

Uppgifterna lämnas in senast på torsdag 2.5 kl. 18.00. Övningstillfället hålls fredagen den 3.5 kl. 12 på Acceleratorlabbet.

1. Laddning i likformig rörelse

- (a) Visa att det för en punktladdning i likformig rörelse med konstant hastighet $\mathbf{v}$ gäller

$$\varphi(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R' \sqrt{1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2}},$$

där θ är vinkeln mellan $\mathbf{R}' = \mathbf{r} - \mathbf{v}t$ och $\mathbf{v}$ (se sidorna 14.19–14.22 i föreläsningssanteckningarna).

- (b) Visa att elfältet för en punktladdning i likformig rörelse med den konstanta hastigheten $\mathbf{v}$ är

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1 - v^2/c^2}{(1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2)^{3/2}} \frac{\hat{\mathbf{R}}'}{R'^2}.$$

Approximera elfältet för $v^2 \ll c^2$.

2. **Radiosändningar** En radiomast reser sig till en höjd h ovanför den platta, horisontella marken. På toppen av tornet finns en magnetisk dipol som fungerar som antenn, med radien b och axeln vertikal. Radiostationen SKRÄP FM sänder från denna antenn på frekvensen ω och med en utstrålad tidsmedeleffekt P . Grannarna till radiostationen har blivit utsatta för en rad olika fenomen: mekaniska garagedörrar som öppnar och stänger sig oförklarligt, interferens med hemmabions ljudanläggning, samt konstiga medicinska problem. De misstänker att radiostationen utsänder för stark strålning och ligger bakom fenomenen. Stadens ingenjör hävdar däremot att hans mätningar av strålningsnivån vid mastens rot underskrider de tillåtna gränsvärdena. Du har blivit rekryterad av områdets lokalsamfund för att granska ingenjörens rapport.

- (a) Beräkna strålningen på marknivån på ett avstånd R från mastens rot. Du kan anta att $b \ll c/\omega \ll h$.
- (b) Hur långt från mastens rot borde ingenjören ha gjort mätningarna?
- (c) SKRÄP FM sänder med effekten 35 kW, frekvensen 90 MHz, och antennens radie är 6 cm och mastens höjd 200 m. Stadens gränsvärde för radioemission är 200 mW/cm². Använder SKRÄP FM regelrätt apparatur?

3. **Dipolstrålning från magnet** Som du säkert vet sammanfaller inte Jordens magnetiska nordpol med den geografiska nordpolen, skillnaden är ca 11 grader. Relativt till rotationsaxeln ändrar alltså jordens magnetiska dipolmoment M och vinkelfrekvensen för jordens rotation ω . Det allmänna uttrycket för utstrålad effekt på grund av magnetisk dipolstrålning ges av

$$P = \frac{\mu_0}{6\pi c^3} [\ddot{\mathbf{m}}(t)]^2.$$

- (a) Visa att resultatet 15.55 i föreläsningssanteckningarna kan fås från ekvationen ovan.
- (b) Bestäm den utstrålade effekten som funktion av vinkeln mellan geografiska och magnetiska polerna ψ , samt M och ω .
- (c) Uppskatta M då du vet att magnetfältet vid ekvatorn är ungefär en halv gauss.
- (d) Beräkna den utstrålade effekten.

4. **Pulsarer** Pulsaren SGR1806-20 har observerats ha en rotationsperiod T på 7.47 sekunder och en minskning av rotationsperioden med $2.6 \cdot 10^{-3}$ sekunder per år. Beräkna magnetfältets största värde på ytan av pulsaren genom att använda följande antaganden: magnetfältet är dipolärt, pulsaren är en vanlig neutronstjärna med massan $1.4M_{\odot}$ ($M_{\odot}$ är solens massa) och radien 10 km, pulsarens massdensitet är konstant, minskningen av rotationsperioden orsakas av emission av magnetisk dipolstrålning, samt att pulsarens magnetiska moment $\vec{m}$ är vinkelrät mot vinkelhastighetsvektorn.