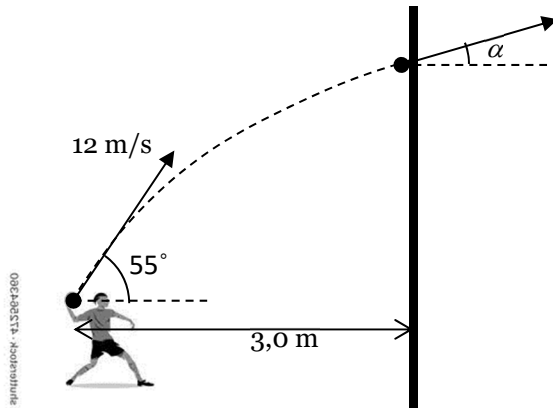


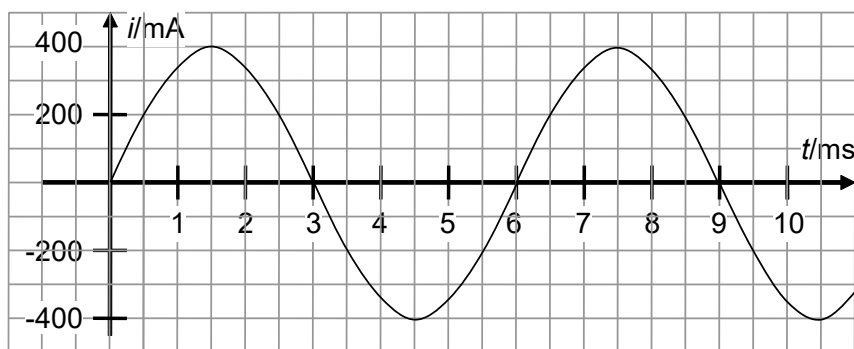


Kurs:	HF0025 Fysik för basår II						
Moment:	TENA 8 hp						
Program:	Tekniskt basår/Bastermin TBASA						
Rättande lärare:	Staffan Linnæus, Maria Shamoun, Svante Granqvist						
Examinator:	Staffan Linnæus						
Datum:	2020-03-09						
Tid:	8.00-12.00						
Jourhavande lärare:	Maria Shamoun, tel 087909712						
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. En boll kastas med hastigheten 12 m/s i vinkeln 55° över horisontalplanet mot en lodrät vägg $3,0 \text{ m}$ bort. I vilken vinkel mot horisontalplanet träffar bollen väggen (vinkeln α i figuren)? (2 p)



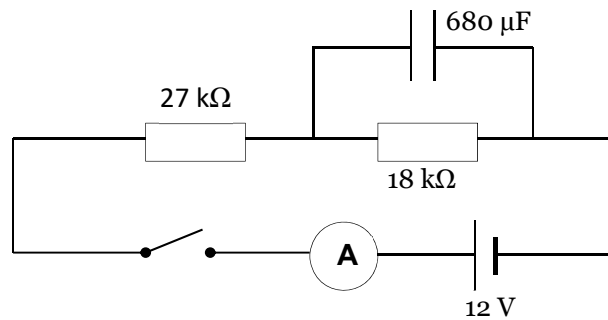
2. En bil kör över ett backkrön med hastigheten 72 km/h . Backens topp kan beskrivas som en cirkelbåge med radie 125 m . Bilen väger 1100 kg . Hur stor blir normalkraften från marken på bilen i översta läget? (2 p)
3. En jon med laddningen $+2e$ rör sig i en cirkelbana i ett homogent magnetfält. Jonens rörelseenergi är $1,79 \cdot 10^{-17} \text{ J}$. Banans radie är $24,1 \text{ mm}$. Magnetfältets flödestäthet är 155 mT . Hur stor massa har jonen? (2 p)
4. En växelström genom en resistor på 47Ω varierar med tiden enligt grafen nedan.



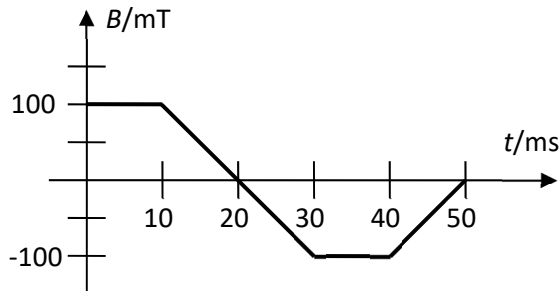
- a) Bestäm medeleffekten i resistorn. (1 p)
- b) Bestäm den momentana effekten vid tiden $2,5 \text{ ms}$. (1 p)

5. Innan kretsen sluts är kondensatorn oladdad. Hur stor blir strömmen genom amperemetern

- a) omedelbart efter att strömbrytaren sluts? (1 p)
b) efter att strömbrytaren varit sluten en längre tid? (1 p)



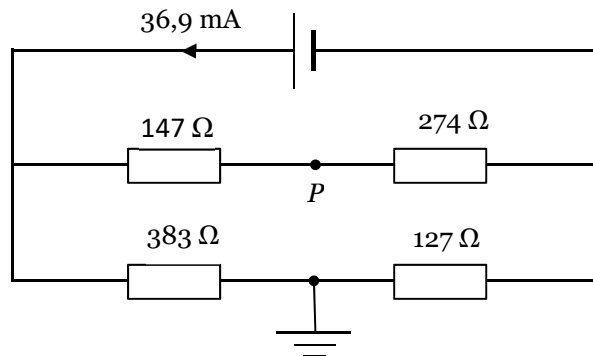
6



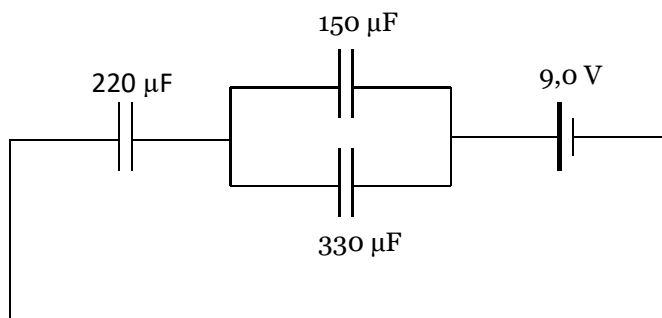
En platt kvadratisk spole med 250 varv och sidan 4,0 cm placeras mellan polerna på en elektromagnet. Magnetfältet går vinkelrätt mot spolens plan. Flödestätheten varierar enligt figuren. Rita ett diagram över den inducerade ems:en (emk:n) i spolen som funktion av tiden. Redovisa beräkningen! (2 p)

7. Beräkna potentialen i punkten P .

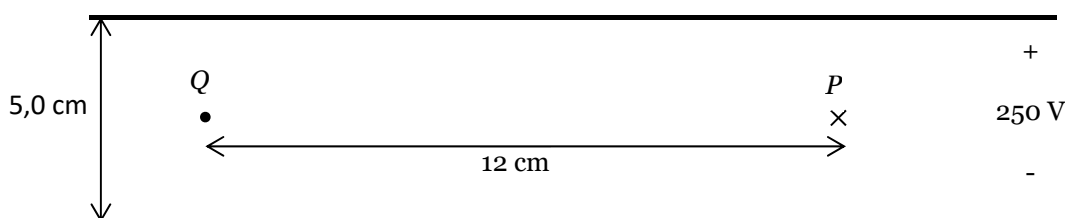
(3 p)



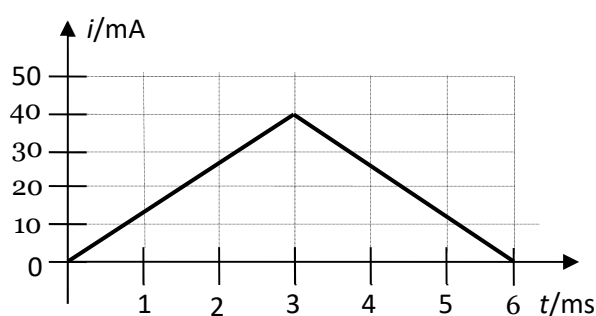
8. Tre kondensatorer $220 \mu\text{F}$, $150 \mu\text{F}$ och $330 \mu\text{F}$ är kopplade till ett batteri med polspänningen 9,0 V enligt figuren. Alla kondensatorerna var oladdade innan batteriet anslöts. Beräkna laddningen i var och en av kondensatorerna. (3 p)



9. En punktladdning $Q = -15 \text{ nC}$ är fastsatt mellan två parallella metallplattor enligt figuren. Laddningen och punkten P befinner sig båda mitt mellan plattorna. Mellan plattorna ligger spänningen 250 V . Beräkna det resulterande elektriska fältet i punkten P till storlek och riktning. (2 p)



10. På en plats nära ekvatorn är det jordmagnetiska fältet riktat horisontellt rakt åt norr och har flödestätheten $25 \mu\text{T}$. I ett laboratorium på denna plats vill man placera en lång, rak ledare så att det finns en punkt P , $2,5 \text{ cm}$ utanför ledaren, där det resulterande magnetfältet blir 0. Ange hur ledaren ska vara orienterad, var punkten P ligger i förhållande till ledaren samt strömmens storlek och riktning. (Det räcker att ange en lösning fast det kan finnas flera.) (2 p)
11. En spole sitter i en elektronisk krets, där strömmen varierar enligt figuren. Strömmen har hela tiden samma riktning. Vid tidpunkten $1,5 \text{ ms}$ är spänningen över spolen $2,59 \text{ V}$, och vid tidpunkten $4,5 \text{ ms}$ är spänningen $0,41 \text{ V}$ med samma polaritet. Beräkna spolens resistans och induktans. (2 p)



12. En elektron i ett homogent elektriskt fält har i ett visst ögonblick hastigheten $2,45 \text{ Mm/s}$. Efter $5,60 \text{ ns}$ har hastigheten ökat till $4,20 \text{ Mm/s}$ och ändrat riktning med $18,2^\circ$. Beräkna den elektriska fältstyrkan till storlek och riktning. Visa i en figur hur det elektriska fältet är riktat jämfört med elektronens hastighet vid den första tidpunkten. (2 p)

Lösningar

1. Konstant hastighet i x -led: $\begin{cases} v_x = v_{0x} \\ x = v_{0x}t \end{cases}$. Konstant acceleration i y -led:

$$v_y = v_{0y} - gt.$$

Här är $v_{0x} = v_0 \cos 55^\circ = 12 \cos 55^\circ \approx 6,883 \text{ m/s}$ och $v_{0y} = v_0 \sin 55^\circ \approx 9,830 \text{ m/s}$.

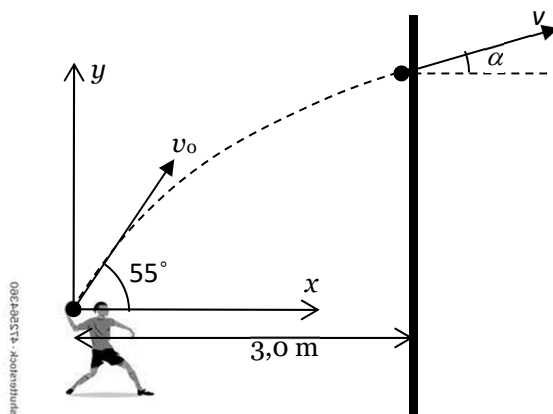
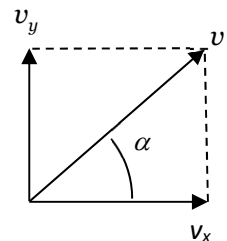
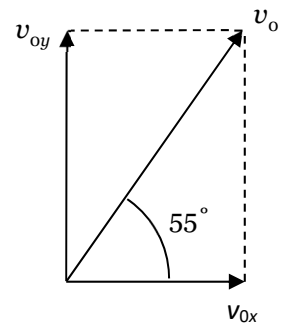
Bollen träffar väggen när $x = 3,0 \text{ m} \Rightarrow$

$$t = \frac{x}{v_{0x}} = \frac{3,0 \text{ m}}{6,883 \text{ m/s}} \approx 0,4359 \text{ s}.$$

Hastighetskomponenterna är då

$$\begin{cases} v_x \approx 6,883 \text{ m/s} \\ v_y \approx (9,830 - 9,82 \cdot 0,4359) \text{ m/s} \approx 5,550 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\text{Detta ger } \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} \approx \frac{5,550}{6,883} \Rightarrow \alpha \approx 38,88^\circ.$$

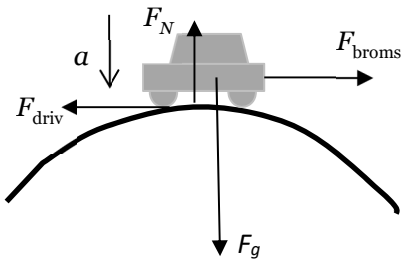


Svar: 39° .

2. Kraftekvation i vertikalled

$$F_R = ma, \text{ där } F_R = F_g - F_N \text{ och } a = \frac{v^2}{r} \text{ ger } mg - F_N = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow F_N = m \left(g - \frac{v^2}{r} \right) =$$

$$1100 \cdot \left(9,82 - \frac{20^2}{125} \right) \text{ N} = 7282 \text{ N}.$$



Svar: 7,3 kN

3. Använd kraftekvationen $F_R = ma$. Den enda kraften som verkar är den magnetiska kraften $F_m = QvB$, där laddningen $Q = 2e$. Accelerationen i cirkelbanan ges av $a = \frac{v^2}{r}$. Alltså gäller $2evB = m \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow 2eB = m \frac{v}{r}$, (1) där m och v är obekanta. Den kända rörelseenergin E_k ger ett till samband:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (2)$$

För att lösa detta ekvationssystem, kan vi t.ex. från (1) lösa ut

$$v = \frac{2eBr}{m}$$

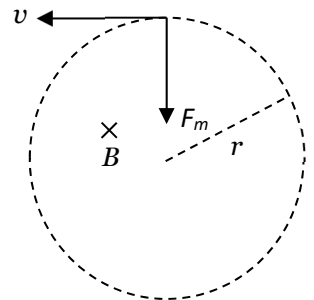
och sätta in i (2). Detta ger

$$E_k = \frac{m}{2} \left(\frac{2eBr}{m} \right)^2 = \frac{2(eBr)^2}{m}.$$

$$\text{Här kan vi lösa ut massan } m = \frac{2(eBr)^2}{E_k} = \frac{2(1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 155 \cdot 10^{-3} \cdot 24,1 \cdot 10^{-3})^2}{1,79 \cdot 10^{-17}} \text{ kg} \approx$$

$$4,002 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

Svar: $4,00 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$



4. a) Använd effektformeln på formen $P = RI^2$, där I är strömmens effektivvärde $I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$.

Detta ger $P = \frac{R\hat{i}^2}{2}$. Toppströmmen \hat{i} avläses i diagrammet till 400 mA. Alltså

$$P = \frac{47 \cdot 0,400^2}{2} \text{ W} = 3,76 \text{ W}.$$

Svar: 3,8 W.

b) Momentan effekt $p = Ri^2$. Avläst momentan ström $i = 200$ mA ger $p = 47 \cdot 0,200^2 \text{ W} = 1,88 \text{ W}$.

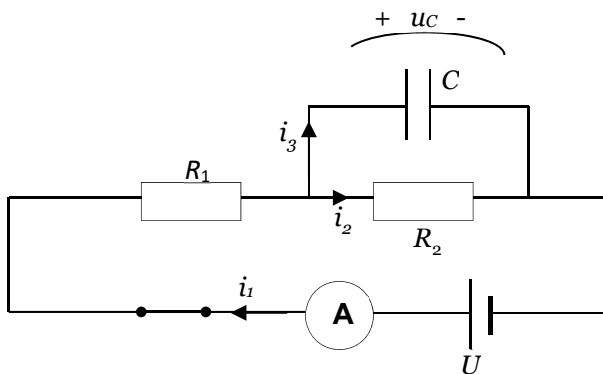
Svar: 1,9 W.

5. a) Då kondensatorn är oladdad är $u_C = 0$ och därmed $i_2 = 0$. Potentialvandring ger

$$U - R_1 i_1 - 0 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{27 \cdot 10^3} \text{ A} \approx 4,444 \cdot 10^{-4} \text{ A. Svar: } 0,44 \text{ mA}.$$

b) När kondensatorn är fulladdad är $i_3 = 0 \Rightarrow i_2 = i_1$. Potentialvandring ger

$$U - R_1 i_1 - R_2 i_1 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{12}{(27 + 18) \cdot 10^3} \text{ A} \approx 2,667 \cdot 10^{-4} \text{ A}.$$



Svar: 0,27 mA.

6. Inducerad ems $e = N \frac{d\phi}{dt} = NA \frac{dB}{dt}$, där tvärsnittsarean $A = (0,04 \text{ m})^2 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$.

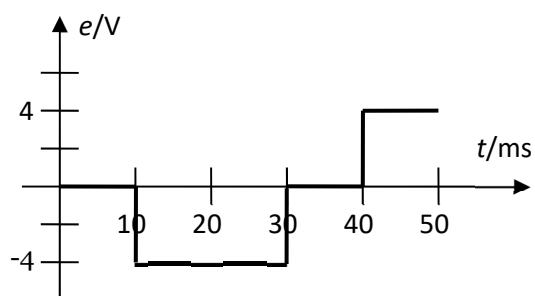
0 – 10 ms: B konstant $\Rightarrow \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow e = 0$

10 – 30 ms: B minskar linjärt $\Rightarrow e = NA \frac{\Delta B}{\Delta t} = 250 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{-0,100 - 0,100}{0,030 - 0,010} \text{ V} = -4,0$

V.

30 – 40 ms: B konstant $\Rightarrow e = 0$

40 – 50 ms: B ökar linjärt $\Rightarrow e = NA \frac{\Delta B}{\Delta t} = 250 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0 - (-0,100)}{0,050 - 0,040} \text{ V} = 4,0 \text{ V}$.



7. För att beräkna batteriets polspänning U , beräknas först ersättningsresistansen R för alla fyra motstånden: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{(147 + 274)\Omega} + \frac{1}{(383 + 127)\Omega} \approx 0,0043361 \Omega^{-1} \Rightarrow R \approx$

$230,62 \Omega$. Detta ger $U = RI \approx 230,62 \cdot 0,0369 \text{ V} \approx 8,510 \text{ V}$. Delströmmarna blir

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} \approx \frac{8,510}{147 + 274} \text{ A} \approx 0,02021 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_3 + R_4} \approx \frac{8,510}{383 + 127} \text{ A} \approx 0,01669 \text{ A}.$$

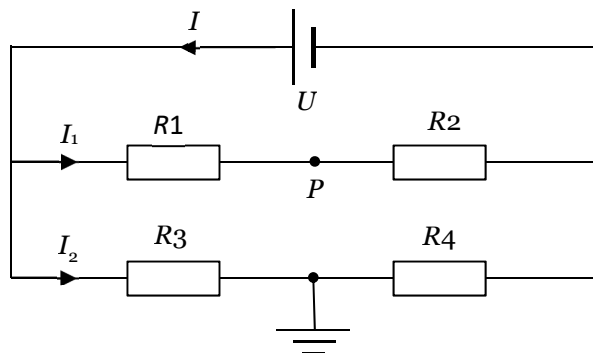
Potentialvandring från jord över R_4 och R_2 till P ger

$$V_P = V_{\text{jord}} - R_4 I_2 + R_2 I_1 \approx (0 - 127 \cdot 0,01669 + 274 \cdot 0,02021) \text{ V} \approx +3,42 \text{ V}$$

Alternativt kan man potentialvandra över R_3 och R_1 :

$$V_P = V_{\text{jord}} + R_3 I_2 - R_1 I_1 \approx (0 + 383 \cdot 0,01669 - 147 \cdot 0,02021) \text{ V} \approx +3,42 \text{ V}$$

Svar: Potentialen i P är $+3,42 \text{ V}$.



8. C_2 och C_3 är parallellkopplade till $C_{23} = C_2 + C_3 = 480 \mu\text{F}$. Seriekoppling med C_1 ger den totala kapacitansen C enligt $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} = \left(\frac{1}{220} + \frac{1}{480} \right) \mu\text{F}^{-1} \approx 0,0066288 \mu\text{F}^{-1}$

$$\Rightarrow C \approx 150,86 \mu\text{F}.$$

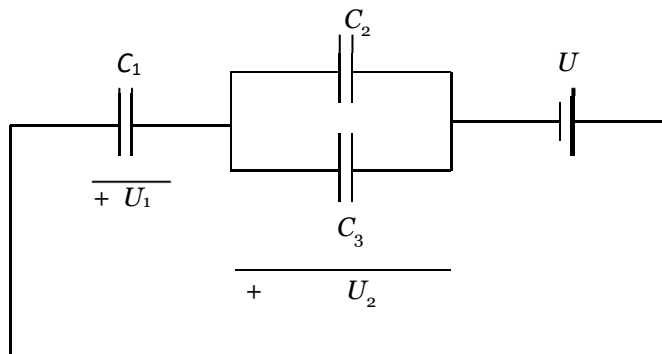
Laddningen i C_1 är lika med systemets totala laddning: $Q_1 = CU = 9,0 \cdot 150,86 \cdot 10^{-6} \text{ C} \approx 1,358 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

Över C_1 ligger spänningen $U_1 = \frac{Q_1}{C_1} \approx \frac{1,358 \cdot 10^{-3}}{220 \cdot 10^{-6}} \text{ V} \approx 6,171 \text{ V}$. Över parallellkopplingen

ligger spänningen $U_2 = U - U_1 \approx (9,0 - 6,171) \text{ V} = 2,829 \text{ V}$. Detta ger laddningarna i de andra kondensatorerna:

$$Q_2 = C_2 U_2 \approx 150 \cdot 10^{-6} \cdot 2,829 \text{ C} \approx 4,243 \cdot 10^{-4} \text{ C},$$

$$Q_3 = C_3 U_2 \approx 330 \cdot 10^{-6} \cdot 2,829 \text{ C} \approx 9,334 \cdot 10^{-4} \text{ C}.$$



Svar: Laddningarna är 1,4 mC i 220 μF -kondensatorn, 0,42 mC i 150 μF -kondensatorn och 0,93 mC i 330 μF -kondensatorn.

9. Plattorna skapar ett homogent fält med fältstyrkan $E_1 = \frac{U}{d} = \frac{250 \text{ V}}{0,050 \text{ m}} = 5000 \text{ N/C}$, riktat

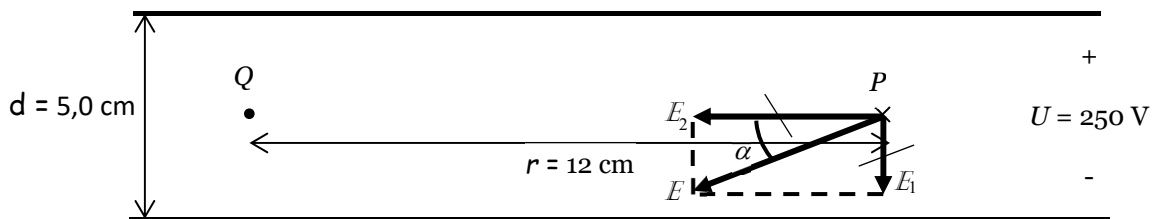
från + till – dvs. nedåt i figuren. Punktladdningen ger i punkten P ett fält med styrkan

$$E_2 = k \frac{|Q|}{r^2} = 8,988 \cdot 10^9 \cdot \frac{15 \cdot 10^{-9}}{0,12^2} \text{ N/C} \approx 9362,5 \text{ N/C}, \text{ riktat in mot den negativa}$$

laddningen, dvs. åt vänster i figuren. Pytagoras sats ger resulterande fältstyrkan

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \approx 10614 \text{ N/C}.$$

$$\text{Riktningen ges av vinkeln } \tan \alpha = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{5000}{9362,5} \Rightarrow \alpha \approx 28^\circ.$$

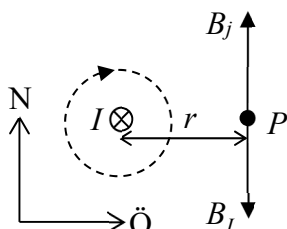


Svar: Resulterande fältet har storleken 11 kN/C och är riktad snett ned till vänster i vinkeln 28° under horisontallinjen i figuren.

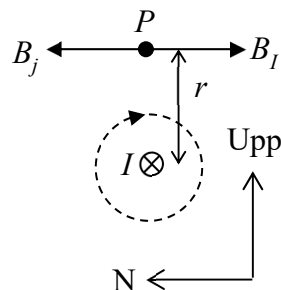
10. Ledaren måste placeras så att magnetfältet B_I från ledaren blir riktat söderut. Två möjligheter visas i figuren nedan. Oavsett placeringen måste B_I vara lika stor som den jordmagnetiska flödestätheten B_j , vilket ger

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} = B_j \Leftrightarrow I = \frac{2\pi r B_j}{\mu_0} = \frac{0,025 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 3,125 \text{ A}.$$

Svar: Strömstyrka 3,1 A, ledarens placering samt strömriktning t.ex. enligt figuren.



Vertikal ledare väster om P .
Strömriktning mot jordens centrum.



Horisontell ledare under P .
Strömriktning österut.

11. Spolen kan representeras av en ideal spole i serie med en resistans. Definitionen av strömmens, ems:ens och spänningens positiva riktningar framgår av figuren. Då gäller

$$u = e + Ri = L \frac{di}{dt} + Ri.$$

Insättning av siffervärden för de två tidpunkterna ger ett ekvationssystem för L och R . Strömmen i avläses till 20 mA vid båda tidpunkterna.

Mellan 0 och 3 ms ökar strömmen linjärt och $\frac{di}{dt} = \frac{40 \cdot 10^{-3} - 0}{3,0 \cdot 10^{-3} - 0} \text{ A/s} \approx 13,33 \text{ A/s}$.

Mellan 3 och 6 ms minskar strömmen linjärt och $\frac{di}{dt} = \frac{0 - 40 \cdot 10^{-3}}{(6,0 - 3,0) \cdot 10^{-3}} \text{ A/s} \approx -13,33 \text{ A/s}$.

Insatta siffror för de två tidpunkterna ger alltså

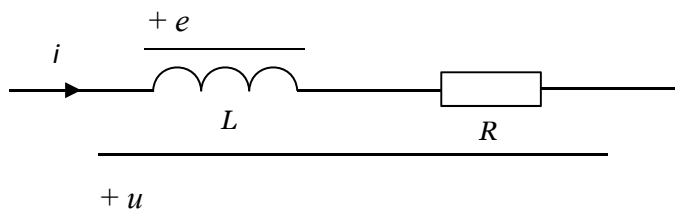
$$2,59 \text{ V} = L \cdot (13,33 \text{ A/s}) + R \cdot (0,020 \text{ A}) \quad (1)$$

$$0,41 \text{ V} = L \cdot (-13,33 \text{ A/s}) + R \cdot (0,020 \text{ A}). \quad (2)$$

Ekvationssystemet löses enklast genom additionsmetoden.

$$(1) + (2) \text{ ger: } 3,00 \text{ V} = R \cdot (0,040 \text{ A}) \Rightarrow R = \frac{3,00 \text{ V}}{0,040 \text{ A}} = 75 \Omega.$$

$$(1) - (2) \text{ ger: } 2,18 \text{ V} = L \cdot (26,67) \text{ A/s} \Rightarrow L = \frac{2,19 \text{ V}}{26,67 \text{ A/s}} = 0,08175 \text{ H}.$$



Svar: Induktans 82 mH, resistans 75 Ω .

12. Använd kraftekvationen $\vec{F}_R = m\vec{a}$, där $\vec{F}_R = -e\vec{E}$ (enbart elektrisk kraft). Homogent elektriskt fält ger konstant acceleration; därför gäller $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$. Detta ger

$$-e\vec{E} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}.$$

Inför koordinatsystem med x -axeln i utgångshastighetens riktning. Då blir

$$\begin{cases} v_{1x} = v_0 \\ v_{1y} = 0 \end{cases}$$

och

$$\begin{cases} v_x = v \cos 18,2^\circ \\ v_y = v \sin 18,2^\circ \end{cases}.$$

På komponentform får vi då

$$eE_x = -m \frac{v \cos 18,2^\circ - v_0}{\Delta t}, eE_y = -m \frac{v \sin 18,2^\circ}{\Delta t}.$$

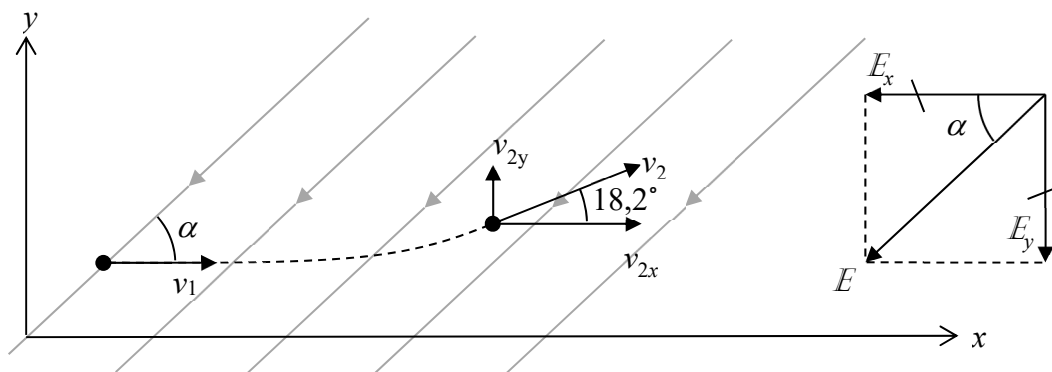
Vi löser ut

$$E_x = -\frac{m(v \cos 18,2^\circ - v_0)}{e\Delta t} = -\frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot (4,20 \cdot 10^6 \cdot \cos 18,2^\circ - 2,45 \cdot 10^6)}{1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 5,60 \cdot 10^{-9}} \text{ N/C}$$

$$\approx -1563,4 \text{ N/C}$$

$$E_y = -\frac{mv \sin 18,2^\circ}{e\Delta t} = -\frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot 4,20 \cdot 10^6 \cdot \sin 18,2^\circ}{1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 5,60 \cdot 10^{-9}} \approx -1331,9 \text{ N/C}.$$

$$\text{Fältstyrkan } E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \approx 2053,8 \text{ N/C. Vinkeln } \alpha = \arctan \frac{E_y}{E_x} \approx 40,427^\circ.$$



Svar: Fältstyrkan är 2,05 kN/C i riktning 40,4° mot elektronens ursprungliga rörelseriktning enligt figuren.

Rättningsmall

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

1. -
2. Kraftfigur saknas eller felaktig (men korrekt beräkning): -1 p
 F_g och F_N lika långa -0 p
Horisontella krafter obalanserade -0 p
Räknar som jämviktsproblem (ser F_{res} som en kraft); rätt eller fel svar -2 p
Tar ej med horisontella krafter i kraftfigur OK
Felaktig kraftsituation -2 p
3. Felaktig kraftsituation -2 p
Rätt ekvationssystem med godtagbar motivering +1 p
Felaktig kraftfigur (om sådan finns) -1 p
4. Rätt eller fel på varje deluppgift.
- 5a. Motiverar ej att $u_C = 0$ Inget avdrag
- 5b. Motiverar ej att $i_C = 0$ Inget avdrag
6. Ej multiplicerat med antalet varv -1 p
Minustecken i induktionslagen OK
Ingen teckenväxling av ems:en -1 p
Fel area -1 p
Rätt beräknade värden i flera punkter men felaktig figur -1 p
7. Korrekt beräknade delströmmar +1 p
Fel jordpunkt -2 p
Använder huvudströmmen eller halva huvudströmmen i delgren -3 p
8. Korrekt beräknad laddning i vänstra kondensatorn: +1 p
Fel formel för ersättningskapacitans -2 p

9. Vektorfigur saknas..... -1 p
Omkastad riktning på ena eller båda fältkomposanterna..... -1 p
Andra riktningsfel..... -2 p
Ingen komposantuppdelning..... -2 p
Riktning av resulterande fältet felaktig eller ej beräknad..... -1 p
10. Fel placering av ledaren..... -2 p
Korrekt figur men oklar orientering -1 p
Fel strömriktning -1 p
11. Fel polaritet på ems:en, svarar med positiv induktans -1 p
Negativ induktans i svaret -2 p
Korrekt uppställda och motiverade ekvationer..... +1 p
12. Vektorfigur saknas eller felaktig -1 p
Fältriiktning rakt motsatt den riktiga (glömt minustecknet)..... -1 p
Minustecken saknas i beräkningarna men figuren rätt: Inget avdrag.