

Dugga i Elektromagnetisk fältteori för F2.
EEF031 2009-11-21 kl. 8.30-12.30

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: Xuezhi Zeng, 076-274 31 70

Lösningar: anslås på kursens hemsida

Resultatet: anslås på kursens hemsida

Granskning: Plats och tid annonseras på kurshemsidan

Till tentan: Elektrostatiken (tal 1 och 2) och Magnetostatiken (tal 3 och 4) bedöms var för sig och poängen tillgodoräknas separat på tentan. Från duggaresultatet beräknas en procentsats av maxpoängen och respektive tal på tentan kan hoppas över med lika många procent av maxpoängen tillgodo. Om man trots poäng tillgodo från duggan väljer att räkna motsvarande tal på tentan gäller bästa resultatet. Resultat från duggan gäller på ordinarie tenta och de två närmast därpå följande omtentamina. Även teoridel och problemdel räknas separat.

OBS!

Svaren på både problemdel och förståelsedelen skall ges direkt på tesen som skall lämnas in.

Rätt svar i problemlösningssdelen som ej motiveras där en motivering efterfrågas ger noll poäng. Rätt svar men felaktig motivering ger inte heller poäng. Svaren ska få plats på de streckade raderna i tesen.

Eventuella svar på lösblad beaktas ej.

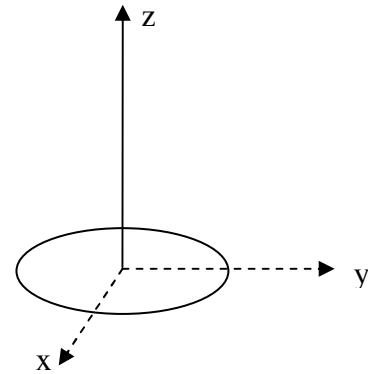
Förståelsefrågorna besvaras genom att markera en av rutorna efter varje påstående till höger. En och endast en ruta på varje rad skall markeras. De tre svarsalternativen (från vänster till höger är) Rätt, Vet ej och Fel. Riktigt svar ger +0.2poäng oriktigt svar ger -0.2p. Vet ej är neutralt och ger noll poäng. Förståelseuppgifterna ger maximalt 1 poäng och lägst -1poäng och man kan därför få 1poäng även med ett vet ej svar.

Personligt ID-nummer:

1

Problemlösningsdel (8 poäng)

- a) En cirkel med radien b är centrerad i origo och har en linjeladdningstäthet ρ_l . Skriv upp en integral för att beräkna elektriska fältet \vec{E} i punkt $(0,0,b)$. Integralen behöver e_j beräknas. (2 poäng)



.....

- b) En sfäriskt symmetrisk laddningsfördelning i vakuum ger upphov till en sfäriskt symmetrisk potential $V(R)$ enligt

$$V(R) = V_0(1 + R^2 / b^2) \text{ för } R \leq b$$

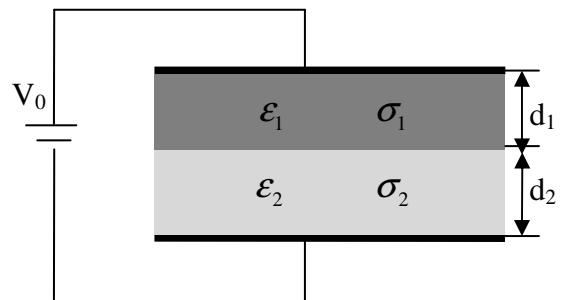
$$V(R) = 0 \quad \text{för } R > b$$

Är motsvarande ytladdningstäthet vid $R = b$ $\rho_s = -\epsilon_0 \cdot \nabla^2 V(R) = -\frac{6V_0\epsilon_0}{b^2}$? Om inte, vad är den? Hur kom du fram till svaret? (3 poäng)

.....

.....

- c) En likspänning V_0 appliceras över en parallellplatta kondensator som har arean S . Utrymmet mellan plattorna är fyllt med två olika ledande dielektriska material med respektive tjocklek d_1 och d_2 , permittiviteter ϵ_1 och ϵ_2 och konduktiviteterna σ_1 och σ_2 enligt figur.



Beskriv i ord hur man beräknar strömtätheten \mathbf{J} i de två materialen. (3 poäng)

.....

.....

.....

Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
I grunden bygger fysiken i uppgift a på ett och endast ett postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på två och endast två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Coulombs lag om kraften mellan två punktladdningar härleds från $\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\epsilon_0$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poissons ekvation är ett av postulaten i elektrostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fältslinjerna går från de negativa laddningarna till de positiva laddningarna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vinkeln med vilken E-fältslinjerna skär ekvipotentialytorna beror på fältstyrkan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I elektrostatiken existerar det E-fältslinjer som beskriver slutna cirkulära banor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrostatiken är en mikroskopisk modell.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
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"/>
Det elektrostatiska fältet i en perfekt ledare är alltid konstant lika med noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vakuum har den relativa permittiviteten $\epsilon_r=0,0$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vatten har en lägre relativ permittivitet än vakuum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

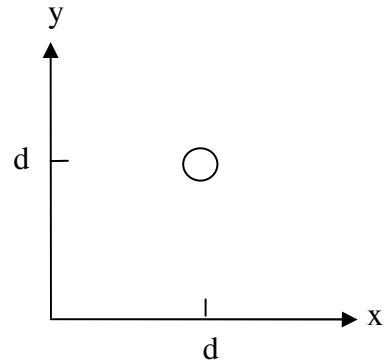
g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Om man definierar den elektrostatiska potentialen är som $E = -\nabla V$ betyder det att den elektriska lägesenergin hos en positiv testladdning minskar då man tillför arbete för att flytta laddningen från en punkt till en annan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En ekvipotentialyta definieras som den yta där E-fältet har konstant storlek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dielektriska egenskaper modelleras med elektriska dipoler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dielektriska material modelleras med fria laddningar som tillförs materialet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I elektrostatiken modelleras perfekt ledande metaller som ekvipotentialytor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrostatiken säger att det på ytan av en metall kan existera tangentiella fältkomponenter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

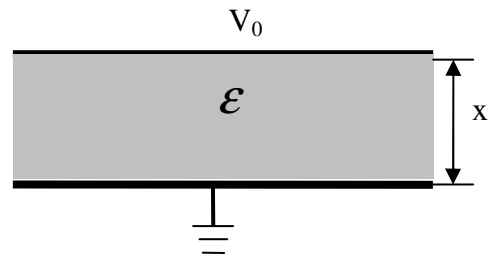
2

Problemlösningssdel (8 poäng)

- a) En lång rak ledare med linjeladdningstätheten ρ_l , radien a och längden L befinner sig på avståndet d ($a \ll d$) från två stora jordade metallplan, se fig. Skriv upp ett uttryck för potentialen på ledarens yta. (3 poäng)



- b) Över en plattkondensator med bredden w , och längden l ligger en spänning på V_0 . Området mellan plattorna är fyllt med ett material med permittivitet ϵ . Beräkna den statiska kraft som verkar på plattorna efter att batteriet har kopplats bort. Ska kraften beräknas med antagande om konstant laddning eller konstant spänning? Motivera ditt svar. (3 poäng)



- c) Vi vill uppskatta resistansen i en platta bestående av två rektangulära och en halvcirkelformad del, se figur. Plattans tjocklek är d och konduktiviteten σ . Vi uppskattar sedan resistansen på följande sätt.

Först beräknas resultatet för en rektangulär del:

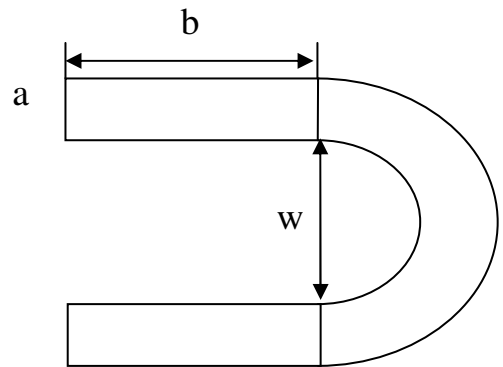
$$R_{re} = \frac{b}{\sigma ad}$$

Sedan beräknas resultatet för den halvcirkelformade delen:

$$R_{cir} = \frac{1}{G_{cir}} = \frac{1}{\int_{\frac{w}{2}}^{\frac{w}{2}+a} \frac{\sigma d}{\pi r} dr} = \frac{\pi}{\sigma d \ln\left(\frac{w+2a}{w}\right)}$$

totala resistansen är: $R_{total} = 2R_{re} + R_{cir} = \frac{2b}{\sigma ad} + \frac{\pi}{\sigma d \ln\left(\frac{w+2a}{w}\right)}$. Ger detta en övre eller

en undre uppskattning av resistansen hos plattan? Motivera ditt svar (2 poäng)



Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
Gauss lag på punktform kan bevisas matematiskt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Att E-fältet är konservativt kan bevisas matematiskt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Potentialen från en kubformad fördelning av negativ laddning avtar som $1/R$ på stort avstånd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det elektriska fältet från en pyramidformad fördelning av negativ laddning avtar som $1/R^2$ på stort avstånd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potentialen från ett oändligt stort plan av homogent fördelad ytladdning avtar som $1/R$, där R är avståndet från planet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potentialen från en godtycklig laddningsfördelning kan beräknas med Poissons ekvation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Speglingsmetoden kan i vissa fall användas för att spegla strömmar i isolerade ytor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den elektriska suseptibiliteten är en materialparameter som relaterar P-fältet till E-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
D-fältet spelar ungefär samma roll i elektrostatisken som M-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P-fältet spelar ungefär samma roll i elektrostatisken som A-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fältet spelar ungefär samma roll i elektrostatisken som B-fältet i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gauss lag i elektrostatisken motsvaras ungefär av Biot-Savarts lag i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för E-fältets tangentialkomponent härleds från Gauss lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randvillkoret för E-fältets normalkomponent härleds från att E-fältet är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

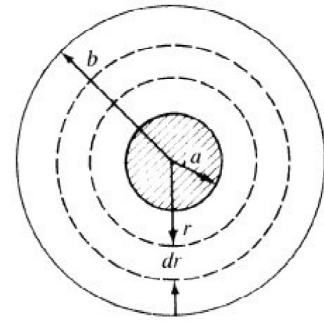
g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Den elektriska potentialen är en vektorstorhet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektriska potentialfält beskrivs alltid av i rummet kontinuerliga funktioner.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-fält beskrivs alltid av i rummet kontinuerliga funktioner.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laddningsfördelningar måste beskrivas av kontinuerliga funktioner för att den elektrostatiske teorin ska gälla.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man kan endast använda Gauss lag för att beräkna innesluten laddning om tillräcklig symmetri finns i problemet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det elektriska fältet har enheten As/Vm .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

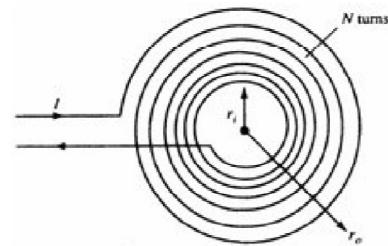
Problemlösningsdel (8 poäng)

- a) En koaxialkabel med tvärsnitt enligt figuren leder en ström i innerledaren som har radien a . Strömfördelningen i innerledaren är inhomogen och kan skrivas $J(r) = J_0 e^{-(a-r)}$. Strömmen leds tillbaka i ytterledaren. Skriv upp ett integraluttryck för att beräkna H-fältet för $r < a$. Integralen behöver ej beräknas. (2 poäng)

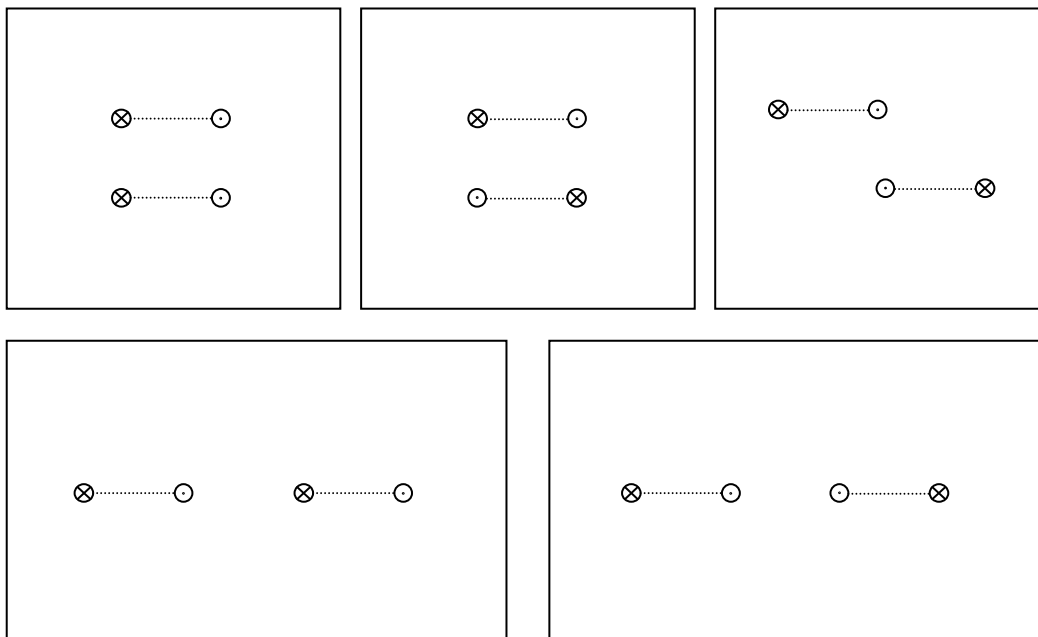


.....
Hur ändrar sig uttrycket för $a < r < b$ och vad är H-fältet för $r > b$. (1 poäng)

- b) En tät lindad plan spole med innerradie r_i och ytterradie r_o har N jämt fördelade lindningsvarv i regionen $r_i < r < r_o$ och leder strömmen I . Beräkna B-fältet i spolens centrum, ange storlek och riktning. Eventuella integraler i uttrycket **ska** beräknas. (3 poäng)



- c) Skissa både magnetfältslinjer och magnetiska vektorpotentialen i följande bilder. Markera även fältets riktning med pilar. Alla bilder visar tvärsnittet hos cirkulära strömslingor i olika konfigurationer med strömmens riktning markerad i spolen. För poäng ska det principiella utseendet på fältlinjerna vara korrekt i hela det markerade kvadratiska området för respektive konfiguration. (2 poäng)



Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
I grunden bygger fysiken i uppgift a på ett och endast ett postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på två och endast två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att rotationen av H-fältet är den fria strömtätheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Joules lag är ett av postulaten i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Normalkomponenten av strömtäthetsfältet är kontinuerligt mellan två material med olika konduktivitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tangentialkomponenten av strömtäthetsfältet är kontinuerligt mellan två material med olika konduktivitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För en given strömfördelning kan Amperes lag alltid användas i magnetostatiken för att beräkna magnetfältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biot-Savarts lag kan endast användas då man integrerar över en sluten slinga.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magnetfältet från en ändligt lång, rak ledare kan beräknas genom att lägga in en Ampreslinga runt ledaren och lösa ut fältet från integralen i Amperes lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Kontinuitetsekvationen för stationär ström följer om man tar divergensen av Amperes lag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ även om vi har tidsvarierande laddningsfördelningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Från $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ kan Kirchoffs strömlag härledas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Från $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ kan Kirchoffs spänningslag härledas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ är en konsekvens av att laddningen är bevarad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konduktiviteten σ har enheten Sm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

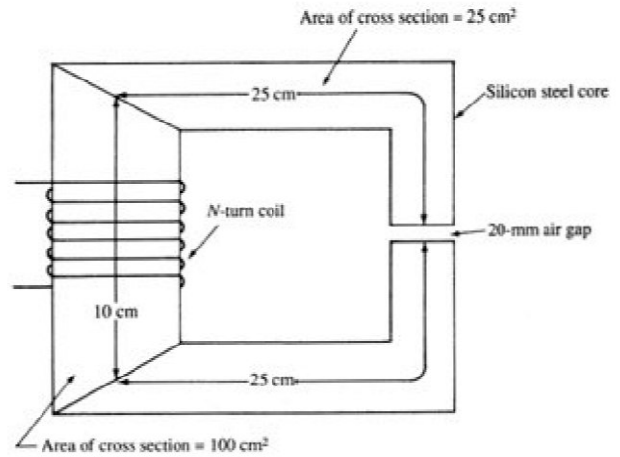
g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Randvillkoret för B-fältets normalkomponent härleds från att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B-fältets tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H-fältets tangentialkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H-fältets normalkomponent är kontinuerlig i gränsen mellan två material.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En laddad partikel som rör sig i ett i tiden konstant magnetfält ökar sin hastighet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4

Problemlösningsdel (8 poäng)

- a) I bilden till höger finns en magnetisk krets avbildad. Uppgiften är att bestämma antalet lindningsvarv, N , för att den magnetiska flödestätheten i luftgapet ska bli $B=1.0$ T. Strömmen i spolen är begränsad till 10 A. Till höger finns även järnets magnetiseringskurva, dvs relation mellan B- och H-fältet. Nedan finns ett lösningsförslag för att beräkna, N .



Luftgapet har reluktansen: $\mathcal{R}_{air} = 6.36 \cdot 10^6 H^{-1}$.

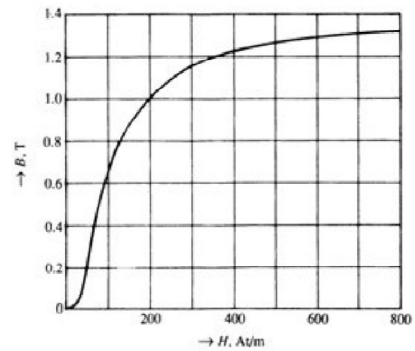
Det magnetiska flödet i kretsen är

$\Phi = 1.0 \cdot 25 \cdot 10^{-4} = 2.5 \cdot 10^{-3} Wb$. Grafen ger att vid $B = 1.0$ T är $H = 200$ A/m. I den 10 cm långa delen är flödet fortfarande $\Phi = 2.5 \cdot 10^{-3} Wb$ så därmed är B-fältet där $B = \frac{2.5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-4}} = 0.25 T$. Detta motsvarar ett H-fält $H=70$ A/m enligt diagrammet.

Nu kan vi slutligen lösa ut antalet lindningsvarv N som:

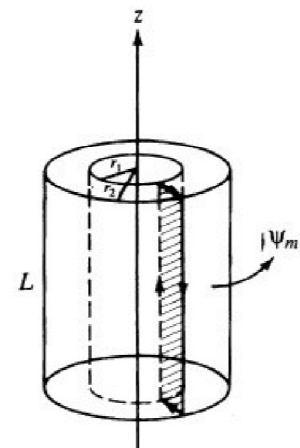
$$N = \frac{1}{I} [6.36 \cdot 10^6 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3} + 200 \cdot 0.5 + 70 \cdot 0.1] = \{med I = 10\} = 1602$$

Är lösningen korrekt? Motivera ditt svar. Om du tycker lösningen är felaktig, hur ska den korrigeras för att ge rätt svar? (3 poäng)



- b) Hur mycket magnetisk energi finns upplagrad i ovanstående krets? Svara med ett numeriskt värde. (2 poäng)

- c) I ett cylindriskt utrymme $r_1 < r < r_2$ finns den magnetiska vektorpotentialen $\mathbf{A} = -k \ln r \hat{\mathbf{z}}$, där k är en konstant. Vad är det magnetiska flödet i området $r_1 < r < r_2$ (som är markerat i figuren)? Eventuella integraler ska beräknas. (3 poäng)



Förståelsedel (4 poäng)

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

	ja	?	nej
I grunden bygger fysiken i uppgift a på ett och endast ett postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på två och endast två postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Gauss lag och på att E-fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på Amperes lag och på att B-fältet är källfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att källan till D-fältet är den fria laddningstätheten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I grunden bygger fysiken i uppgift a på att B-fältet är divergensfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
En laddning som ligger i vila i ett magnetfält påverkas av en kraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En laddning som rör sig i ett magnetfält utsätts för en kraft motriktad rörelseriktningen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En laddning som rör sig i ett elektriskt fält utsätts för en kraft vinkelrätt mot E-fältslinjerna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen är en skalär storhet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska vektorpotentialen kan definieras tack vara att B-fältet inte är konservativt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man väljer ofta $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ i magnetostatiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Magnetiseringsfältet härleds genom att summera magnetiska dipoler i en liten volym ΔV .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett homogent magnetiserat material har en magnetiseringsströmtäthet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett homogent magnetiserat material har en magnetiseringsytströmtäthet.	<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"/>
Den magnetiska susceptibiliteten beskriver sambandet mellan M-fältet och B-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den magnetiska permeabiliteten beskriver sambandet mellan M-fältet och H-fältet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

	ja	?	nej
Permanentmagneter har ett permanent magnetiseringsfält \mathbf{M} .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En permanentmagnet kan ses som ett homogent material där magnetiseringsvektorn pekar åt samma håll i alla delar av materialet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I en permanentmagnet vill man ha ett magnetiska material med en bred hystereskurva.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arean innanför den magnetiska hystereskurvan motsvarar energin som går åt vid omorientering av de magnetiska domänerna då man lägger på ett externt fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett ferromagnetiskt material har ett linjärt samband mellan B- och H-fälten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ett diamagnetiskt material motverkar ett pålagt externt fält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$$a) \vec{E} = \int_{\varrho=0}^{2\pi} \frac{b\rho_c(-b\hat{r}+b\hat{z})}{4\pi\epsilon_0(b^2)^{3/2}} d\varrho = \int_{\varrho=0}^{2\pi} \frac{\rho_c(-\hat{r}+\hat{z})}{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 b} d\varrho = \int_{\varrho=0}^{2\pi} \frac{\rho_c \cdot \hat{z}}{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 b} d\varrho$$

b) No the calculated result is not surface charge density. It is volume charge density instead. The surface charge density is calculated as following:

Volume charge density:

$$\rho_v = -\epsilon_0 \nabla^2 V = -\frac{6V_0\epsilon_0}{b^2}$$

Then the total volume charge is:

$$Q_v = \rho_v \cdot \frac{4\pi b^3}{3} = -8\pi bV_0\epsilon_0$$

Since $V(R)=0$ for $R>b$. then $E = -\nabla V = 0$ for $R>b$

According to Gauss law. the total charge in such a system is zero. which is:

$$Q_{\text{total}} = Q_v + Q_s = 0 \quad [Q_s \text{ is the total surface charge}]$$

$$Q_s = -Q_v = 8\pi bV_0\epsilon_0$$

The surface charge density: $\rho_s = \frac{Q_s}{4\pi b^2} = \frac{2V_0\epsilon_0}{b}$

★ The surface charge can also be calculated based on boundary condition.

$$\rho_s = \hat{n} \cdot (\vec{D}_1 - \vec{D}_2)$$

c)
$$\begin{cases} E_1 d_1 + E_2 d_2 = V_0 \\ \sigma_1 E_1 = \sigma_2 E_2 \quad [J_{1n} = J_{2n}] \end{cases}$$
 for calculating the E field in two mediums

Then the current density:
$$J = \sigma_1 E_1 = \sigma_2 E_2$$

2 a) According to image theory

$$V = \frac{\rho_1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{1}{r_2} + \frac{\rho_1}{2\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{2d}{a} \right) = \frac{\rho_1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{E_2 d}{a}$$

b) The static force should be calculated based on fixed charge since the battery was taken away.

$$W_e = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} Q(E_1 d_1 + E_2 d_2)$$

$$= \frac{1}{2} Q [E_1 (x-d) + E_2 d]$$

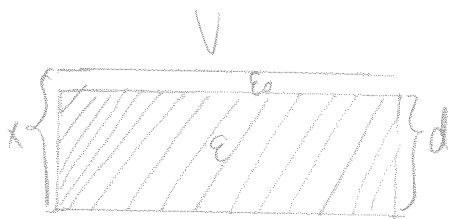
$$= \frac{1}{2} Q \left[\frac{Q}{wL\epsilon_0} (x-d) + \frac{Q}{wL\epsilon d} \right]$$

$$F = - \frac{dW_e}{dx} \Big|_Q = - \frac{1}{2} \frac{Q^2}{wL\epsilon_0}$$

Initial condition: $Q = \frac{V_0}{d} \epsilon \cdot wL$

$$F = - \frac{1}{2} \frac{V_0^2}{d^2} \frac{\epsilon^2}{\epsilon_0} wL$$

c) The calculation is based on equipotential surface approximation, which results a lower boundary of the resistance.



3a) Ampères lag ger för r < a $H_{\varphi} = \frac{1}{2\pi r} \int_0^r J_0 e^{-(a-r')} 2\pi r' dr'$

För a < r < b: $H_{\varphi} = \frac{1}{2\pi r} \int_0^a J_0 e^{-(a-r')} 2\pi r' dr'$

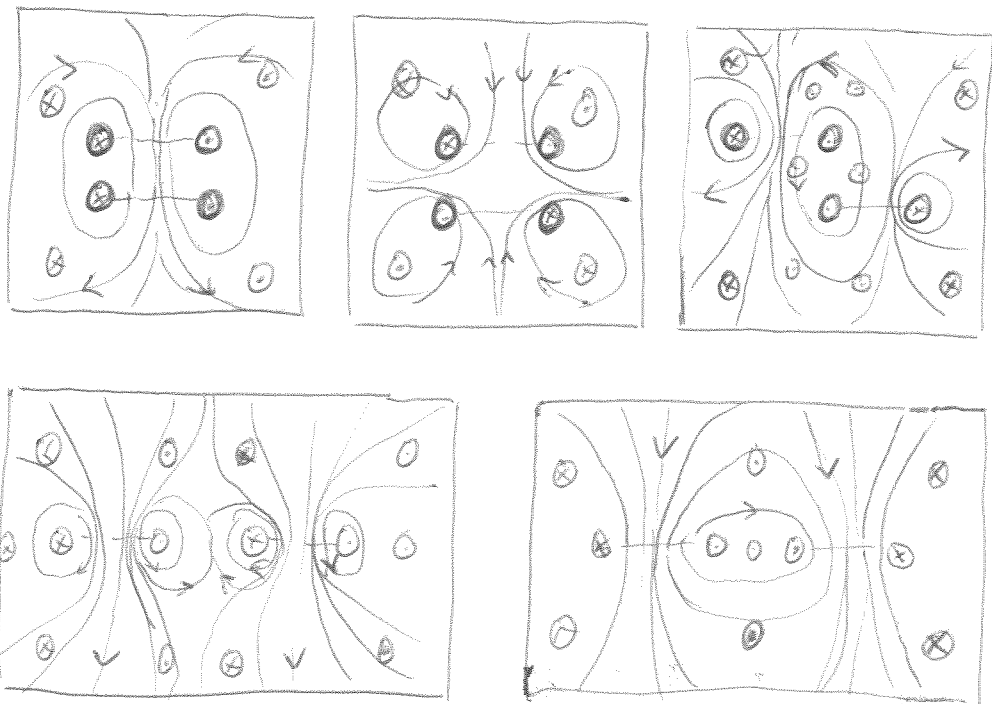
För r > b $H_{\varphi} = 0$ ty innesluten ström i Ampères lag $I = 0$

b) Integrera från resultatet från uttrycket på B-fältet från cirkulära slingor med varierande radie

Antag vidare att ström titheten i spolen är konstant $J_s = \frac{N \cdot I}{r_0 - r_i}$

Då får $B = \frac{\mu_0 N I}{2(r_0 - r_i)} \int_{r_i}^{r_0} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 N I}{2(r_0 - r_i)} \ln \frac{r_0}{r_i}$

c)



4a) Lösningen är korrekt. Vi gör antagandet att det magnetiska flödet i kretsen är konstant. (Dvs inget flöde utanför kretsen och inget läcker ut)
Sedan löser vi successivt för B- och H-fälten via det icke lineära sambandet. Sist uppfyller vi Ampères lag genom att räkna med reluctansuttryck.

$$b) \frac{1}{2} \int_{\text{v}} \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} dV = 20 \text{ J}$$

$$c) \phi = \int_0^L (-k \ln r_1) dz + \int_L^0 (-k \ln r_2) dz = kL \ln \frac{r_2}{r_1}$$