

Detta material innehåller tentamen, ett formelblad samt ett kursutvärderingsblad. När du är klar med tentamen, var god och riv ut kursutvärderingen, fyll i den och lämna den separat till tentavakten. Materialet behandlas anonymt och skall vara grund för utvärdering av kursen.

Chalmers Tekniska Högskola
Tillämpad Fysik
Igor Zoric

2003-05-27

Tentamen i FFY 600; Fysik för Ingenjörer 2 – Elektricitet, Magnetism och Optik

Tid och plats: Tisdagen, 27/5 kl 8.45-12.45 i VV

Examinator: Igor Zoric, tel: 031-7723371, 0733-661232

Hjälpmedel: Typgodkänd räknedosa och utdelad formelsamling

Bedömning: Uppgifterna ger tillsammans högst 60 poäng. Poäng från inlämningsuppgifter adderas till tentamenspoängen. För godkänt krävs minst 30 poäng, för betyg 4 krävs 40 poäng och för betyg 5 krävs 50 poäng.

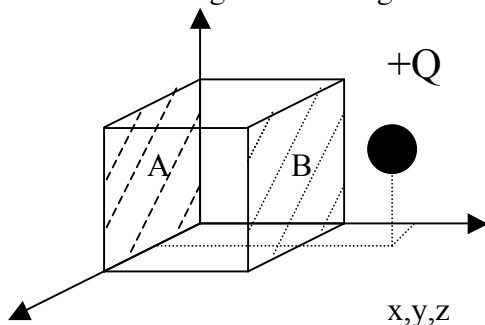
Lösningar: Finns på kursens hemsida omedelbart efter skrivningens slut.

Rättningsprotokoll: Anslås senast 11 juni

Rättningsgranskning: Tisdagen den 12 juni kl 12-13 i rum 5112 i Forskarhuset Fysik.

Elektrostatik (10p totalt)

1.1 Kuben i figuren är belägen i det elektriska fältet från laddningen $+Q$ i figuren.



Är följande påstående sant eller falskt:

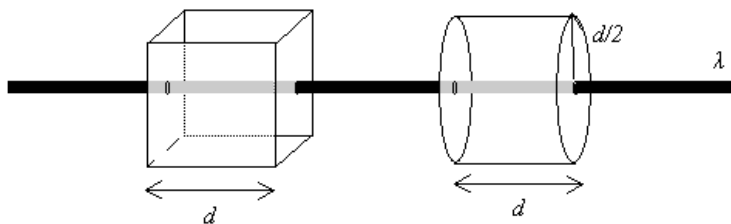
Storleken på det elektriska flödet genom sidan A är densamma som storleken på flödet genom sidan B. Välj ett svar och ge motivering:

(a) ☒ Sant

(b) ☐ Falskt

(1p)

1.2 I figuren nedan visas två Gaussiska ytor kring en oändligt lång stav med jämnt fördelad laddning med linjär laddningstäthet λ . Första ytan är en kub med sidan d . Den andra ytan är en cylinder med längden d och basradien $d/2$, med axeln längs med staven.



Vilket av följande påståenden beskriver förhållandet av storleken på elektriska nettoflödet genom de två ytorna korrekt? Välj ett svar och motivera.

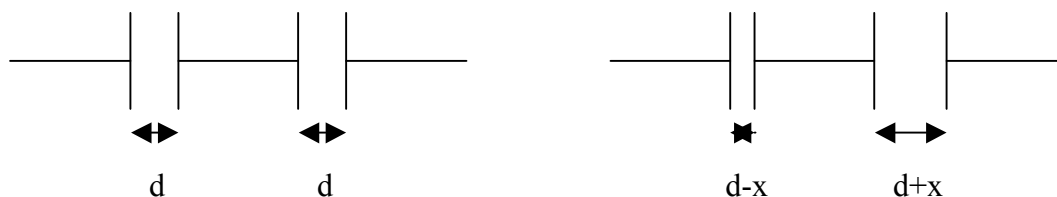
(a) $\Phi_{\text{kub}} < \Phi_{\text{cylinder}}$

(b) $\Phi_{\text{kub}} = \Phi_{\text{cylinder}}$

(c) $\Phi_{\text{kub}} > \Phi_{\text{cylinder}}$

(2p)

1.3 Fyra identiska, väldigt stora, parallella plattor kopplas så att de bildar två kondensatorer i serie. Plattorna i de bägge kondensatorerna är initialt separerade med avståndet d . Vilken påverkan på den **totala** kapacitansen kommer det få att flytta de två mellersta plattorna avståndet $x < d$ till vänster i figuren? (dvs. att den vänstra kondensatorn har avståndet $d-x$ mellan plattorna medan motsvarande avstånd på den högra är $d+x$).



Välj ett eller flera korrekta svarsalternativ och motivera ditt svar.

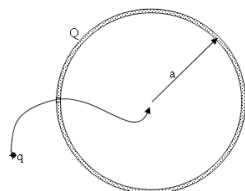
(a) Ingen påverkan på den totala kapacitansen

(b) Den totala kapacitansen kommer att öka då plattorna flyttas

(c) Den totala kapacitansen kommer att minska då plattorna flyttas

(3p)

1.4 Betrakta ett tunnvägigt ledande sfäriskt skal med radie $a = 4$ cm. I väggen finns ett litet hål (som inte påverkar det elektriska fältet någonstans i rummet), på sfärens vänstra sida, som visas i figuren nedan. Sfären har en nettoladdning $Q = +7$ C jämnt fördelad över ytan. En laddning, $q = +3$ C, är belägen på ett avstånd av 5 cm från sfärens mittpunkt.

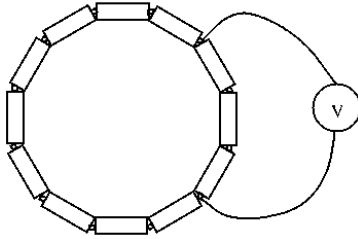


a) Vad är potentialen på sfärens yta om vi antar att laddningen $+q$ inte är närvarande, dvs. den finns på ett oändligt avstånd från sfären. Potentialen i oändligheten definieras som noll. b) Beräkna nu arbetet som erfordras för att förflytta laddningen $q = +3$ C från avståndet 5 cm från sfärens mittpunkt, genom det lilla hålet, till sfärens mittpunkt.

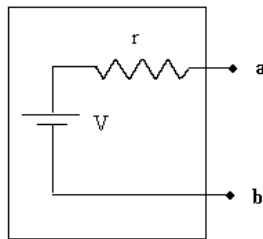
(4p)

Likströmskretsar (15p totalt)

2.1 12 identiska 1 V batterier med det interna motståndet R kopplas i en krets enligt figuren nedan. Vilken spänning kommer voltmetern visa om man antar att voltmeterns interna motstånd är oändligt stort? 4p)

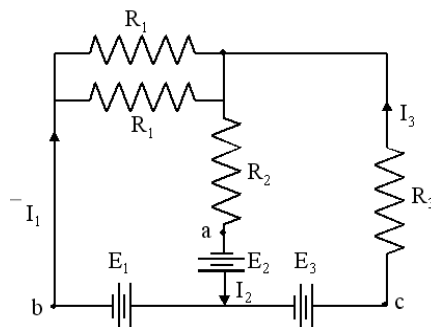


2.2 Denna modell av ett riktigt batteri [innehållande (i) ett "idealt" batteri som under alla omständigheter bibehåller potentialskillnaden V mellan terminalerna och (ii) ett internt motstånd r] genomgår en serie tester. När de två terminalerna **a** och **b** kortsluts mäts strömmen $I=2,5$ A i ledningen som förbinder de två terminalerna. När en $10\ \Omega$ resistor kopplas in mellan terminalerna mäts en ström $I=2.0$ A i den resistorn.



- Vilken ström kommer att kunna mätas ifall en $20\ \Omega$ resistor kopplas mellan terminalerna **a** och **b** i detta riktiga batteri?
- Beroende på vilket motstånd (om något) som kopplas mellan terminalerna **a** och **b**, kan potentialskillnaden mellan terminalerna komma att variera. Vad är den största potentialskillnaden som kan åstadkommas mellan **a** och **b**? (5p)

2.3 a) För denna krets, vilken av följande ekvationer gäller **inte**? Välj ett svar och motivera ditt svar.



- $E_1 + R_1 I_1 + I_2 R_2 - E_2 = 0$
- $E_1 + (R_1/2) I_1 - R_3 I_3 + E_3 = 0$
- $E_2 - R_2 I_2 - R_3 I_3 + E_3 = 0$

(3p)

b) Vilken av följande är en **gällande** Kirchhoff strömekvation för kretsen ovan?

(i) $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

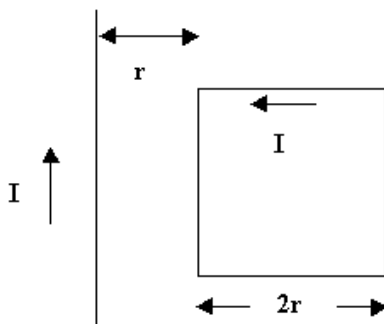
(ii) $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

(iii) $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

(3p)

Magnetism (10p totalt)

3.1 En kvadratisk ledande ögla är belägen på avståndet r till höger om en oändlig lång ledning, som bär strömmen $I=20\text{A}$. Den kvadratiske ögla har sidan $2r$ och bär samma ström I (moturs)



a) Vad är storleken på nettokraften som verkar på ögla? (4p)

b) Är kraften från den långa ledningen på ögla repulsiv eller attraktiv? (2p)

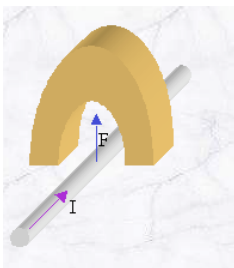
c) Strömmen i den långa ledningen stängs av. Vilken påverkan har detta på strömmen i ögla? Välj ett svar och ge motivationen (2p)

(i) Ingen påverkan

(ii) Ökar storleken på strömmen i ögla

(iii) Minskar storleken på strömmen i ögla

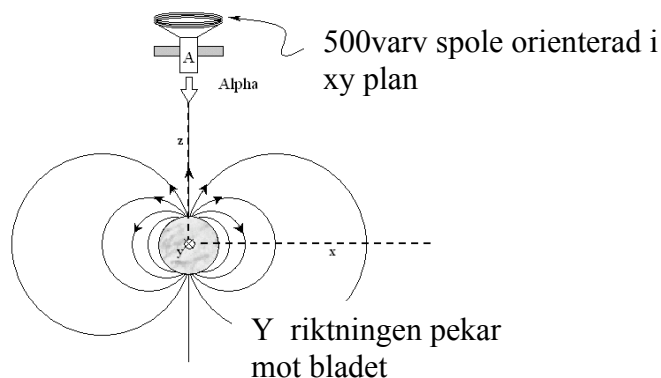
3.2 Figuren visar en strömbärande ledning som passerar i mellanrummet på en hästskoformad magnet. Den magnetiska kraften F som utövas på ledningen är riktad uppåt. Vilken ände på magneten är nordpol och vilken är sydpol? Motivera dina svar. (2p)



Faradays lag (15p totalt)

4.1 Rymdsonden *Alpha* närmar sig planeten XX27 **med konstant hastighet** längs banan som visas i figuren. *Alpha* färdas i - z-led, precis över en av planetens magnetiska poler. Planetens svaga magnetiska fält **längs med *Alphas* bana** är $\mathbf{B} = (2 \times 10^{17} / r^3) \mathbf{z}$ Tesla. (där r är avståndet från planetens mitt)

Figuren av rymdsonden är inte skalenlig.



Rymdfarkosten bär en platt cirkulär spole med 1 meters radie och 500 varv av ledning för att mäta (förändringar i) magnetiska fält. Det totala motståndet av 500-varvs spolen är $2 \, \Omega$. Spolens plan är riktat **vinkelrätt** mot z-axeln.

a) Är detta ett korrekt påstående: När sonden *Alpha* åker ner mot planetens yta, induceras en ström i spolen som genererar ett magnetfält vars z-komponent är **negativ (riktat i -z riktningen)** i spolens mitt. Välj ett svar och motivera ditt svar.

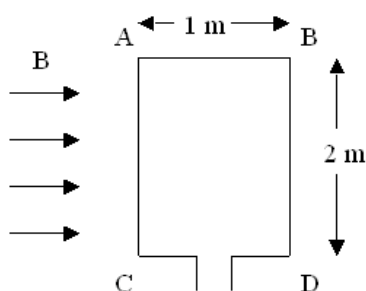
(i) ☒ Sant

(ii) Falskt

(4p)

b) *Alpha* åker ner mot planetens yta förbi $r = 1 \times 10^7$ meter. Planetens magnetiska fält på den farkosten i rörelse växer med tiden så att $|dB/dt| = 3 \times 10^{-7}$ Tesla per sekund. Vilken ström induceras i *Alphas* 500-varvs, 1-meter-radie, $2\text{-}\Omega$ spole? (4p)

4.2 En ledande ögla roteras manuellt med konstant $\omega = 30$ rad/s. Vid ögonblicket som visas i figuren kommer sidan AC ut från bladet medan sidan BD åker in i bladet. Det finns ett konstant magnetiskt fält $B = 0.4$ T som är riktat till höger i figuren och ögla har ett motstånd på $5 \, \Omega$.



a) Vid ögonblicket i figuren kommer strömmen i öglan att vara riktad (välj ett svar och motivera ditt svar)

(i) ☐ nedurs

(ii) ☐ moturs.

(iii) ☐ ingen ström induceras.

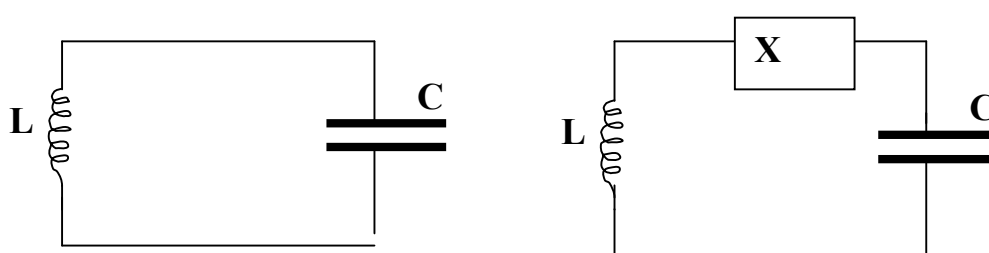
(3p)

b) Vilken är den inducerade strömmen i ögonblicket då öglan har roterats 45° från positionen i figuren?

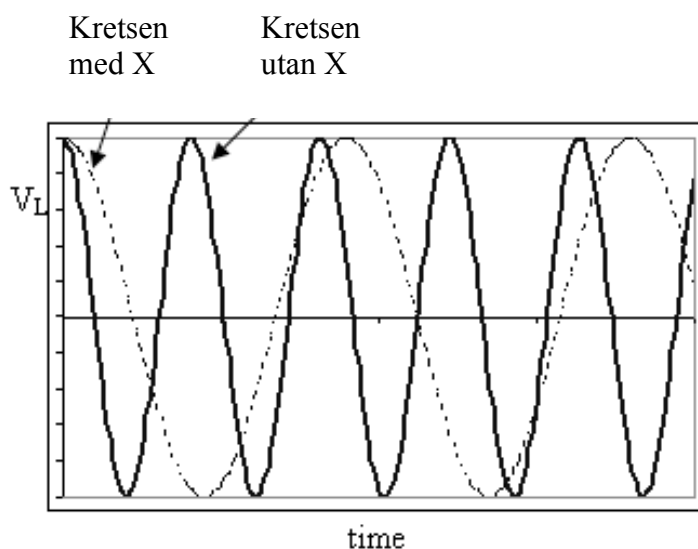
(4p)

Växelströmskretsar (10p)

Betrakta följande två kretsar i figuren nedan. De är identiska förutom tillskottet av ett okänt element X. Båda kretsarna börjar med en positiv laddning $+Q$ på den övre plattan i kondensatorn och laddningen $-Q$ på den nedre vid $t=0$.



Grafen nedan beskriver spänningen över spolen, V_L med och utan X. Vilken typ av kretselement är X? Välj ett alternativ och motivera ditt svar.



(a) ☐ Motstånd

(b) ☐ Spole

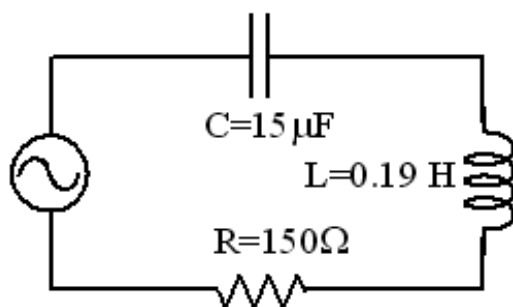
(c) ☐ Kondensator

(d) ☐ Motstånd i serie med kondensator ☐

(e) ☐ Motstånd i serie med spole ☐

(5p)

6. Betrakta AC-kretsen nedan. Strömmen genom generatorn är $I(t) = 2.5 \sin(377 t)$ A.



- a) Beräkna V_C , toppspänningen över kondensatorn.
 - b) Beräkna U_L toppenergin lagrad i spolen.
 - c) Beräkna V_{gen} toppspänningen över generatorn.
 - d) Beräkna spänningen över spolen vid tiden $t=0$.
- (5p)

Lycka till! Igor