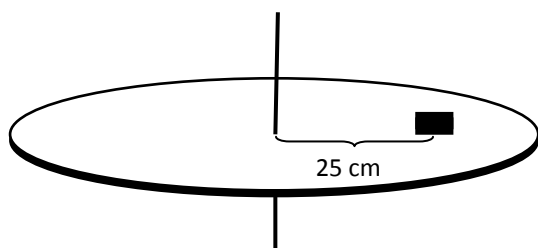
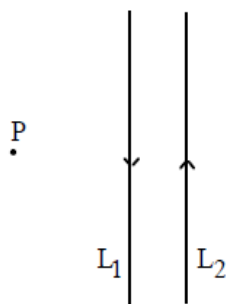


Tentamen i IF0402 Fysik, Ten 1:1 120312

1. En boll som väger 85 g har den nedåtriktade farten 3,6 m/s precis innan den slår i golvet. Omedelbart efter studsens är den uppåtriktade farten 2,7 m/s. Hur stor impuls har bollen påverkats av under studsens mot golvet? (2p)
2. Från aktern av en båt som ligger stilla i sjön avfyras en kanonkula. Skottet är horisontellt och riktat bakåt. Innan skottet har båten med last vikten 450 kg. Kanonkulan väger 6,5 kg och skjuts iväg med hastigheten 105 m/s. Vilken hastighet får båten omedelbart efter avfyrandet av kanonkulan? (2p)
3. En kloss som väger 0,35 kg ligger på en roterande skiva 25 cm från skivans axel. Friktionskraften mellan kloss och skiva kan maximalt uppgå till 1,0 N. Bestäm vilken frekvens som skivan kan ha utan att klossen börja glida av. (2p)



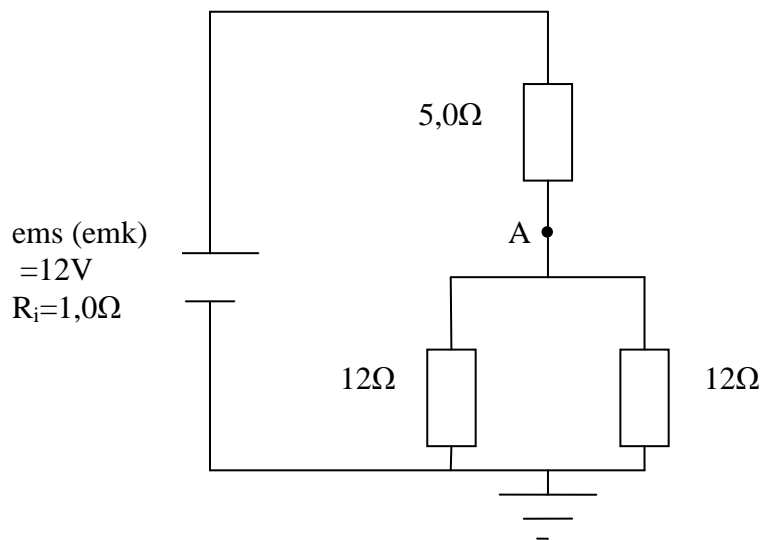
4. Genom två långa raka ledarna L_1 och L_2 flyter strömmar på vardera 2,5 A. Strömmarna är motsatt riktade och avståndet mellan ledarna är 5,0 cm. Avståndet mellan ledare L_1 och P är 10,0 cm. Ange riktning och storlek på det magnetiska fältet i punkten P. Bortse från det jordmagnetiska fältet. (2p)



5. På en plats är den jordmagnetiska flödestätheten $49 \mu\text{T}$ och inklinationen 71° . Bestäm kraften till storlek och riktning, på en 0,55 meter lång lodrät ledare i vilket det går en ström på 4,0 A riktad nedåt (mot jordytan). (2p)
6. En kulstötare skickar iväg en kula med farten 8,0 m/s snett uppåt med elevationsvinkeln 45° . Kulans färd börjar på höjden 2,0 m över den horisontella marken. Beräkna stötens längd. (2p)

7. Beräkna potentialen vid A i följande krets.

(2p)



8. Mellan två parallella metallplattor skapas ett homogent elektriskt fält genom att ansluta plattorna till en elektrisk spänning. Då elektronerna vid den negativt laddade plattan accelereras från vila når de en sluthastighet på $1,7 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

- a) Beräkna den elektriska spänningen mellan plattorna.

(1p)

Den elektriska spänningen mellan plattorna ökas därefter med 15%.

- b) Hur många procent sjunker tiden för en elektron att röra sig från den negativa plattan till den positiva?

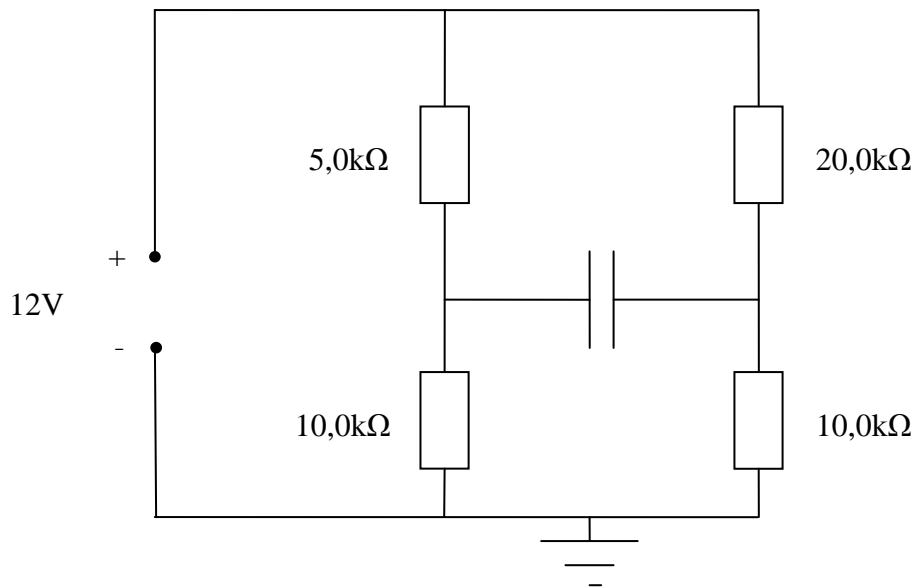
(2p)

9. En satellit som undersöker jordens atmosfär kretsar i en omloppsbana 840 km över jordytan. Hur många varv per dygn rör sig satelliten runt jorden?

(3p)

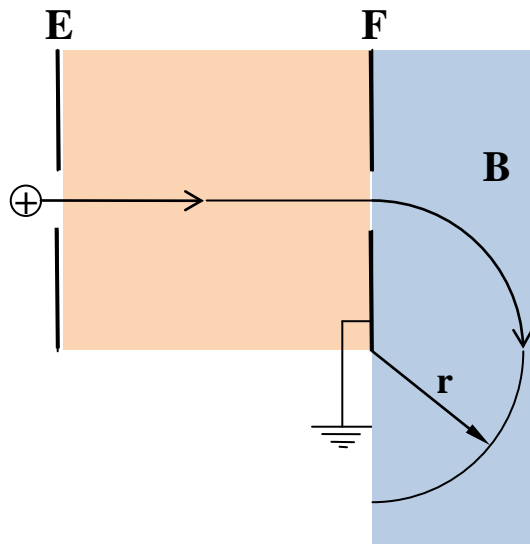
10. Kondensatorn i följande krets är fulladdad. Beräkna spänningen över kondensatorn.

(3p)



11. En $^{12}\text{C}^+$ -jonstråle har accelererats så jonerna har energin 10,414 fJ när de når fram till metallplatta E. Jonerna bromsas sedan upp av ett elektriskt fält mellan metallplattorna E och F, så att de sedan rör sig i en halvcirkel med radien 48 cm i det magnetiska fältet. Beräkna potentialen för metallplatta E om metallplatta F är jordad. Det homogena magnetfältet är avgränsat till området till höger om platta F. Data: $B=0,147\text{ T}$; $m=1,993 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$; $Q=0,1602\text{ aC}$.

(3p)



Lösningsförslag till tentamen i IF0402 Fysik, Ten 1:1

1. Sätt positiv riktning uppåt.

Impulslagen ger:

$$\uparrow \quad I = p_{\text{efter studs}} - p_{\text{efter studs}}$$

$$I = m \cdot v_{\text{efter studs}} - m \cdot (-v_{\text{efter studs}}) = m \cdot (v_{\text{efter studs}} + v_{\text{efter studs}})$$

$$I = 0,085 \cdot (3,6 + 2,7) = 0,5355 \approx 0,54 \text{ Ns}$$

Svar: 0,54 Ns

2. Före skottet är båten och kanonkulan i vila så då är rörelsemängden noll.

Efter skottet så rör sig båten framåt och kanonkulan bakåt.

Sätt positiv riktning i båtens rörelseriktning.

Lagen om rörelsemängdens bevarande ger:

$$p_{\text{före}} = p_{\text{efter}}$$

$$0 = m_{\text{båt+last}} \cdot v_{\text{båt+last}} + m_{\text{kanonkula}} \cdot (-v_{\text{kanonkula}})$$

$$v_{\text{båt+last}} = \frac{m_{\text{kanonkula}} \cdot v_{\text{kanonkula}}}{m_{\text{båt+last}}}$$

$$v_{\text{båt+last}} = \frac{6,5 \cdot 105}{(450 - 6,5)} = 1,539 \approx 1,5 \text{ m/s}$$

Svar: 1,5 m/s

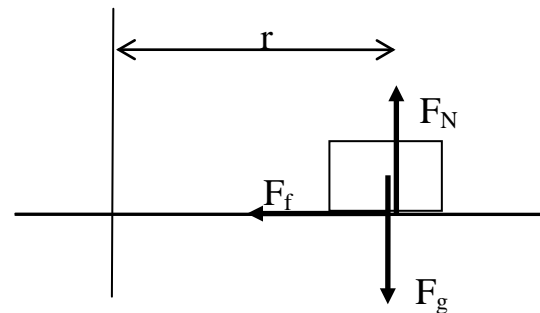
3. Kraftekvationen mot centrum ger:

$$\Sigma F = m \cdot a_c$$

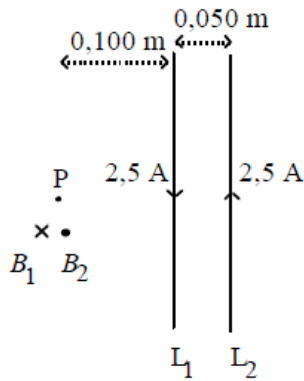
$$F_f = m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot r$$

$$f = \sqrt{\frac{F_f}{m \cdot 4\pi^2 \cdot r}} = \sqrt{\frac{1,0}{0,35 \cdot 4\pi^2 \cdot 0,25}} = 0,53804 \approx 0,54 \text{ Hz}$$

Svar: 0,54 Hz



4. Ledarna L1 och L2 ger var sitt bidrag till den magnetiska flödestätheten i punkten P.
I figuren är B_1 bidraget från L1 och B_2 bidraget från L2. Enligt tumregeln är B_1 riktad vinkelrätt in mot papperets plan (kryss) och B_2 riktad vinkelrätt ut från papperets plan (punkt).



Magnetisk flödestäthet kring en rak ledare:

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a}$$

$$\text{Ledare 1: } B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2,5}{0,100} = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ T} = 5,0 \mu\text{T} \text{ (x)}$$

$$\text{Ledare 2: } B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2,5}{0,150} = 3,333 \cdot 10^{-6} \text{ T} \approx 3,3 \mu\text{T} \text{ (•)}$$

Den resulterande magnetiska flödestätheten i P:

$$B_p = B_1 - B_2 = 5,0 - 3,3 \mu\text{T} = 1,7 \mu\text{T} \text{ (x)}$$

Svar: $B_p = 1,7 \mu\text{T}$ riktad inåt, vinkelrätt mot papperets plan.

5. Kraften på den strömförande ledaren ges av $F = B_{\perp} \cdot I \cdot l = B_j \cdot \cos \alpha \cdot I \cdot l$

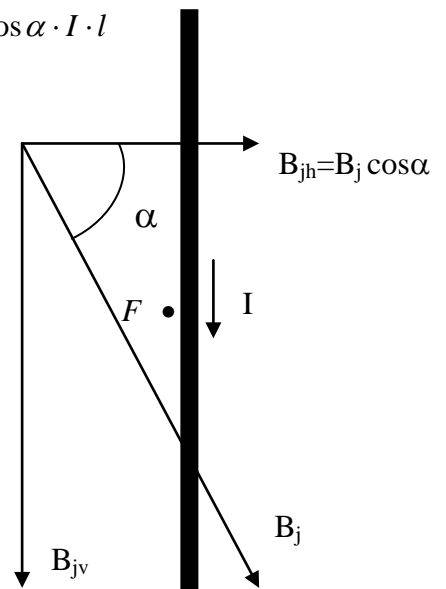
B_{jh} är riktad mot norr.

Högerhandsregeln:

$$B_{\perp} \rightarrow, I \downarrow \Rightarrow F \bullet$$

$$F = 49 \cdot 10^{-6} \cdot \cos 71^\circ \cdot 4,0 \cdot 0,55 = 35,096 \cdot 10^{-6} \text{ N} \approx 35 \mu\text{N}$$

Svar: $F = 35 \mu\text{N}$ riktad österut



6. Den horisontella hastigheten är $v_x = v_{0x} = 8,0 \cdot \cos 45^\circ = 5,657 \text{ m/s}$.
 Den vertikala hastigheten vid starten är $v_{0y} = 8,0 \cdot \sin 45^\circ = 5,657 \text{ m/s}$.
 Med origo i utkastpunkten och positiv referensriktning uppåt gäller med hjälp av sambandet $y = v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$ att $-2,0 = 5,657 \cdot t - \frac{9,82t^2}{2} \Rightarrow t^2 - 1,152t - 0,407 = 0$
 Andragradsekvationen har den positiva lösningen 1,436s
 Stötlängden blir $x = v_x \cdot t = 5,657 \cdot 1,436 = 8,12 \text{ m}$

Svar: 8,1 m

7. De två parallellkopplade motståndens ersättningsresistans kan bestämmas enligt

$$\frac{1}{R_{ers}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{ers} = 6,0 \Omega$$

 Potentialvandring ger strömmen enligt $12 - I \cdot (1,0 + 5,0 + 6,0) = 0 \Rightarrow I = \frac{12}{12} = 1,0 \text{ A}$
 Potentialen i punkten A är $V_A = 0 + 6,0 \cdot 1,0 = +6,0 \text{ V}$

Svar: +6,0V

- 8a. Den elektriska energin $E = e \cdot U$ omvandlas till rörelseenergi $\frac{mv^2}{2}$.

$$e \cdot U = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow U = \frac{mv^2}{2e} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (1,7 \cdot 10^7)^2}{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 821,7 \text{ V}$$

Svar: 0,82 kV

- 8b. Energisambanden ger att elektronens sluthastighet ökar enligt

$$v = \sqrt{\frac{(1,15) \cdot 821,7 \cdot 2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 1,823 \cdot 10^7 \text{ m/s}, \text{ en ökning med } 7,24\%$$

Den elektriska fältstyrkan är $IE = \frac{U}{d}$, där d är plattavståndet.

Den accelererande kraften är $F = e \cdot \frac{U}{d}$

Kraftlagen ger $a = \frac{F}{m} = \frac{e \cdot U}{m \cdot d}$

Om spänningen ökas med 15% så ökar accelerationen med 15%.

För den likformigt accelererade rörelsen gäller $v = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{a}$

Tiden kommer att förändras med en förändringsfaktor $\frac{1,0724}{1,15} = 0,933$

Svar: minskning med 6,7%

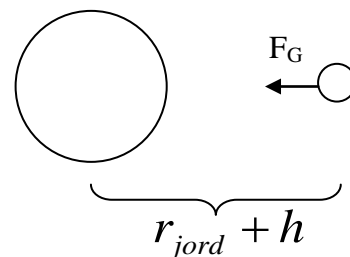
9. Kraftekvationen med riktning mot jordens centrum för satelliten:

$$\Sigma F = m \cdot a_c$$

$$F_G = m_{\text{satellit}} \cdot \frac{v^2}{(r_{\text{jord}} + h)}$$

$$\frac{G \cdot m_{\text{jord}} \cdot m_{\text{satellit}}}{(r_{\text{jord}} + h)^2} = m_{\text{satellit}} \cdot \frac{v^2}{(r_{\text{jord}} + h)}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot m_{\text{jord}}}{(r_{\text{jord}} + h)}} = \sqrt{\frac{6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot 5,977 \cdot 10^{24}}{(6378,14 + 840) \cdot 10^3}} = 7433,2 \text{ m/s}$$



På ett dygn rör sig satelliten:

$$s_{\text{satellit}} = v \cdot t = 7433,2 \cdot (24 \cdot 60 \cdot 60) = 6,4223 \cdot 10^8 \text{ m}$$

Omloppsbanan runt jorden:

$$s_{\text{omloppsbanan}} = 2\pi \cdot r_{\text{omloppsbanan}} = 2\pi \cdot (6378,14 + 840) \cdot 10^3 = 4,5353 \cdot 10^7 \text{ m}$$

Antal varv som satelliten cirkulerar runt jorden på ett dygn:

$$\frac{s_{\text{satellit}}}{s_{\text{omloppsbanan}}} = \frac{6,4223 \cdot 10^8}{4,5353 \cdot 10^7} = 14,16 \approx 14 \text{ varv}$$

Svar: 14 varv

10. Då kondensatorn är fulladdad går det ingen ström i den gren där kondensatorn är inkopplad.

Alltså går det samma ström genom de två motstånden i den vänstra grenen enligt

$$I_1 = \frac{12}{(5,0 \cdot 10^3 + 10,0 \cdot 10^3)} = 0,80 \text{ mA}$$

$$\text{I den högra grenen är strömmen } I_2 = \frac{12}{(20,0 \cdot 10^3 + 10,0 \cdot 10^3)} = 0,40 \text{ mA}$$

Potentialen i en punkt A till vänster om kondensatorn är

$$V_A = 0 + 10 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 10^{-3} = 8,0 \text{ V}$$

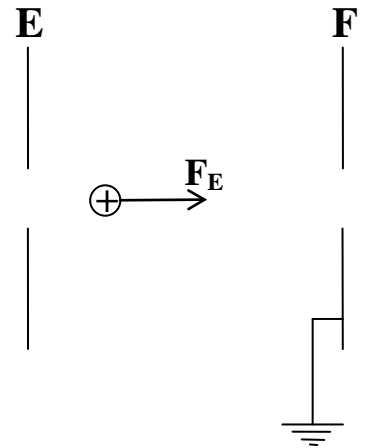
Potentialen i en punkt B till höger om kondensatorn är

$$V_B = 0 + 10 \cdot 10^3 \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} = 4,0 \text{ V}$$

Spänningen över kondensatorn är $U_{AB} = V_A - V_B = 8,0 - 4,0 = 4,0 \text{ V}$

Svar: 4,0V

11. En positiv jon bromsas i ett elektriskt fält mellan E och F. Inbromsning innebär att kinetiska energin minskar. Eftersom en positiv jon har mer elektrisk lägesenergi vid den positiva plattan innebär det att platta F är positivt laddad och platta E negativt laddad och därmed är det elektriska fältet riktat mot platta E. Eftersom platta F är jordad ($V_F = 0$) så kommer potentialen vid platta E, V_E , att vara negativ.



Spänning mellan plattorna: $U_{EF} = V_F - V_E$

Hastigheten vid platta F erhålls om man studerar den magnetiska rörelsen:

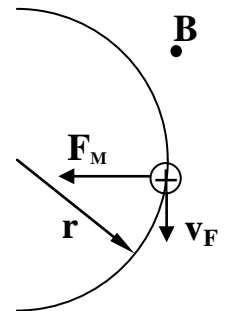
Högerhandsregeln : F_M mot centrum, v_F nedåt ger B ut ur papperet (\bullet).

Kraftekvationen mot centrum ger:

$$\Sigma F = m \cdot a_c$$

$$F_M = m \cdot \frac{v_F^2}{r}$$

$$Q \cdot v_F \cdot B = m \cdot \frac{v_F^2}{r} \Rightarrow v_F = \frac{Q \cdot B \cdot r}{m}$$



Energiprincipen (antag förlustfri rörelse):

$$E_{KE} = E_{KF} + E_{pF}$$

$$E_{KE} = \frac{m \cdot v_F^2}{2} + Q \cdot U_{EF}$$

$$U_{EF} = \frac{E_{KE}}{Q} - \frac{m \cdot v_F^2}{2 \cdot Q}$$

$$U_{EF} = \frac{E_{KE}}{Q} - \frac{m \cdot \left(\frac{Q \cdot B \cdot r}{m} \right)^2}{2 \cdot Q}$$

$$U_{EF} = \frac{E_{KE}}{Q} - \frac{Q \cdot (B \cdot r)^2}{2 \cdot m}$$

$$U_{EF} = \frac{10,414 \cdot 10^{-15}}{0,1602 \cdot 10^{-18}} - \frac{0,1602 \cdot 10^{-18} \cdot (0,147 \cdot 0,48)^2}{2 \cdot 1,993 \cdot 10^{-26}} = 44996 \text{ V}$$

Potentialen vid platta E:

$$U_{EF} = V_F - V_E$$

$$44996 = 0 - V_E$$

$$V_E = -44996 \text{ V} \approx -45 \text{ kV}$$

Svar: -45 kV