

**Fält EMF13. Tentamen i Elektromagnetiska fält för E3
den 20/12 2002, kl 14.15-18.15, hus M. Kurskod EEM 015**

Tillåtna

hjälpmedel: BETA, SMT, 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 DC och på hemsidan efter tentans slut
Resultatet anslås senast fred. 10/1
Granskning onsdag 22/1 och torsdag 23/1 kl 12-13 i mitt rum nr 2540 i bottenvåningen på Elteknik

Betygen Preliminärt resultat rapporteras den 10/1, ev. ändringar senare

Betygsgränser Tentan 3: 25p; 4: 40p, 5: 50p. 10p/uppgift
Max 2 bonuspoäng får användas för att nå godkänt.

Kom ihåg! Tydliga figurer, Referensriktningar, Dimensionskontroll, Motiveringar

Teoriuppgift Endast BETA och SMT får användas!

1. Visa att **ömsesidiga** elektrostatiska energin i ett system av N st punktladdningar blir

$$W_e = \frac{1}{2} \sum_1^N Q_i V_i$$

Generalisera resultatet till att gälla den **totala** elektrostatiska energin hos en i rummet begränsad, **kontinuerlig** laddningsfördelning $\rho(\mathbf{R})$!

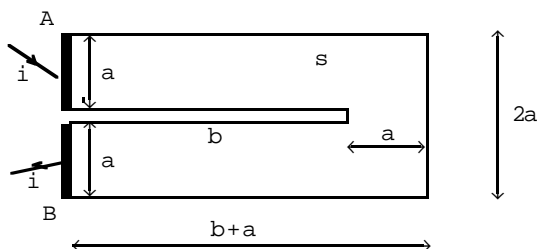
Räkneuppgifter: Hjälpmedel enligt listan högst upp!

Addera dina poäng från årets dugga till poängen på uppgift 2! Dock max 10 p på uppgiften.

2. Två tunna, långa, raka, parallella trådar (radie a , längd l) finns på höjden $h+d$ resp. h över ett stort jordat plan. Beräkna kapacitansen C mellan trådarna!

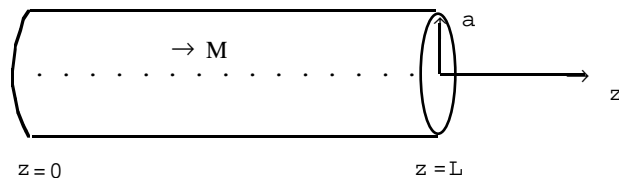


3. I en tunn plåt finns en luftspalt med längden b och försumbar bredd, se fig.! Övriga mått i figuren. Två elektroder är fastsatta vid A resp. B. Plåten har ytresistiviteten s . [$s=1/\sigma d$] Beräkna en övre och en undre gräns för resistansen mellan elektroderna!



4. En cylinder med radien a och längden L är permanent magnetiserad i axelriktningen $\mathbf{M} = M_0 \hat{z}$ ($M_0 = \text{konst}$).

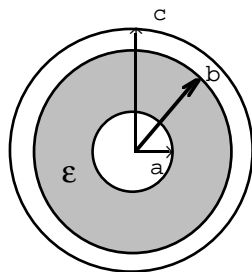
Beräkna \mathbf{J}_M , \mathbf{J}_{Ms} , $\mathbf{B}(z=L/2)$ och $\mathbf{H}(z=L/2)$, dvs på z -axeln i cylinderns mitt!



5. I en förlustfri koaxialkabel (dielektrikum med $\mu=\mu_0$, ϵ , $\sigma=0$; ledare med $\sigma=\infty$) utbreder sig en TEM-våg med \mathbf{E} -fältet

$$\mathbf{E}(r, z, t) = \hat{r} E_0 \frac{a}{r} \cos(\omega t - \beta z) \quad \text{för } a < r < b$$

cylinderkoordinater, $E_0 = \text{en konstant}$.



a/ Beräkna tillhörande \mathbf{H} -fält! (Ingen plan våg, men TEM-våg)

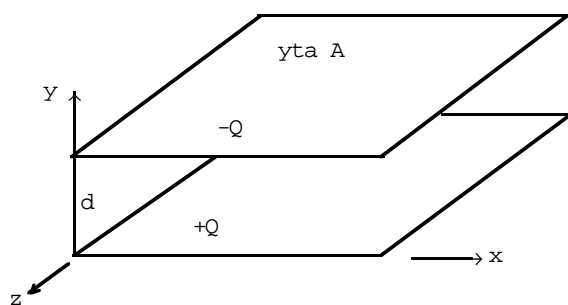
b/ Beräkna poyntingvektorns tidsmedelvärde, $\mathbf{S}_{\text{medel}}$! Hur stor effekt överförs kabeln (i z -led)?

6. En plattkondensator finns i ett koordinatsystem S . Plattavståndet är d med laddningen $+Q$ på planet vid $y=0$ och $-Q$ vid $y=d$, se figuren! Räkna med ϵ_0 som dielektrikum.

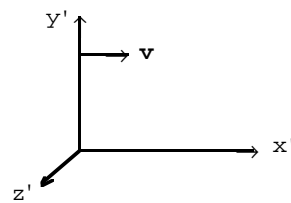
a/ Teckna \mathbf{E} -fältet mellan plattorna i S . Försumma randeffekterna! Vilken kapacitans C får man i S ?

b/ Beräkna det \mathbf{E}' -fält man ser, om man "flyger" förbi med den konstanta hastigheten $\mathbf{v}=\hat{x}v$. Man befinner sig då i koordinatsystemet S' .

Vilken kapacitans C' får man i S' ? Q och d och ϵ_0 är oförändrade. Kan du förklara fysikaliskt varför man får \mathbf{B}' -fält också?



Koordinatsystem S



Koordinatsystem S'

Ledning: \mathbf{E}' - och \mathbf{B}' -fälten i S' beräknas med formlerna

$$\mathbf{E}'_x = \mathbf{E}_x; \quad \mathbf{E}'_{\perp} = \gamma[\mathbf{E}_{\perp} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}]; \quad \mathbf{B}'_x = \mathbf{B}_x; \quad \mathbf{B}'_{\perp} = \gamma[\mathbf{B}_{\perp} - \mathbf{v} \times \mathbf{E}/c^2]$$

där $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ är en konstant ≥ 1 (c =ljushastigheten)

\mathbf{E} och \mathbf{B} är fälten i system S . \mathbf{E}_{\perp} är en beteckning för y - och z -komponenterna av \mathbf{E} .

Eva Palmberg