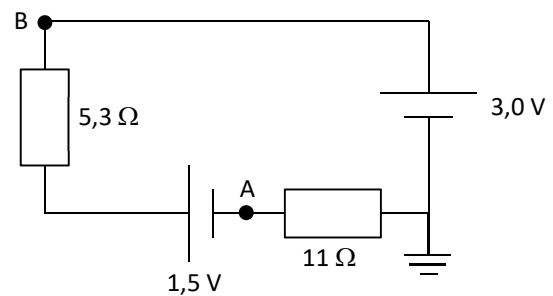


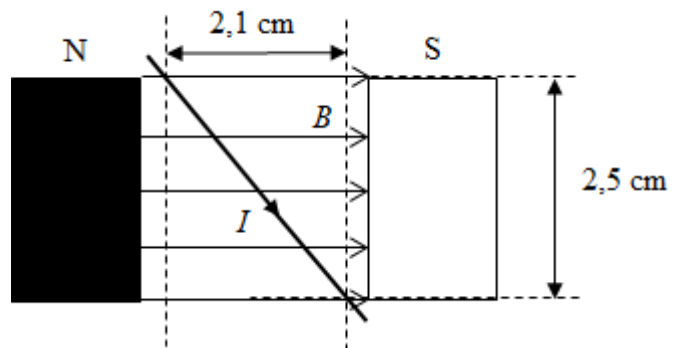
## HF0025 Fysik II för basår TENA 2020-04-16

- 1) Två spänningskällor med försumbar inre resistans, och två resistorer ingår i en elektrisk krets, se figuren.

- a) Bestäm strömmen i kretsen? (1p)  
b) Hur stor är spänningen mellan punkterna A och B? (1p)

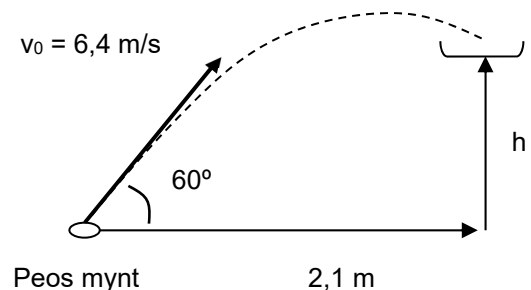


- 2) En rak ledare är placerad mellan en magnets två poler. Mellan polerna finns ett avgränsat och homogent magnetiskt fält enligt figuren. Då strömmen  $I$  i ledaren är 2,3 A påverkas ledaren av en magnetisk kraft  $F_M$  med 0,42 mN.



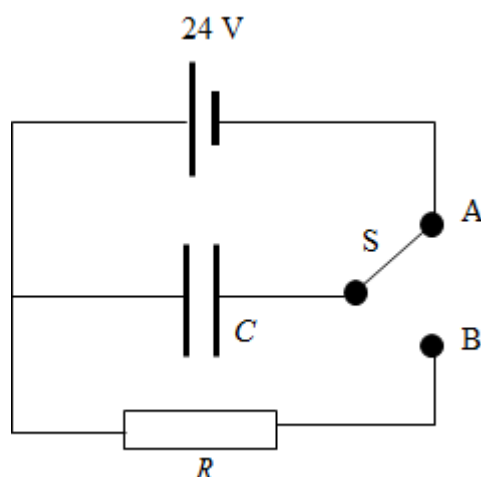
Bestäm den magnetiska flödestätheten  $B$ . (2p)

- 3) På ett nöjesfält kastade Peo ett mynt så att det hamnade i en tallrik och han vann därmed ett gosedjur! Han kastade myntet snett upp med vinkeln  $60^\circ$  mot horisontalplanet och hastigheten 6,4 m/s. Tallriken fanns 2,1 m bort (horisontellt) och på en viss höjd över den nivå myntet kastades ifrån. På vilken höjd över utkastnivån fanns tallriken? (2p)



- 4) En kondensator ansluts till en spänning 24 V och laddas upp. När strömställaren S slås om från läge A till läge B laddas kondensatorn ur via en resistor. Se figur. Omedelbart efter det att strömställaren har slagits om är strömmen genom resistorn 16 mA. Strömmen sjunker och är nästan noll efter 30 ms. Strömmens medelvärde under denna tid är 3,2 mA.

- a) Bestäm resistansen  $R$ . (1p)  
b) Bestäm kapacitansen  $C$ . (1p)

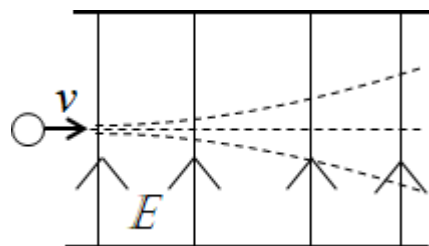


- 5) Plastkuler med olika antal elektroner sköts genom ett elektriskt fält, se figur. Kulorna gick in i fältet med horisontell riktning. Kulorna avlänkades olika. Några uppåt, andra neråt och några gick rakt fram, horisontellt genom hela det elektriska fältet.

Varje kula har massan  $6,36 \cdot 10^{-15}$  kg.

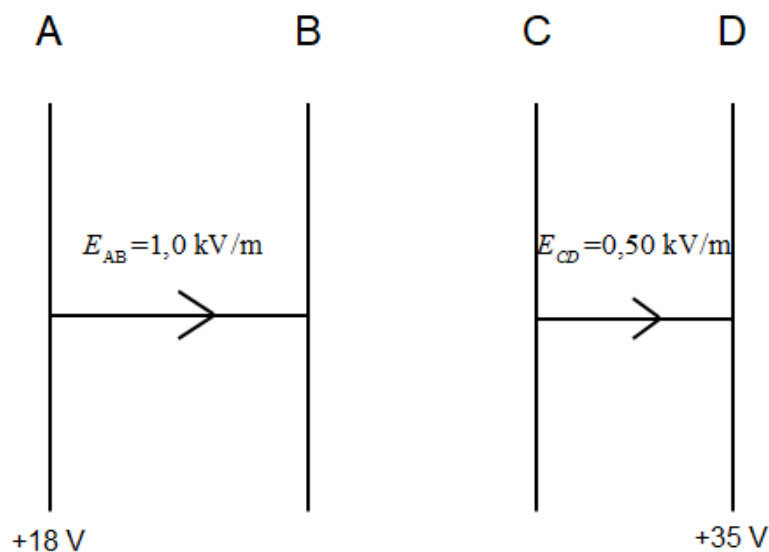
Elektriska fältstyrkan  $E$  är 65 kV/m.

Ange för de kuler som går rakt fram antalet av kulornas eventuella överskott eller underskott av elektroner. (2p)

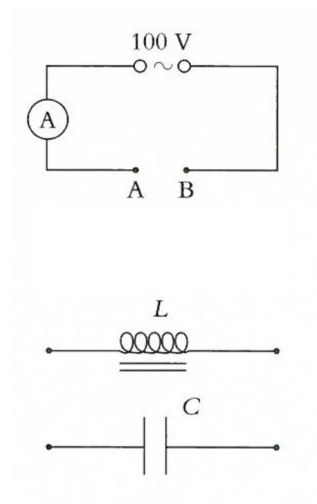


- 6) Figurens fyra plattor betecknas A, B, C och D. Den elektriska fältstyrkan mellan A och B är 1,0 kV/m och mellan C och D är den 0,50 kV/m, båda med riktningar enligt figuren.

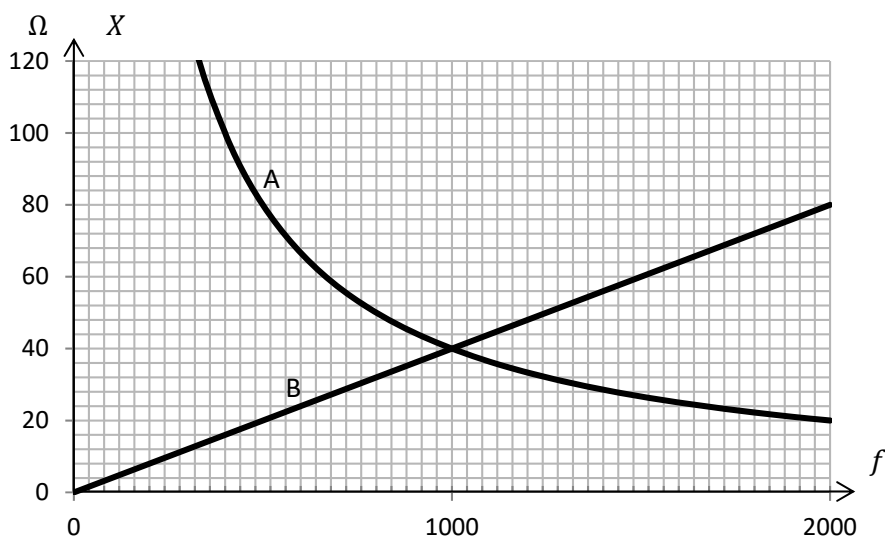
Potentialen för platta A är +18 V och för platta D +35 V. Avståndet mellan plattorna är för A-B 6,0 cm, B-C 5,0 cm och C-D 4,0 cm. Fälten anses vara homogena. Bestäm den elektriska fältstyrkan mellan B och C till storlek och riktning. (2p)



- 7) Till en växelspänning med effektivvärdet 100 V ansluter man mellan A och B i tur och ordning en spole med försumbar resistans och en kondensator. Man genomför alltså två olika mätningar, en för spolen och en för kondensatorn. För varje komponent varierar man frekvensen och bestämmer komponentens reaktans, vid olika frekvenser. I diagrammet nedan är reaktansen  $X$  avsatt som funktion av frekvensen  $f$ , för de två olika komponenterna.



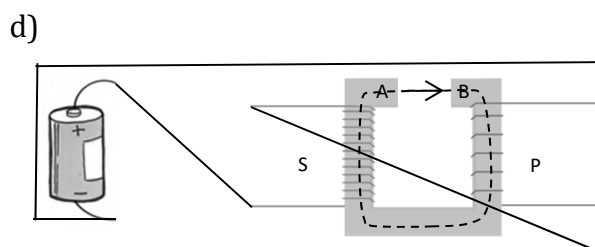
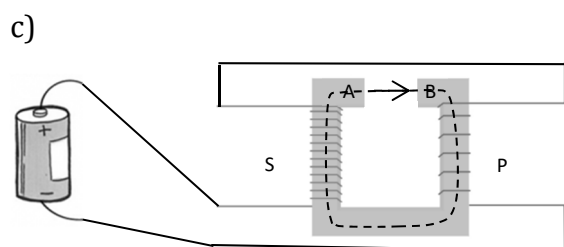
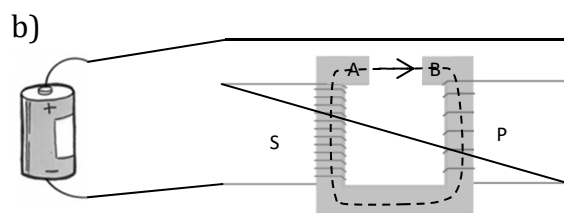
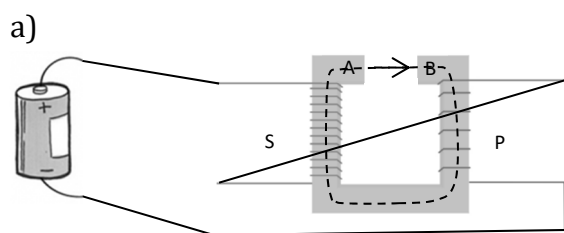
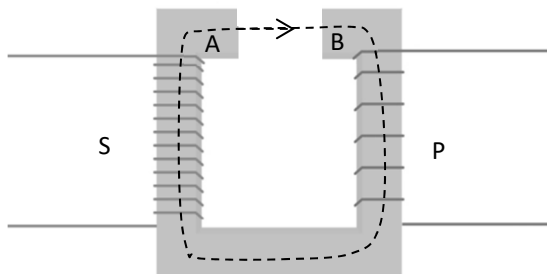
Bestäm  $L$  och  $C$  för de olika komponenterna. (2p)  
Motivera tydligt hur du kopplar ihop en given komponent ( $L, C$ ) med respektive graf ( $A, B$ ) i diagrammet nedan.



- 8) Ett flygplan flyger längs en nordsydlig likströmsledning. I ledningen går en ström i riktning norrut med 115 A. Planets kompass befinner sig 12 meter rakt över ledningen. På platsen med ledningen har det jordmagnetiska fältet värdet  $52 \mu\text{T}$  med inklinationen  $68^\circ$ .  
Bestäm kompassens avvikelse från norr. (2p)

- 9) Uppgift: Anslut spolarna S och P till batteriet, så att magnetfältet i luftgapet mellan A och B blir så starkt som möjligt och riktat från A till B. En tänkt fältlinje (streckad) finns utritad i figuren.

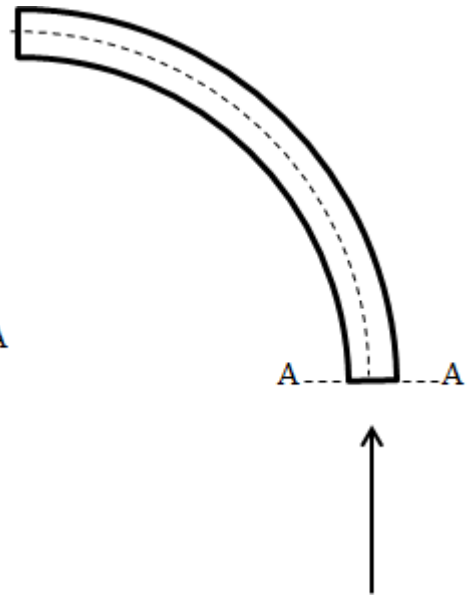
Vilken/vilka av figurerna nedan (a,b,c,d) representerar en korrekt lösning till uppgiften? Enbart svar krävs. (2p)



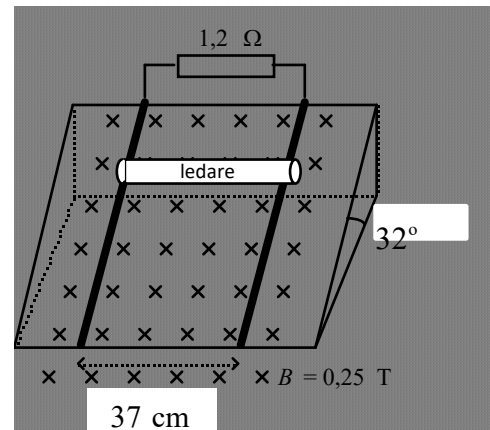
- 10) Utefter en 32 m lång isbana ska en isbit glida hela vägen. Banan har formen av en cirkelbåge och gör en  $90^\circ$  sväng. Figuren är sedd uppifrån. Isbiten går in i banan som pilen visar.

Banan är även doserad  $4,0^\circ$  enligt figuren som är sedd i pilens riktning, och ytan är friktionsfri.

Vilken hastighet ska isbiten ha in i banan om den ska följa banans mitt genom hela svängen. (3p)



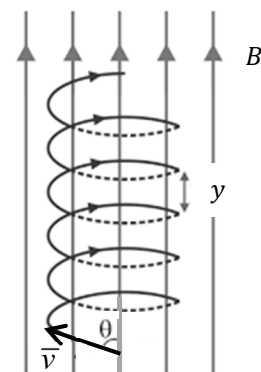
- 11) En rak ledare får glida på två långa parallella metallskenor enligt figuren. Ledaren väger 3,5 g. Vinkelrätt mot skenorna finns ett homogent magnetiskt fält med flödestätheten 0,25 T. När ledaren glider rör den sig *vinkelrätt mot de magnetiska flödeslinjerna*. Avståndet mellan skenorna är 37 cm. Ledaren och skenorna, vilka har en försumbar resistans, ingår i en elektrisk krets. Mellan skenorna finns ett motstånd med resistansen  $1,2 \Omega$ , se figuren.



Bestäm den högsta fart ledaren får, om den släpps från vila. (3p)  
Bortse ifrån friktion mellan ledaren och skenorna.

- 12) En elektron har farten  $v = 2,0 \text{ Mm/s}$  med vinkeln  $\theta = 60^\circ$  mot fältlinjerna i ett homogent magnetfält, se figuren till höger. Fältets flödestäthet är  $B = 0,28 \text{ mT}$ . Elektronen kommer därmed att beskriva en spiralformad bana.

Bestäm hur långt elektronen förflyttar sig i fältets riktning under ett varv, sträckan  $y$  i figuren. (2p)



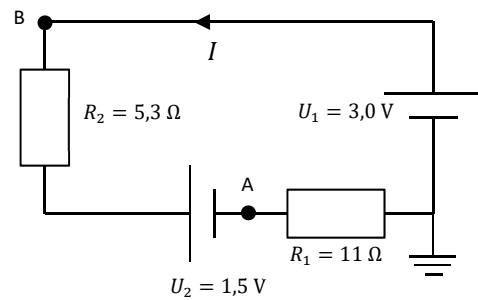
### Lösningsförslag:

- 1) Vi antar att det kommer att gå en ström moturs i kretsen enligt figuren. Potentialvändning moturs i kretsen ger:

$$U_1 - R_2 I - U_2 - R_1 I = 0 \Rightarrow I = \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} =$$

$$\frac{3,0 - 1,5}{11 + 5,3} = 0,09202... \text{ A}$$

Strömmen blev positiv, vårt antagande visade sig vara riktigt.



Potentialvandra moturs från A till B:

$$V_A - R_1 I + U_1 = V_B \Rightarrow V_B - V_A = U_1 - R_1 I = 3,0 - 11 \cdot 0,09202... = 1,9877... \text{ V}$$

Spänningen  $U_{AB}$  mellan A och B:

$$U_{AB} = |V_B - V_A| = |1,9877...| = 1,9877... \text{ V}$$

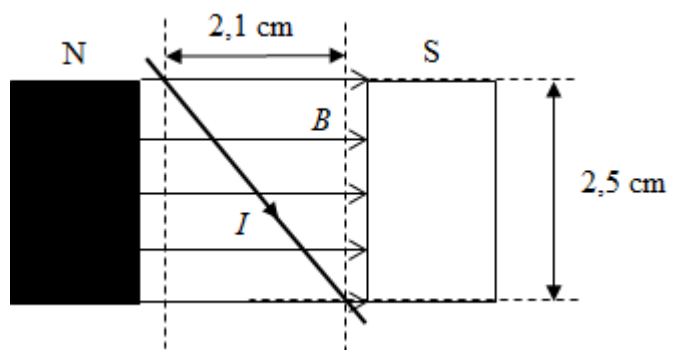
Svar: a)  $I = 92 \text{ mA}$  moturs i den slutna kretsen.

b)  $U_{AB} = 2,0 \text{ V}$ .

- 2) Flödestätheten  $B$  är riktad från magnetens Nord mot Syd. Kraften  $F_M$  riktad ut ur pappret enligt högerhandsregeln.

$$F_M = B \cdot I \cdot l$$

Längden  $l$  är den vinkelräta delen av ledaren mot  $B$ .



$$l = 2,5 \text{ cm}$$

$$B = \frac{F_M}{I \cdot l} = \frac{0,42 \cdot 10^{-3}}{2,3 \cdot 0,025} = 0,0073 \text{ T} \approx 7,3 \text{ mT}$$

Svar:  $B = 7,3 \text{ mT}$ .

3) Kasttiden beräknas ur x-led för att användas i beräkning av förflyttning i y-led.

$$s_x = v_x \cdot t$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

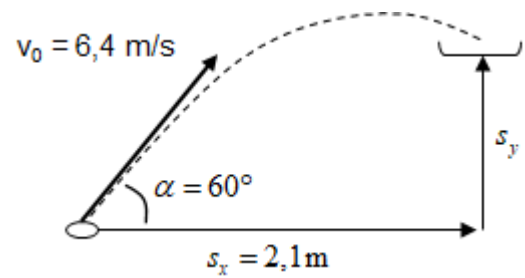
$$\left. \begin{array}{l} s_x = v_x \cdot t \\ v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow t = \frac{s_x}{v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{2,1}{6,4 \cdot \cos 60^\circ} = 0,656 \dots s$$

Med huvudriktning = upp.

$$\left. \begin{array}{l} s_y = v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow s_y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} =$$

$$= 6,4 \sin 60^\circ \cdot 0,656 - \frac{9,82 \cdot 0,656^2}{2} = 1,52 \text{ m} = 1,5 \text{ m}$$

Svar: Tallriken fanns på höjden 1,5 m över utkastnivån.



- 4) a) Omedelbart efter det att strömställaren har slagits om är spänningen  $U = 24 \text{ V}$  över kondensatorn. Strömmen  $I_0$  är 16 mA. Resistansen  $R$  erhålls då av Ohms lag:

$$R = \frac{U}{I_0} = \frac{24}{16 \cdot 10^{-3}} \Omega = 1500 \Omega$$

- b) Medelvärde på strömmen under 30 ms är 3,2 mA. Laddningen  $Q$  på kondensatorn kan då bestämmas.

$$Q = I \cdot t = 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{ C} = 9,6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{9,6 \cdot 10^{-5}}{24} \text{ F} = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 4,0 \mu\text{F}$$

Svar: a) 1,5 k $\Omega$  b) 4,0  $\mu\text{F}$

- 5) På kulorna verkar elektrisk kraft uppåt och tyngdkraft riktad neråt. För de kulor som går rakt gäller  $F_E - F_g = 0 \Rightarrow F_E = F_g$ .

$$\left. \begin{array}{l} F_g = mg \\ F_E = E \cdot Q \end{array} \right\} \Rightarrow Q = \frac{mg}{E}$$

$$Q = \frac{6,36 \cdot 10^{-15} \cdot 9,82}{65 \cdot 10^3} = 9,61 \dots \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

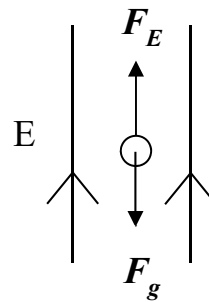
Laddningen måste vara positiv eftersom den elektriska kraften är riktad upp i det elektriska fältet.

Varje elementarladdning har laddningen

$$e = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

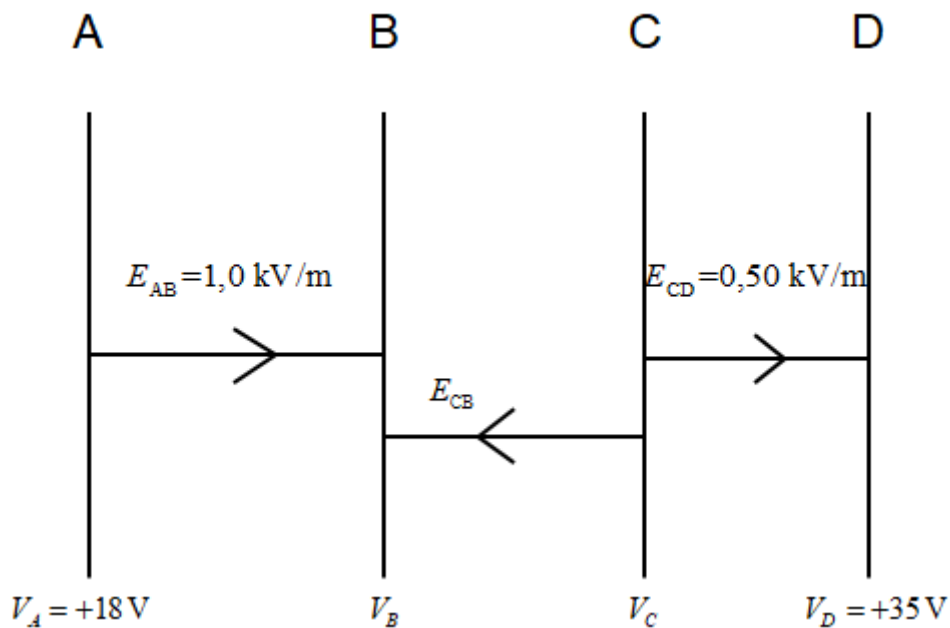
Antalet laddningar  $N$ :

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{9,608 \dots \cdot 10^{-19}}{1,60218 \cdot 10^{-19}} = 5,997 \dots \text{st}$$



Svar: Kulorna som färdades rakt hade underskott av sex stycken elektroner.

6)



Först beräknas potentialerna för platta B och platta C.

$$\left. \begin{array}{l} E = \frac{U}{d} \\ U = \Delta V \end{array} \right\} E_{AB} = \frac{V_A - V_B}{d_{AB}}$$

$$V_B = V_A - E_{AB} \cdot d_{AB} = +18 - (1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,060) = -42 \text{ V}$$



$$\left. \begin{array}{l} E = \frac{U}{d} \\ U = \Delta V \end{array} \right\} E_{CD} = \frac{V_C - V_D}{d_{CD}}$$

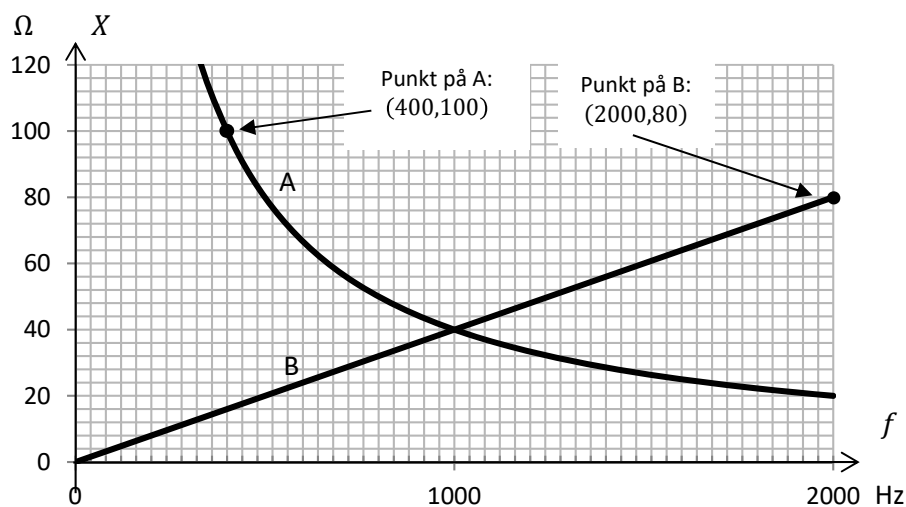
$$V_C = V_D + E_{CD} \cdot d_{CD} = +35 + (0,050 \cdot 10^3 \cdot 0,040) = +55 \text{ V}$$

$$E_{CB} = \frac{V_C - V_B}{d_{CB}} = \frac{+55 - (-42)}{0,050} = 1940 \text{ V/m} = 1,9 \text{ kV/m}$$

Fältets riktning går från högre potential mot lägre, alltså från platta C mot B.

Svar: 1,9 kV/m i riktning C mot B.

7)



Kapacitiv krets:

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ . Reaktansen är omvänt proportionell mot frekvensen. Detta ges av den avtagande grafen i diagrammet ovan, graf A. Vi väljer en punkt som är lätt att avläsa,  $(f, X) = (400, 100) \Rightarrow 100 = \frac{1}{2\pi \cdot 400 \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi \cdot 400 \cdot 100} = 3,978... \mu\text{F}$

Induktiv krets:

$X_L = \omega L = 2\pi fL$ . Reaktansen är direkt proportionell mot frekvensen. Detta ges av den växande räta linjen i diagrammet ovan, graf B. Vi väljer en punkt som är lätt att avläsa,  $(f, X) = (2000, 80) \Rightarrow 80 = 2\pi \cdot 2000 \cdot L \Rightarrow L = \frac{80}{2\pi \cdot 2000} = 0,006366... \text{ H}$

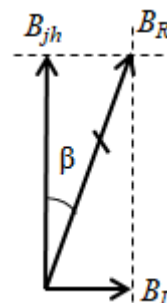
Vid 1000 Hz har kondensatorn och spolen samma reaktans! Vi skulle kunna använt denna gemensamma punkt för båda uträkningarna.

Svar:  $C = 4,0 \mu\text{F}$ ,  $L = 6,4 \text{ mH}$

- 8) Kompassen ställer in sig i resultanten av de horisontella magnetiska fälten. Resultanten är vektorsumman av fälten från ledningen och det jordmagnetiska fältets horisontella komponent.

$\beta$  i figuren är avvikelsern.

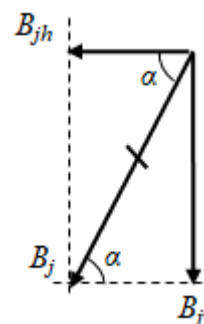
$$\tan \beta = \frac{B_L}{B_{jh}} \quad \text{Samband 1.}$$



Jordens horisontella magnetfält,  $B_{jh}$  bestäms ur  $B_j$ .

$$B_{jh} = B_j \cdot \cos \alpha \quad \text{Samband 2.}$$

$$\alpha = 68^\circ \quad \text{och} \quad B_j = 52 \mu\text{T}$$



$B_L$  är fältet kring en lång rak ledare.

$$B_L = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \quad \text{Samband 3}$$

$$I = 115 \text{ A} \quad \text{och} \quad r = 12 \text{ m}$$

Riktningen blir enligt tumregeln österut.

Samband 2 och 3 sätts in i 1.

$$\tan \beta = \frac{B_L}{B_{jh}}$$

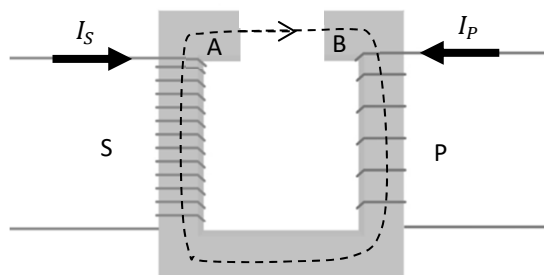
$$\tan \beta = \frac{\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}}{B_j \cdot \cos \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r \cdot B_j \cdot \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 115}{12 \cdot \cos 68^\circ \cdot 52 \cdot 10^{-6}} = 0,09839...$$

$$\Rightarrow \beta = 5,619^\circ...$$

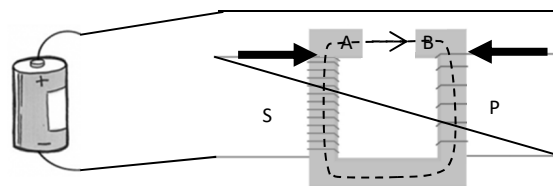
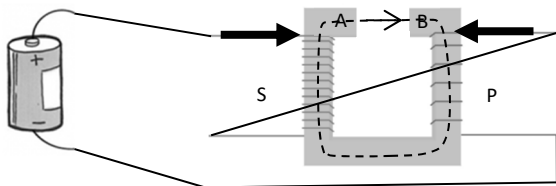
Svar: Avvikelsen på kompassen är  $5,6^\circ$  i riktning öster.

- 9) Det magnetfält som skapas av spole S måste vara riktat uppåt. Enligt tum/skruv-regeln måste då strömmen genom spolen,  $I_S$ , vara riktad enligt figuren nedan. Det magnetfält som skapas av spole P måste vara riktat neråt. Enligt tum/skruv-regeln måste då strömmen genom spolen,  $I_P$ , vara riktad enligt figuren nedan.



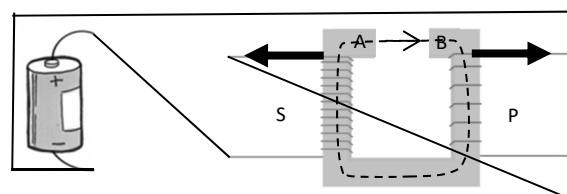
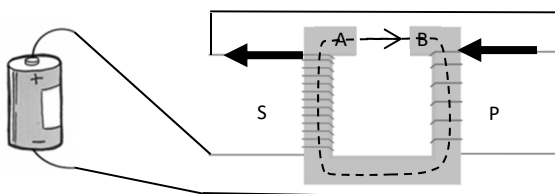
a)  $I_S$  och  $I_P$  rätt (max  $B$ -fält från A till B).

b)  $I_S$  och  $I_P$  rätt (max  $B$ -fält från A till B).



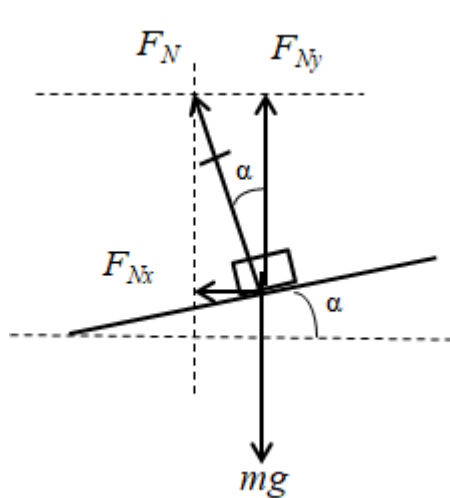
c)  $I_S$  fel och  $I_P$  rätt (min  $B$ -fält från B till A).

d)  $I_S$  och  $I_P$  fel (max  $B$ -fält från B till A).



Svar: Koppling a och b uppfyller samtliga krav.

- 10) På isbiten verkar tyngdkraft och normalkraft. Resultanten till krafterna utgör centripetalkraft och ger isbiten en  $a_c$  riktad mot banchentrum.



$$\uparrow: F_{Ny} - mg = 0 \Rightarrow F_{Ny} = mg \quad 1.$$

$$\leftarrow: F_{Nx} = m \cdot a_c \quad 2.$$

$$\tan \alpha = \frac{F_{Nx}}{F_{Ny}} \quad 1. \text{ och } 2. \text{ insättes}$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{m \cdot a_c}{mg} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{a_c}{g}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \text{ insättes } \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v^2}{r \cdot g} \Rightarrow v = \sqrt{\tan \alpha \cdot r \cdot g}$$

Beräkning av banans radie: Banan utgör  $\frac{1}{4}$  av en cirkelns omkrets.

Omkretsen för en cirkel  $= 2\pi r$ .

$$\frac{2\pi r}{4} = 32 \Rightarrow r = \frac{4 \cdot 32}{2\pi} \text{ m}$$

$$v = \sqrt{\tan \alpha \cdot r \cdot g} \Rightarrow v = \sqrt{\tan 4^\circ \cdot \frac{128}{2\pi} \cdot 9,82}$$

$$v = 3,74 \text{ m/s}$$

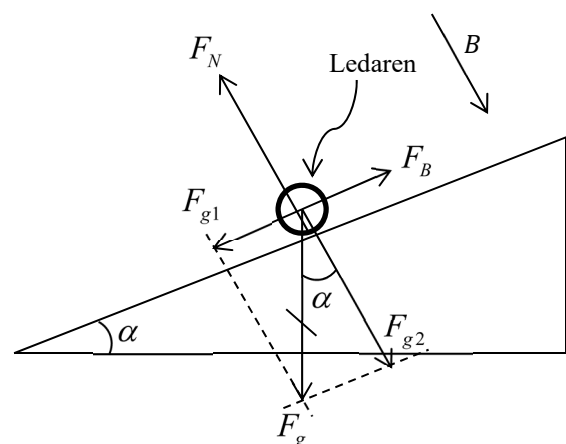
Svar: Hastigheten ska vara 3,7 m/s.

- 11) När ledaren rör sig induceras en ström  $I$  i ledaren. Accelerationen upphör då den magnetiska kraften  $F_B$  på ledaren, riktad enligt Lenz lag, är lika stor som tyngdens komponent i rörelseriktningen  $F_{g1}$ .

Då ledaren rör sig likformigt ( $v = \text{konstant}$ )  $\Rightarrow$  Kraftjämvikt:

$$\swarrow: F_{g1} - F_B = 0 \Rightarrow F_B = F_{g1} = mg \sin \alpha$$

$$\nwarrow: F_N - F_{g2} = 0 \Rightarrow F_N = F_{g2} = mg \cos \alpha$$



Inducerad spänning  $e = lvB$  där  $l = 37 \text{ cm}$  är avståndet mellan ledarna.

Ohms lag ger  $e = RI \Rightarrow l v B = RI \Rightarrow I = \frac{l v B}{R}$

$$\left. \begin{aligned} F_B &= BIl = B \frac{l v B}{R} l = \frac{B^2 l^2 v}{R} \\ F_B &= mg \sin \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{B^2 l^2 v}{R} = mg \sin \alpha \Rightarrow v = \frac{Rmg \sin \alpha}{B^2 l^2} =$$

$$\frac{1,2 \cdot 0,0035 \cdot 9,82 \cdot \sin 32^\circ}{0,25^2 \cdot 0,37^2} = 2,554 \dots \text{ m/s}$$

Svar: 2,6 m/s

12) Vi delar upp elektronens hastighet i två komponenter:

$$v_{//} = v \cdot \cos \theta \text{ och } v_{\perp} = v \cdot \sin \theta$$

Magnetfältet ändrar hela tiden riktningen (inte beloppet) på hastighetens komponent i horisontalld,  $v_{\perp}$ , men påverkar inte komponenten i vertikalld,  $v_{//}$ .

Vi delar upp rörelsen i två delar:

Om vi tittar på rörelsen uppifrån, fås undre figuren.

Elektronen rör sig i en cirkulär bana:

Newtons andra lag:  $F = ma$  där  $a = \frac{v_{\perp}^2}{r}$  ger

$$F_M = m \frac{v_{\perp}^2}{r} \Rightarrow q v_{\perp} B = m \frac{v_{\perp}^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m v_{\perp}}{q B}$$

där  $r$  är rörelsens radie och riktningen på den

magnetiska kraften  $F_M$  ges enligt högerhandsregeln.

$F_M$  kommer därmed att fungera som en centripetalkraft.

$$v_{\perp} = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{q B}$$

där  $T$  är rörelsens period.

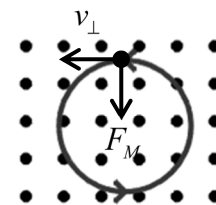
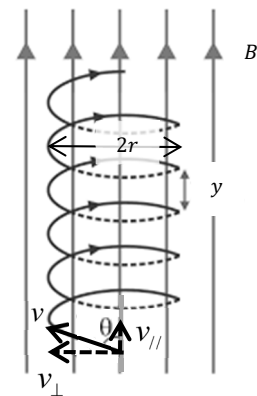
Hög hastighet ger stor radie, låg hastighet liten radie, men perioden är densamma!

I vertikalld sker en likformig rörelse med farten  $v_{//}$ :

$$v_{//} = \frac{y}{T} \Rightarrow y = v_{//} T = v_{//} \frac{2\pi m}{q B} = 2,0 \cdot 10^6 \cdot \cos 60^\circ \frac{2\pi \cdot 9,1094 \cdot 10^{-31}}{1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 0,28 \cdot 10^{-3}} = 0,12758 \dots \text{ m}$$

där  $y$  är elektronens förflyttning i vertikalld under en period.

Svar: 13 cm



## Rättningsmall:

### Generella riktlinjer för tentamensrättning

|  |  |
|--|--|
| Omvandlingsfel t.ex. km/h till m/s; ton till kg                | -1p                                      |
| Avrundningsfel, t.ex. $1,37 \approx 1,3$ , $1,41 \approx 1,40$ | -1p/uppgift                              |
| Räknefel   | -1p                                      |
| Fysikaliska fel  | -2p minst                                |
| Enhetsfel, t.ex. $F = 3,0 \text{ J}$                           | -1p                                      |
| För få värdesiffror i delberäkning                             | -1p/uppgift                              |
| Omvandlingsfel i svaret vid frivilligt enhetsbyte              | inget avdrag om rätt svar finns tidigare |
| Felaktigt antal värdesiffror i svaret (+/- 1 OK)               | -1p/tentamen första gången               |
| Odefinierade beteckningar (ej självklara)                      | -1p                                      |
| Ofullständiga lösningar/lösningar svåra att följa              | -1p minst                                |

- |     |  |                      |
|-----|--|----------------------|
| 1)  | Anger inte strömmens riktning, eller bristfällig motivering. | -1p                  |
|     | Kopplingsschema med beteckningar saknas.                     | -1p                  |
| 2)  | Fel sträcka för $l$ .  | -1p                  |
|     | Kraftriktning ej angiven, OK.                                |                      |
| 3)  | Rätt tid.  | +1p                  |
| 4)  | Rätt/fel.  |                      |
| 5)  | Saknad/felaktig kraftfigur                                   | -1p                  |
|     | Kommenterar ej laddningens tecken                            | -1p                  |
| 6)  | Fel riktning -1p/fält. Fel tecken för potentialen            | -1p                  |
| 7)  | -1p per felberäknad storhet, dock minst 0p ☺.                | -1p/fel              |
| 8)  | Saknad/felaktig vektorfigur.                                 | -1p                  |
| 9)  | Svaren bedöms med  | + 1p/Rätt, - 1p/Fel. |
| 10) | Ej cirkulär rörelse  | -3p                  |
|     | Saknad/felaktig kraftfigur                                   | -1p                  |
| 11) | Saknad/felaktig kraftfigur.                                  | -1p                  |
|     | Ej motiverad riktning för $F_B$ .                            | -1p                  |
|     | B-fältet fel.  | Ej avdrag.           |
| 12) | Ej motiverad kraftriktning.                                  | -1p                  |