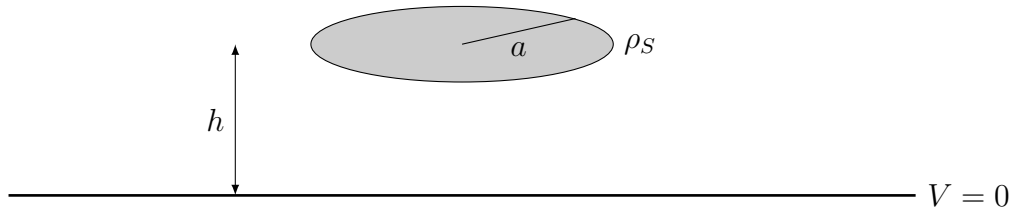


Seminarium EF 2018-09-26

På kursens första seminarium kommer vi att räkna två eller tre av nedanstående uppgifter. Förbered dig väl inför seminariet genom att fundera på lämpliga lösningsmetoder.

Uppgift 1

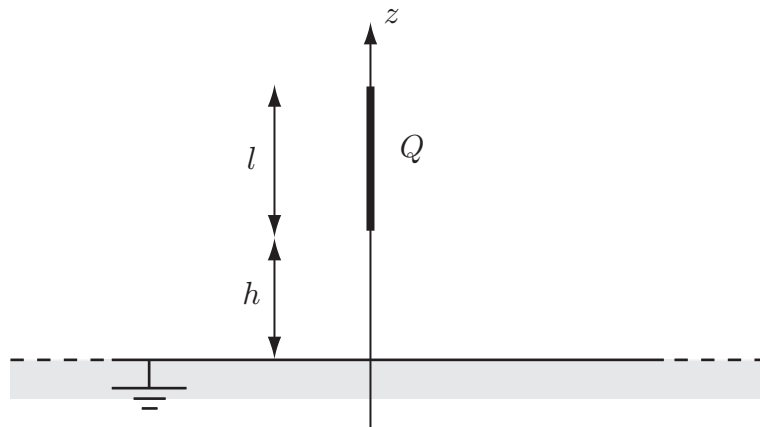


En tunn, cirkulär skiva med radien a är uppladdad med konstant ytladdningstäthet ρ_s . Skivan är horisontellt orienterad på höjden h ovanför ett stort, jordat plan i $z = 0$. I övrigt råder vakuum i den övre halvrymden.

a) Bestäm ytladdningstätheten i punkten på jordplanets ovansida, rakt under centrum-punkten på skivan.

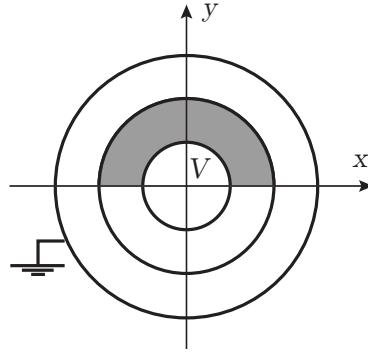
b) Bestäm ytladdningstätheten i punkten $(40a, 30a, 0)$ på jordplanets ovansida.

Uppgift 2



Ett tunt, nålformat föremål med längden l har blivit statiskt uppladdat med den totala laddningen Q . Nålens linjeladdningstäthet är konstant. Nålen är vertikalt orienterad ovanför ett stort, jordat plan, se figuren ovan. Bestäm attraktionskraftens storlek som funktion av avståndet h från nedre nålspetsen till planet.

Uppgift 3



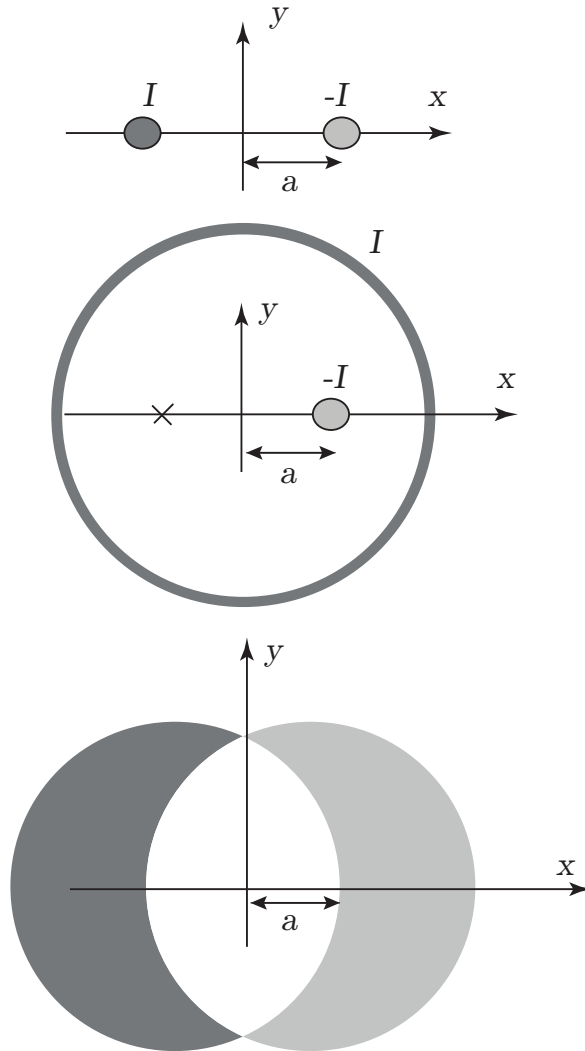
Bilden visar tre tunna sfäriska metallskal med radier a , $2a$ och $3a$. I det mörka området finns ett dielektrikum med relativ permittivitet ϵ_r medan det i de vita områdena råder vakuum. Det innersta skalet har potentialen $V > 0$, det mittersta skalet är oladdat och det yttersta skalet har potentialen 0.

a) Vilka av följande påståenden är sanna:

1. Det elektriska fältet är överallt riktat radiellt utåt.
2. $|\mathbf{D}(\mathbf{r})|$ är konstant på sfären $r = \sqrt{2}a$.
3. $|\mathbf{E}(\mathbf{r})|$ är konstant på sfären $r = \sqrt{2}a$.
4. Den innersta sfären och den yttersta sfären har samma (fria) laddning, men med olika tecken.
5. Den fria ytladdningstätheten på utsidan av den mellersta sfären är konstant.
6. Den fria ytladdningstätheten på insidan av den mellersta sfären är konstant.
7. $Q_{\text{ut}} = -Q_{\text{in}}$ där Q_{ut} är total (fri) ytladdning på utsidan av det innersta skalet och Q_{in} är totala ytladdningen på dess insida.
8. $Q_{\text{ut}} = -Q_{\text{in}}$ där Q_{ut} är total (fri) ytladdning på utsidan av det mittersta skalet och Q_{in} är totala ytladdningen på dess insida.
9. $Q_{\text{ut}} = -Q_{\text{in}}$ där Q_{ut} är total (fri) ytladdning på utsidan av det yttersta skalet och Q_{in} är totala ytladdningen på dess insidan.

b) Bestäm kapacitansen mellan det innersta och yttersta skalet.

Uppgift 4



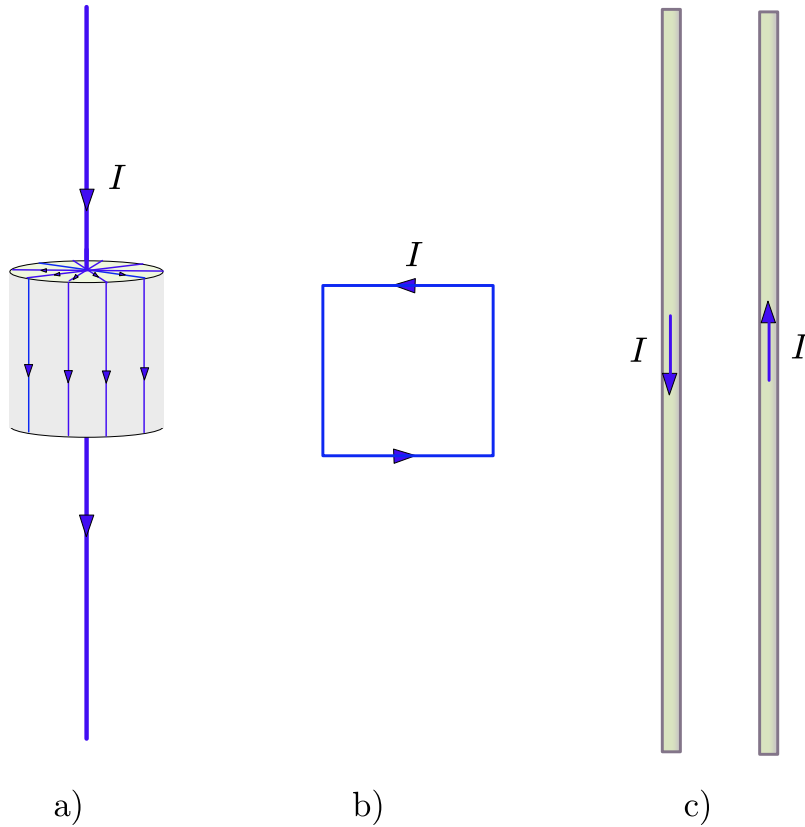
Samtliga ledaren antas vara oändligt långa och ha konstant strömtäthet. Strömmen går i positiv z -led i ledarna med mörkt tvärsnitt och i negativ z -led i de med ljust tvärsnitt.

a) Bestäm $\mathbf{H}(0, 0, 0)$ för den översta figuren.

b) I figuren i mitten har den stora ledaren innerradien $2a$ och har z -axeln som symmetriaxel. Den mindre har sin symmetriaxel längs $(x, y) = (a, 0)$. Bestäm $\mathbf{H}(-a, 0, 0)$.

c) Den undre figuren visar en dipolmagnet med supraledande spolar. Spolarna är tät lindade så de motsvarar en konstant strömtäthet i de grå områdena. De grå områdena begränsas av cirklar med radien $2a$ och centrum i $(x, y) = (-a, 0)$ respektive $(x, y) = (a, 0)$. Det mörkgrå vänstra området har strömtätheten $\mathbf{J} = \frac{I}{4\pi a^2} \hat{\mathbf{z}}$ medan det ljusgrå högra området har $\mathbf{J} = -\frac{I}{4\pi a^2} \hat{\mathbf{z}}$. Bestäm $\mathbf{H}(\mathbf{r})$ i hela det vita området mellan spolarna och förklara varför denna dipolmagnet är lämplig att använda för att böja partikelbanor i acceleratorer.

Uppgift 5



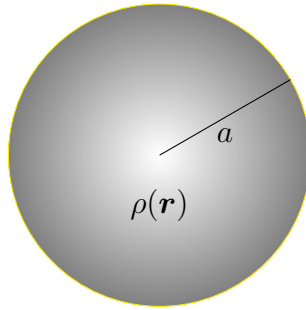
Skissa lösningarna till följande uppgifter. Ge argument för om du skall använda använda Biot-Savarts lag eller Ampères lag på integralform.

a) Två halvoändliga ledare kopplats in på mittpunkten av ändytorna till en rät cirkulär cylinder med radien R och höjden h . Cylindern har tunna metallväggar. Det går en ström I igenom de raka ledarna. Strömmen går radiellt utåt på den övre ändytan, radiellt inåt på den undre och rakt nedåt på mantelytan. Bestäm den magnetiska flödestätheten $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ överallt.

b) En kvadratisk slinga har sidan a . Det flyter en ström I i slingan. Bestäm magnetiska flödestätheten i slingans mittpunkt.

c) Två oändligt långa raka homogena cylindrar har radien a . Deras symmetriaxlar befinner sig på avståndet $10a$ från varandra. Det flyter en ström I nedåt i den vänstra cylindern och en lika stor ström uppåt i den högra. Strömmarna är jämnt fördelade över tvärsnittsytorerna. Bestäm \mathbf{B} längs symmetriaxeln av vardera ledare. Ledarna är gjorda av icke-magnetiska material, t.ex. koppar eller aluminium.

Uppgift 6



Bestäm det elektriska fältet överallt i rummet från en sfär med radie a fylld med rymdladdningar. Rymdladdningstätheten i sfären är

$$\rho(\mathbf{r}) = \begin{cases} \alpha r, & r < a \\ 0, & r > a \end{cases}$$

Lös uppgiften med följande metoder:

1. Gauss lag
2. Bestäm potentialen V med Poissons ekvation, och därefter det elektriska fältet

Vilken metod gav dig svaret snabbast?