Fält EMFd4. Dugga i Elektromagnetiska fält för E3
den 19/10 2002, kl 14.15-16.15, hus: M.
Kurskod EEM 015

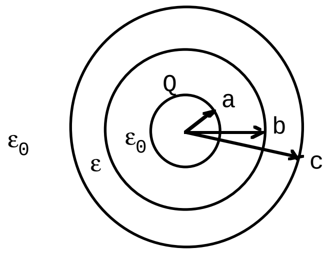
Tillåtna hjälpmedel:	BETA, Physics Handbook, Formelsamlig i Elektromagnetisk fältteori, **valfri** kalkylator men **inga** egna anteckningar utöver egna **formler** på sista bladet i Formelsamlingen i elektromagnetisk fältteori
Förfrågningar	tel ankn 1581 Eva Palmberg, Elektromagnetik
Lösningar	anslås vid linsen och på hemsidan
Resultatet	anslås senast 5/11 vid linsen
Granskning	tisdag 5/11 och onsdag 6/11 kl 12-13 i mitt rum (nr 2540 i bottenvåningen på Elteknik)
Betygsgränser	10p/uppgift. Hälften av duggapoängen (avrundat uppåt till heltal) adderas till poängen på uppgift 2 på **ordinarie** tentan. Dock max 10p på uppgift 2.
Kom ihåg!	Tydliga figurer, Referensriktningar, Dimensionskontroll, Motiveringar

1. En metallsfär har radien a och laddningen Q. Runt sfären finns ett dielektriskt sfäriskt skal med innerradien b och ytterradien c. För skalet gäller $\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0$.

a/ Beräkna **D**- och **E**-fälten för alla R.

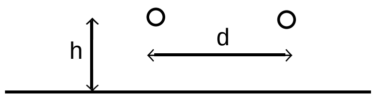
b/ Vilken potential får metallsfären?

c/ Beräkna systemets elektrostatiska energi!



2. Två **tunna**, **långa**, raka, parallella, oladdade trådar (radie a, längd *l*) finns på höjden h över ett stort jordat metallplan. Avståndet mellan trådarna är d.

a/ En spänningskälla U_0 kopplas mellan in tråd 1 och planet. Vilken potential får tråd 2? (8p)

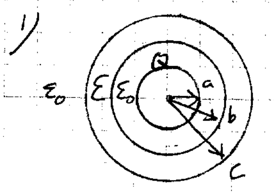


b/ Antag att tråd 1 inte är tunn, utan har en radie b av samma storleksordning som h och d, men b<d,h. Resten som ovan. **Hur** skulle du beräkna potentialen på tråd 2? **Beskriv** bara **i några ord + en figur**, hur du skulle lösa detta fall! Inga ekvationer eller beräkningar för poäng på delfråga b! (2p)

Eva Palmberg

Lösningar till dugga i Elektromagnetiska fält 021019

1)



a/ Symmetri och dielektriskt material

$\Rightarrow$ Gauss lag för D: $\oint \mathbf{D}\cdot d\mathbf{S} = D\,4\pi R^2 = Q$

$\Rightarrow \mathbf{D} = \hat{R}\dfrac{Q}{4\pi R^2}$ för alla $R > a$

$D = 0 \quad R < a$

$\Rightarrow \mathbf{E}_1 = 0 \quad R<a;\quad \mathbf{E}_2 = \dfrac{\mathbf{D}_2}{\varepsilon_0} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \quad a<R<b;\quad \mathbf{E}_3 = \dfrac{\mathbf{D}_3}{\varepsilon} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_r\varepsilon_0 R^2}\hat{R} \quad b<R<c$

$\mathbf{E}_4 = \hat{R}\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \quad R>c$

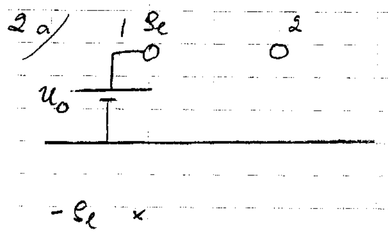
b/ $V_{sfär} - \underbrace{V_\infty}_{0} = \int_a^b \mathbf{E}_2\cdot d\mathbf{R} + \int_b^c \mathbf{E}_3\cdot d\mathbf{R} + \int_c^\infty \mathbf{E}_4\cdot d\mathbf{R} =$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right) + \frac{1}{\varepsilon_r}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{c}\right) + \frac{1}{c}\right]$$

c/ $W_e = \frac{1}{2} Q_{metall} V_{metall} = \frac{1}{2} Q\cdot V_{sfär} = \dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a}-\frac{1}{b}+\frac{1}{\varepsilon_r}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{c}\right)+\frac{1}{c}\right]$

---

2 a/



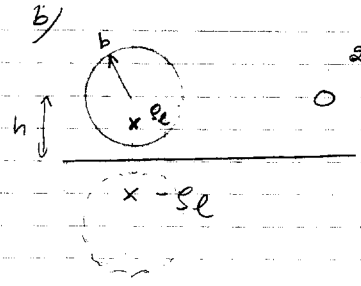
U_0 kopplas in $\Rightarrow$ laddn ρ_l på 1.
Spegla ρ_l i planet!
(Tråd 2 är oladdad)

Teckna V på trådarna!

$V_1 = \dfrac{\rho_l}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{2h}{a} = U_0;\quad V_2 = \dfrac{\rho_l}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{\sqrt{d^2+4h^2}}{d}$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{U_0}{\ln\frac{2h}{a}}\ln\frac{\sqrt{d^2+4h^2}}{d}$$

b/



Om 1 har radien b i stället:
Vi har inte längre jämn laddningsfördelning på cylindern.
Vi kan inte längre räkna med ρ_l efter cylinderaxeln, utan får använda en spegelladdning ρ_l enl fig och spegla den i planet

Jobbigare att räkna på detta fall. Vi får en exakt lösning.

Eva