

**Fält 32. Tentamen i Elektromagnetisk fältteori för F2.
EEF031 måndagen den 22 augusti 2005 kl. 14:00-18:00.**

Tillåtna hjälpmedel: BETA, Physics Handbook, Formelsamling i elektromagnetisk fältteori, Valfri kalkylator men inga egna anteckningar utöver egna formler på sista bladet i formelsamlingen för elektromagnetisk fältteori.
Förfrågningar: Rudolf Kopecky, Tel. 772 1723.
Lösningar: Anslås på kursens hemsida efter tentamenstidens slut.
Resultat: Anslås på kursens hemsida senast den 12:e september.
Granskning: Sker på plats och tid enligt resultatlistan.
Betyg: Sänds till betygsexpeditionen senast den 19:e september.
Kom ihåg: 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.

Namn:.....

Email:.....

Personnummer:.....

Lycka till!

Problemlösningsdel (8 poäng)

A) Vi ska göra en enkel modell av hur en åskledare fungerar med hjälp av metallsfärer. Antag att huset är en sfär med en viss radie R och att den är kopplad till en spänning som precis ger överslag. Överslag mellan kula och luft sker vid fältstyrkan $2,5 \text{ MV/m}$. För att undvika överslag kopplas spänningskällan bort och kulan kopplas elektriskt ihop med en annan kula av mindre radie, r , än den stora kulan. Antag vidare att de två kulorna befinner sig på stort avstånd från varandra. Beskriv och räkna ut vad som händer. Varför är det viktigt för räkningen att kulorna befinner sig på stort avstånd från varandra? *Ledning: Vad händer med fältstyrkorna precis utanför sfärerna före och efter inkoppling av den lilla sfären.*

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 Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<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 att källan till E-fältet är laddningstätheten/ ϵ_0 och på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av B-fältet är lika med 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**

E-fältets tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan olika material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan olika material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan olika material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spänningen mellan två punkter representerar arbetet per laddningsenhet att föra en laddning mellan punkterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan alltid lösa Poissons ekvation med hjälp av spegling.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan definiera kapacitans för en enskild ledare.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Källan till det elektrostatiska fältet är stillastående laddningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kirchoffs strömlag bygger på laddningskonservering.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eftersom det elektrostatiska fältet är rotationsfritt kan en potential definieras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kapacitansen hos en ideal kapacitans beror av pålagd spänning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Med givna randvillkor är lösningen till Laplaces ekvation entydig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enheten för elektrisk potential är Nm/As.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

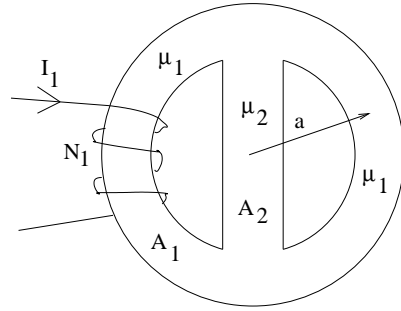
E) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga? **Rätt ? Fel**

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, χ_e , relateras till den relativa permittiviteten, ϵ_r , som $\epsilon_r = 1 + \chi_e$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Källan till förskjutningsfältet är polarisationsladdningarna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dielektriska egenskaper modelleras med hjälp av magnetiska monopoler.	<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) Figuren visar en enkel magnetisk krets. Radien, a och tvärsnittsytorna A_1 respektive A_2 och magnetisk permeabilitet μ_1 och μ_2 enligt figuren. Kretsen drivs av strömmen I_1 som är lindad N_1 varv. Utgå från Amperes lag och härled ett uttryck för den magnetiska reluktansen i dels den perifera, cirkulära delen av kretsen dels i den tvärsgående delen. Visa också hur reluktansen relaterar till strömmen och antalet lindningsvarv.



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 Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<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 att källan till E-fältet är laddningstätheten/ ϵ_0 och på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den fysikaliska grunden baseras på att rotationen av B-fältet är lika med 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
Vid spegling av strömmar kan man i vissa fall spegla i isolerande ytor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En ström i en kabel är ett exempel på en konvektionsström.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett blixtnedslag är ett exempel på en konduktionsström.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohms lag gäller för en konduktionsström.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohms lag gäller för en konvektionsström.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömtäthetens tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material med olika σ .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	Rätt	?	Fel
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"/>
H-fältet spelar samma roll i magnetostatiken som E-fältet i elektrostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enheten för magnetfält är Vs/m^2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lorentzkraften beror bara på det magnetiska fältet.	<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
Om ett material är anisotropt betyder det att har samma egenskaper i alla riktningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magnetiska monopoler används för att modellera magnetiska egenskaper.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För en bra permanentmagnet spelar det ingen roll hur hystereskurvan ser ut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material om det går en ytström i gränsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B-fältets tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material om det går en ytström i gränsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material om det går en ytström i gränsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

Problemlösningsdel (8 poäng)

A) En sinusformad våg har det komplexa \mathbf{E} -fältet

$$\bar{\mathbf{E}} = (9\hat{\mathbf{x}} + 12\hat{\mathbf{y}})e^{-j(4x-3y)}e^{-(4x-3y)}V/m.$$

Åt vilket håll utbreder sig vågen? (2 poäng) Är det en plan våg? Motivera ditt svar. (2 poäng) Bestäm tillhörande komplexa \mathbf{H} -fält. (4 poäng)

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

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 Faradays lag. | <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**

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| För en plan våg i en metall är E och H-fälten förskjutna 45° från varandra. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B-fältet är källfritt även i elektromagnetismen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En plan våg är alltid linjärt polariserad. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| En elliptiskt polariserad våg kan aldrig vara en plan våg. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fältet hos en plan våg är konstant vinkelrätt mot utbredningsriktningen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Förskjutningsströmmen är lika med tidsderivatan av D-fältet. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

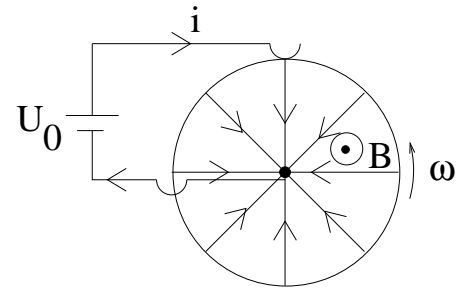
- | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Enligt Lentz lag motverkar inducerade strömmar det ursprungliga magnetfältet. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Gauss lag måste förändras när man går från elektrostatik till elektromagnetism. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| De konstitutiva ekvationerna beskriver materialegenskaper. | <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 större än fashastigheten är materialet dispersionsfritt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vakuüm är dispersionsfritt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Att materialet är dispersivt betyder att de dielektriska egenskaperna varierar med frekvensen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| För en mycket god ledare gäller normalt att $\sigma/\omega\epsilon \gg 1$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| För en isolator gäller normalt att $\sigma/\omega\epsilon \ll 1$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Inträngningsdjupet definieras som $1/\beta$ där β är faskonstanten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Problemlösningsdel (8 poäng)

A) En enkel likströmsmotor består av ett ekerhjul med radien a och n stycken ekrar. Hjulet befinner sig i ett axiellt homogent magnetfält med styrkan B_0 . Varje eker har en resistans R medan resistansen hos nav och periferi är försumbara. Motorn är ansluten till en likspänning U_0 . Beräkna motorns mekaniska effekt samt vridmoment som funktion av vinkelhastigheten ω .

**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**

Den retarderade potentialen beskriver hur potentialen från en laddning avtar med avståndet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vågekvationen för vektorpotentialen \mathbf{A} kan härledas från Maxwells ekvationer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man får välja $\nabla \times \mathbf{A}$ som man vill.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen relateras till magnetfältet som $\nabla \cdot \mathbf{A} = \mathbf{B}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen relateras till magnetfältet som $\nabla \cdot \mathbf{B} = \mathbf{A}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Begreppet retarderade potentialer härrör sig från att inget kan färdas snabbare än ljuset.	<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 ut från ledarens centrum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljushastigheten i ett medium bestäms av permeabiliteten och permittiviteten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direktiviteten är 1,0 för en Hertzdipol.	<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 kvarts våglängd lång.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen i antennen varierar inte längs en Hertzdipol.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen hos en kvartsvågsantenn är oberoende av strålningseffekten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen hos dipolantenner minskar med längden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En kvartsvågsantenn är ekvivalent med en halvstågsantenn över ett ledande plan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen är konstant längs en halvstågsantenn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Problemlösningsdel (8 poäng)

A) En antenn strålar ut intensiteten

$$P = P_0 \cos^4(\theta) \sin^2(\phi)$$

för $0 \leq \theta \leq \pi/2$ och $0 \leq \phi \leq 2\pi$ dvs i det övre halvplanet. I det undre halvplanet utstrålas ingen effekt, dvs $P = 0$ för $\pi/2 \leq \theta \leq \pi$ och $0 \leq \phi \leq 2\pi$. Beräkna antennförstärkning och direktivitet.

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 Faradays lag.	<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 vågens utbredningsriktning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poyntings teorem uttrycker laddningskonservering.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En vågs energi färdas med fashastigheten.	<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 flera frekvenskomponenter.	<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"/>
Kritiska vinkeln härleds utifrån Snells lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brewstervinkeln kan härledas utifrån Snells lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Snells brytningslag härleds från Fresnels ekvationer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I Snells lag spelar vågens polarisering ingen roll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vid totalreflektion uppstår en ytvåg som ej uppfyller Maxwells ekvationer.	<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 alla infallsvinklar mellan 0° till 90° då ljusstrålen går från ett optiskt tätare till ett optiskt tunnare material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalreflektion är även möjlig då ljusstrålen går från ett optiskt tunnare till ett optiskt tätare material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tenta 050822

1. På den stora kulan, radie R , precis vid överlag finns laddningen Q på sfären. Givet är $E(R) = 2.5 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.
Gauss lag ger Q :

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Rightarrow Q = 4\pi\epsilon_0 R^2 \cdot 2.5 \cdot 10^6 \text{ C}$$

Kopplar sedan in den lilla sfären, vilket motsvarar åskledaren

Då de två metallsfärerna kopplas ihop får de samma potential. Om laddningen q förflyttas till den lilla kulan fås följande villkor av potentialerna

$$\frac{Q-q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow q = \frac{r}{r+R} Q$$

Alltså kan vi beräkna fältet på den lilla kulan.

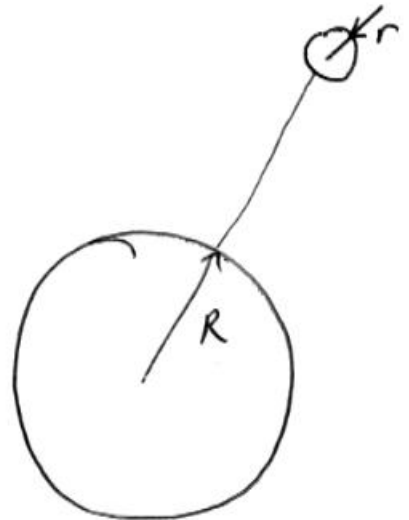
$$E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{r}{r+R} 4\pi\epsilon_0 R^2 \cdot 2.5 \cdot 10^6 \\ = \left(\frac{R}{r}\right)^2 \frac{r}{r+R} \cdot 2.5 \cdot 10^6$$

Antag $r \ll R$, då kan vi approximera

$$E(r) = \frac{R}{r} \cdot 2.5 \cdot 10^6$$

Detta säger att vi alltid har större fält runt den lilla kulan än den stora. Således sker överlag där först. Eftersom laddningen på stora sfären nu är $Q-q$ blir också fältet där mindre än överlagsspänningen.

Sfärerna måste vara på stort avstånd från varandra eftersom vi använder Gauss lag. Fälten från de båda kulorna får därmed inte påverka varandra för att vi ska kunna använda Gauss lag.



2.

Utgå från Ampères lag.

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{\text{inneslutet}}$$

Integration runt den skeddade linjen ger:

$$N_1 I_1 = H_1 \pi a + H_2 2a$$

$$\left\{ H = \frac{B}{\mu} \right\}$$

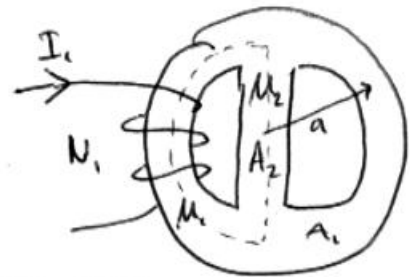
$$N_1 I_1 = \frac{B_1 \pi a}{\mu_1} + \frac{B_2 2a}{\mu_2}$$

{Inför det magnetiska flödet $\Phi = BA$ }

$$N_1 I_1 = \frac{\Phi_1 \pi a}{\mu_1 A_1} + \frac{\Phi_2 2a}{\mu_2 A_2}$$

Med Reluktanserna $R_1 = \frac{\pi a}{\mu_1 A_1}$, $R_2 = \frac{2a}{\mu_2 A_2}$ \hookrightarrow

$$N_1 I_1 = \Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2$$



3.

$$\vec{E} = 9\hat{x} + 12\hat{y} e^{-j(4x-3y)} e^{-(4x-3y)} \quad \text{V/m}$$

Detta fält kan skrivas som

$$\vec{E} = 9\hat{x} + 12\hat{y} e^{-\alpha\hat{k}\cdot\hat{r}} e^{-j\beta\hat{k}\cdot\hat{r}} \quad \text{där } \alpha\hat{k} = \beta\hat{k} = (4, -3, 0)$$

$$\hat{r} = (x, y, z)$$

$$\text{Vet att } |\hat{k}| = 1 \rightarrow \alpha = \beta = \sqrt{4^2 + 3^2 + 0^2} = 5$$

$$\Rightarrow \hat{k} = \frac{1}{5}(4, -3, 0)$$

Vågens utbredningsriktning är därmed $\hat{k} = \frac{1}{5}(4, -3, 0)$

Plan våg?

$$\vec{E} \cdot \hat{k} = \frac{1}{5}(E_x k_x + E_y k_y) = \frac{1}{5}(9 \cdot 4 - 12 \cdot 3) = 0 \Rightarrow \vec{E} \perp \hat{k}$$

Alltså är det en plan våg. Eftersom $\alpha = \beta$ innebär det att vågen utbreder sig i

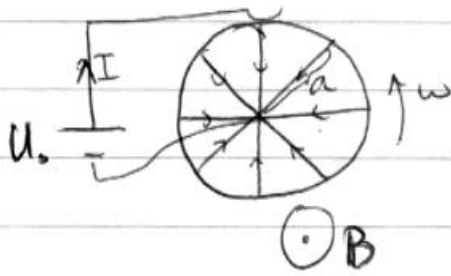
$$\vec{H} = \frac{1}{Z} \hat{k} \times \vec{E} = \frac{1}{Z \cdot 5} \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ 4 & -3 & 0 \\ 9e^{-\gamma\hat{k}\cdot\hat{r}} & 12e^{-\gamma\hat{k}\cdot\hat{r}} & 0 \end{vmatrix} = \frac{1}{Z \cdot 5} (\hat{z} 75 e^{-\gamma\hat{k}\cdot\hat{r}})$$

$$= \hat{z} \frac{15}{Z} e^{-\gamma\hat{k}\cdot\hat{r}} \quad Z = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma}} \quad \gamma = \alpha + j\beta$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{15}{Z} &= \frac{15\sqrt{\sigma}}{j\omega\mu} = \frac{15\sqrt{2\sigma}}{(1+j)\sqrt{\omega\mu}} = \left\{ \alpha = \beta = \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}} = 5 \Rightarrow \sigma = \frac{50}{\omega\mu} \right\} \\ &= \frac{150}{(1+j)\omega\mu} \cdot \frac{(1-j)}{(1-j)} = \frac{(1-j) \cdot 75}{\omega\mu} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Svar: } \vec{H} = \hat{z} \frac{(1-j)75}{\omega\mu} e^{-j(4x-3y)} e^{-(4x-3y)} \quad \text{A/m}$$

4

Hulets radie: a

Krafter på laddningar $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$
 är riktad radieutåt då huleet roterar \Rightarrow
 En rörelse emk induceras riktad utåt.

$$V_{\text{rörelse}} = \int_L \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_{r=0}^a \omega r \hat{\varphi} \times B_0 \hat{z} \cdot \hat{r} dr =$$

$$= \int_{r=0}^a \omega r B_0 \hat{r} \cdot \hat{r} dr = \int_{r=0}^a \omega r B_0 dr = \frac{\omega a^2 B_0}{2}$$

Kirchoffs sp. lag ger $U_0 - V_{\text{rörelse}} = R \frac{I}{n} \Rightarrow V_{\text{rörelse}} = U_0 - R \frac{I}{n}$

$$U_0 - \frac{\omega a^2 B_0}{2} = R \frac{I}{n}$$

$$\Rightarrow I = \frac{n}{R} \left(U_0 - \frac{\omega a^2 B_0}{2} \right)$$

Mekanisk effekt P_{mek} : $P_{\text{mek}} = P_{\text{batteri}} - P_{\text{värme, luster}} =$

$$= U_0 I - n R \left(\frac{I}{n} \right)^2 = I \left(U_0 - R \frac{I}{n} \right) =$$

$$= \frac{n}{R} \left(U_0 - \frac{\omega a^2 B_0}{2} \right) \frac{\omega a^2 B_0}{2}$$

Vridmoment: $P_{\text{mek}} = \omega \cdot T_{\text{mek}}$

$$\Rightarrow T_{\text{mek}} = \frac{P_{\text{mek}}}{\omega} = \frac{n}{R} \left(U_0 - \frac{\omega a^2 B_0}{2} \right) \frac{\omega a^2 B_0}{2}$$

5. Utstrålad effekt:

$$P_{\text{utstrålad}} = \iint R^2 \cdot P(R, \phi, \theta) \cdot d\Omega \quad d\Omega = \sin\theta \, d\theta \, d\phi$$

$$= \int_{\theta=0}^{\frac{\pi}{2}} \int_{\phi=0}^{2\pi} R^2 \cdot P_0 \cos^4\theta \sin^2\phi \sin\theta \, d\theta \, d\phi =$$

$$= R^2 P_0 \int_{\theta=0}^{\pi/2} \cos^4\theta \sin\theta \, d\theta \int_{\phi=0}^{2\pi} \sin^2\phi \, d\phi$$

$$\left| \begin{array}{l} u = \cos\theta \\ du = -\sin\theta \, d\theta \\ \hline \theta \mid 0 \mid \pi/2 \\ u \mid 1 \mid 0 \end{array} \right|$$

$$= R^2 P_0 \int_0^1 u^4 \, du \int_0^{2\pi} \frac{1 - \cos 2\phi}{2} \, d\phi =$$

$$= R^2 P_0 \cdot \left[\frac{u^5}{5} \right]_0^1 \cdot \left(\frac{2\pi}{2} - \underbrace{\int_0^{2\pi} \frac{\cos 2\phi}{2} \, d\phi}_{0} \right) =$$

$$= \underline{\underline{\frac{\pi R^2}{5} P_0}}$$

Antennförstärkning:

$$G_D(\theta, \phi) = \frac{P(R, \theta, \phi) \cdot 4\pi R^2}{P_{\text{utstrålad}}} = \frac{P_0 \cos^4\theta \sin^2\phi \cdot 4\pi R^2}{\frac{\pi R^2}{5} P_0} =$$

$$= 5 \cos^4\theta \sin^2\phi$$

Direktivitet:

$$D = G_D \text{ max} = 5 \quad \left(\theta = 0, \phi = \frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{2} \right)$$