \cdot l_i = \sum_j I_j \cdot N_j \quad H \cdot l = I \cdot N$$



## Rješenje zadatka



$\vec{H}$  - vektor

$$\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \vec{H}_3$$

$$H = H_1 - H_3 + H_2$$

Oznake polja?

$$H_1 = I_1 / (2\pi \cdot d_1) = 7,07 \text{ A/m}$$

$$H_2 = I_2 / (2\pi \cdot d_2) = 3,53 \text{ A/m}$$

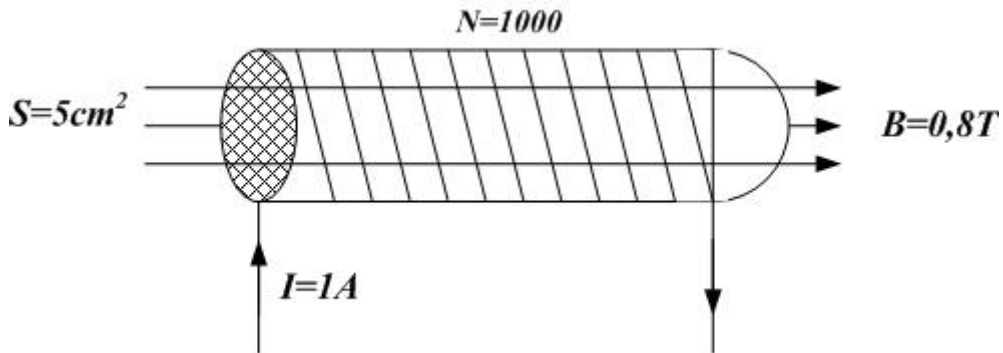
$$H_3 = I_3 / (2\pi \cdot d_3) = 1,52 \text{ A/m}$$

$$H = H_1 - H_3 + H_2 = 9,08 \text{ A/m}$$



## 2. zadatak

Zavojnica duljine 1 metar sa 1000 zavoja sa jezgrom presjeka  $5 \text{ cm}^2$  od transformatorskog lima kod struje  $1 \text{ A}$  ima indukciju  $0,8 \text{ T}$ . Odrediti relativnu permabilnost jezgre i tok u jezgri?



## Rješenje zadatka

$$\mu_r=?, \Phi=? \quad H \cdot l = I \cdot N \quad \vec{B} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \vec{H}$$

$$\mu_r = B / (\mu_0 \cdot H) = B / (\mu_0 \cdot I) = B \cdot l / (\mu_0 \cdot N \cdot I) = \mu_r = 636$$

*( $\mu_r = 100 \dots 10\,000$  za dobre magnetske materijale)*

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = 0,8T \cdot 5cm^2 = 4 \cdot 10^{-4} Wb$$



### 3. zadatak

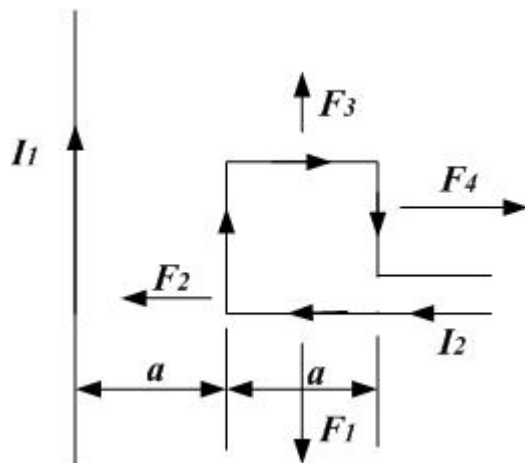
Kolika struja treba teći kroz zavojnicu od  $N=1000$  zavoja namotanu na prsten od stakla srednjeg promjera  $d=20\text{cm}$  da bi u prstenu vladalo magnetsko polje  $H=212\text{ A/cm}$ ?





## 4. zadatak

Vodič oblika kvadrata smješten je u ravnini s vrlo dugim ravnim vodičem. Odrediti smjer i iznos rezultantne sile ako je  $a=10\text{cm}$ ,  $I_1=4\text{A}$  i  $I_2=1\text{A}$ .





## Rješenje zadatka

$F_1$  i  $F_3$  su rezultante sila koje djeluju na naboje koji se gibaju kroz vodiče

$F_2$  i  $F_4$  su sile između paralelnih vodiča

$$F_1 = I \cdot l \times B_1$$

$B_1$  i  $B_3$  su jednaki ali  $l_1$  i  $l_3$  su suprotnog smjera, pa se sile  $F_1$  i  $F_3$  poništavaju.

$$F_3 = I \cdot l \times B_3$$

$$F_2 = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{a} \cdot a = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot 4 \cdot 1 = 8 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

$$F_4 = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} \cdot a = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{4 \cdot 1}{2} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

$F_2$  i  $F_4$  su suprotnog smjera,  $F_2 > F_4$ , pa je rezultantna sila na kvadrat iznosa  $F = F_2 - F_4 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$  i ima smjer isti kao i  $F_2$  (Vodič i kvadrat se privlače)