

**Fält 29. Tentamen i Elektromagnetisk fältteori för F2.  
EEF031 måndagen den 23 augusti 2004 kl. 14.15-18.15.**

<b>Tillåtna hjälpmedel:</b>	BETA, Physics Handbook, Formelsamling i elektromagnetisk fältteori, Valfri kalkylator men inga egna anteckningar utöver egna formler på sista bladet i formelsamlingen för elektromagnetisk fältteori.
<b>Förfrågningar:</b>	Mikael Persson, Tel. 772 1576.
<b>Lösningar:</b>	Anslås på kursens hemsida efter tentamenstidens slut.
<b>Resultat:</b>	Anslås på kursens hemsida senast den 13:e september.
<b>Granskning:</b>	Sker på plats och tid enligt resultatlistan.
<b>Betyg:</b>	Sänds till betygsexpeditionen senast den 20:e september.
<b>Kom ihåg:</b>	Poängavdrag görs för otydliga figurer, utelämnade referensriktningar, dimensionsfel och utelämnade motiveringar

Svaren på förståelsedelen skall ges på tesen som lämnas in. Flervalsfrågorna besvaras med att markera en av rutorna på tesen efter varje påstående. En och endast en ruta på varje rad skall markeras.

De tre svarsalternativen (från vänster till höger) är *Rätt*, *Vet ej*, *Fel*. Riktigt svar på ett påstående ger +0.2 poäng. Oriktigt svar ger -0.2 poäng. Vet ej är neutralt och ger 0 poäng.

Förståelseuppgifterna ger maximalt 1 poäng och lägst -1 poäng. Man kan därför få 1 poäng även med ett vet ej svar.

Lycka till!

# 1

## Problemlösningsdel (8 poäng)

A) En sfäriskt symmetrisk laddningsfördelning har värdena

$$\begin{aligned}\rho(r) &= \rho_0 = \text{konstant, för } a < r < 2a \\ \rho(r) &= 0, \text{ för övrigt.}\end{aligned}$$

Beräkna potentialen  $V(r)$  som denna laddningsfördelning ger upphov till, (4 poäng). Beräkna även systemets elektrostatiska energi, (4 poäng).

---

## Förståelsedel (1 poäng vardera på uppgift B, C, D och E)

**B) Den elektromagnetiska teorin baseras på postulat. Vilket eller vilka av följande påståenden om den grundläggande fysiken i uppgift A är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Den fysikaliska grunden beskrivs av ett postulat.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden beskrivs av två postulat.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten och på att E-fältet är konservativt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten och på att B-fältet är divergensfritt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**C) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Gauss lag på differentialform och Gauss lag på integralform uttrycker olika saker. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| På stort avstånd från en ändligt lång linjeladdning avtar potentialen som $1/R$ .  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| På litet avstånd från en ändligt lång linjeladdning avtar potentialen som $1/R$ .  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laplaces ekvation är ett specialfall av Poissons ekvation.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Speglingsmetoden kan aldrig användas för att lösa Laplaces ekvation.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Enheten för det elektriska fältet är $C/m^2$ , (coulomb/meter <sup>2</sup> ).      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**D) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Det elektrostatiska fältet är källfritt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Det elektrostatiska fältet är rotationsfritt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Det elektrostatiska fältet är konservativt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eftersom det elektrostatiska fältet är källfritt kan en potential definieras.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Spännigen mellan två punkter representerar arbetet per laddning för att föra en laddning mellan punkterna. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Riktningen hos det elektrostatiska fältet är från den negativa till den positiva laddningen.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

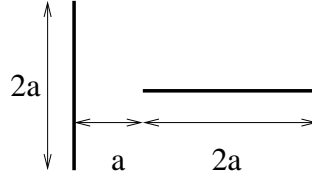
**E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fältet utanför en oladdad ihålig metallsfär med en punktladdning i håligheten beror på punktladdningens placering i håligheten.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fältet utanför en laddad ihålig metallsfär är samma som det från en ensam punktladdning placerad i platsen för centrum på sfären.        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den elektriska susceptibiliteten, $\chi_e$ , relateras till den relativa permittiviteten, $\epsilon_r$ , som $\epsilon_r = 1 - \chi_e$ . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Källan till förskjutningsfältet är laddningstätheten hos de fria laddningarna plus polarisationsladdningarna.                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dielektriska egenskaper modelleras med dipolmoment.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Inuti en perfekt ledare är det statiska E-fältet noll.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 2

### Problemlösningsdel (8 poäng)

A) I en likströmsapplikation utgörs fram- och återledare av två långa platta metallband enligt figuren nedan. Beräkna kraften per längdenhet varmed den vänstra ledaren påverkar den högra ledaren. *Ledning:* Dela in strömmen i stömrör och utnyttja uttrycket på magnetfältet från en lång rak ledare.



### Förståelsedel (1 poäng vardera på uppgift B, C, D och E)

**B) Den elektromagnetiska teorin baseras på postulat. Vilket eller vilka av följande påståenden om den grundläggande fysiken i uppgift A är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Den fysikaliska grunden beskrivs av ett postulat.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden beskrivs av två postulat.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att E-fältet är rotationsfritt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att B-fältet är källfritt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten och på att E-fältet är konservativt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten och på att B-fältet är divergensfritt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**C) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |   |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Biot-Savarts lag är ett av postulaten i magnetostatiken.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Amperes lag kan användas för att beräkna magnetfältet från en godtycklig strömfördelning.                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Amperes lag är ett av postulaten i magnetostatiken.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| I härledningen a randvillkoret för H-fältets tangentialkomponent i gränsytan mellan två material utnyttjar man Amperes lag. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En laddad partikel som rör sig i ett tidskonstant magnetfält accelereras.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En laddad partikel som rör sig i ett tidskonstant magnetfält ökar sin hastighet.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**D) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |   |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Permanentmagneter har ett permanent magnetiseringsfält $\mathbf{M}$               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Linjeintegralen av H-fältet längs en sluten kurva är noll för en permanentmagnet. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| H-fältet spelar samma roll i magnetostatiken som P-fältet i elektrostatiken.      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En magnetisk dipol används som modell för att beskriva magnetiska egenskaper.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| H-fältets roll i magnetostatiken påminner om D-fältets i elektrostatiken.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ytintegralen av B-fältet över en sluten yta är alltid noll.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

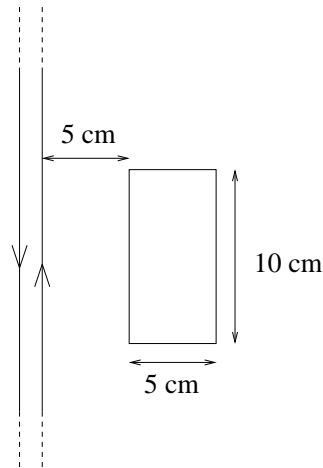
**E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

- |  |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Diamagnetiska material har permeabilitetskonstanten $\mu_r \gg 1$                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ferromagnetiska material har permeabilitetskonstanten $\mu_r \gg 1$                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En bra permanentmagnet ska ha en bred hystereskurva.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material med olika permeabilitet.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| H-fältets tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material med olika permeabilitet. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| H-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material med olika permeabilitet.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 3

#### Problemlösningsdel (8 poäng)

A) Vi ska undersöka om en sladd till en dammsugare kan ge störningar på en rektangulär slinga som finns i närheten. Effekten i dammsugaren är 2500 W vid spänningen 230 V (effektiv-värde). Avstånd mellan till- och frånledare är 0.5 cm och ledningsradien är 1 mm. Beräkna den inducerade spänningen i en rektangulär slinga som är placerad 5 cm från sladden.



#### Förståelsedel (1 poäng vardera på uppgift B, C, D och E)

**B) Den elektromagnetiska teorin baseras på postulat. Vilket eller vilka av följande påståenden om den grundläggande fysiken i uppgift A är riktiga?**

	Rätt	?	Fel
Den fysikaliska grunden beskrivs av två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden beskrivs av fyra postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten och på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten och på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?**

	Rätt	?	Fel
Amperes lag måste förändras när man går från magnetostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontinuitetsekvationen är en av Maxwells ekvationer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faradays lag är en av Maxwells ekvationer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gauss lag måste förändras när man går från elektrostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faradays lag används för att beräkna inducerad spänning i en krets från ett B-fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fältet är rotationsfritt i induktionsproblem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**D) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?**

	Rätt	?	Fel
Enligt Lenz lag motverkar inducerade strömmar det ursprungliga magnetfältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det länkade flödet är viktigt vid induktionsberäkningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan använda Lenz lag för att finna riktningen på strömmen i en stillastående slinga.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Induktion är en mekanism där tex en krets försöker motverka flödesändringar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om man pratar om en spoles induktans menar man dess självinduktans.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om man pratar om en spoles induktans menar man dess ömsesidiga induktans.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?**

	Rätt	?	Fel
Om gruppshastigheten är lika med fashastigheten är materialet dispersionsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vakuüm är dispersionsfritt, dvs fashastigheten = gruppshastigheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett medium är icke dispersivt om $\beta$ är direkt proportionell mot $\omega^2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vågimpedansen är förhållandet mellan amplituderna hos E- och H-fältet hos en plan våg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vågimpedansen för luft är omkring 733 ohm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ferromagnetiska material har lägre vågimpedans än paramagnetiska material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Problemlösningsdel** (8 poäng)

**A)** En ytvåg utbreder sig i vakuum i området  $z > 0$  längs en yta med ekvationen  $z = 0$ . **H**-fältet kan skrivas som

$$\mathbf{H} = \hat{y}10e^{(-100z)} \cos(10^6 t - \beta x).$$

Beräkna tillhörande **E**-fält, (4 poäng). Är detta en plan våg? Motivera svaret, (2 poäng). Bestäm med hjälp av vågekvationen  $\beta$ , (2 poäng).

**Förståelsedel** (1 poäng vardera på uppgift **B**, **C**, **D** och **E**)

**B) Den elektromagnetiska teorin baseras på postulat. Vilket eller vilka av följande påståenden om den grundläggande fysiken i uppgift A är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Den fysikaliska grunden beskrivs av två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden beskrivs av fyra postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten och på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten och på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Randvillkoret för E-fältets tangentialkomponent förändras då man går från elektrostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för B-fältets normalkomponent förändras då man går från elektrostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för H-fältets tangentialkomponent förändras då man går från elektrostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för D-fältets normalkomponent förändras då man går från elektrostatik till elektromagnetism.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen ger upphov till E-fält som härrör sig från tidsvarierande strömmar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den skalära potentialen ger upphov till E-fält som orsakas av laddningsseparation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**D) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Snells lag gäller endast i gränssytor där permeabiliteten är samma på båda sidorna, dvs $\mu_1 = \mu_2$ .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells reflektionslag säger att infallsvinkeln är samma som reflektionsvinkeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poyntingvektorn på ytan av en lång rak ledare som för en ström är riktad i strömmens riktning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poyntingvektorn på ytan av en lång rak ledare som för en ström är riktad radiellt in mot ledarens centrum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljushastigheten i ett medium bestäms av permeabiliteten och konduktiviteten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För plana vågor är fälten konstanta vinkelrätt mot utbredningsriktningen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

En Hertzdipol är en halv våglängd lång.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen i antennen varierar längs med en Hertzdipol.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen hos en halv vågsantenn är oberoende av strålningseffekten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen ökar med längden i kvadrat för alla dipolantenn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En halv vågsantenn är ekvivalent med en kvartsvågsantenn över ett ledande plan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen är konstant längs en kvartsvågsantenn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5

### Problemlösningsdel (8 poäng)

A) En kort centermatad sprötdipol med längden  $L$ , belägen i origo, används i en kommunikationsapplikation. Strömmen i antennen kan approximeras med uttrycket

$$i(z, t) = I_0 \left(1 - 2 \frac{|z|}{L}\right) \cos \omega t \quad \text{för } \frac{-L}{2} \leq z \leq \frac{L}{2}.$$

Beräkna linjeladdningstätheten på antennen.

### Förståelsedel (1 poäng vardera på uppgift B, C, D och E)

**B) Den elektromagnetiska teorin baseras på postulat. Vilket eller vilka av följande påståenden om den grundläggande fysiken i uppgift A är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Den fysikaliska grunden beskrivs av två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden beskrivs av fyra postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten och på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten och på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Poyntingvektorn uttrycker en vågs energi i en viss riktning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poyntingvektorn uttrycker en vågs intensitet och i vågens utbredningsriktning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poyntings teorem uttrycker energikonservering.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En vågs energi färdas med grupp hastigheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reflektionskoefficienten för effekt vid vinkelrätt infall är det samma som kvadraten på reflektionskoefficienten för amplituden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transmissionskoefficienten för effekt vid vinkelrätt infall är det samma som kvadraten på transmissionskoefficienten för amplituden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**D) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

En monokromatisk våg innehåller endast en frekvenskomponent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En cirkulär polariserad plan våg träffar en plan gränssyta till ett förlustfritt dielektrikum under Brewstervinkeln. Reflektionen blir elliptiskt polariserad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En cirkulärpolariserad plan våg träffar en plan gränssyta till ett förlustfritt dielektrikum under Brewstervinkeln. Reflektionen blir cirkulärpolariserad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En cirkulärpolariserad plan våg träffar en plan gränssyta till ett förlustfritt dielektrikum under Brewstervinkeln. Reflektionen blir linjärpolariserad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalreflektion ger upphov till evanescenta vågor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En evanescent våg uppfyller vågekvationen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?** **Rätt ? Fel**

Fresnels ekvationer härleds från Snells brytningslag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I Snells lag måste man ta hänsyn till vågens polarisering.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells lag kan härledas om man antar att ljuset alltid går snabbaste vägen mellan två punkter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En optisk fiber bygger på totalreflektion.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalreflektion sker vid Brewstervinkeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalreflektion är möjlig då ljusstrålen försöker gå från ett optiskt tunnare till ett optiskt tätare material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Test 040823

①

Vi har sfærisk symmetri. Gauss lag med  $E = E(r) \hat{r}$   
ger.

$$2a < r < \infty$$

$$4\pi r^2 E(r) = \frac{1}{\epsilon_0} \int_a^r 4\pi r'^2 \rho_0 dr' = \frac{4\pi}{3} \rho_0 (r^3 - a^3)$$
$$\Rightarrow E(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \cdot \frac{7a^3}{r^2} \Rightarrow V(r) = \int_r^\infty E(r') dr'$$

$$V(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \cdot \frac{7a^3}{r} \Rightarrow V(2a) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \frac{7a^2}{2}$$

$$a < r < 2a$$

$$4\pi r^2 E(r) = \frac{1}{\epsilon_0} \int_a^r 4\pi r'^2 \rho_0 dr' = \frac{4\pi}{3\epsilon_0} \rho_0 (r^3 - a^3)$$

$$E(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left( r - \frac{a^3}{r^2} \right) \Rightarrow$$

$$V(r) = \int_r^{2a} E(r') dr' + V(2a)$$

$$V(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left\{ \left( \frac{11a^2}{2} - \frac{r^2}{2} \right) - a^3 \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{2a} \right) \right\}$$

$$V(a) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left( \frac{9a^2}{2} \right) = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} 3a^2$$

$$0 < r < a$$

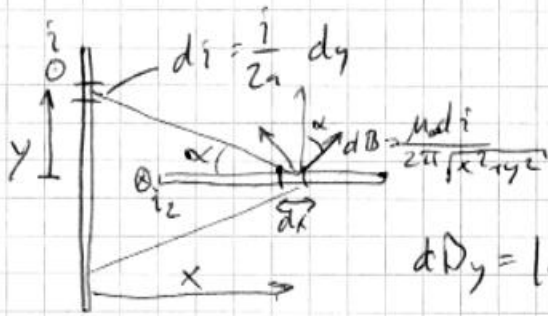
$$4\pi r^2 E(r) = 0 \Rightarrow E(r) = 0$$

$$V(r) = V(a) = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} 3a^2$$

---

$$W_c = \frac{1}{2} \int_V \rho(r) V(r) dV = \frac{1}{2} \int_a^{2a} \rho_0 \left( \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left( \frac{11a^2}{2} - \frac{r^2}{2} \right) - a^3 \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{2a} \right) \right) 4\pi r^2 dr$$
$$= \frac{\rho_0^2 2\pi a^5}{3\epsilon_0} \cdot \left( \frac{47}{5} \right)$$

2



Aus Symmetrie  $B = B_y \hat{y}$

Teilen  $dB_y$ :

$$dB_y = \frac{\mu_0 i dy}{2\pi \cdot 2a \sqrt{x^2 + y^2}} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$B_y = \int_{y=-a}^a dB_y = \frac{\mu_0 i}{4\pi a} 2 \arctan \frac{a}{x}$$

Kraftbeitrag  $dF$ :

$$dF = di_2 (-\hat{z}) \cdot l \cdot B_y = \hat{x} l \underbrace{\frac{dx}{2a}}_{di_2} \frac{\mu_0 i}{\pi 2a} \arctan \frac{a}{x}$$

$$F = \hat{x} l \frac{\mu_0 i^2}{4a^2 \pi} \int_a^{3a} \arctan \frac{a}{x} dx = \hat{x} l \frac{\mu_0 i^2}{4a\pi} \left[ \frac{5\pi}{4} - 3 \arctan 3 + \ln 5 \right]$$

(Beta)

$$= \hat{x} l \frac{\mu_0 i^2}{4a\pi} 0,9846$$

Kraft / Längenelement:  $\frac{F}{l} = \hat{x} \frac{\mu_0 i^2}{4a\pi} 0,9846$



3

Fältet runt en ensam ledare:  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Flödestätheten från de båda ledarna blir då, om vi räknar  $r$  från den högra ledaren som:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi(r+0,005)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r+0,005} \right)$$

Beräknar flödet genom slingan, tecknar där för  $d\phi$ :

$$d\phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r+0,005} \right) \cdot 0,1 \cdot dr \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \phi &= \frac{\mu_0 I \cdot 0,1}{2\pi} \int_{0,05}^{0,1} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r+0,005} \right) dr = \frac{\mu_0 I \cdot 0,1}{2\pi} \left[ \ln r - \ln(r+0,005) \right]_{0,05}^{0,1} \\ &= \frac{\mu_0 I \cdot 0,1}{2\pi} \left[ \ln \frac{0,1}{0,1+0,005} - \ln \frac{0,05}{0,05+0,005} \right] = 930,4 \cdot 10^{-12} I \end{aligned}$$

För att beräkna toppvärdet på strömmen,  $\hat{I}$ , använder vi sambandet mellan effekt, spänning och ström:

$$P = \frac{\hat{U} \hat{I}}{2} \Rightarrow \hat{I} = \frac{2P}{\hat{U}} = \frac{2 \cdot 2500}{230\sqrt{2}} = 15,37 \text{ A}$$

Om vi förutsätter 50Hz kan vi teckna strömmen som:

$$I = 15,37 \cos(2\pi \cdot 50 t)$$

$$\text{Inducerad spänning} \cdot U = -\frac{d\phi}{dt} = -930,4 \cdot 10^{-12} \frac{dI}{dt} =$$

$$= 930,4 \cdot 10^{-12} \cdot 15,37 \cdot 2\pi \cdot 50 \sin(2\pi \cdot 50 t)$$

$$\approx 4,5 \sin(2\pi \cdot 50 t) \mu\text{V}$$

4

$$H = \hat{y} 10 e^{-100z} \cos(10^6 t - \beta x) = H_y \hat{y}$$

$$\nabla \times H = \epsilon \frac{dE}{dt}$$

$$\nabla \times H = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & H_y & 0 \end{vmatrix} = -\hat{x} \frac{\partial H_y}{\partial z} + \hat{z} \frac{\partial H_y}{\partial x}$$

$$\begin{cases} \epsilon \frac{\partial E_x}{\partial t} = 10 \cdot 100 e^{-100z} \cos(10^6 t - \beta x) \\ \epsilon \frac{\partial E_z}{\partial t} = 10 \beta e^{-100z} \sin(10^6 t - \beta x) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_x = \frac{10^{-9}}{\epsilon} e^{-100z} \sin(10^6 t - \beta x) \\ E_z = \frac{-\beta 10^{-5}}{\epsilon} e^{-100z} \cos(10^6 t - \beta x) \end{cases}$$

Detta är ingen plan våg ty  $E \neq H$  är ej konstanta i planet vinkelrätt mot utbredningsriktningen

Vågekvationen för H-fältet ger

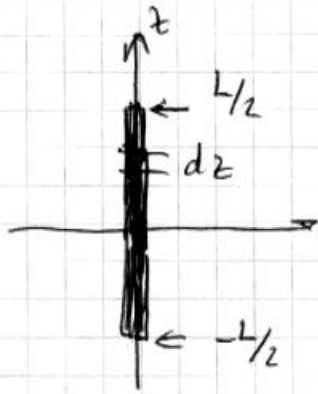
$$\nabla^2 H_y + \frac{\omega^2}{c^2} H_y = 0$$

$$100^2 - \beta^2 + \frac{\omega^2}{c^2} = 0$$

$$\Rightarrow \beta^2 = 100^2 + \frac{\omega^2}{c^2}$$

$$\beta = \pm \sqrt{100^2 + \frac{\omega^2}{c^2}}$$

5



$$i(z,t) = I_0 \left(1 - \frac{2|z|}{L}\right) \cos \omega t$$

$$\text{for } -\frac{L}{2} \leq z \leq \frac{L}{2}$$

Kontinuitätsbedingung ger

$$i(z+dz, t) - i(z, t) = -\frac{\partial s_e}{\partial t} dz$$

$$\Rightarrow \frac{\partial i(z, t)}{\partial z} = -\frac{\partial s_e}{\partial t}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{\partial s_e}{\partial t} = -\frac{I_0 z}{L} \cos \omega t & z > 0 \\ \frac{\partial s_e}{\partial t} = -\frac{I_0 z}{L} \cos \omega t & z < 0 \end{cases}$$

Integriera map t für all fi. från  $s_e$

$$s_e = \int_0^t \frac{I_0 z}{L} \cos(\omega t') dt' = \frac{2I_0}{L\omega} \sin(\omega t) \quad z > 0$$

$$s_e = \int_0^t -\frac{2I_0}{L} \cos(\omega t') dt' = -\frac{2I_0}{L\omega} \sin(\omega t) \quad z < 0$$