

Elektrodynamik, vt 2008 - Räkneövning 6

Uppgifterna lämnas in senast måndagen den 17.3 kl 12:00. Övnings-tillfället hålls tisdagen 18.3 kl 16 i Acceleratorlaboratoriets seminarium.

1. Betrakta Bohrs atommodell för väteatomen, där en icke-relativistisk elektron rör sig i cirkelbana med vinkelhastigheten ω runt protonen på avståndet R . Låt oss anta att elektronen befinner sig på den lägsta energinivån.

(a) Härled det magnetiska momentet. Resultatet du får är en s.k. Bohr-magneton som används allmänt som grundenhet för magnetiska moment på atomnivå. Tips: Kom ihåg kvantiseringen av rörelsemängdsmomentet.

(b) Beräkna avståndet R och vinkelhastigheten ω samt hastigheten v .

(c) Hur stor ström motsvarar det då elektronen kretsar på avståndet R ?

(d) Hur stor kraft och vridmoment verkar på denna "strömslinga" i ett magnetfält på 2 T?

(e) Hur stort är magnetfältet vid protonen på grund av elektronens rörelse?

2. Fastän vi inte har hittat magnetiska monopoler, kan det hända att någon annan har gjort det. Antag, att en kilometer ovanför Nurmijärvi magnetiska observatorium svävar ett flygande tefat med massan $m = 100$ kg med hjälp av kraften från magnetiska monopoler i jordens nästan lodräta magnetfält. Hur stor magnetisk signal registreras i magnetometern i Nurmijärvi observatorium? Jordens magnetfält har styrkan $50 \mu\text{T}$. Om den minsta störningen som magnetometern kan registrera är 10 nT, hur långt borta kan då monopol-UFO:n vara utan att bli upptäckt? Vore det svårt eller lätt för UFO:n att hålla sin teknologi i hemlighet genom att undvika magnetometrar?

3. Låt en strömkrets ha formen av en hexagon med kantlängden a , d.v.s. strömkretsens totala längd är $6a$. Låt strömmen i kretsen vara I . Bestäm B i hexagonens mitt.

4. Norrskén är förknippad med elektriska strömmar i jordens över atmosfär. Betrakta en enkel modell för detta. Låt en strömförande ledare vara 100 km ovanför Uleåborg och riktad i öst-västlig riktning längs Uleåborgs breddgrad. En hur stor magnetisk störning orsakar denna elektriska ström i Uleåborg och i Helsingfors om strömmen är 1 MA riktad västerut? Hur stort är det totala magnetfältet då i Helsingfors om det ostörda fältets norrkomponent är 15000 nT och fältets inklinationsvinkel $i = 73^\circ$?

VÄND PÅ BLADET!

5. En lång rak tråd med radien R bär strömmen I . Använd Ampères lag för att göra följande: (a) Bestäm B som funktion av det radiella avståndet r från trådens symmetriaxel. Granska fallen $r < R$ och $r > R$. (b) Visa att $B = 0$ på trådens symmetriaxel.

6. Beräkna magnetfältet för en homogent laddad klot med radien R , massan m och laddningen q som roterar med konstant vinkelhastighet ω . Visa därtill att sfärens magnetiska moment $\mathbf{m}$ är proportionell mot dess rörelsemängdsmoment $\mathbf{L}$, och beräkna proportionalitetskonstanten. Tips: För att beräkna magnetfältet, beräkna först vektorpotentialen. *Uppgiften är värd dubbla poäng!*