

Tentamen i Elektromagnetisk fältteori för F2.

EEF031 2012-04-25 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 i Elektromagnetisk fältteori
Förfrågningar:	Andreas Fhager, 076-1257012, 031-772 1723
Lösningar:	anslås på kursens hemsida
Resultatet:	anslås i LADOK
Granskning:	Sker på plats och tid annonseras på kurshemsidan
Kom ihåg	Poängavdrag görs för otydliga figurer, utelämnade referensriktningar, dimensionsfel och utelämnade motiveringar.

OBS!

Resultat från **årets** dugga får tillgodoräknas på elektrostatik- (tal 1) respektive magnetostatiktalet (tal 2). Bästa resultatet från duggan eller tentan räknas. Poäng på teoridelen respektive problemlösningsdelen räknas separat. Bonuspoäng från **årets** omgång av webb-frågorna får också tillgodoräknas till tentaresultatet.

Svaren på förståelsedelen skall ges på tesen som skall lämnas in.

Förståelsefrågorna besvaras genom att markera en av rutorna efter varje påstående till höger. En och endast en ruta på varje rad skall markeras.

De tre svarsalternativen (från vänster till höger är) Ja, Vet ej och Nej.

Riktigt svar ger +0,2 poäng oriktigt svar ger -0,2p. Vet ej är neutralt och ger noll poäng. Förståelseuppgifterna ger maximalt 1 poäng och lägst -1 poäng och man kan därför få 1poäng även med ett vet ej svar.

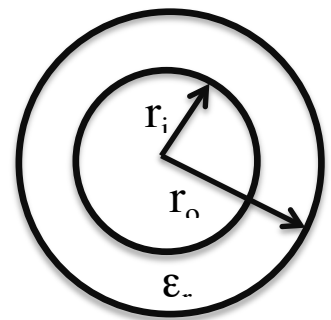
Anonym kod:

(Var vänlig ange den email-adress som används för inlämningsuppgifterna bland den dolda personinformationen på omslaget)

1 (Elektrostatik)

Problemlösningsdel (8 poäng)

a) En kondensator består av två koaxiala metall-cylindrar med radierna $r_i = 5\text{mm}$ respektive $r_o = 9\text{mm}$, se figuren. Mellan cylindrarna finns ett dielektriskt material med en relativ permittivitet som varierar med radien $\epsilon_r(r) = 4 + \frac{6}{r}$, där r mäts i millimeter. Beräkna kapacitansen per längdenhet hos kondensatorn.



Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan räcker ett av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan behövs två av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på Gauss lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att E-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att rotationen av B-fältet är lika med den fria strömtätheten gånger permeabiliteten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Enheten för det elektriska fältet är V (Volt).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den elektriska potentialen är en vektorstorhet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
På stort avstånd från en elektrisk dipol avtar E-fältet som $1/R^2$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
På stort avstånd från en elektrisk dipol avtar potentialen som $1/R^3$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det elektrostatiska fältet i en perfekt ledare är alltid konstant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vakuum har oändligt stor relativ permittivitet, dvs $\epsilon_r = \infty$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
P-fältet spelar ungefär samma roll i elektrostatiken som H-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D-fältet spelar ungefär samma roll i elektrostatiken som M-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potentialen V spelar ungefär samma roll i elektrostatiken som A-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Källan till förskjutningsfältet, \mathbf{D} , är de fria laddningarna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permittivitet hos ett material modelleras med elektriska monopoler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Summan av alla polarisationsladdningar och ytpolarisationsladdningar i ett oladdat objekt är noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

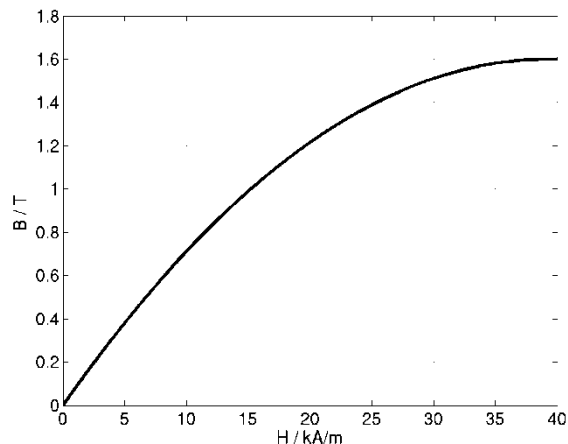
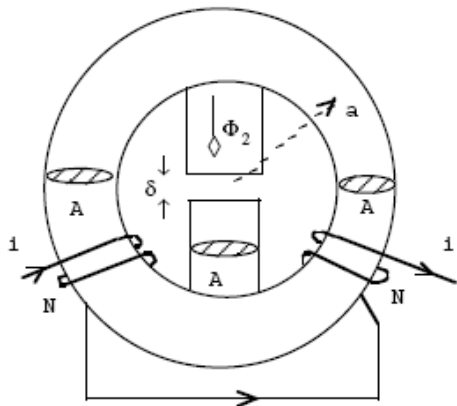
e) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Eftersom divergensen av det elektriska fältet är skilt från noll kan en potential definieras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den elektriska potentialen kan definieras som $E = -\nabla V$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den elektriska potentialen kan definieras som $E = \nabla V$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om permittiviteten för ett dielektriskt material är en i rummet konstant skalär oberoende av fältstyrkan betyder det att materialet är homogent, isotropt och linjärt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för E-fältets tangentialkomponent härleds utifrån divergensen av E-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för E-fältets normalkomponent härleds utifrån att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 (Magnetostatik)

Problemlösningsdel (8 poäng)

a) I en magnetisk krets enligt figuren vill man ha ett magnetiskt flöde $\Phi_2 = 0,56 \text{ mVs}$ genom luftgapet. Beräkna erforderlig ström, om de båda lindningarna är seriekopplade och samverkar i mitt-benet. Luftgapslängden $d = 2 \text{ mm}$, medelradien, $a = 10 \text{ cm}$, tvärsnittsytan för flödet $A = 4 \text{ cm}^2$, antalet lindningsvarv $N = 2000$ varv. Materialet är icke-linjärt och dess magnetiseringskurva finns i nedanstående graf. Gör nödvändiga avläsningar ur figuren för att lösa talet.



Förståelsedel (4 poäng)

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

För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan räcker ett av Maxwells postulat.

För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan behövs två av Maxwells postulat.

Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger **bland annat** på Gauss lag.

Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger **bland annat** på att B-fältet är källfritt.

Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger **bland annat** på att E-fältet är källfritt.

Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger **bland annat** på att rotationen av B-fältet är lika med den fria strömtätheten gånger permeabiliteten.

	ja	?	nej
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan räcker ett av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan behövs två av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på Gauss lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att E-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger bland annat på att rotationen av B-fältet är lika med den fria strömtätheten gånger permeabiliteten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Den magnetiska vektorpotentialen kan definieras tack vare att B-fältet är källfritt.

Den magnetiska vektorpotentialen utanför en strömförande tråd cirkulerar runt tråden.

$\text{Div}(\mathbf{J})=0$ är en konsekvens av att vi betraktar likströmmar.

Om vi använder metoden med virtuella förflyttningar för att beräkna den magnetiska kraften kan både flöde och ström samtidigt hållas konstanta under den tänkta förflyttningen.

Om man håller strömmen konstant blir kraften större än om man håller flödet konstant eftersom batteriet i det fallet levererar energi till systemet för att hålla strömmen konstant.

Om vi håller det magnetiska flödet konstant ska vi ha ett minustecken framför derivatan av energin.

	ja	?	nej
Den magnetiska vektorpotentialen kan definieras tack vare att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen utanför en strömförande tråd cirkulerar runt tråden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\text{Div}(\mathbf{J})=0$ är en konsekvens av att vi betraktar likströmmar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vi använder metoden med virtuella förflyttningar för att beräkna den magnetiska kraften kan både flöde och ström samtidigt hållas konstanta under den tänkta förflyttningen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om man håller strömmen konstant blir kraften större än om man håller flödet konstant eftersom batteriet i det fallet levererar energi till systemet för att hålla strömmen konstant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om vi håller det magnetiska flödet konstant ska vi ha ett minustecken framför derivatan av energin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Lorentzkraften beror både på B- och E-fältet.

Laddningar i rörelse som utsätts för ett B-fält *kan* påverkas av en kraft.

Laddningar som rör sig *parallellt* med B-fältslinjerna utsätts för en kraft.

Laddningar i rörelse som utsätts för ett E-fält påverkas av en kraft.

Laddningar i *vila* som *endast* utsätts för ett B-fält *kan* påverkas av en kraft.

I ett koordinatsystem som följer med en laddning som rör sig vinkelrätt mot B-fältslinjerna kommer $\mathbf{u} \times \mathbf{B}$ att bli noll och därmed påverkas inte laddningen av någon kraft.

	ja	?	nej
Lorentzkraften beror både på B- och E-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laddningar i rörelse som utsätts för ett B-fält <i>kan</i> påverkas av en kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laddningar som rör sig <i>parallellt</i> med B-fältslinjerna utsätts för en kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laddningar i rörelse som utsätts för ett E-fält påverkas av en kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laddningar i <i>vila</i> som <i>endast</i> utsätts för ett B-fält <i>kan</i> påverkas av en kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I ett koordinatsystem som följer med en laddning som rör sig vinkelrätt mot B-fältslinjerna kommer $\mathbf{u} \times \mathbf{B}$ att bli noll och därmed påverkas inte laddningen av någon kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Ett diamagnetiskt material motverkar ett pålagt externt fält.

Ett ferromagnetiskt material motverkar ett pålagt externt fält.

B-fältet i en permanentmagnet som ej utsätts för något externt fält är lika med noll.

H-fältet i en permanentmagnet som ej utsätts för något externt fält är lika med noll.

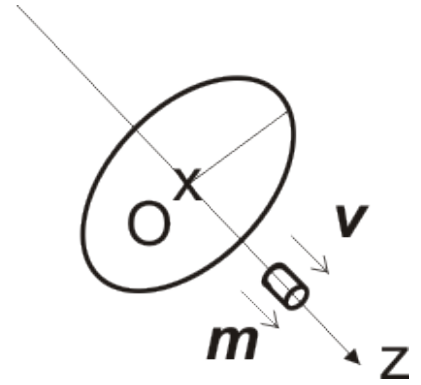
Ju kraftigare magnetisering som önskas i en permanentmagnet desto bredare bör hystereskurvan vara.

I järnkärnan i en transformator är det önskvärt med en bred hystereskurva för att minimera förlusterna.

	ja	?	nej
Ett diamagnetiskt material motverkar ett pålagt externt fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett ferromagnetiskt material motverkar ett pålagt externt fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B-fältet i en permanentmagnet som ej utsätts för något externt fält är lika med noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H-fältet i en permanentmagnet som ej utsätts för något externt fält är lika med noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ju kraftigare magnetisering som önskas i en permanentmagnet desto bredare bör hystereskurvan vara.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I järnkärnan i en transformator är det önskvärt med en bred hystereskurva för att minimera förlusterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Problemlösningsdel (8 poäng)

a) En magnetisk dipol med det magnetiska dipolmomentet $\mathbf{m} = m\hat{\mathbf{z}}$ kan röra sig fritt längs z-axeln. I xy planet finns en tunn metallisk ring med radie a och centrum i origo. Ringen har resistans R och försumbar självinduktans. Den magnetiska dipolen rör sig med konstant hastighet $\mathbf{v} = v\hat{\mathbf{z}}$ längs positiva z-axeln. Vad blir den inducerade strömmen $I(t)$ i ringen till belopp och riktning om dipolen vid tiden $t = 0$ passerar origo, O.



Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan räcker två av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan behövs alla fyra Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten plus tidsderivatan av förskjutningsfältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att B-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att rotationen av E-fältet är lika med minus tidsderivatan av B-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Gauss lag modifieras när man går från elektrostatik till elektrodynamik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amperes lag modifieras när man går från elektrostatik till elektrodynamik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontinuitetsekvationen innehåller samma nollskilda termer i statiken som i dynamiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan använda Lentz lag för att bestämma riktningen på strömmen i en stillastående slinga som befinner sig i ett tidsvarierande magnetfält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lentz lag följer av Faradays lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenz lag säger att en inducerad spänning förstärker förändringen i det pålagda magnetfältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Faradays induktionslag uttrycker att ett elektriskt fält kan genereras utan laddningsseparation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan inducera spänning i en ledare trots att $-dB/dt$ termen i Faradays lag är noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fältet är konservativt vid induktionsproblem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$j\omega$ -metoden för fältberäkningar fungerar bra för harmoniskt varierande fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett komplext uttryck för E-fältet kan innehålla ett tidsberoende.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vågimpedansen för luft är 377 Ohm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Retarderade potentialer kan användas för att beskriva hur fältet från en punktladdning som rör sig breder ut sig i rummet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Retarderade potentialer är en konsekvens av att inget kan färdas snabbare än ljuset.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Retarderade potentialer är lösningar till Poissons ekvation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den retarderade potentialen har formen $A(t-R/c)$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det är praktiskt att använda komplex notation då man beskriver retarderade potentialer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den retarderade potentialen kan endast uttryckas med hjälp av den magnetiska vektorpotentialen, \mathbf{A} .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4

Problemlösningsdel (8 poäng)

En linjärt polariserad, tidsharmonisk plan våg utbreder sig i vakuum i den positiva z-riktningen och har det elektriska fältet $\mathbf{E}(z, t) = E_0 \sin(kz - \omega t)\hat{\mathbf{x}}$. Bestäm motsvarande B-fält, $\mathbf{B}(z, t)$ samt den tillhörande Poyntingvektorn $\mathbf{P}(z, t)$. Hur mycket energi passerar ett mot utbredningsriktningen vinkelrätt tvärsnitt med arean A under tiden Δt ? Antag att Δt är mycket längre än periodtiden hos fältet.

Förståelsedel (4 poäng)

c) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga? ja ? nej

Kontinuitetsekvationen kan härledas från Maxwells fyra postulat.

Utöver Maxwells fyra postulat är kontinuitetsekvationen nödvändig för en fullständig beskrivning av den elektromagnetiska teorin.

Utöver Maxwells fyra postulat är definitionen av elektrisk och magnetisk potential nödvändig för en fullständig beskrivning av den elektromagnetiska teorin.

Utöver Maxwells fyra postulat är definitionen av konstitutiva relationer nödvändig för en fullständig beskrivning av den elektromagnetiska teorin.

Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger **endast** på att rotationen av E-fältet är lika med minus tidsderivatan av B-fältet.

Den grundläggande fysiken i problemlösningsdelen ovan bygger **endast** på att rotationen av B-fältet är lika med den fria strömtätheten gånger permeabiliteten.

d) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga? ja ? nej

Poyntings teorem uttrycker energikonservering.

Poyntingvektorn kan vara tidsberoende.

Poyntingvektorn kan definieras med komplexa B- och E-fält.

Poyntingvektorn har enheten W/m .

Poyntingvektorn kan bara definieras för monokromatiska fält.

Poyntingvektorn kan definieras som tidsmedelvärde eller som momentanvärde.

e) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga? ja ? nej

Fresnels ekvationer härleds från Snells brytningslag.

Totalreflektion sker vid Brewstervinkeln.

Vid beräkning med Snells lag måste man ta hänsyn till vågens polarisering.

Totalreflektion är möjlig då vågen går från ett optiskt tätare till ett optiskt tunnare medium.

Funktionen hos en optisk fiber kan förklaras med fenomenet totalreflektion.

Vinkeln vid vilken totalreflektion inträffar härleds från Fresnells ekvationer.

f) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga? ja ? nej

Ljushastigheten i ett medium beror av permeabiliteten i materialet.

Ljushastigheten i ett medium beror av konduktiviteten i materialet.

Ljushastigheten i ett medium beror av permittiviteten i materialet.

En plan våg har ingen fältkomponent i utbredningsriktningen.

En plan våg kännetecknas av att fälten varierar vinkelrätt mot utbredningsriktningen.

För plana vågor är fälten konstanta vinkelrätt mot utbredningsriktningen.

Problemlösningsdel (8 poäng)

Man har konstruerat en centermatad dipolantenn av längd $2h$ ($h \ll \lambda$).

Amplituden hos den tidsharmoniska strömfördelningen längs antennen kan skrivas som

$$I(z) = I_0 \left(1 - \frac{|z|}{h} \right)$$

a) Visa genom en beräkning hur uttrycken för E- och H-fältet i fjärrfältszonen ser ut.

b) Beräkna antennens strålningsresistans.

Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan räcker två av Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att fullständigt beskriva den grundläggande fysiken i uppgiften ovan behövs alla fyra Maxwells postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten plus tidsderivatan av förskjutningsfältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att E-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att rotationen av E-fältet är lika med minus tidsderivatan av B-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den grundläggande fysiken i uppgiften ovan bygger bland annat på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
En kvartsvågsdipol har ett isotropt strålningsdiagram, dvs den strålar lika mycket effekt i alla riktningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En bra sändarantenn bör ha så hög strålningsresistans som möjligt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Antennen i en GPS mottagare bör ha så låg direktivitet som möjligt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En TV-antenn, av den typ som man brukar se på hustak för mottagning av marksänd TV, är ett exempel på en antenn med hög direktivitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan använda många halvvågsdipoler monterade bredvid varandra för att öka direktiviteten hos sin antennenordning jämfört med om man bara använder en enda halvvågsdipol.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reciprocitet för en antenn betyder att den har samma egenskaper vid sändning som vid mottagning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

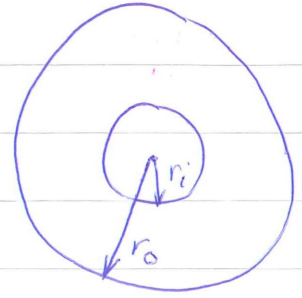
	ja	?	nej
En Hertzdipol är en halv våglängd lång.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen i antennen längs en Hertzdipol kan antas vara konstant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen hos en Hertzdipol är <i>oberoende</i> av strålningseffekten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strålningsresistansen ökar med längden i kvadrat för en Hertzdipol.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En kvartsvågsantenn är ekvivalent med en halvvågsantenn över ett ledande plan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strömmen antas vara noll i änden av en kvartsvågsantenn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
För att Snells lag ska gälla måste permeabiliteten vara samma på båda sidor om gränssytan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells reflektionslag säger att infallande och reflekterande fält har samma vinkel mot gränssytans ytnormal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells brytningslag säger att infallande och transmitterat fält har samma vinkel mot gränssytans ytnormal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells brytningslag härleds genom att betrakta randvillkoren för normalkomponenterna av E- och H-fälten i gränssytan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snells lag används för att beräkna ett värde på Brewstervinkeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalreflektion uppstår då fältet går från ett optiskt tunnare till ett optiskt tätare medium.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

①

$$\left\{ \begin{array}{l} r_i = 5 \text{ mm} \\ r_o = 9 \text{ mm} \\ \epsilon_r = 4 + \frac{6}{r} \end{array} \right.$$



Due to symmetry, \mathbf{E} has only radial component E_r .

Apply Gauss's law to cylindrical surface with the same axis as the two conductors and length l :

$$Q = \oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s}$$

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \left(4 + \frac{6}{r} \right) E_r \hat{r}$$

$$Q = \int_{z=0}^l \int_{\phi=0}^{2\pi} \left(\epsilon_0 \left(4 + \frac{6}{r} \right) E_r \hat{r} \right) \cdot (r d\phi dz \hat{r})$$

$$\rightarrow Q = \epsilon_0 \left(4 + \frac{6}{r} \right) E_r 2\pi r l \Rightarrow E_r = \frac{Q}{2\pi l \epsilon_0 (4r+6)}$$

$$V = - \int_{r=r_o}^{r_i} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_{r=r_o}^{r_i} \frac{Q}{2\pi l \epsilon_0 (4r+6)} \hat{r} \cdot \hat{r} dr$$

$$\rightarrow V = \frac{Q}{8\pi l \epsilon_0} \int_{r=r_i}^{r_o} \frac{dr}{\left(r + \frac{3}{2}\right)} = \frac{Q}{8\pi l \epsilon_0} \left[\ln \left(r + \frac{3}{2} \right) \right]_{r=5}^9$$

$$\rightarrow V = \frac{Q}{8\pi l \epsilon_0} \ln \frac{10.5}{6.5}$$

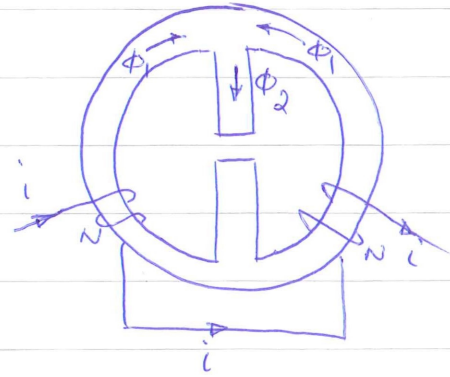
$$\frac{C}{l} = \frac{Q/V}{l} = \frac{8\pi \epsilon_0}{\ln \frac{10.5}{6.5}} \approx 0.463 \text{ nF/m}$$

②

The flux in the airgap is $\Phi_2 = 0.56 \text{ mWb}$ which is equal to the flux in the middle bridge.

Due to the symmetry:

$$2\Phi_1 = \Phi_2 \rightarrow \Phi_1 = 0.28 \text{ mWb}$$



$$\Phi_2 = 0.56 \text{ mWb} \rightarrow B_2 = \frac{0.56 \text{ mWb}}{A} = 1.4 \text{ T}$$

$$B_2 = 1.4 \text{ T} \rightarrow \begin{cases} \text{in air } (H = \frac{B}{\mu_0}) : H_2^{\text{air}} = \frac{1.4 \text{ T}}{\mu_0} = 1.1 \text{ MA/m} \\ \text{in core (use curve)} : H_2^{\text{core}} = 25 \text{ kA/m} \end{cases}$$

$$\Phi_1 = 0.28 \text{ mWb} \rightarrow B_1 = \frac{0.28 \text{ mWb}}{A} = 0.7 \text{ T}$$

$$\xrightarrow{\text{(use curve)}} H_1 = 10 \text{ kA/m}$$

$$\text{Ampere's law} : Ni = H_1 \cdot \pi a + H_2^{\text{core}} \cdot 2a + H_2^{\text{air}} \cdot d$$

$$= 10 \frac{\text{kA}}{\text{m}} \cdot \pi \cdot 10^{-1} \text{ m} + 25 \frac{\text{kA}}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \text{ m} + 1.1 \frac{\text{MA}}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 10361.6 \text{ A}$$

$$N=2000 \rightarrow i = \frac{10361.6}{2000} \approx 5.18 \text{ A}$$

3

Vektorpotentialen från en magnetisk dipol.

$$A(\mathbf{R}_2) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m \times \mathbf{R}_{12}}{R_{12}^3}$$

Källpunkt $\mathbf{R}_1 = z\hat{z}$

Fältpunkt $\mathbf{R}_2 = a\hat{r}$ (På ringen)

$$\text{Då fås } A(\mathbf{R}_2) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\hat{z} \times (a\hat{r} - z\hat{z})}{(a^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{ma\mu_0}{4\pi} \frac{\hat{\phi}}{(a^2 + z^2)^{3/2}}$$

Flödet genom ringen blir

$$\Phi = \oint_{\mathcal{L}} A(\mathbf{R}_2) \cdot d\mathbf{l} = \int_0^{2\pi} A(\mathbf{R}_2) \cdot a\hat{\phi} d\phi = \frac{ma^2\mu_0}{2(a^2 + z^2)^{3/2}}$$

Med $z = z(t) = vt$

Inducerad spänning i slingan $V = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \left(\frac{ma^2\mu_0}{2(a^2 + z^2(t))^{3/2}} \right)$

$$= \frac{3z(t)vm a^2\mu_0}{2(a^2 + z^2(t))^{5/2}}$$

Strömmen i ringen fås nu som

$$I(t) = \frac{V}{R} = \frac{3v^2 t m a^2 \mu_0}{2R(a^2 + v^2 t^2)^{5/2}}$$

Riktningen är $+\hat{\phi}$ för $t > 0$ och $-\hat{\phi}$ för $t < 0$
Fås tex rha Lenz lag.

$$4 \quad \mathbb{E}(z,t) = E_0 \sin(kz - \omega t) \hat{x}$$

H-fältet fås nu från Faradays lag

$$-\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \mathbb{H}(z,t) = \nabla \times \mathbb{E}(z,t) = \hat{y} E_0 \frac{\partial}{\partial z} \sin(kz - \omega t) = \hat{y} k E_0 \cos(kz - \omega t)$$

Detta ger $\mathbb{H}(z,t) = \hat{y} \frac{k E_0}{\mu_0 \omega} \sin(kz - \omega t)$

$$\mathbb{B}(z,t) = \hat{y} \frac{k E_0}{\omega} \sin(kz - \omega t)$$

Poyntingvektorn fås nu som

$$\mathbb{S}(z,t) = \mathbb{E}(z,t) \times \mathbb{H}(z,t) = \hat{x} \times \hat{y} \frac{E_0^2 k}{\mu_0 \omega} \sin^2(kz - \omega t)$$

$$\left\{ k = \frac{\omega}{c}, c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \Rightarrow \frac{k}{\mu_0 \omega} = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \right\} = \hat{z} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 \sin^2(kz - \omega t) =$$

$$= \hat{z} \frac{E_0^2}{Z_0} \sin^2(kz - \omega t)$$

Tidsmedelvärdet av $\sin^2(\omega t - kx)$ är $\frac{1}{2}$

Då fås energin:

$$\text{Energin} = \frac{E_0^2}{Z_0} \cdot \frac{1}{2} \cdot A \cdot \Delta t$$

5 RADIATORS II

CONSIDER A CENTER-FED DIPOLE ANTENNA OF LENGTH $2h$ ($h \ll \lambda$)
 THE AMPLITUDE OF THE TIME HARMONIC CURRENT DISTRIBUTION IS:

$$I(z) = I_0 \left(1 - \frac{|z|}{h}\right)$$

CALCULATE THE EXPRESSIONS OF E, H FIELD IN FAR FIELD ZONE
 CALCULATE THE ANTENNA RADIATION RESISTANCE

From the far field of a elementary current $I dz$, and integrating among $R' \approx R$

$$dE_{\theta} = \gamma_0 dH_{\phi} = j \frac{I dz}{4\pi R'} \frac{e^{-j\beta R'}}{R'} \gamma_0 \beta \sin \theta$$

$$E_{\theta} = \gamma_0 H_{\phi} = j \frac{I \beta \sin \theta}{4\pi R} e^{-j\beta R} \int_{-h}^h \left(1 - \frac{|z|}{h}\right) e^{j\beta z \cos \theta} dz = \frac{j I \beta \sin \theta}{4\pi R} \left[\int_{-h}^h \left(1 - \frac{|z|}{h}\right) e^{j\beta z \cos \theta} dz \right]$$

$$\Rightarrow j \frac{I_0 \gamma_0 \beta \sin \theta}{2\pi R} e^{-j\beta R} \int_{-h}^h \left(1 - \frac{|z|}{h}\right) \cos(\beta z \cos \theta) dz$$

$$= j \frac{I_0 \gamma_0 \beta \sin \theta}{2\pi R} e^{-j\beta R} \frac{1 - \cos(\beta h \cos \theta)}{h \beta^2 \cos^2 \theta} = j \frac{I_0 \gamma_0 \sin \theta}{2\pi R h \beta \cos^2 \theta} e^{-j\beta R} (1 - \cos(\beta h \cos \theta))$$

→ (power) $P_{av} = \frac{1}{2} E_{\theta} H_{\phi}^* = \frac{I_0^2 \gamma_0}{2^2 \pi^2 h^2 \beta^2 R^2} \left(\frac{\sin \theta (1 - \cos(\beta h \cos \theta))}{\cos^2 \theta} \right)^2$

$$P_r = \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} P_{av}(\theta) R^2 \sin \theta d\theta d\phi = \frac{I_0^2 \gamma_0}{4\pi h^2 \beta^2} \int_0^{\pi} \left(\frac{\sin \theta (1 - \cos(\beta h \cos \theta))}{\cos^2 \theta} \right)^2 \sin \theta d\theta$$

$$R_r = \frac{2P_r}{I_0^2} = \frac{\gamma_0}{2\pi h^2 \beta^2} \int_0^{\pi} \left(\frac{\sin \theta (1 - \cos(\beta h \cos \theta))}{\cos^2 \theta} \right)^2 \sin \theta d\theta$$