



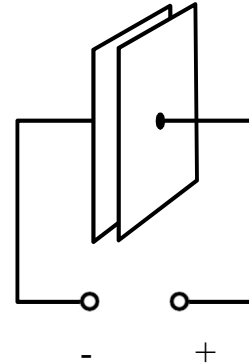
Kurs:	HF0025 Fysik för basår II							
Moment:	TENA 8 hp							
Program:	Tekniskt basår/Bastermin TBASA							
Rättande lärare:	Stefan Eriksson, Maria Shamoun							
Examinator:	Staffan Linnæus							
Datum:	2019-04-17							
Tid:	8.00-12.00							
Jourhavande lärare:	Maria Shamoun, tel 08-790 9712							
Hjälpmedel:	Miniräknare Godkänd formelsamling ISBN978-91-27-72279-8 eller ISBN978-91-27-42245-2, passare, gradskiva och linjal							
Omfattning och betygsgränser:	0-10p	11p	12-14	15-17	18-20	21-23	24-26	
	F	Fx	E	D	C	B	A	
Övrig information:	<p>Till samtliga uppgifter krävs fullständiga lösningar. Lösningarna skall vara tydliga och lätta att följa. Skriv helst med blyertspenna. Införda beteckningar skall definieras. Uppställda samband skall motiveras. Till uppgifter innehållande kraftsituationer (eller andra vektorsituationer) skall vektorfigurer ritas med linjal. Uppgifter med elektriska kretsar skall redovisas med kopplingsscheman som definierar använda storheter.</p> <p>Lycka till!</p>							

1. I en krets med en resistor och en växelspanning med ett toppvärde på 12 V och frekvensen 50,0 Hz, utvecklas en medeleffekt på 5,0 W. Beräkna resistansen hos resistorn.

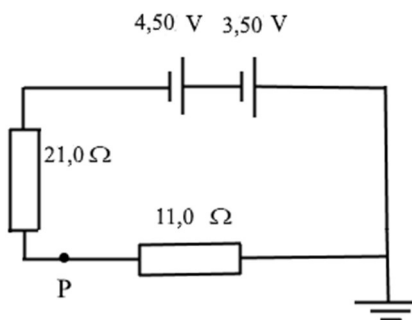
(2p)

2. En elektron befinner sig i det elektriska fältet mellan två parallella laddade metallplattor. Avståndet mellan plattorna är 1,8 cm. Elektronens acceleration är $2,2 \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2$. Beräkna spänningen mellan plattorna.

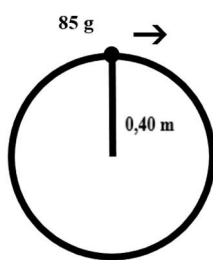
(2p)



3. Bestäm potentialen i punkten P i kopplingen nedan. (2p)



- 4.



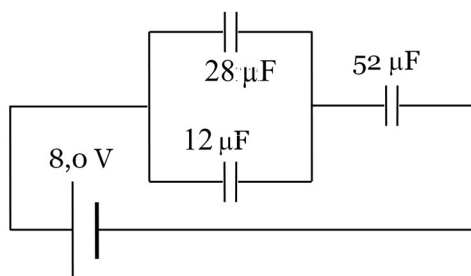
En kula som har massan 85 g sitter fast i ett lätt snöre och går runt i en vertikal cirkelbana. Radien är 0,40 meter. I kulans översta läge är spännkraften i snöret 1,8 N. Beräkna kulans hastighet i det översta läget.

(2p)

5. År 2007 skickades satelliten Kaguya upp för att gå i en cirkulär bana runt månen. Omloppsbanan går ca 95 km över månytan. Beräkna satellitens hastighet i omloppsbanan.

(2p)

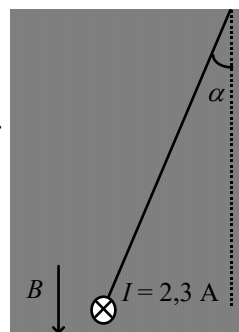
6. Ett batteri och tre oladdade kondensatorer kopplas enligt nedanstående bild. Beräkna laddningen, efter lång tid, i kondensatorn med kapacitansen $52 \mu\text{F}$. (2p)



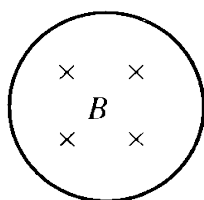
7. Genom de långa raka ledarna L_1 och L_2 flyter strömmar på vardera $3,5 \text{ A}$. Strömmarna är riktade inåt i L_1 och utåt i L_2 , enligt figur. Avståndet mellan ledarna L_1 och L_2 är $0,050 \text{ m}$. Avståndet mellan P och L_1 är $0,100 \text{ m}$. Punkten och ledarna ligger i samma plan. Ange riktning och storlek på den magnetiska flödestätheten i punkten P. Bortse från det jordmagnetiska fältet. (2p)



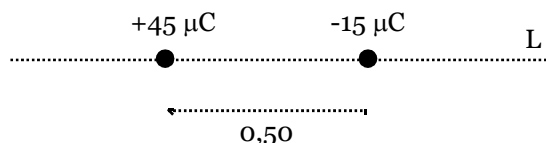
8. En strömförande horisontell ledare med längden $2,0 \text{ dm}$, hänger i en tråd. Strömstyrkan (I) är $2,3 \text{ A}$, och är riktad vinkelrätt mot papperets plan enligt figuren. Då ledaren placeras i ett nedåtriktat homogent magnetfält med flödestätheten $B = 145 \text{ mT}$, kommer tråden att bilda vinkeln α med lodlinjen. Bestäm vinkeln α , då ledaren väger 65 g . (2p)



9. Den magnetiska flödestätheten B genom en strömslinga minskar från 95 mT till 18 mT på tiden $60,0 \text{ ms}$. Magnetfältet är riktat från läsaren vinkelrätt in mot papperets plan enligt figuren nedan. Strömslingans radie är $1,0 \text{ cm}$ och dess resistans är $0,12 \Omega$. På grund av förändringen av den magnetiska flödestätheten induceras en ström i slingan. Hur stor blir denna ström och vilken riktning får den? (2p)



10. Två små kulor med laddningarna $+45,0 \mu\text{C}$ respektive $-15,0 \mu\text{C}$ befinner sig på avståndet $0,50 \text{ m}$ från varandra. Se figur nedan.



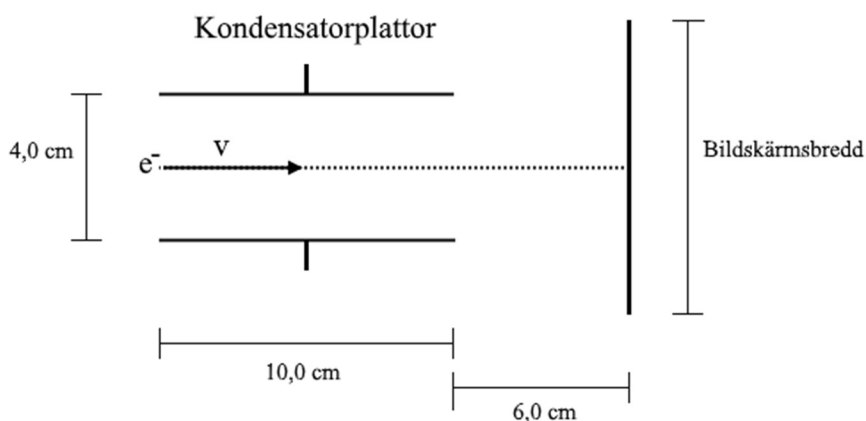
På linjen L i figuren antar den elektriska fältstyrkan olika värden beroende på avståndet från de båda laddningarna.

Bestäm läget på den punkt (på linjen L) där den elektriska fältstyrkan är noll. (2p)

11. En homogen liten kula i ett lätt snöre utför en pendelrörelse. Den plana pendeln har pendellängden $1,2 \text{ m}$ och är upphängd i taket i ett rum med takhöjden på $2,80 \text{ m}$. Pendeln förs åt sidan med vinkeln 45° och släpps. När pendelkulan är i sitt nedersta läge, går pendellinan av.

Hur långt åt sidan från pendelns upphängningspunkt (i horisontell led) har kulan förflyttats när den slår i golvet? (3p)

12. Elektroner kommer in i mitten av ett elektriskt fält med hastigheten $3,2 \text{ Mm/s}$. Kondensatorplattorna som ger det elektriska fältet har längden $10,0 \text{ cm}$, (se figur). Spänningen mellan plattorna kan variera mellan $\pm 8,0 \text{ volt}$ och avståndet mellan plattorna är $4,0 \text{ cm}$. Efter elektronens färd genom det elektriska fältet finns en fluoriserande skärm på ett avstånd på $6,0 \text{ cm}$. Bestäm minsta skärmbredden som behövs för att kunna fånga in alla elektroner som passerar det elektriska fältet. (3p)



Lösningsförslag

1. Medeleffekten ges av :

$$P = \frac{U^2}{R}$$
$$\Leftrightarrow$$
$$R = \frac{U^2}{P} \quad (1)$$

$$\text{där } U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Insättning av (2) i (1) ger:

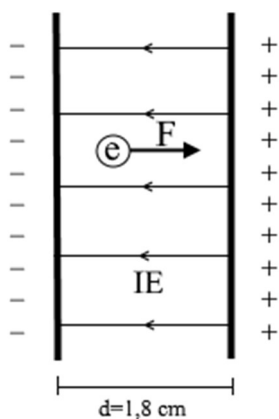
$$R = \frac{\left(\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}\right)^2}{P}$$
$$\Leftrightarrow$$
$$R = \frac{\hat{u}^2}{2P}$$

Insättning av värden ger:

$$R = \frac{12^2}{2 \cdot 5,0} = 14,4 \approx 14 \Omega$$

Svar : Resistansen är 14 Ω

2.



Newtons andra lag

$$F = ma \quad (1)$$

Kraften på en laddad partikel i elektriskt fält

$$F = \frac{IE}{q} \quad (2)$$

Elektrisk fältstyrka i homogent kraftfält mellan parallella plattor:

$$IE = \frac{U}{d}$$

\Leftrightarrow

(3)

$$U = IE \cdot d$$

Insättning av (1) i (2) ger:

$$IE = \frac{ma}{q} \quad (4)$$

Och insättning av (4) i (3) ger:

$$U = \frac{ma}{q} \cdot d$$

Insättning av värden ger:
$$U = \frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot 2,2 \cdot 10^{16}}{1,60218 \cdot 10^{-19}} \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} = 2251,5 \approx 2,3 \text{ kV}$$

Svar: spänningen mellan plattorna är 2,3 kV

3. Kretsens totala spänning U_{tot} är $U_1 + U_2$.

$$U_{\text{tot}} = 4,50 + 3,50 = 8,00 \text{ V.}$$

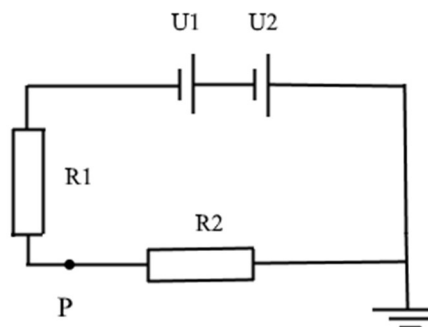
Kretsens totala resistans R_{tot} är $R_1 + R_2$.

$$R_{\text{tot}} = 21,0 + 11,0 = 32,0 \Omega.$$

Ohms lag ger

$$U = RI$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{8,00}{32,0} = 0,250 \text{ A (medurs i kretsen)}$$



Potentialvandring från jord genom R_2 med strömmen ger:

$$V_p = 0 - R_2 \cdot I = 0 - 0,250 \cdot 11,0 = -2,75 \text{ V}$$

Svar : potentialen i punkten P är -2,75 V

4. Kulan utför cirkulär centralrörelse.

$$F_R = ma_c \quad (1) \quad \text{där} \quad a_c = \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

$$(1) \text{ och } (2) \text{ ger : } F_R = \frac{mv^2}{r} \quad (3)$$

Den resulterande kraften består av F_g och F_s (spännkraften i snöret)

Vi sätter positiv riktning mot centrum

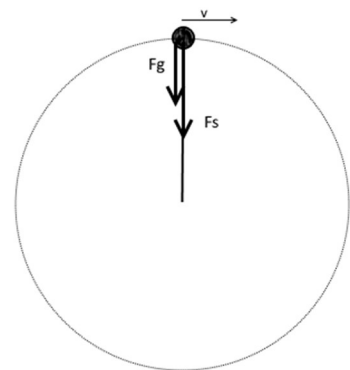
$$F_R = F_g + F_s \quad (4) \quad \text{Insättning av (3) och } F_g = mg \text{ ger:}$$

$$\frac{mv^2}{r} = F_s + mg$$

\Leftrightarrow

$$v = \sqrt{\frac{r}{m}(F_s + mg)} \Rightarrow \sqrt{\frac{0,40}{0,085}(1,8 + 0,085 \cdot 9,82)} = 3,52116 \approx 3,5 \text{ m/s}$$

Svar : hastigheten i övre positionen är 3,5 m/s



5. Acceleration vid Cirkulär rörelse (1) och Newtons II:a lag (2) :

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

$$F = ma \quad (2) \quad \text{där } m \text{ är massan på satelliten}$$

(1)+(2) ger

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad (3)$$

Den enda kraften som verkar på satelliten är gravitationskraften.

Denna beskriven i Newtons gravitationslag:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (4) \quad \text{där vi sätter } m_1 \text{ som månens massa och } m_2 \text{ som satellitens massa och}$$

$$r = (r_{\text{måne}} + h_{\text{satellit}})$$

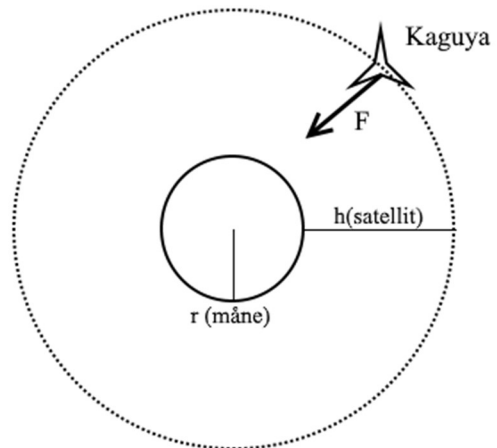
(3)+(4) ger:

$$\frac{m_2 v^2}{r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

\Leftrightarrow

$$v = \sqrt{G \frac{m_1}{r}}$$

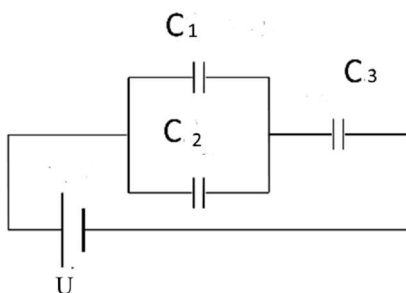
Insättning av värden ger:



$$v = \sqrt{6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{7,35 \cdot 10^{22}}{(1738 \cdot 10^3 + 95 \cdot 10^3)}} = 1635,72 \approx 1,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

Svar: Satellitens hastighet är 1,6 km/s .

6. Kondensatorernas beteckning enligt i nedanstående kopplingsschema



Ersättningskondensator för hela kopplingsschemat benämns C_{tot}

Ersättningskondensatorn för C_1 och C_2 benämns C_{ers}

$$C_{\text{ers}} = C_1 + C_2 = 12 + 28 = 40 \text{ } \mu\text{F}$$

Seriekoppling av kondensatorerna ger:

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_{ers}} + \frac{1}{C_3}$$

\Leftrightarrow

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{40} + \frac{1}{52}$$

\Leftrightarrow

$$C_{tot} = 22,60869 \mu F$$

Beräkning av Q.

$$Q = C_{tot} \cdot U$$

\Rightarrow

$$Q = 22,60869 \cdot 10^{-6} \cdot 8,0 = 1,808695 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

Seriökopplade kondensatorer kommer ha samma laddning vilket ger att C_3 har laddningen 0,18 mC.

Svar: Laddningen över C_3 är 0,18 mC.

7. Vi sätter positiv riktning för fältet uppåt i papprets plan. Högerhandsregeln ger då att magnetiska fältet B_{L1} från L_1 är positivt riktade medan fältet B_{L2} från L_2 är negativt riktat.



Ger magnetiska fältstyrkan för punkten p

$$B_p = B_1 - B_2 \quad (1)$$

Varje ledare ger ett magnetfält enligt

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \quad (2) \quad \text{där } \mu \text{ är permeabiliteten för vakuum } 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs(Am)}^{-1}.$$

Avståndet (r) till punkten P är 0,100 m för B_1 och 0,150 m för B_2 .

Strömmen I är 3,5 A för alla ledare (L).

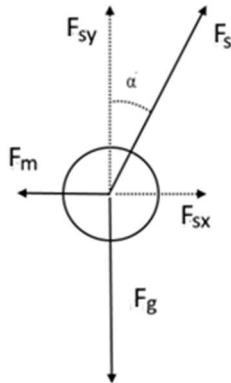
(1)+(2) ger:

$$B_p = \frac{\mu}{2\pi} \left(\frac{3,5}{0,100} - \frac{3,5}{0,150} \right) = 2,33333 \cdot 10^{-6} \approx 2,3 \mu T$$

Svar : Magnetfältet har en styrka på 2,3 μT riktat uppåt i papprets plan.

8. Statisk situation ger att det är ingen resulterande kraft varken i x-led eller i y-led, (jämvikt).

Kraftsituation med komponentuppdelning av F_s



Riktning på den magnetiska kraften fås med högerhandsregeln.

Y-led

$$F_{sy} - mg = 0$$

\Leftrightarrow

$$F_s \cos \alpha - mg = 0$$

\Leftrightarrow

$$F_s = \frac{mg}{\cos \alpha} \quad (1)$$

X-led

$$F_m - F_{sx} = 0$$

\Leftrightarrow

$$F_m - F_s \sin \alpha = 0$$

\Leftrightarrow

$$F_m = F_s \sin \alpha \quad (2)$$

Den magnetiska kraften F_m på ledaren ges av:

$$F_m = BIL \quad (3)$$

(1) insatt i (2) ger:

$$F_m = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

\Leftrightarrow

$$F_m = mg \tan \alpha$$

Insättning av (3) ger:

$$BIL = mg \tan \alpha$$

\Leftrightarrow

$$\tan \alpha = \frac{BIL}{mg}$$

Insättning av värden:

$$\tan \alpha = \frac{145 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 0,20}{65 \cdot 10^{-3} \cdot 9,82} = 0,1044963...$$

\Leftrightarrow

$$\alpha = 5,965547^\circ \approx 6,0^\circ$$

Svar: vinkeln α är $6,0^\circ$

9. Slingans area (A) ges av:

$$A = \pi r^2 \quad (1)$$

Flödestätheten inom slingan, där arean är konstant och magnetfältets flödestäthet förändras med konstant hastighet ges av:

$$\Delta\phi = \Delta B \cdot A \quad (2)$$

Den inducerade spänningen i den enstaka slingan är:

$$e = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (3)$$

Den inducerade strömmen (i) vid den inducerade spänningen (e) och resistansen (R) ges av Ohms lag:

$$i = \frac{e}{R} \quad (4)$$

Insättning av (1) i (2) ger uttryck för flödestätheten:

$$\Delta\phi = \Delta B \cdot \pi r^2 \quad (5)$$

Insättning av (5) i (3) ger uttryck för inducerad spänning:

$$e = \frac{\Delta B \cdot \pi r^2}{\Delta t} \quad (6) \quad (\text{ger } e = 0,00040317 \text{ V})$$

Insättning av (6) i (4) ger uttrycket för den inducerade strömmen (i):

$$i = \frac{\frac{\Delta B \pi r^2}{\Delta t}}{R} = \frac{\Delta B \pi r^2}{\Delta t R}$$

Insättning av värden ger:

$$i = \frac{\Delta B \pi r^2}{\Delta t R} = \frac{(95-18) \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 0,010^2}{60,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12} = 3,3595588.. \approx 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

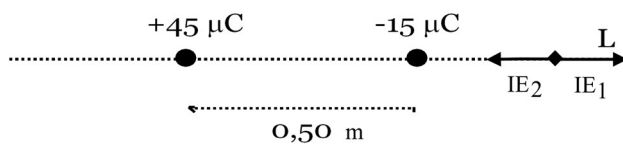
Riktningen ges av Lenz lag: Strömmen ger ett magnetfält som motverkar minskningen av styrkan på det förändrade magnetfältet riktat in i papprets plan.
Strömmen ger alltså ett magnetfält riktat in i papprets plan. Tumregeln ger att strömmen då går medurs i slingan.

Svar : 3,4 mA medurs

10. Till vänster om $+45 \mu\text{C}$ laddningen är fälten motriktade men den starkare positiva laddningen är alltid närmare och kommer då hela tiden dominera fältet. Mittemellan laddningarna är fälten riktade åt samma håll, de tar alltså aldrig ut varandra.

Beräkning av läget: Fältet från $+45 \mu\text{C}$ laddningen benämns IE_1 och fältet från $-15 \mu\text{C}$ laddningen benämns IE_2 .

Vi söker avståndet till höger om den svagare negativa laddningen där de motriktade fälten tar ut varandra, dvs $IE_1 - IE_2 = 0$. Radien för beräkning av fältet IE_1 blir då $(r+0,50)$ m.



$$IE = k \frac{Q}{r^2}$$

$$IE_1 = k \cdot \frac{Q_1}{(r + 0,50)^2} \quad (1)$$

$$IE_2 = k \frac{Q_2}{r^2} \quad (2)$$

(1) och (2) ger

$$k \frac{Q_1}{(r + 0,50)^2} = k \frac{Q_2}{r^2}$$

\Leftrightarrow

$$\frac{Q_1}{Q_2} r^2 = r^2 + r + 0,25$$

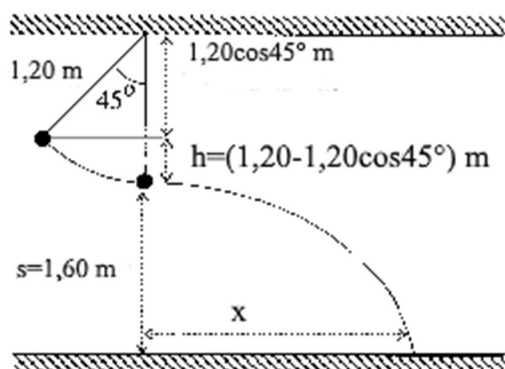
\Rightarrow

$$r^2 - 0,5r - 0,125 = 0$$

Andragradsekvationen har lösningarna $r_1 = 0,6830$ m och $r_2 = -0,1830$ m, den negativa lösningen förkastas då fälten här går åt samma håll.

Svar: punkten på linjen L där $IE=0$ ligger 0,68 m till höger om $-15 \mu C$ laddningen.

11.



$E_p = 0$ sätts vid kulans nedersta läge i pendelrörelsen.

Den potentiella energin i övre läget (höjden h) har då övergått till kinetisk energi vid nedersta läget där sedan kastbanerörelsen tar vid.

$$\text{Övre läge: } E_p = mgh = mg(1,20 - 1,20 \cos 45^\circ) \quad (1)$$

$$\text{Nedre läge: } E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

(1)+(2) ger:

$$v_0 = \sqrt{2g(1,20 - 1,20 \cos 45^\circ)} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 0,35147} = 2,627338 \text{ m/s (farten räknas positiv)}$$

När snöret går av är kulans hastighet horisontell. Utgångsvinkeln $\alpha = 0^\circ$. Den faller 1,60 m till golvet i y-led till positionen -1,60m.

Origo i kastbanan sätts vid pendelrörelsens nedersta läge vid tiden $(t) = 0$.

Tiden för kastbanan ges av rörelsen i y-led.

$$y = v_0 t \sin \alpha_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

\Leftrightarrow

då utgångsvinkeln $\alpha_0 = 0^\circ$ ger $\sin \alpha_0 = 0$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2$$

\Rightarrow

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,60}{9,82}} = 0,570846 \text{ s}$$

Förflyttning i x-led.

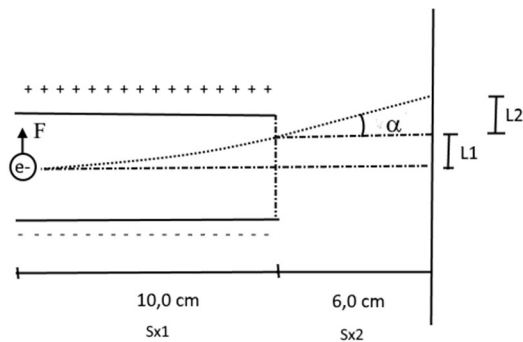
$$x = v_0 t \cos \alpha_0$$

\Leftrightarrow

$$x = 2,627338 \cdot 0,570846 \cos 0^\circ = 1,4998 \approx 1,5 \text{ m}$$

Svar : Kulan träffar golvet 1,5 m från positionen rakt under upphängningspunkten

12. Bild vid övre plattan plus-laddad och med max-spänning 8,0 V..



Beräkning av sträckan L_1

Tiden för elektronen i det elektriska fältet :

$$v_x = v_0 = \frac{S_x}{t_1}$$

\Leftrightarrow

$$t_1 = \frac{S_x}{v_0} = \frac{0,100}{3,2 \cdot 10^6} = 3,125 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

Största skärmbredd behövs vid spänningen U_{\max} (8,0 V) som ger accelerationen $a_{y\max}$.
Avståndet (d) mellan plattorna är 0,040 cm.

$$\left. \begin{array}{l} IE = \frac{F}{Q} \\ IE = \frac{U}{d} \\ F = ma \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{ma}{Q} = \frac{U}{d} \Leftrightarrow a = \frac{UQ}{dm} = \frac{8,0 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19}}{0,040 \cdot 9,1094 \cdot 10^{-31}} = 3,5176411 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$$

Beräkning av sträckan L_1 :

Kastbana i elektriskt fält där $S_y = L_1$ där elektronen lämnar elektriska fältet efter tiden t_1 .
och $v_{0y} = 0$ m/s.

$$L_1 = s_y = v_{0y} \cdot t_1 + \frac{at_1^2}{2} = 0 \cdot 3,125 \cdot 10^{-8} + \frac{3,5176411 \cdot 10^{13} \cdot (3,125 \cdot 10^{-8})^2}{2} = 0,01717598 \text{ m}$$

Elektronen slår alltså inte i kondensatorplattan (där $s_y = 0,02$ m) innan den lämnar denna.

Beräkning av sträckan L_2

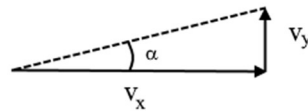
Då elektronen lämnar fältet

$$v_x = 3,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_{0y} + a_y \cdot t_1 = 0 + 3,5176411 \cdot 10^{13} \cdot 3,125 \cdot 10^{-8} = 1,0992628 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Ger:

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$$



$$\tan \alpha = \frac{1,0992628 \cdot 10^6}{3,2 \cdot 10^6} = 0,3435196$$

$$\alpha = 18,9586^\circ$$

Sträckan L_2 ges då av:

$$\tan \alpha = \frac{L_2}{s_{x2}}$$

\Rightarrow

$$L_2 = s_{x2} \cdot \tan 18,9586^\circ = 0,060 \cdot \tan 18,9586^\circ = 0,020611 \text{ m}$$

Alternativ lösning av sträckan L_2 :

Tiden från att lämna det elektriska fältet till att träffa skärmen sätts till t_2 .

$$\begin{cases} t_2 = \frac{s_{x2}}{v_x} \\ L_2 = v_y t_2 \end{cases}$$

\Rightarrow

$$L_2 = v_y \frac{s_{x2}}{v_x}$$

Skärmbredden (B)

$$B = 2(L_1 + L_2) = 2(0,01717598 + 0,020611) = 0,0755743 \approx 0,076 \text{ m}$$

Svar : Skärmbredden behöver vara 7,6 cm

Rättningsmall

Allmänt

Räknefel	-1 p	
Enhetsfel	-1 p	
Avrundade delresultat	Per tenta första gången	-1 p
Felaktigt avrundat slutresultat, ± 1 ok	Per tenta andra gången	-1 p
Ofullständiga lösningar/lösningar svåra att följa	minst	-1 p
Omvandlingsfel t.ex. km/h till m/s; ton till kg		-1 p
Prefixfel i svaret	Inget avdrag om rätt svar finns tidigare	

- R1. Använder ej effektivvärde -1p
- R2. Om kraftsituation för proton/positron -1p.
- R3. Teckenfel i svaret/fel strömriktning -1p.
Kopplingsschema med beteckningar saknas. -1p
- R4. Fel kraftresonemang, -2p
- R5. Fel rotationsradie -1p
- R6. Kopplingsschema med beteckningar saknas , -1p
Principiellt felaktig beräkning av C_{tot} , -2p.
- R7. Motivering saknas till uppställd ekvation för B i punkten P, -1p
Fel riktning / riktning saknas i svaret , -1p
- R8. Enkelt trigonometriskt fel , -1p
Kraftfigur felaktig/saknas, -1p
- R9. Fel riktning -1p
Motivering till strömmens riktning saknas, -1p

R10. Motivering saknas till uppställd ekvation för IE -1p

Svarar med två avstånd , -1p

R11. Principiellt felaktigt beräknat v_0 , -2p

Enkelt trigonometriskt fel, -1p

R12 Svarar med halva bredden -1p

Fel L_2 -1p