

Dugga nr 2 inom kursen Elektromagnetism 12 hp
Fredag 17 februari 2012, kl.10.15 – 12.00

Motiveringar, förklaringar och beräkningar kan vara kortfattade, men måste vara tillräckligt utförliga för att tillåta en bedömning. Svar skall markeras med understrykning eller liknande. Glöm ej att ange eventuell sort! Erhållna poäng räknas om till tentamenspoäng (bonus) vid ordinarie tentamenstillfälle omedelbart efter kursen. Hjälpmedel: kalkylator, Physics Handbook, lärobok (K.Hultqvist) och Översikt och sammanfattning (version 4).

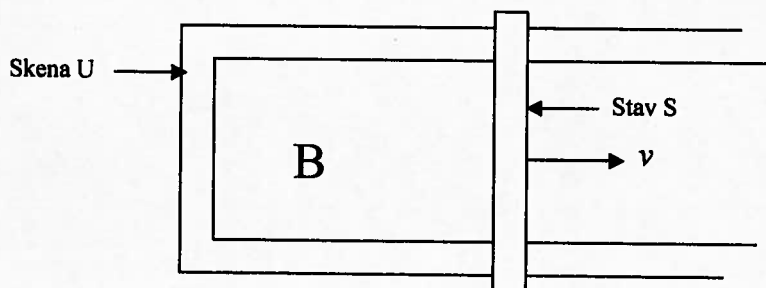
$$\epsilon_0 \approx 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$$

Lycka till! / D.L.

1. a) Två metallringar ligger bredvid varandra på ett bord. Om en ström plötsligt börjar cirkulera medurs (sett ovanifrån) i den ena ringen, vilken riktning (medurs eller moturs, sett ovanifrån) får den inducerade strömmen i den andra ringen? Motivera svaret med hjälp av kända lagar och en lämplig figur. (1 p)

2. Nedanstående figur visar den välbekanta anordningen med en ledande stav S som med en konstant hastighet v glider längs en U-formad ledande skena U . Ett homogent, konstant magnetfält B är riktat vinkelrätt in i papperet. Staven och vänstra delen av skenan bildar en strömkrets, i vilken går en inducerad ström.

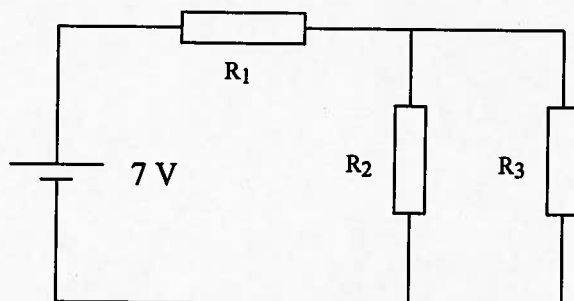
Rita av figuren. Markera *strömriktningen* samt *riktningen hos de elektriska fälten* i skenan och staven. Du kan bortse från Hall-effekten, dvs anta att fälten är riktade längs med skena respektive stav. Motivera svaret kortfattat med hjälp av kända lagar och fysikaliska argument. (1 p)



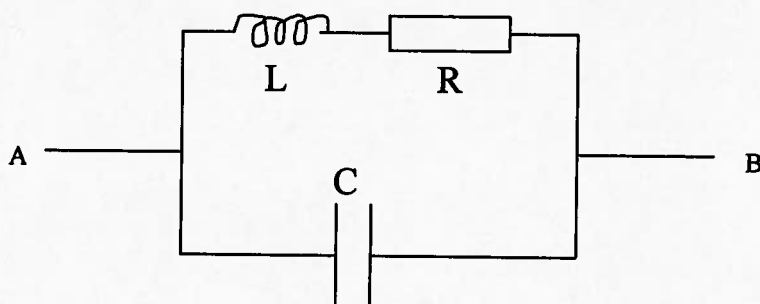
3. En kvadratisk strömslinga med sidan 10 cm är orienterad så att dess *plan* (obs!) bildar vinkeln 30° relativt ett homogent magnetiskt fält med styrkan 0.25 T. Plötsligt kastas fältet om, dvs fältets riktning ändras med 180° . Beräkna ändringen av det magnetiska flödet genom slingan. (1 p)

4. En cirkulär spole med 120 varv har diametern 4.0 cm. Genom spolen går en ström på 4.5 A.
a) Beräkna beloppet av spolens magnetiska dipolmoment (0.5 p)
b) Beräkna beloppet av det maximala vridmoment som kan verka på spolen i ett magnetfält med styrkan 0.1 T. (0.5 p)

5. Ett batteri med den elektromotoriska spänningen 7 V och försumbar inre resistans är sammankopplad med tre resistanser $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$ och $R_3 = 6 \Omega$ så som visas i nedanstående figur. Beräkna strömmen genom vart och ett av motstånden. (1 p)



6. Beräkna den komplexa impedansen Z mellan anslutningarna A och B vid resonansfrekvensen $\omega = (1/LC)^{1/2}$. (1 p)



NEDANSTÄENDE PROBLEM INGÅR ED I DUGGAN.

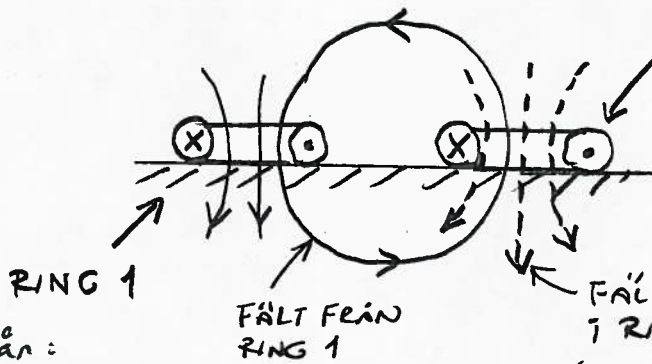
7. En plattkondensator har tillverkats på så sätt att två metallplattor, vardera en kvadrat med ytan 1 m^2 , har pressats mot varandra på ömse sidor av ett pappersark, likaså en kvadrat med ytan 1 m^2 och med tjockleken 0.1 mm. Papperet har den relativa dielektricitetskonstanten = 5. Över kondensatorn läggs en spänning på 100 V. Beräkna den totala resulterande bundna ytladdningen på vardera sidan av pappersarket. (Ledning: den elektriska fältstyrkan E får du ju enkelt ...)

(1 p)

8. En toroidspole har tillverkats på så sätt att en isolerad ledningstråd har lindats 200 varv kring en smal toroidformad kärna av mjukjärn. Toroidens radie är 10 cm. Järnet har en relativ permeabilitet = 300. Man låter en ström på 1 A gå igenom ledningstråden. Beräkna beloppet av magnetiseringen M i järnkärnan. (1 p)

LÖSNINGAR DUGGA 2 (2012)

1



RING 2

INDUCERAD STRÖM I ANDRA RINGEN MÅSTE VARA RIKTAD ÅT SAMMA HÅLL (MEGERS)

RING 1

FÄLT FRÅN RING 1

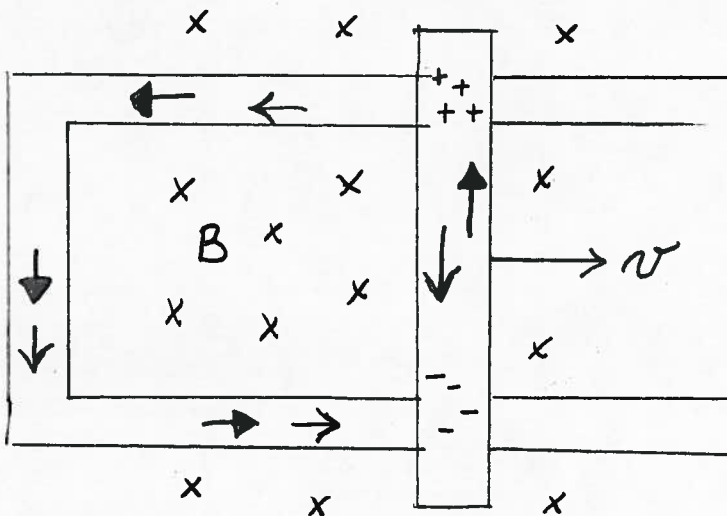
FÄLT FRÅN INDUCERADE STRÖMMEN I RING 2

(RIKTAT FÖR ATT BROMSA FLÖDESÄNDRINGEN I RING 2, ENL. FARADAYS LAG).

Ovanifrån:



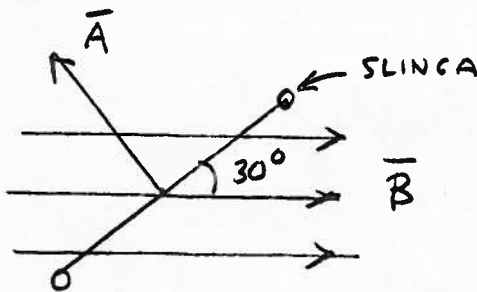
2



→ STRÖM
(ENL. FARADAYS LAG - GER B-FÄLT SOM MOTVERKAR ÖKAD FLÖDET)

→ ELEKTRISKT FÄLT
(RIKTAT FRÅN POSITIV LADDNINGSKONCENTRATION MOT NEGATIV, SÅ LEDES MOTRIKTAD STRÖMMEN I STAVEN)

3



FLÖDE FÖRE OMKASTNINGEN:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

$$A = 1 \text{ dm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$$

$$B = 0.25 \text{ T}$$

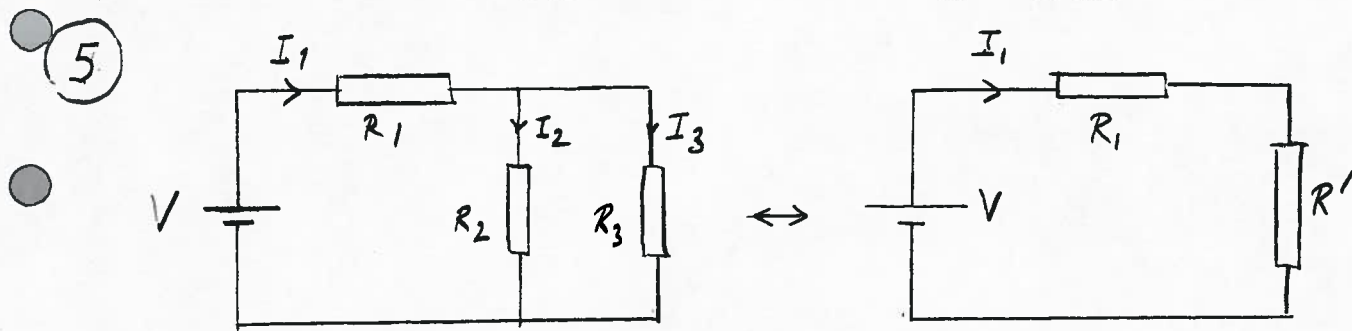
$$\therefore \Phi = 0.25 \cdot 0.01 \cdot \cos 120^\circ =$$

$$= -0.25 \cdot 0.01 \cdot 0.5 = \underline{\underline{-1.25 \cdot 10^{-3} \text{ Tm}^2}}$$

FLÖDE EFTER OMKASTNINGEN ÄR SAMMA MEN MED OMVÄNT TECKEN, SÅ FLÖDESÄNDRINGEN BLIR $\Delta\Phi = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ Tm}^2$

④ a) $\vec{m} = I \cdot \vec{A}$ DÄR $I = N \cdot i$ ($N =$ ANTAL VARV) OCH
 $A = |\vec{A}| = \pi R^2$ ($R =$ RADIEN), ALLTSÄ
 $m = |\vec{m}| = N \cdot i \cdot \pi R^2 = 120 \cdot 4.5 \cdot \pi \cdot 0.02^2 = \underline{\underline{0.68 \text{ A} \cdot \text{m}^2}}$

b) $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B} \rightarrow \tau = mB \sin \theta$
 MAXIMALT τ FÄS FÖR $\theta = 90^\circ$, VARVILD
 $\tau = mB = 0.68 \cdot 0.1 = \underline{\underline{0.068 \text{ N} \cdot \text{m}}}$



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} \rightarrow R' = 2 \Omega$$

$$\therefore I_1 = \frac{V}{R_1 + R'} = \frac{7}{2 + 2} = \underline{\underline{\frac{7}{4} \text{ A}}}$$

$$R_2 I_2 = R_3 I_3, \quad I_3 = I_1 - I_2 \rightarrow R_2 I_2 = R_3 I_1 - R_3 I_2$$

$$\rightarrow I_2 = \frac{R_3 I_1}{R_2 + R_3} = \frac{6 \cdot \frac{7}{4}}{3 + 6} = \underline{\underline{\frac{7}{6} \text{ A}}}$$

$$\rightarrow I_3 = I_1 - I_2 = \frac{7}{4} - \frac{7}{6} = \underline{\underline{\frac{7}{12} \text{ A}}}$$

⑥

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + j\omega L} + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{R + j\omega L} + j\omega C =$$

$$= \frac{1 + j\omega RC - \omega^2 LC}{R + j\omega L} \rightarrow Z = \frac{R + j\omega L}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega RC}$$

VID RESONANSFREKVENSEN $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ FÄS

$$Z = \frac{R + j\omega L}{j\omega RC} = \frac{L}{RC} - j\sqrt{\frac{L}{C}}$$

7

DET ELEKTRISKA FÄLTETS STYRKA E MELLAN
PLATTORNA FÅS AV

$$E = \frac{V}{d} = \frac{100 \text{ [V]}}{0.0001 \text{ [m]}} = 10^6 \text{ V/m}$$

POLARISATIONEN P I PAPPERET GES AV

$$P = \chi_E \cdot \epsilon_0 E$$

DÄR $\chi_E = \epsilon_r - 1 = 4$

VI HAR $\sigma = P$, DÄR σ ÄR DEN BUNDNA YTLADDNINGEN.
TOTALA LADDNINGEN (TILL BELOPPET) PÅ VARDERA SIDAN BLIR
ALLTSÅ

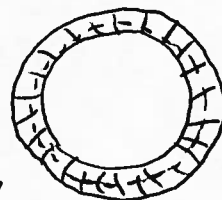
$$Q_b = \sigma \cdot A = P \cdot A = \chi_e \epsilon_0 E \cdot A \approx 4 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^6 \cdot 1 =$$

$$= 35.4 \cdot 10^{-6} \text{ C} = \underline{\underline{35.4 \mu\text{C}}}$$

8 H-FÄLDET FÅS ENLIGT AMPÈRES LAG

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I_f$$

DÄR INTEGRATIONSVÄGGEN LÄGGS INUTI TOROIDEN.
DETTA GER



$$H \cdot 2\pi R = N \cdot I$$

DÄR R = RADIEN, N = ANTAL VARV, I = STRÖMMEN I VARJE VARV.

MAGNETISERINGENS BELOPP M GES AV

$$M = \chi_M H$$

DÄR $\chi_M = \mu_r - 1 = 300 - 1 = 299$. SÅLEDES

$$M = \chi_M \cdot \frac{NI}{2\pi R} = 299 \cdot \frac{200 \cdot 1}{2\pi \cdot 0.1} \approx \underline{\underline{95175 \text{ A/m}}}$$