

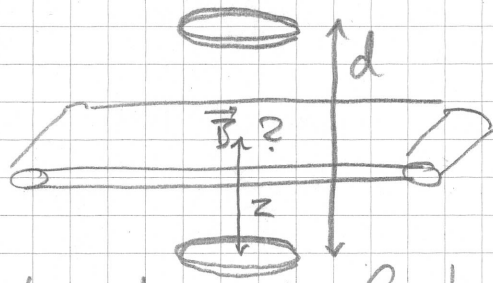
Övning 4 - magnetism

Magnetseparation - BD 2009-05-27

A21

Givet: 2 korta spolar ^(a ≫ L) placerade längs samma symmetriaxel med $a = 0,2 \text{ m}$, $d = 0,22 \text{ m}$, $N = 200$ och $I = 2,4 \text{ A}$

Sökt: Magnetiska fältet B vid $z = \frac{d}{2}$ på symmetriaxeln då fältbidragen från spolarna är riktade åt samma håll



B -Fältet längs symmetriaxeln ges av

$$B_{\text{spole}} = \frac{N \mu_0 I a^2}{2(a^2 + z^2)^{3/2}}$$

(4.5) där $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

μ_0 - permeabiliteten för vakuum

Samma bidrag från både spolar i z

$$\therefore B_{\text{tot}} = 2 B_{\text{spole}} = \frac{N \mu_0 I a^2}{(a^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{200 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 0,04 \text{ m}^2}{(0,04 + 0,0121 \text{ m}^2)^{3/2}}$$

$$2,4 \text{ A} = 0,0020 \frac{\text{H A}}{\text{m}^2} = \left\{ \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Induktans}}}{H} = \frac{Wb}{A} = \frac{\text{T m}^2}{A} \right\} = \underline{\underline{2 \text{ mT}}}$$

Induktans Flöde Flödestäthet

Startmotor - MPTL 2004-04-21

5 Diskussion i media (DN 2002) om magnetfält i Volvo bilar förliga

Givet: $U = 12 \text{ V}$ system med startmotor som kan utveckla $P \approx 300 \text{ W}$ (brätdelar av 1 kW)

Sökt: Uppskatta magnetfältet B från ledare som ström försörjer startmotorn

$$\begin{aligned} \text{Elektrisk effekt} &= P = I \cdot U \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \\ &= \frac{300 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 25 \text{ A} \end{aligned}$$

Anta: Lång rak ledare på avstånd $r \approx 0,5 \text{ m}$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (4.2), \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

μ_0 - magnetiska permeabiliteten för vakuum

$$\Rightarrow B \approx \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 25 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,5 \text{ m}} = 100 \cdot 10^{-7} \text{ HA/m}^2 = 10^{-5} \text{ T}$$

$\uparrow$
 $\text{Wb/A} = \frac{\text{Tm}^2}{\text{A}}$

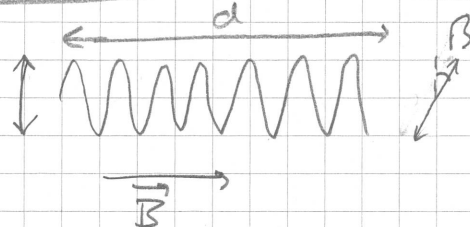
Är detta förligt för människor?

Inte vad vi vet (enligt riktlinjer från SSI), starka fält $\geq 10^{-3} \text{ T}$ kan påverka pacemakers

Mindre än jordmagnetiska fältet $\sim 10^{-4} \text{ T}$ ($4,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$; EU)

2

Faraday rotatorer - MTI 2000-06-06



Faradayrotatorer ändrar polarisationen av ljus enligt $\beta = V B d$

V - Verdet's materialkonstant

(störst för material med paramagnetiska joner, så som Terbiurn Gallium Garnet

TGG med $V = -134 \text{ rad/T.m}$ vid $632,8 \text{ nm}$

och $V = -40 \text{ rad/T.m}$ vid 1064 nm)

Består av spole lindad runt optisk fiber

Givet: $B = 0,5 \text{ T}$, $A = 8 \text{ mm}^2$, $I = 1 \text{ A}$

Sökt: Bästa spoltyp för att minimera förlust (av B -fält) och antalet varv per längd N/L

Minimallt läckfält från toroidspole och högre B -fält än för kort spole (samma som lång spole)

$$B = \mu_0 I \frac{N}{L} \quad (4.4)$$

$$\Rightarrow \frac{N}{L} = \frac{B}{\mu_0 I} = \underline{\underline{4 \cdot 10^5 \text{ varv/m}}}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

Bildrör 2 - MT 1998-05-28

2 Givet: $v_e = 5,6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, $\alpha = 30^\circ$, $d = 0,008 \text{ m}$

Sökt: Fältstyrka B för att α ska uppnås

$F_g \rightarrow$ kraft på laddning
i magnetfält

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

v konst, B konst, $\vec{v} \perp \vec{B}$

$\Rightarrow$ cirkulär rörelse

$$F = qvB = \frac{mv^2}{R} \quad \text{centripetal-
kraften}$$

$$\Rightarrow B = \frac{mv}{qR}, \quad m = m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

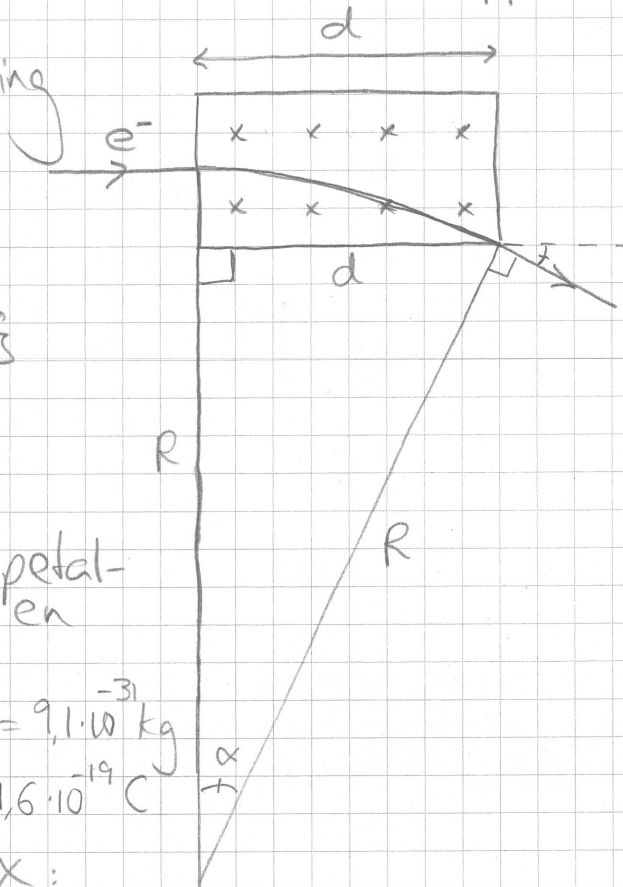
Relatera R till d och α :

$$\sin \alpha = \frac{d}{R} \Rightarrow R = \frac{d}{\sin \alpha}$$

$$\Rightarrow B = \frac{m_e v_e \sin \alpha}{e d} =$$

$$= \frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 5,6 \cdot 10^6 \text{ m/s} \cdot \sin(30^\circ)}{1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,008 \text{ m}} = 0,0020 \text{ T} = \underline{\underline{2,0 \text{ mT}}}$$

Dimensionskontroll: $\left[\frac{\text{kg m/s}}{\text{C m}} = \frac{\text{kg}}{\text{C s}} = \frac{\text{kg}}{\text{A s}^2} = \text{T} \right] \quad \text{OK}$



Hastighetsmätare - T 2000-01-11

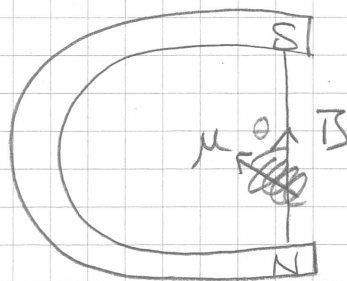
2

Givet: elektromagnet med

$$A = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, N = 100,$$

$$\mu_r = 500, I = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

i yttre fält $B = 0,17 \text{ T}$



Sökt: maximalt vridmoment $M_{\max}$

$$\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad (4.10)$$

där $M = \mu B \sin \theta$. $M_{\max}$ fås då $\sin \theta = 1$,

$$\because \vec{\mu} \perp \vec{B}$$

Magnetiskt dipolmoment för spole ges av

$$\mu = N I A \mu_r \quad (4.9) \quad \text{med tillägg för fält-förstärkning}$$

$$\Rightarrow M_{\max} = \mu B = \mu_r N I A B = 500 \cdot 100 \cdot 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ A} \cdot$$

$$1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 0,17 \text{ T} = \underline{\underline{0,11 \text{ Nm}}}$$

Dimensionskontroll: $[T A m^2 = \frac{Wb}{m^2} A m^2 = Vs A = Ws = J = Nm]$

OK

Fält förstärkning från magnetisering $\vec{M}$ av paramagnetiskt material:

$$\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} \approx \vec{B}_0 \mu_r$$

ersätt $\mu_0 \rightarrow \mu_0 \mu_r$ - permeabiliteten av materialet

Magnet accelerator - MT 1999-04-15

1] Kräften från ett magnetfält på en laddad partikel är alltid vinkelrät mot hastigheten

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (4.6)$$

∴ ändras inte beloppet $v = |\vec{v}|$ (uträtter hastighetens

ingen effekt), men riktning ändras.