

3 Elektromagnetism

301. a) Den elektriska fältstyrkan är $E = \frac{U}{d}$.

$$E = \frac{U}{d} = \frac{42}{0,050} \text{ V/m} = 840 \text{ V/m}$$

b) Kraften på laddningen är

$$F = E \cdot e = 840 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 1,3 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

Svar: a) 840 V/m b) $1,3 \cdot 10^{-16} \text{ N}$

302. a) Den elektriska fältstyrkan är

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E \cdot d = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \text{ V} = 800 \text{ V}$$

$$b) d = \frac{U}{E} = \frac{2,5 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ m}$$

c) Att atomerna i gasen genom att tappa eller ta upp en eller flera elektroner övergår till att bli joner.

Svar: a) 800 V b) 2,5 m c) Atomerna blir joner genom att ta upp eller förlora en eller flera elektroner.

303. $U = E \cdot d = 3 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \text{ V} = 1,8 \text{ GV}$

Svar: 1,8 GV

304. a) $E = \frac{U}{d}$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{1,9 \cdot 10^3}{0,58 \cdot 10^{-3}} \text{ V/m} = 3,3 \cdot 10^6 \text{ V/m} = 3,3 \text{ MV/m}$$

b) Elektronens laddning är $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N}$.

Kraften på elektronen är

$$F = E \cdot e = 3,3 \cdot 10^7 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 5,2 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

Elektronens massa är $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Accelerationen är

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5,2 \cdot 10^{-13}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 = 5,8 \cdot 10^{17} \text{ m/s}^2$$

Svar: a) 3,3 MV/m b) $5,8 \cdot 10^{17} \text{ m/s}^2$

305. a) Om elektroner accelereras av spänningen $U = 25 \text{ kV}$ får de energin $E = 25 \text{ keV}$

$$E = e \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25000 \text{ J} = 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$b) e \cdot U = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25000}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} =$$

$$= 9,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

(relativistisk beräkning ger 90 Mm/s)

Svar: a) 25 keV = $4,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}$ b) 94 Mm/s

306. a) Om spänningen U_1 ökar, kommer elektronen att accelereras snabbare. Den får då högre hastighet efter att ha passerat detta fält. Den kommer då att befinna sig inne i fältet under en kortare tid. Den hinner då inte att avlänkas lika mycket. Sträckan s blir kortare.

b) Om vi istället ökar spänningen U_2 kommer elektronen att få en större acceleration i y -led. Sträckan s ökar då.
c) Om plattavståndet d ökar, kommer den elektriska fältstyrkan i y -led att minska. Accelerationen minskar då och därmed också avlänkningsen s .

d) Om vi byter elektronen mot en kloridjon, Cl^- , ökar partikelns massa m . Accelerationen minskar då och därmed också avlänkningsen s . Laddningen är densamma som tidigare.

e) En proton kan inte accelereras av spänningen U_1 . Den kan aldrig komma in i det vertikala fältet.

Svar: a) minskar b) ökar c) minskar d) minskar e) Den kommer inte in i det vertikala fältet.

307. a) Elektronernas hastighet v vid inträdet i det elektriska fältet beräknas ur

$$e \cdot U = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1500}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} =$$

$$= 2,3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Denna hastighet rakt fram ändras inte.

Tiden t som elektronerna befinner sig mellan plattorna är

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,0500}{2,3 \cdot 10^7} \text{ s} = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

I sidled utsätts elektronerna för en kraft

$$F_1 = e \cdot E_1 = m \cdot a_1$$

$$a_1 = \frac{e \cdot E_1}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7,6 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 =$$

$$= 1,3 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$$

Elektronerna hastighet v_1 i sidled blir då

$$v_1 = a \cdot t = 1,3 \cdot 10^{15} \cdot 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} = 2,9 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

På samma sätt beräknas elektronernas hastighet i höjdd.

Deras acceleration i höjlded

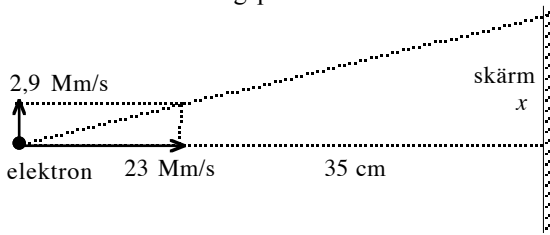
$$a_2 = \frac{e \cdot E_2}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 17,8 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 =$$

$$= \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 17,8 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 = 3,1 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$$

Elektronerna hastighet v_2 i höjlded blir

$$v_2 = a \cdot t = 3,1 \cdot 10^{15} \cdot 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} = 6,8 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

b) Figuren visar en elektron sedd uppifrån just vid utträdet från avlänkingsplattorna i sidled.



Elektronerna avböjs sträcka x i sidled.

Likformighet ger

$$\frac{2,9}{23} = \frac{x}{35} \Rightarrow x = 4,4 \text{ cm}$$

c) På motsvarande sätt kan vi beräkna avböjningen y i höjlded.

$$\frac{6,8}{23} = \frac{y}{25} \Rightarrow y = 7,4 \text{ cm}$$

Svar: a) framåt 23 Mm/s, i sidled 2,9 Mm/s, i höjlded 6,8 Mm/s b) 4,4 cm c) 7,4 cm

308. a) Elektronerna får energin

$$e \cdot U = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 3,2 \cdot 10^3 \text{ J} = 5,1 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Denna energi blir rörelseenergi hos elektronerna.

$$\frac{mv^2}{2} = 5,1 \cdot 10^{-16}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-16}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-16}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 3,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

b) Hastigheten vinkelrätt mot fältet är konstant. Tiden t som elektronerna befinner sig i fältet är

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,10}{3,4 \cdot 10^7} \text{ s} = 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 3,0 \text{ ns}$$

c) Elektronerna har accelererats i y -led med accelerationen a_y .

$$s_y = \frac{a_y \cdot t^2}{2}$$

$$a_y = \frac{2 \cdot s_y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,08}{(3,0 \cdot 10^{-9})^2} \text{ m/s}^2 = 1,8 \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2$$

d) Den elektriska fältstyrkan är

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{m \cdot a}{e} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,8 \cdot 10^{16}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ V/m} =$$

$$= 10 \cdot 10^5 \text{ V/m} = 100 \text{ kV/m}$$

Svar: a) 34 Mm/s b) 3,0 ns c) $1,8 \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2$ d) 100 kV/m

309. a) Den negativa plattan.

$$b) E = \frac{U}{d} = \frac{15 \cdot 10^3}{0,035} \text{ V/m} = 4,3 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

c) Kraften på partiklarna är

$$F = e \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4,3 \cdot 10^5 \text{ N} = 6,9 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

Accelerationen

$$a = \frac{F}{m} = \frac{6,9 \cdot 10^{-14}}{1,010^{-12}} \text{ m/s}^2 = 0,069 \text{ m/s}^2 = 6,9 \text{ cm/s}^2$$

d) Den maximala sträckan att röra sig från den ena plattan till den andra är $s_1 = 3,5 \text{ cm}$.

$$s_1 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot s_1}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,035}{0,069}} \text{ s} = 1,0 \text{ s}$$

På denna tid hinner partiklarna röra sig sträckan s_2 vinkelrätt mot fältriktningen.

$$s_2 = v \cdot t = 1,2 \cdot 1,0 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

Svar: a) Den negativa plattan b) $4,3 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ c) $6,9 \text{ cm/s}^2$ d) 1,2 m

$$310. Q = C \cdot U = 6,0 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \text{ C} = 9,0 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 9,0 \text{ pC}$$

Svar: 9,0 pC

$$311. C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 5,5 \cdot \frac{\pi \cdot 0,010^2}{0,0012} \text{ F} =$$

$$= 1,3 \cdot 10^{-11} \text{ F} = 13 \text{ pF}$$

Svar: 13 pF

$$312. a) C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{0,0016} \text{ F} =$$

$$= 1,4 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 1,4 \text{ pF}$$

$$b) Q = C \cdot U = 9,7 \cdot 10^{-12} \cdot 1700 \text{ C} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ C} = 16 \text{ nC}$$

c) Den relativa permittiviteten för glas är 7.

Det innebär att om vi placerar en glasskiva mellan plattorna, så ökar kapacitansen med en faktor 7, till $7 \cdot 1,5 \text{ pF} = 9,7 \text{ pF}$

Svar: a) 1,4 pF b) 16 nC c) den ökar till 9,7 pF

$$313. C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

Om avståndet d mellan plattorna halveras, kommer kapacitansen C att fördubblas.

$$Q = C \cdot U$$

Laddningen Q på kondensatorplattorna ändras inte. Om C fördubblas kommer således spänningen U att halveras.

$$E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

Om U halveras kommer U^2 att bli en fjärdedel så stor.

Om kapacitansen C fördubblas och spänningen U^2 minskar till en fjärdedel, kommer energin i kondensatorn enligt ovanstående uttryck att halveras.

Svar: Den blir hälften så stor.

$$314. \text{ Kondensatorns energi } E = \frac{C \cdot U^2}{2} =$$

$$= \frac{185 \cdot 10^{-6} \cdot 3,4^2}{2} \text{ J} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{1,1 \cdot 10^{-3}}{0,05} \text{ W} = 0,021 \text{ W} = 21 \text{ mW}$$

Svar: 21 mW

$$315. \text{ a) Kondensatorns energi } E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

$$C = \frac{2 \cdot E}{U^2} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 10^3}{(20 \cdot 10^3)^2} \text{ F} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

$$\text{ b) } P = \frac{E}{t} = \frac{40 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^{-9}} \text{ W} = 1,6 \cdot 10^{13} \text{ W}$$

Svar: a) 0,20 mF b) $1,6 \cdot 10^{13}$ W

$$316. \text{ a) Kondensatorns energi } E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 360}{32 \cdot 10^{-6}}} \text{ V} = 4743 \text{ V} = 4,7 \text{ kV}$$

b) Kondensatorns laddning

$$Q = C \cdot U = 32 \cdot 10^{-6} \cdot 4743 \text{ C} = 0,15 \text{ C}$$

c) 90% av energin är $0,90 \cdot 360 \text{ J} = 324 \text{ J}$

Denna energi avges på 0,75 ms.

$$\text{ Effekten } P = \frac{E}{t} = \frac{324}{0,75 \cdot 10^{-3}} \text{ W} = 432 \text{ kW}$$

Svar: a) 4,7 kV b) 0,15 C c) 430 kW

317. På den platta som ansluts till minuspolen kommer det att finnas ett överskott av elektroner. Dessa elektroner stöter bort varandra. Allteftersom plattan fylls med elektroner så minskar strömstyrkan.

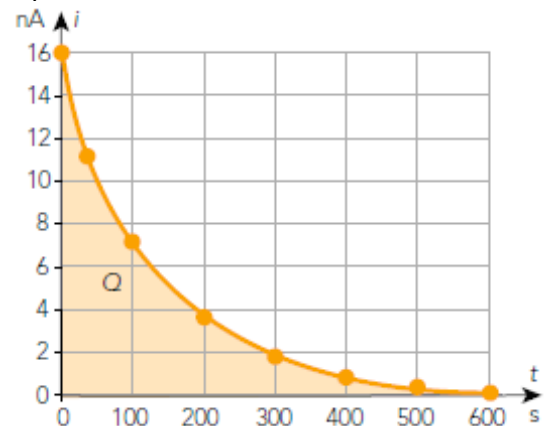
318. Under 0,1 s avges hälften av den laddning som finns i kondensatorn. Det innebär att efter ytterligare 0,1 s, dvs. efter totalt 0,2 s har hälften av den återstående laddningen avgivits. Det återstår då en fjärdedel av den ursprungliga laddningen.

Svar: 25% av den ursprungliga laddningen

319. Vi beräknar strömmen i vid de olika tidpunkterna med hjälp av Ohms lag.

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U}{100 \cdot 10^6}$$

Strömmarna avsätts i ett diagram som funktion av tiden t . Punkterna kommer att ligga utefter en avtagande exponentialfunktion.



a) Den totala laddningen Q kan avläsas som arean under kurvan i tidsintervallet. Den är ca $2,2 \mu\text{C}$.

$$\text{ b) } Q = C \cdot U \Rightarrow C = \frac{Q}{U} = \frac{2,2 \cdot 10^{-6}}{1,6} \text{ F} = 1,4 \mu\text{F}$$

c) Strömmen avtar med funktionen $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$.

Vi kan med hjälp av denna funktion avläsa en punkt i diagrammet och sätta in dessa värden i funktionsuttrycket. Med kännedom om $U = 1,6 \text{ V}$ och $R = 100 \text{ M}\Omega$ kan C bestämmas.

Svar: a) $2,2 \mu\text{C}$ b) $1,4 \mu\text{F}$ c) genom insättning av en

punkt på kurvan i funktionen $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$

320. a) Eftersom kondensatorn och resistorn är seriekopplade till en konstant batterispänning på 12,0 V, måste summan av spänningarna över kondensatorn och resistorn vara 12,0 V. Om spänningen över kondensatorn är 3,0 V är spänningen över resistorn $(12,0 - 3,0) \text{ V} = 9,0 \text{ V}$
 b) Strömmen i kretsen avtar exponentiellt, dvs. procentuellt med tiden. Det innebär att spänningen över resistorn avtar exponentiellt. Under de första 2,0 s har spänningen över resistorn sjunkit från 12,0 V till 9,0 V, dvs med 75%. Under de därpå följande 2,0 s kommer spänningen över resistorn att sjunka med ytterligare 75%, dvs. till $9,0 \cdot 0,75 \text{ V} = 6,75 \text{ V}$. Spänningen över kondensatorn är då $(12,0 - 6,75) \text{ V} = 5,25 \text{ V}$

Svar: a) 9,0 V b) 5,2 V

321. a) Spänningen över kondensatorn är $U_C = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$
 Denna spänning har minskat till hälften då $e^{-\frac{t}{RC}} = 0,5$
 $-\frac{t}{RC} = \ln 0,5$
 $t = -RC \cdot \ln 0,5 = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot \ln 0,5 \text{ s} = 5,2 \mu\text{s}$

b) Kondensatorns energi $E = \frac{C \cdot U^2}{2}$

Då $U = 120 \text{ V}$ är energin $E = \frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 120^2}{2} \text{ J} = 36 \mu\text{J}$

Eftersom spänningen har halverats har energin minskat till en fjärdedel, dvs. till 9 μJ . $(36 - 9) \mu\text{J} = 27 \mu\text{J}$ har passerat resistorn under denna tid.

Medeleffekten är $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{27 \cdot 10^{-6}}{5,2 \cdot 10^{-6}} \text{ W} = 5,2 \text{ W}$

Svar: a) 5,2 μs b) 5,2 W

322. a) Energin i en laddad kondensatorn är $E = \frac{C \cdot U^2}{2}$.

Kondensatorn har energin $E = \frac{3000 \cdot 4,2^2}{2} \text{ J} = 26460 \text{ J}$

b) Effekten $P = 320 \text{ W}$, vilket innebär att kondensatorn skulle kunna driva maskinen under tiden

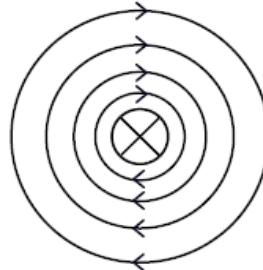
$t = \frac{E}{P} = \frac{26460}{320} \text{ s} = 83 \text{ s}$

Svar: a) 26 kJ b) 83 s

323. Svar: A och D är sanna påståenden.

324. Svar: Det är en stark permanentmagnet.

325. a) Krysset visar att strömmen går in i papperet, från läsaren.
 b) Tumregeln ger att magnetfältet är riktat som i figuren nedan. Eftersom den magnetiska flödestätheten avtar med avståndet från ledaren bör fältlinjerna ritas så att de blir glesare längre ifrån ledaren.



- c) Magnetiska flödestätheten B på avståndet a från en lång rak ledare är $B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a}$.

Avståndet från ledaren är

$a = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{B} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,4}{28 \cdot 10^{-6}} \text{ m} = 0,017 \text{ m} = 1,7 \text{ cm}$

Svar: a) inåt b) se ovan c) 1,7 cm

326. Svar: Järn är ferromagnetiskt medan aluminium bara är paramagnetiskt.

327. Riktningen på det magnetiska fältet ges av tumregeln. Magnetiska flödestätheten utanför en lång rak ledare är

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

Vi får för de fyra fallen

1) $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{170}{0,032} \text{ T} = 1,1 \text{ mT}$

riktat in i papperet

2) $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,6}{0,0026} \text{ T} = 46 \mu\text{T}$

riktat in i papperet

3) $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1,09}{0,042} \text{ T} = 5,2 \mu\text{T}$

riktat snett neråt vänster

4) $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1,32}{0,036} \text{ T} = 7,3 \mu\text{T}$

riktat rakt neråt

Svar: 1,1 mT in i papperet, 46 μT in i papperet, 5,2 μT snett nedåt vänster, 7,3 μT rakt nedåt

328. a) Enligt fingerreglerna ger den övre och den undre ledaren upphov till B -fält riktade inåt i kvadratens mitt. Den vänstra och den högra ledaren ger B -fält riktade utåt i kvadratens mitt. Eftersom alla fyra ledarna ger lika stora bidrag till B -fältet blir det totala B -fältet noll.
b) Var och en av de fyra ledarna ger upphov till en magnetisk flödestäthet av $3,0 \text{ mT}$ i kvadratens mitt. Den totala magnetiska flödestätheten blir då $4 \cdot 3,0 \text{ mT} = 12 \text{ mT}$ i kvadratens mitt.

Svar: a) 0 T b) 12 mT

329. Strömmens riktning ges av tumregeln. Strömmens storlek ges av formeln för den magnetiska flödestätheten utanför en lång rak ledare.

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

$$1) I = \frac{B \cdot a}{2 \cdot 10^{-7}} = \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 0,022}{2 \cdot 10^{-7}} = 3,3 \text{ A}$$

Strömriktningen är ut från papperet.

$$2) I = \frac{B \cdot a}{2 \cdot 10^{-7}} = \frac{1,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,11}{2 \cdot 10^{-7}} = 0,77 \text{ A}$$

Strömriktningen är snett nedåt höger.

- 3) Strömmen $1,2 \text{ A}$ i den vänstra ledaren ger uppåt till ett magnetfält i den röda punkten som är

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 1,2}{0,012} \text{ T} = 20 \mu\text{T}, \text{ riktat nedåt.}$$

För att kunna få ett magnetfält på $1,2 \mu\text{T}$ riktat nedåt i den röda punkten måste ledaren till höger kunna åstadkomma ett fält på $((20 - 1,2) \mu\text{T} = 18,8 \mu\text{T}$ riktat uppåt i den röda punkten. Strömmen i ledaren till höger måste då vara riktad in i papperet och har storleken

$$I = \frac{B \cdot a}{2 \cdot 10^{-7}} = \frac{18,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,021}{2 \cdot 10^{-7}} = 2,0 \text{ A}$$

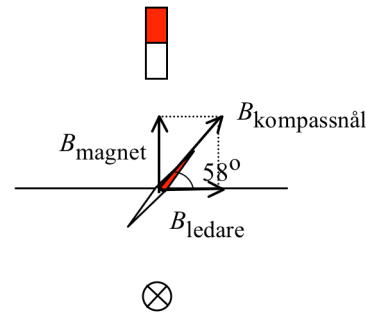
Svar: $3,3 \text{ A}$ ut från papperet, $0,77 \text{ A}$ snett nedåt höger, $2,0 \text{ A}$ in i papperet

330. Det enda sanna påståendet är E.

Svar: E

331. Den skall vara gjord av ett ferromagnetiskt material med hög koercivitet.

332. a) B -fältet från magneten är riktat uppåt där kompassnålen befinner sig. Eftersom denna vrider sig åt höger måste B -fältet från ledaren vara riktat åt höger där kompassnålen befinner sig.



Trigonometri ger att $\tan 58^\circ = \frac{B_{\text{magnet}}}{B_{\text{ledare}}}$

$$B_{\text{ledare}} = \frac{B_{\text{magnet}}}{\tan 58^\circ} = \frac{12}{\tan 58^\circ} \mu\text{T} = 7,5 \mu\text{T}$$

- b) Om magnetfältet skall vara riktat åt höger ovanför ledaren ger högerhandsregeln att strömmen måste vara riktad in i papperet. Dess storlek ges av

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} \Rightarrow I = \frac{7,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,042}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 1,6 \text{ A}$$

Svar: a) $7,5 \mu\text{T}$ riktat åt höger b) $1,6 \text{ A}$ in i papperet

333. Den magnetiska flödestätheten är $1,2 \text{ mT}$ och ritad rakt nedåt.

- a) Jag uppskattar min längd till $1,8 \text{ m}$ och min bredd till $0,4 \text{ m}$. Areal är då ca $1,8 \cdot 0,4 \text{ m}^2 = 0,72 \text{ m}^2$.

Det magnetiska flödet är

$$\Phi = B \cdot A = 1,2 \cdot 0,72 \text{ mWb} = 0,86 \text{ mWb}$$

- b) Om jag står upp är arean av den del av min kropp som exponeras av det magnetiska flödet (dvs. arean av övre delen av huvudet) ca $0,2 \cdot 0,5 \text{ m}^2 = 0,1 \text{ m}^2$.

Det magnetiska flödet är

$$\Phi = B \cdot A = 1,2 \cdot 0,1 \text{ mWb} = 0,12 \text{ mWb}$$

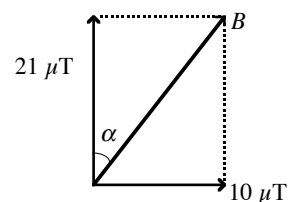
Svar: a) 1 mWb b) $0,1 \text{ mWb}$

334. Där kompassnålen befinner sig är den magnetiska flödestäthetens horisontalkomponent $B_h = 21 \mu\text{T}$.

Fältet från ledaren är B_1 , där

$$B_1 = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 20}{0,4} \text{ T} = 10 \mu\text{T}$$

Kompassnålen kommer att ställa in sig i det resulterande fältets riktning. Vinkelfelet blir α enligt figuren nedan.



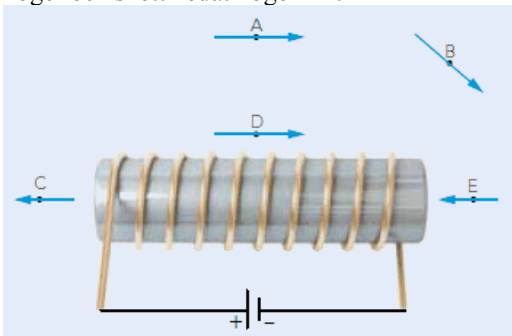
Ur figuren erhåller vi

$$\tan \alpha = \frac{10}{21} \Rightarrow \alpha = 25^\circ$$

(Beroende på strömriktningen blir felet antingen åt öster eller väster.)

Svar: 25°

335. Strömriktningen är markerad i figuren. Högerhandsregeln ger att spolens vänstra ände blir nord och dess högra ände blir syd. Magnetfältet går alltid från nord och in i syd. I punkterna A och D pekar fältet åt höger och snett nedåt höger i B.



336. a) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en platt spole är

$$B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{2r} = \frac{20 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5}{2 \cdot 0,10} \text{ T} = 0,19 \text{ mT}$$

- b) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en solenoid

$$\text{är } B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{l} = \frac{200 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5}{0,20} \text{ T} = 1,9 \text{ mT}$$

- c) Magnetiska flödestätheten B i centrum av toroiden är

$$B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{l} = \frac{N \cdot \mu_r \cdot \mu_0 \cdot I}{l} = \frac{1200 \cdot 1000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5}{0,25} \text{ T} = 9,0 \text{ T}$$

Svar: a) 0,19 mT b) 1,9 mT c) 9,0 T

337. a) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en platt

$$\text{spole är } B_s = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2r}.$$

$$I = \frac{2r \cdot B_s}{N \cdot \mu_0} = \frac{0,20 \cdot 73 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 2,9 \text{ A}$$

Svar: 2,9 A

338. a) De går att stänga av. De kan ha olika magnetiseringsriktningar. De går att göra mycket starka.
b) De har inga driftskostnader. De är inte beroende av elnät. De kan numera göras små och starka.

339. a) Järn har den relativa permeabiliteten $\mu_r = 5000$.

$$\text{Den magnetiska flödestätheten är } B_s = \frac{N \cdot \mu_r \cdot \mu_0 \cdot I}{l} =$$

$$= \frac{100 \cdot 5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,12}{0,12} \text{ T} = 0,6 \text{ T}$$

- b) Man kan öka antalet varv i spolen. Man kan byta från en järnkärna till permalloy eller någon annan legering med hög permeabilitet.

- c) Batteriet räcker längre. Det går åt mindre energi.

Spolen och sladdarna blir inte lika varma och kan göras av tunnare tråd.

- d) Ankaret stöts bort när vi sätter på strömmen. Då fortsätter den första kretsen att vara aktiverad hela tiden.

Svar: a) 0,6 T

340. Högerhandsregeln ger att om magnetfältet skall vara riktat åt höger så måste strömmen i spolen vara riktad nedåt i den del av spolen som är vänd mot oss.

B -fältet i en solenoid bestäms med

$$B_s = \frac{N \cdot \mu_r \cdot \mu_0 \cdot I}{l}$$

$$I = \frac{l \cdot B_s}{N \cdot \mu_r \cdot \mu_0} = \frac{0,12 \cdot 38 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 73 \mu\text{A}$$

Vi har räknat att spolen har 10 varv (möjligen är det bara 9,5 varv).

Svar: 73 μA riktad nedåt i den del av spolen som är vänd mot oss

341. a) Strömmen I bestäms med Ohms lag.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{1,6} \text{ A} = 0,9375 \text{ A}$$

- b) Magnetiska flödestätheten i centrum av en lång spole

$$\text{(solenoid) är } B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{l}.$$

Vi löser ut varvtalet N .

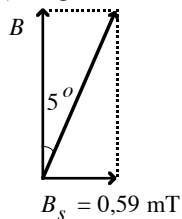
$$N = \frac{B \cdot l}{\mu \cdot I} = \frac{4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,095}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,9375} = 347$$

Svar: a) 0,94 A b) 350

342. a) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en platt spole är

$$B_s = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2r} = \frac{50 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,6}{2 \cdot 0,085} \text{ T} = 0,59 \text{ mT}$$

- b) Magnetiska flödestätheten från magneten betecknas B .



När strömmen slås på vrider sig kompassnålen 5° .

$$\text{Vi får } \tan 5^\circ = \frac{0,59}{B} \Rightarrow B = \frac{0,59}{\tan 5^\circ} = 6,8 \text{ mT}$$

Svar: a) 0,59 mT b) 6,8 mT

343. Fingerreglerna ger oss riktningen på kraften på de laddade partiklarna. Vi använder högerhanden och låter tummen peka i strömriktningen (eller i rörelseriktningen för en positivt laddad partikel), pekfingeret i magnetfältets riktning. Långfingeret kommer då att peka i kraftens riktning. För en negativt laddad partikel (en elektron) är kraften riktad i motsatt riktning jämfört med fingerregeln ovan. Kraftriktningen, magnetfältets riktning och rörelseriktningen förutsetts alla vara vinkelräta mot varandra.

- a) Kraften på protonen är riktad åt vänster och kraften på elektronen är riktad nedåt.
 b) Kraften på ledaren är riktad nedåt.
 c) Kraften på protonen är riktad uppåt och kraften på elektronen är riktad snett uppåt vänster.
 d) Kraften på protonen är inåt, in i papperet. Eftersom elektronen rör sig parallellt med magnetfältets riktning blir det ingen kraft på den.

Svar: a) protonen: vänster, elektronen: nedåt b) nedåt
 c) protonen: uppåt, elektronen snett uppåt vänster
 d) protonen: in i papperet, elektronen: ingen kraft

344. Fingerreglerna ger att eftersom magnetfältet är riktat in i papperet och elektronen (negativt laddad) rör sig åt höger, kommer den att avböjas i en riktning nedåt. Hur mycket den kommer att böjas av, beror på magnetfältets styrka. Möjliga banor är D, E och F.

Svar: D, E och F

345. Ledarens längd inne i fältet är 12 cm. Kraften på ledaren beräknas med $F = B \cdot I \cdot l = 0,50 \cdot 2,2 \cdot 0,12 \text{ N} = 0,132 \text{ N}$
 Fingerreglerna ger att kraften på ledaren är riktad åt höger. Kraften på laddade partikel är $q \cdot v \cdot B$
 Protoner och elektroner har båda laddningen $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Kraften på protonen är

$$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 23000 \cdot 0,50 \text{ N} = 1,84 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

riktad åt höger.

På elektronen verkar ingen kraft eftersom den rör sig parallellt med den magnetiska fältriiktningen.

Svar: ledaren: 0,13 N åt höger, protonen: $1,8 \cdot 10^{-15} \text{ N}$ åt höger, elektronen: ingen kraft

346. a) Strömmen genom ledare A är 1,4 A. På avståndet 12 mm från A är den magnetiska flödestätheten

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 1,4}{0,012} \text{ T} = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 23 \mu\text{T}$$

Fingerregler ger att detta magnetfält är riktat uppåt, ut ur papperet.

b) Kraften per meter på ledare B är

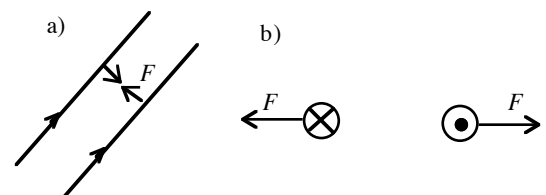
$$F = B \cdot I \cdot l = 23 \cdot 10^{-6} \cdot 3,4 \cdot 1 \text{ N} = 7,9 \cdot 10^{-5} \text{ N} = 79 \mu\text{N}$$

Fingerregler ger att denna kraft är riktad mot ledare A.

c) Newtons tredje lag ger att kraften på ledare A är lika stor men motriktad.

Svar: a) 23 μT ut ur papperet b) 79 μN m riktad mot ledare A c) 79 μN riktad mot ledare B

347. Fingerregeln ger kraftverkan på ledarna i a och b.



Svar: Ledarna attraherar varandra b) Ledarna repellerar varandra

348. Elektronen accelereras av $U = 3 \text{ V}$. Den får då hastigheten v , där

$$e \cdot U = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,0}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} =$$

$$= 1,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Gravitationskraften på en elektron är mg .

Den magnetiska kraften är $e \cdot v \cdot B$

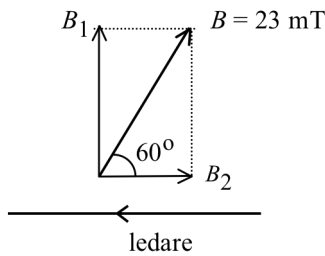
Krafterna skall vara lika.

$$e \cdot v \cdot B = mg$$

$$B = \frac{mg}{e \cdot v} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9,82}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,0 \cdot 10^6} \text{ T} = 5,4 \cdot 10^{-17} \text{ T}$$

Svar: $5,4 \cdot 10^{-17} \text{ T}$

349. Ledaren bildar vinkeln 60° med magnetiska flödestätheten B . Denna uppdelas i komponenterna B_1 och B_2 .



$$B_1 = 23 \cdot \sin 60^\circ \text{ mT} = 19,9 \text{ mT}$$

B_1 är vinkelrät mot ledaren.

Kraften på 1 m av ledaren är

$$F = B_1 \cdot I \cdot l = 19,9 \cdot 10^{-3} \cdot 4,7 \cdot 1 \text{ N} = 0,094 \text{ N}$$

Svar: 94 mN

350. Elektronens fart v ändras inte i magnetfältet eftersom den magnetiska kraften $F = e \cdot v \cdot B$ i varje ögonblick är vinkelrät mot rörelseriktningen. Denna kraft är orsaken till att banan blir en halvcirkel i fältet. En cirkulär rörelse

kräver att det finns en centripetalkraft, $\frac{mv^2}{r}$.

$$e \cdot v \cdot B = \frac{mv^2}{r} \text{ ger } r = \frac{mv}{e \cdot B}$$

a) Vi ser från detta uttryck att om hastigheten v dubblas, kommer radien r (och diametern) också att dubblas.

b) Från samma uttryck ser vi att om B dubblas kommer radien r (och diametern) att halveras.

c) Den sträcka som elektronerna förflyttar sig i fältet är $\pi \cdot r$.

Tiden som elektronen är inne i fältet är

$$t = \frac{\pi \cdot r}{v} = \frac{\pi \cdot d}{2v}$$

Insättning av uttrycket för radien r ovan ger

$$t = \frac{\pi \cdot mv}{v \cdot eB} = \frac{\pi \cdot m}{e \cdot B}, \text{ som är oberoende av hastigheten } v.$$

$$d) r = \frac{mv}{e \cdot B} \Rightarrow B = \frac{mv}{e \cdot r} = \frac{2mv}{e \cdot d} =$$

$$= \frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot d} = 1,1 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{v}{d}$$

Magnetfältet är riktat ut ur papperet.

Svar: a) diametern blir dubbelt så stor b) diametern blir hälften så stor

$$c) \frac{\pi \cdot d}{2v} \quad d) \frac{2mv}{e \cdot d} = 1,1 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{v}{d} \text{ ut ur papperet}$$

351. Vi förutsätter att ledningen befinner sig på norra halvklotet. Det vertikala komponenten av jordens magnetfält är då riktat nedåt. Ledaren är vinkelrät mot denna komponent och utsatt för en kraft enligt $F = B \cdot I \cdot l = 53 \cdot 10^{-6} \cdot 36 \cdot 12 \text{ N} = 0,023 \text{ N} = 23 \text{ mN}$. Eftersom strömmen går norrut och magnetfältet är riktat neråt kommer kraften enligt fingerreglerna att vara riktad åt väster.

Svar: 23 mN åt väster

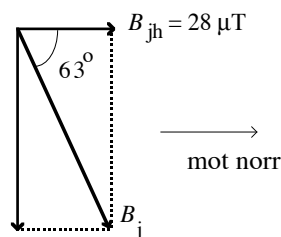
352. Om laddningen rör sig parallellt med det magnetiska fältet påverkas den inte av någon kraft. Påstående B är alltså sant.

Svar: B

353. När laddade partiklar når jordens magnetfält kommer de att påverkas av en magnetiska kraft enligt fingerregeln. De kommer då in i en spiralformad bana som gör att de inte når ner till jordytan.

354. I takt med att Europa och Afrika rör sig bort det amerikanska fastlandet, har det bildats ny havsbotten av uppvällande magma. Medan den svalnat och stelnat har magnetiska bergarter ställt in sig i jordens magnetfält. När man studerar magnetfältet så byter det riktning mellan nord och syd flera gånger.

355. Den horisontella komponenten $B_{jh} = 28 \mu\text{T}$. Det jordmagnetiska fältet är B_j .



$$B_{jh} = B_j \cdot \cos 63^\circ$$

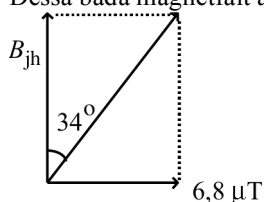
$$B_j = \frac{B_{jh}}{\cos 63^\circ} = \frac{28}{\cos 63^\circ} \mu\text{T} = 62 \mu\text{T}$$

Svar: 62 μT

356. a) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en platt spole är

$$B_s = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2r} = \frac{4 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,38}{2 \cdot 0,14} \text{ T} = 6,8 \mu\text{T}$$

b) Kompassnålen påverkas både av spolens magnetfält och det jordmagnetiska fältets horisontalkomponent B_{jh} . Dessa båda magnetfält är vinkelräta mot varandra.



$$\tan 34^\circ = \frac{6,8}{B_{jh}}$$

$$B_{jh} = \frac{6,8}{\tan 34^\circ} \mu\text{T} = 10,1 \mu\text{T}$$

$$\text{c) } \cos 65^\circ = \frac{B_{jh}}{B_j}$$

$$B_j = \frac{B_{jh}}{\cos 65^\circ} = \frac{10,1}{\cos 65^\circ} \mu\text{T} = 23,9 \mu\text{T}$$

Svar: a) $6,8 \mu\text{T}$ b) $10 \mu\text{T}$ c) $24 \mu\text{T}$

357. En kompassnål pekar mot den magnetiska nordpolen som inte sammanfaller med den geografiska nordpolen. En vanlig kompass är avsedd att visa det jordmagnetiska fältets horisontalkomponent. På den magnetiska nordpolen är fältet vertikalt och kompassen kan då inte fungera.

$$358. e = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = 300 \cdot \frac{45 \cdot 10^{-3} - 12 \cdot 10^{-3}}{1,7} \text{ V} = 5,8 \text{ V}$$

Svar: 5,8 V

359. a) Den inducerade spänningen är
 $e = l \cdot v \cdot B = 0,12 \cdot 1,4 \cdot 0,47 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 79 \mu\text{V}$
 b), c) Av formeln ovan framgår att om vi fördubblar magnetfältet eller hastigheten så fördubblas spänningen.
 $2 \cdot 79 \mu\text{V} = 158 \mu\text{V}$
 d) Om staven förs åt vänster istället kommer även nu spänningen mellan stavens ändpunkter att vara $79 \mu\text{V}$, men polariteten ändras, så att den nedre ändan på staven blir positiv och den övre negativ
 e) Om staven förs mot läsaren, vinkelrätt mot papperets plan, kommer den inte att skära några magnetiska flödeslinjer. Det uppstår då ingen spänning.

Svar: a) $79 \mu\text{V}$ b) den fördubblas ($158 \mu\text{V}$)

c) den fördubblas ($158 \mu\text{V}$)

d) Spänningen är densamma men polariteten ändras.

e) Det blir ingen spänning över staven.

360. a) När magneten doppas ned i spolen kommer förändringen i det magnetiska flödet att inducera en spänning i spolen. Under den tid magneten är i spolen är magnetfältet konstant. Då induceras ingen spänning. När man drar ut magneten kommer flödet återigen att förändras. Den här gången minskar flödet. Voltmetern gör utslag åt andra hållet.
 b) Man kan doppa ned magneten snabbare. Man kan använda en starkare magnet. Man kan använda en spole med fler lindningsvarv
 c) När magneten förs ned i spolen, påverkas den av en magnetisk kraft som bromsar dess rörelse. Det krävs alltså ett arbete för att föra ned magneten i spolen. Det är detta arbete som tillför energi till spolen.

361. Magnetfältet är riktad rakt åt höger, från nordänden på magneten mot sydänden.
 I första ögonblicket rör sig punkten A rakt åt vänster, dvs. parallellt med fältriktningen. Det blir då ingen kraft på staven. I andra ögonblicket rör sig punkten B rakt nedåt. Enligt fingerreglerna uppstår då en kraftverkan på punkten B rakt inåt (dvs. in i papperet).

Svar: A: ingen kraft B: in i papperet

362. a) Magnetfältet från stavmagneten är riktat åt höger (ut från nordänden på magneten). När detta fält tränger in i spolen, skapas det där ett motriktat fält (således riktat åt vänster). För att åstadkomma detta fält går en induktionsström genom spolen. Enligt fingerreglerna skall denna ström gå åt höger i den nedre delen av kretsen, dvs. åt höger genom glödlampan.

b) Spolen har 8 varv.

Den inducerade spänningen är

$$e = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 8 \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-3}}{0,2} \text{ V} = 0,12 \text{ V}$$

c) Av formeln ovan framgår att om antalet varv N dubblas, kommer spänningen att dubblas, dvs. till $0,24 \text{ V}$

d) Om Δt minskar till hälften, kommer spänningen att öka till det dubbla, $0,24 \text{ V}$.

e) Om den magnetiska flödestätheten är hälften så stor, kommer det magnetiska flödet ändras hälften så mycket som tidigare. Spänninge blir då endast hälften så stor, dvs. $0,06 \text{ V}$.

Svar: a) åt höger b) $0,12 \text{ V}$ c) $0,24 \text{ V}$ d) $0,24 \text{ V}$
 e) $0,06 \text{ V}$

363. a) Innan bilen kommer, går jordens magnetfält genom slingan. När bilen passerar över slingan kommer järnet i bilen förstärka magnetfältet. Förändringen i magnetfältet inducerar en ström i slingan.

b) Det används ibland för att rödljus ska känna av när det kommer bilar så att trafikflödet kan styras effektivare. Som cyklist åker man ibland vid sidan av slingan och det är då man blir stående och får vänta tills det kommer en bil. I krig används ibland en liknande slinga för att få minor att explodera.

364. a) Under tidsintervallet $0 \text{ s} < t < 0,15 \text{ s}$ ökar flödet linjärt från noll. Vid $t = 0,15 \text{ s}$ är $\Phi = 3,5 \text{ mWb}$.
Flödesändringen är

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{0,15} \text{ Wb/s} = 0,023 \text{ Wb/s} = 0,023 \text{ V} = 23 \text{ mV}$$

Spänningen är $e = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 600 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 14 \text{ V}$

b) Vid tiden $t = 0,2 \text{ s}$ sker ingen flödesändring. Då uppstår inte heller någon inducerad spänning över spolen.

c) Under tidsintervallet $0,25 \text{ s} < t < 0,35 \text{ s}$ minskar flödet linjärt till noll. Vid $t = 0,25 \text{ s}$ är $\Phi = 3,5 \text{ mWb}$.
Flödesändringen är

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-3,5 \cdot 10^{-3}}{0,10} \text{ Wb/s} = -35 \cdot 10^{-3} \text{ Wb/s} = -35 \text{ mV}$$

Spänningen är

$$e = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = (-)600 \cdot 35 \cdot 10^{-3} \text{ V} = (-)21 \text{ V}$$

Svar: a) 14 V b) 0 V c) 21 V

365. Det är viktigt att varje liten del av hårddisken behåller den magnetiseringsriktning som datorn har gett den. Dess uppgift är ju att lagra den informationen.

366. Den inducerade spänningen $e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$

Flödesändringen är $\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{e}{N}$

Under tidsintervallet $0 < t < 1,3 \text{ s}$ är spänningen -4 V .

Flödesändringen är

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{e}{N} = -\frac{-4}{200} \text{ Wb/s} = 0,02 \text{ Wb/s}$$

På $1,3 \text{ s}$ ändras flödet från 0 till $1,3 \cdot 0,02 \text{ Wb} = 26 \text{ mWb}$

Under tidsintervallet $1,3 < t < 1,9 \text{ s}$ är spänningen konstant 0 V . Flödet ändras inte.

Det är konstant 26 mWb under denna period.

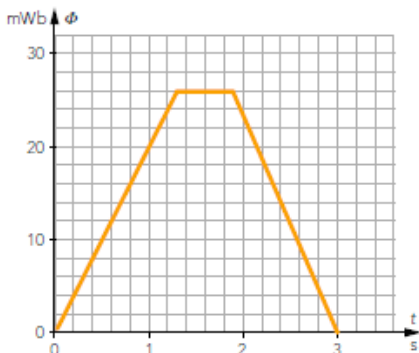
Under tidsintervallet $1,9 < t < 2,9 \text{ s}$ är spänningen 5 V .

Flödesändringen är

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{e}{N} = -\frac{5}{200} \text{ Wb/s} = -0,025 \text{ Wb/s}$$

På $1,0 \text{ s}$ ändras flödet från 26 mWb till (i stort sett) 0 .

Diagrammet får nedanstående utseende:



367. Den inducerade spänningen är

$$e = L \cdot \frac{di}{dt} = 5,0 \cdot 14 \text{ mV} = 70 \text{ mV}$$

Svar: 70 mV

368. Om spänningen över lampan är $6,4 \text{ V}$, är spänningen över spolen $(9,0 - 6,4) \text{ V} = 2,6 \text{ V}$.

Spänningen över spolen är $e = L \cdot \frac{di}{dt}$

$$L = \frac{u}{\frac{di}{dt}} = \frac{2,6}{250} \text{ H} = 0,0104 \text{ H} = 10 \text{ mH}$$

Svar: 10 mH

369. När strömmen genom en spole ändras, så kommer även det magnetiska fältet som spolen skapar att ändras. Det leder till att en inducerad spänning uppkommer i spolen.

370. a) Vi drar en tangent till kurvan i origo. Strömändringen ges av riktningskoefficienten till denna linje. Linjen går genom punkten $(2 \text{ ms}, 1,0 \text{ A})$. Riktningskoefficienten avläses till ungefär 500 A/s . (Avläsningen är svår att göra och kan ge andra värden.)
b) Efter lång tid stabiliseras strömmen till $i = 0,8 \text{ A}$.

Då är $\frac{di}{dt} = 0$ och strömmen bestäms enbart av hur stor

$$\text{resistansen är. } R = \frac{U}{i} = \frac{24}{0,8} \Omega = 30 \Omega$$

Vid tiden $t = 0$ är strömmen $i = 0$.

Då gäller att

$$U = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Insättning ger:

$$24 = L \cdot 500$$

$$L = 0,048 \text{ H} = 48 \text{ mH}$$

c) Om resistansen ökar kommer strömmen att stabiliseras vid ett lägre värde.

d) Om induktansen ökar kommer strömkurvan att växa långsammare upp mot sitt slutvärde.

Svar: a) ca 500 A/s b) 30 Ω, 48 mH c) Strömmen stabiliseras vid ett lägre värde d) Strömkurvan växer långsammare.

371. a) Då kretsen sluts är strömmen $i = 0$.

Då gäller att $U = L \cdot \frac{di}{dt}$

$$\frac{di}{dt} = \frac{U}{L} = \frac{12}{80 \cdot 10^{-3}} \text{ A/s} = 150 \text{ A/s}$$

b) Då strömmen i är konstant gäller att

$$i = \frac{U}{R} = \frac{12}{6,0} \text{ A} = 2,0 \text{ A}$$

Svar: a) 150 A/s b) 2,0 A

372. B -fältet i en platt spole med radien r och med N varv är

$$B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{2 \cdot r}$$

Flödet genom spolen är $\Phi = B \cdot A$, där A är spolens tvärsnittsarea. $A = N \cdot \pi \cdot r^2$.

$$\text{Vi får } \Phi = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2 \cdot r} \cdot A$$

Den inducerade spänningen är

$$L = \frac{d\Phi}{dI} = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot A}{2 \cdot r} = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot \pi \cdot r^2}{2 \cdot r} = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \pi \cdot r}{2}$$

$$\text{Svar: } L = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \pi \cdot r}{2}$$

373. Slingan passerar det magnetiska fältet med omväxlande riktning. Det ger upphov till en inducerad spänning som varierar i samma takt. En växelspanning genereras alltså.

$$374. u = 170 \cdot \sin(377 \cdot t)$$

Toppvärdet $\hat{u} = 170 \text{ V}$

$$\text{Spänningens effektivvärde } U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{170}{\sqrt{2}} \text{ V} = 120 \text{ V}$$

$$\text{Vinkelhastigheten } \omega = 2\pi \cdot f = 377$$

$$\text{Frekvensen } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{377}{2\pi} \text{ Hz} = 60 \text{ Hz (denna frekvens används i USA)}$$

$$\text{Periodtiden } T = \frac{1}{60} \text{ s} = 0,017 \text{ s}$$

Svar: Toppvärdet är 170 V, effektivvärdet är 120 V och periodtiden är 0,017 s

375. Om strömmen byter riktning 200 gånger i sekunden innebär det att frekvensen är 100 Hz.

$$\text{Vinkelhastigheten } \omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 100 = 200\pi \text{ s}^{-1}$$

Strömmens effektivvärde $I = 4,20 \text{ A}$.

$$\text{Toppvärdet } \hat{i} = I \cdot \sqrt{2} = 4,20 \cdot \sqrt{2} \text{ A} = 5,9 \text{ A}$$

$$\text{Momentanvärdet } i = \hat{i} \cdot \sin \omega t$$

$$i = 5,9 \cdot \sin 200\pi t$$

$$\text{Svar: } i = 5,9 \cdot \sin 200\pi t$$

376. Effektivvärdet $U = 230 \text{ V}$.

$$\text{Toppvärdet } \hat{u} = U \cdot \sqrt{2} = 230 \cdot \sqrt{2} \text{ V} = 325 \text{ V}$$

Frekvensen $f = 50 \text{ Hz}$.

$$\text{Vinkelhastigheten } \omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Momentanvärdet } u = \hat{u} \cdot \sin \omega t$$

$$u = 325 \cdot \sin 100\pi t$$

$$\text{Svar: } u = 325 \cdot \sin 100\pi t$$

377. Flödet genom slingan kan skrivas

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha, \text{ där } \alpha \text{ är vinkeln mellan slingans plan och ett plan vinkelrätt mot } B\text{-fältet.}$$

I den vänstra figuren är $\alpha = 0^\circ$ och i nästa figur är $\alpha = 90^\circ$.

Eftersom slingan roterar med konstant vinkelhastighet kan vi skriva att $\alpha = \omega \cdot t$

$$\text{Vi kan således skriva att } \Phi(t) = B \cdot A \cdot \cos \omega t$$

Spänningen över spolen är

$$u(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega \cdot B \cdot A \cdot \sin \omega t$$

Spänningen över spolen är störst då $\sin \omega t = \pm 1$, dvs. då

$$\omega t = 90^\circ + n \cdot 180^\circ$$

Spänningen är 0 då $\sin \omega t = 0$, dvs. då

$\omega t = 0^\circ + n \cdot 180^\circ$. Det innebär att spänningen är 0 då slingan är vinkelrät mot B -fältet (vänstra figuren) och spänningen är maximal då slingan är parallell med B -fältet (figur 2).

I de fyra figurerna gäller således:

spänningen är 0 – spänningen är maximal – spänningen är noll – spänningen är maximal (men med omvänd polaritet).

Svar: spänningen växer från noll till ett maximalt värde, avtar sedan till noll och växer sedan till ett maximum men med omvänd polaritet

378. a) Av diagrammet ser vi att spänningens toppvärde är

$$155 \text{ V. Effektivvärdet är } U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{155}{\sqrt{2}} \text{ V} = 110 \text{ V}$$

Vi ser vidare att spänningen har genomgått 3 hela perioder på 0,05 s.

$$T = \frac{0,05}{3} \text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{3}{0,05} \text{ Hz} = 60 \text{ Hz}$$

$$\text{b) Effekten } P = \frac{U^2}{R}$$

Eftersom spänningen U är lägre i USA kommer lampan att lysa svagare.

Svar: a) Frekvensen är 60 Hz, effektivvärdet är 110 V
b) Den lysar svagare

379. Växelström har två stora fördelar framför likström.
 1) Den är lätt att generera. Det räcker ju med att låta en slinga eller spole rotera i ett magnetfält.
 2) Den är lätt att transformera. Med en transformator kan vi transformera upp spänningen till högre värde eller transformera ner till lägre spänning.

Svar: Lätt att generera och lätt att transformera

380. a) När strömmen går igenom spolen magnetiseras järnet och därmed förändras magnetfältet i aluminiumringen. Det induceras en virvelström i ringen som gör den magnetisk. Enligt Lenz lag får strömmen en riktning som motverkar orsaken till sin uppkomst. Det medför att ringens magnetfält är motriktat spolens och då stöter de bort varandra. Om strömmen genom spolen är tillräckligt stark kommer den magnetiska kraften uppåt bli större än tyngdkraften neråt. Resultatet blir att ringen accelererar uppåt och flyger upp i luften.
 b) Accelerationen fortsätter en längre sträcka och då kommer ringen skjutas ännu högre upp i luften.

381. Primärspolen matas med en växelström som magnetiserar en järnkärna. Eftersom järnkärnan även går genom sekundärspolen, kommer denna känna av magnetfältet. Eftersom magnetfältet hela tiden varierar induceras en spänning i sekundärspolen. Ju fler varv sekundärspolen har, desto större blir spänningen och desto svagare blir strömmen.

382. Verkningsgraden skulle sjunka och transformatorns temperatur öka. Permanentmagneten skulle behålla sin magnetisering även när primärspolens magnetfält byter riktning. Det skulle leda till en energiförlust eftersom det skulle induceras en lägre spänning i sekundärspolen.

383. a) Eftersom spänningen skall transformeras från 230 V till 9,0 V, skall förhållandet mellan varvtalet på hennes

$$\text{spolar vara } \frac{230}{9} = 25,6.$$

Hon har en spole med 200 varv. Hon kan använda den antingen som primärspole eller som sekundärspole. I det första fallet skall hennes andra spole ha varvtalet

$$\frac{200}{25,6} = 7,8 \text{ varv} \text{ och i det andra fallet skall den ha}$$

$$200 \cdot 25,6 = 5111 \text{ varv.}$$

b) Om spänningen sjunker med en faktor 26, så kommer strömmen att öka med en faktor 26. Det är därför lätt hänt att strömmen blir så stor att mobilen går sönder. De flesta mobiler tål bara ca 1 A.

Svar: a) 8 varv eller 5100 varv b) 26 gånger

384. Förhållandet mellan primär- och sekundärspole skall vara $\frac{230}{24} = 9,58$.

Förslagsvis skulle primärspolen kunna ha 958 varv och sekundärspolen 100 varv.

Svar: Förhållandet mellan varvtalet för primär- och sekundärspole ska vara 9,58.

385. a) Spänningens effektivvärde $U = 16 \text{ kV}$.
 Toppspänningen $\hat{u} = U \cdot \sqrt{2} = 16 \cdot \sqrt{2} \text{ kV} = 22,6 \text{ kV}$

b) Vinkelhastigheten

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 16,666 \text{ rad/s} = 105 \text{ rad/s}$$

c) Den momentana spänningen

$$u = \hat{u} \cdot \sin \omega t = 22600 \cdot \sin 105t$$

Svar: a) 23 kV b) 105 rad/s c) $u = 22600 \cdot \sin 105t$

386. a) $i = 5 \cdot \sin(100\pi \cdot t)$
 $i(0,0080) = 5 \cdot \sin(100\pi \cdot 0,0080) =$
 $= 5 \cdot \sin(0,80\pi) = 2,9 \text{ A}$

b) $\frac{di}{dt} = i' = 5 \cdot 100\pi \cdot \cos(100\pi \cdot t)$

$$i'(0,0080) = 5 \cdot 100\pi \cdot \cos(100\pi \cdot 0,0080) =$$

$$= 500\pi \cdot \cos(0,80\pi) = -1271 \text{ A/s}$$

Svar: a) 2,9 A b) -1,3 kA/s

387. För en resistansfri spole gäller: $U = \omega \cdot L \cdot I$
 För vägguttaget gäller: $U = 230 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}$

$$L = \frac{U}{\omega \cdot I} = \frac{U}{2\pi \cdot f \cdot I} = \frac{230}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 5,6} \text{ H} = 0,13 \text{ H}$$

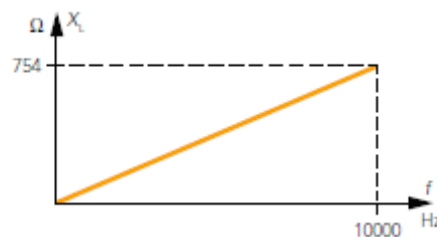
Svar: 0,13 H

388. Reaktansen för en spole är $X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$

Reaktansen är således en linjär funktion av frekvensen (med riktningskoefficienten $2\pi \cdot L$).

Om frekvensen $f = 10000 \text{ Hz}$ och induktansen 12 mH så blir reaktansen $X_L = 2 \cdot \pi \cdot 10000 \cdot L =$

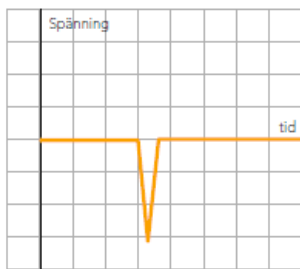
$$= 2 \cdot \pi \cdot 10000 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \Omega = 754 \Omega$$



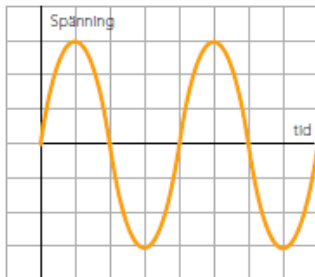
389. Ett aluminiumrör är som en spole. När magneten förändrar magnetfältet i röret kommer den att ge upphov till en ström som rör sig runt i röret. Den strömmen kommer i sin tur ge upphov till ett magnetfält som bromsar magnetens rörelse. Plast är inte elektriskt ledande. I ett plaströr kan det därför inte uppstå några inducerade strömmar som bromsar den fallande magneten. Den kan alltså falla helt fritt i plaströret.

390. a) När likströmmen slås på till den nedre spolen kommer det att gå en konstant ström genom den. I spolen skapas då också ett konstant magnetfält. Detta magnetfält kommer också att passera den övre spolen. I det ögonblick som detta händer, skapas en kort spänningsspul över spolen. Efter ett kort ögonblick är magnetfältet i spolen konstant och det blir då inte längre någon induktionsspänning.
b) Om en växelström slås på till den undre spolen skapas ett varierande magnetfält. Detta fält passerar också den övre spolen. Det kommer då att skapa en varierande induktionsspänningen i den övre spolen.
Nedan visas hur spänningen varierar i de två fallen.

a)



b)



c) Spänningens amplitud blir större eftersom järnkärnan förstärker magnetfältet från den nedre spolen.

Svar: a) se ovan b) se ovan c) spänningens amplitud ökar

391. Om man för in en järnkärna i spolen ökar dess induktans. Spolen får då en ökad förmåga att förhindra strömandringar. Växelströmmen kommer att minska och därmed minskar ljusstyrkan i glödlampan.

Svar: Den minskar

392. a) Resonansfrekvensen är

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Vi kvadrerar och löser ut kapacitansen C .

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot LC}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot (103,7 \cdot 10^6)^2} \text{ F} = 1,57 \text{ pF}$$

b) Reaktans i spolen

$$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L = 2\pi \cdot 103,7 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \Omega = 977 \Omega$$

Reaktans i kondensatorn

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C} =$$

$$= \frac{1}{2\pi \cdot 103,7 \cdot 10^6 \cdot 1,57 \cdot 10^{-12}} \Omega = 977 \Omega$$

Svar: a) 1,6 pF b) 980 Ω. Spolen och kondensatorn i en svängningskrets har alltid samma reaktans vid resonansfrekvensen.

393. För en kondensator gäller

$$U = X_C \cdot I = \frac{1}{\omega C} \cdot I = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \cdot I$$

Vi löser ut I och sätter in kända värden i de två fallen.

$$I = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U$$

$$1) f = 50 \text{ Hz}$$

$$I = 2\pi \cdot 50 \cdot 67 \cdot 10^{-6} \cdot 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,147 \text{ mA}$$

$$2) f = 5000 \text{ Hz}$$

$$I = 2\pi \cdot 5000 \cdot 67 \cdot 10^{-6} \cdot 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 14,7 \text{ mA}$$

Svar: 0,15 mA resp. 15 mA

394. Urladdningen av en kondensator sker exponentiellt. Det innebär att om energin har minskat till hälften på 0,1 s, så avtar den till hälften av återstoden under nästföljande 0,1 s. Efter 0,2 s är energin således endast 1/4 av den ursprungliga.

Svar: 1/4 dvs. 25% av den ursprungliga

395. a) Spänningens effektivvärde är

$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{17}{\sqrt{2}} \text{ V} = 12,0 \text{ V}$$

Strömmens effektivvärde är $I = 43 \text{ mA}$

Frekvensen är

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,0 \cdot 10^{-3}} \text{ Hz} = 250 \text{ Hz}$$

För en kondensator gäller

$$U = X_C \cdot I = \frac{1}{\omega C} \cdot I = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \cdot I$$

Vi löser ut C och sätter in kända värden.

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot U} \cdot I = \frac{1}{2\pi \cdot 250 \cdot 12,0} \cdot 43 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 2,3 \mu\text{F}$$

b) Spänningen är oförändrad, men man kan ändå öka strömmen genom att minska frekvensen. I uttrycket ovan löser vi denna gång ut frekvensen och sätter in kända värden.

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot U \cdot C} \cdot I = \frac{1}{2\pi \cdot 12,0 \cdot 2,3 \cdot 10^{-6}} \cdot 570 \cdot 10^{-3} \text{ Hz} = 3314 \text{ Hz}$$

Svar: a) $2,3 \mu\text{F}$ b) $3,3 \text{ kHz}$

396. För en kondensator gäller att strömmen och spänningen varierar enligt

$$i = \hat{i} \sin \omega t$$

$$u = \hat{u} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

a) Vi ser från dessa funktioner att när strömmen genom kondensatorn är maximal, t.ex. då $\omega t = \frac{\pi}{2}$ och $i = \hat{i}$, så

$$\text{är } u = \hat{u} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = \hat{u} \sin(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}) = \hat{u} \sin 0 = 0$$

Alternativ **A** är korrekt.

b) På samma sätt ser vi att då strömmen är noll, t.ex. då $\omega t = \pi$, $i = \hat{i} \sin \pi = 0$, så är

$$u = \hat{u} \sin(\pi - \frac{\pi}{2}) = \hat{u} \sin \frac{\pi}{2} = \hat{u}, \text{ dvs. spänningen är}$$

maximal. Alternativ **B** är korrekt.Svar: a) **A** b) **B**

397. Växelströmmen kan skrivas
- $i = \hat{i} \cdot \sin(\omega t)$
- .

Spänningen över de andra komponenterna är då:

$$\text{resistorn: } u = \hat{u} \cdot \sin(\omega t)$$

$$\text{kondensatorn: } u = \hat{u} \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$\text{spolen: } u = \hat{u} \cdot \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Vi ser av dessa funktioner att spänningen över resistorn är i fas med strömmen, medan spänningen över

kondensatorn är $\frac{\pi}{2}$ efter strömmen och spänningen över

spole är $\frac{\pi}{2}$ före strömmen.

Med hjälp av detta kan vi identifiera kurvorna i diagrammet.

Den blå grafen är spänningen över resistorn (som är i fas med strömmen), den röda är spänningen över kondensatorn och den gula är spänningen över spolen.

Vi kan först avläsa växelspänningens frekvens.

Om vi avläser den blå kurvan ser vi att perioden

$$T = 25 \text{ ms. Frekvensen } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3}} \text{ Hz} = 40 \text{ Hz}$$

Vi avläser först toppvärdena för spänningarna och beräknar sedan effektivvärdena.

Resistorn:

$$\hat{u} = 2,5 \text{ V} \Rightarrow U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{2,5}{\sqrt{2}} \text{ V} = 1,77 \text{ V}$$

Resistansen får vi med Ohms lag:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,77}{14 \cdot 10^{-3}} \Omega = 126 \Omega$$

Toppvärdet för spänningen över spolen är

$$3,8 \text{ V och effektivvärdet } U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{3,8}{\sqrt{2}} \text{ V} = 2,69 \text{ V}$$

$$X_L = 2\pi f \cdot L = \frac{U}{I} = \frac{2,69}{14 \cdot 10^{-3}} \Omega = 192 \Omega$$

$$L = \frac{192}{2\pi f} = \frac{192}{2\pi \cdot 40} \text{ H} = 0,76 \text{ H}$$

Toppvärdet för spänningen över kondensatorn är

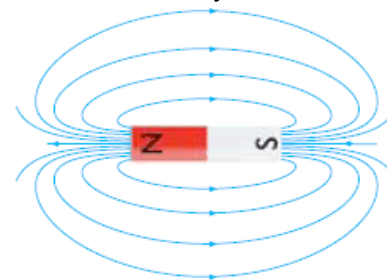
$$4,5 \text{ V och effektivvärdet } U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{4,5}{\sqrt{2}} \text{ V} = 3,18 \text{ V}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{U}{I} = \frac{3,18}{14 \cdot 10^{-3}} \Omega = 227 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 40 \cdot 227} \text{ F} = 17,5 \mu\text{F}$$

Svar: $f = 40 \text{ Hz}$, $L = 0,76 \text{ H}$, $C = 18 \mu\text{F}$, $R = 130 \Omega$

398. Det magnetiska flödeslinjerna går ut från magnetens nordände och in i sydänden.



399. $E = Q \cdot U = 3 \cdot 120 \cdot 10^6 \text{ J} = 360 \text{ MJ}$
 b) $E = \frac{U}{d} = \frac{120 \cdot 10^6}{1100} \text{ V/m} = 110 \text{ kV/m}$
 Svar: a) 360 MJ b) 110 kV/m
3100. a) Den elektriska fältstyrkan är $E = \frac{U}{d}$.
 $E = \frac{U}{d} = \frac{4000}{0,014} \text{ V/m} = 286 \text{ kV/m}$
 b) Protonens laddning är lika med elementarladdningen. Kraften på protonen är
 $F = E \cdot e = 286 \cdot 10^3 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 4,6 \cdot 10^{-14} \text{ N}$
 Svar: a) 0,29 MV/m b) $4,6 \cdot 10^{-14} \text{ N}$
3101. Kraften mellan två laddningar Q_1 och Q_2 på avståndet r från varandra är enligt Coulombs lag
 $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
 Den elektriska kraften mellan elektronerna är
 $F = 9,0 \cdot 10^9 \cdot \frac{e^2}{(1,2 \cdot 10^{-8})^2} =$
 $= 9,0 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(1,2 \cdot 10^{-8})^2} \text{ N} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 1,6 \text{ pN}$
 Svar: 1,6 pN
3102. a) Anoden är pluspolen och katoden är minuspolen.
 b) Den elektriska fältstyrkan är $E = \frac{U}{d}$.
 $E = \frac{U}{d} = \frac{1500}{0,145} \text{ V/m} = 10345 \text{ kV/m}$
 c) Elektronens laddning är e . Kraften på elektronen är
 $F = E \cdot e = 10345 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 1,66 \cdot 10^{-15} \text{ N}$
 d) Elektronens massa är $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Accelerationen
 $a = \frac{F}{m} = \frac{1,66 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 = 1,8 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$
 e) Elektronen startar från vila och rör sig sträckan 14,5 cm med konstant acceleration.
 $s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,145}{1,8 \cdot 10^{15}}} \text{ s} = 1,26 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
 Svar: a) anod är pluspol, katod är minuspol
 b) 10 kV/m c) $1,7 \cdot 10^{-15} \text{ N}$ d) 1,8 Pm/s²
 e) 13 ns
3103. Vi ser blixten som en lång rak ledare. Magnetiska flödestätheten B utanför en sådan är
 $B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a}$
 Avståndet
 $a = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{B} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 20 \cdot 10^3}{21 \cdot 10^{-6}} \text{ m} = 190 \text{ m}$
 Svar: 190 m
3104. $U = E \cdot d = 3 \cdot 10^6 \cdot 0,04 \text{ V} = 120 \text{ kV}$
 Svar: 120 kV
3105. a) Högerhandsregeln visar att i punkter som ligger under de båda ledarna ger den övre ledaren upphov till ett magnetfält som är riktat in i papperet, bort från läsaren. En punkt som ligger 5,0 cm under den nedre ledaren befinner sig $(20 + 5,0) \text{ cm} = 25 \text{ cm}$ under den övre ledaren. Den magnetiska flödestätheten är
 $B_1 = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 7,3}{0,25} \text{ T} = 5,84 \mu\text{T}$
 Högerhandsregeln ger att den nedre ledaren ger upphov till ett magnetfält riktat utåt mot läsaren. Detta fält har flödestätheten
 $B_2 = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 0,7}{0,05} \text{ T} = 2,80 \mu\text{T}$
 Eftersom fälten motverkar varandra får vi den resulterande flödestätheten som
 $B_1 - B_2 = (5,84 - 2,80) \mu\text{T} = 3,04 \mu\text{T}$
 Det resulterande fältet är riktat utåt.
 b) Avståndet mellan ledarna är 20 cm. Den nedre ledaren ger upphov till ett magnetfält där den övre ledaren befinner sig. Detta fält har flödestätheten
 $B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 0,7}{0,20} \text{ T} = 0,70 \mu\text{T}$
 Detta fält är enligt högerhandsregeln riktat inåt. Den övre ledaren känner då av en kraft F .
 $F = B \cdot I \cdot l = 0,70 \cdot 10^{-6} \cdot 7,3 \cdot 4,0 \text{ N} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ N}$
 Fingerregeln ger att denna kraft är riktad uppåt.
 Svar: a) 3,0 μT riktat utåt, mot läsaren
 b) 20 μN riktat uppåt
3106. a) Låt index 1 beteckna primärspolen och index 2 sekundärspolen.
 $N_1 = 12000 \text{ varv}$, $N_2 = 15 \text{ varv}$
 $I_1 = 0,015 \text{ A}$
 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$
 $I_2 = \frac{N_1 \cdot I_1}{N_2} = \frac{12000 \cdot 0,015}{15} \text{ A} = 12 \text{ A}$

b) Det magnetiska flödet är lika stort genom båda spolarna. Magnetfältet är lika starkt i båda.

Svar: a) 12 A b) lika i båda

3107. De magnetiska flödeslinjerna kring stavmagneten pekar in mot sydändan. De är alltså riktade åt höger i figuren. Spolen känner av detta fält riktat åt höger. När stavmagneten rycks undan kommer det att uppkomma en induktionsström i spolen som försöker bevara detta fält riktat åt höger. Fingerreglerna ger att för att kunna åstadkomma detta måste induktionströmmen gå in i den högra delen av spolen och ut genom den vänstra. Strömmen går alltså från vänster till höger genom lampan.

Svar: Från vänster till höger genom lampan

3108. Energin hos en laddad kondensator är

$$E = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{1,0 \cdot 12^2}{2} \text{ J} = 72 \text{ J}$$

Svar: 72 J

3109. a) Diamagnetisk. Den stöts bort av den magnetiska kraften. Det är svårt att få ett stabilt jämviktsläge med magnetism som drar till sig. Kommer den närmare så blir magnetfältet allt starkare. Djur är för det mesta diamagnetiska.

b) Magnetiska flödestätheten B i centrum av en lång spole är $B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{l}$

Utan järnkärna måste strömmen vara

$$I = \frac{B \cdot l}{N \cdot \mu_0} = \frac{20 \cdot 0,12}{1200 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 1591 \text{ A} = 1,6 \text{ kA}$$

Järn har den ungefärliga relativa permeabiliteten 5000. Vi ser av formeln ovan att om μ blir 5000 gånger större, kommer det att krävas 5000 gånger mindre ström, dvs. endast 0,32 A.

Svar: a) diamagnetisk b) utan järnkärna 1,6 kA, med järnkärna 0,32 A

3110. a) Formeln för uppladdning av en kondensator är

$$U_C = U - U \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$I = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Vi sätter in kända värden i uttrycket för strömmen:

$$I = \frac{9}{7,5 \cdot 10^3} \cdot e^{-\frac{1,7 \cdot 10^{-3}}{7,5 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}} \text{ A} = 1,1 \text{ mA}$$

- b) Spänningen över resistorn är

$$U = R \cdot I = 7,5 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 8,22 \text{ V}$$

Spänningen över kondensatorn är då

$$(9 - 8,22) \text{ V} = 0,78 \text{ V}$$

- c) För kondensatorn gäller

$$Q = C \cdot U = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,78^3 \text{ C} = 1,95 \mu\text{C}$$

Svar: a) 1,1 mA b) 0,78 V c) 2,0 μC

$$3111. \text{ a) } C = \frac{Q}{U} = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{23 \cdot 10^3} \text{ F} = 1,0 \cdot 10^{-13} \text{ F} = 0,10 \text{ pF}$$

$$\text{ b) } C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0} = \frac{1,0 \cdot 10^{-13} \cdot 0,017}{8,854 \cdot 10^{-12}} \text{ m}^2 = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 =$$

$$= 1,9 \text{ cm}^2$$

$$\text{ c) } E = \frac{U}{d} = \frac{23 \cdot 10^3}{0,017} \text{ V/m} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Svar: a) 0,10 pF b) 1,9 cm² c) 1,4 MV/m

3112. Strömmen kan skrivas $i = \hat{i} \cdot \sin(\omega t)$

$$\text{ Strömmens effektivvärde } I = \frac{U}{X_L} = \frac{50}{450} \text{ A} = 0,11 \text{ A}$$

$$\text{ Strömmens toppvärde } \hat{i} = I \cdot \sqrt{2} = 0,11 \cdot \sqrt{2} \text{ A} = 0,16 \text{ A}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$

$$\omega = \frac{X_L}{L} = \frac{450}{60 \cdot 10^{-3}} \text{ s}^{-1} = 7500 \text{ s}^{-1}$$

$$i = 0,16 \cdot \sin(7500 \cdot t)$$

Svar: $i = 0,16 \cdot \sin(7500 \cdot t)$

3113. Magnetiska flödestätheten B utanför en lång rak ledare är

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

I punkten A samverkar de båda fälten från den vänstra och den högra ledaren. Båda dessa ger enligt högerhandsregeln fält som är riktade nedåt.

Fältet från den vänstra ledaren är

$$B_v = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,0}{0,012} \text{ T} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ T} =$$

$$= 33 \mu\text{T}$$

Fältet från den högra ledaren är

$$B_h = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,0}{0,032} \text{ T} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ T} =$$

$$= 12,5 \mu\text{T}$$

Den totala magnetiska flödestätheten i punkten A är

$$B_v + B_h = (33 + 12,5) \mu\text{T} = 46 \mu\text{T} \text{ riktad nedåt.}$$

I punkten B ger den vänstra ledaren ett fält riktat nedåt, medan den högra ledaren ger ett fält riktat uppåt. Fälten motverkar således varandra. Eftersom den högra ledaren ligger närmare kommer det resulterande fältet att vara riktat uppåt. Avståndet från den vänstra ledaren till B är 5,4 cm.

$$\begin{aligned} \text{Fältet från den vänstra ledaren är } B_v &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \\ &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,0}{0,054} \text{ T} = 7,4 \cdot 10^{-6} \text{ T} = 7,4 \mu\text{T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fältet från den högra ledaren är } B_h &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \\ &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,0}{0,010} \text{ T} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 40 \mu\text{T} \end{aligned}$$

Den totala magnetiska flödestätheten i punkten B är $B_h - B_v = (40 - 7,4) \mu\text{T} = 33 \mu\text{T}$ riktad uppåt.

Svar: A: 46 μT riktad nedåt, B: 33 μT riktad uppåt

3114. Ledaren där strömmen är 3,0 A ger upphov till ett magnetfält i punkten P med flödestätheten

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,0}{0,048} \text{ T} = 12,5 \mu\text{T}$$

Detta fält är enligt högerhandsregeln riktat in i papperet, från läsaren.

Ledaren där strömmen är 4,0 A ger upphov till ett magnetfält i punkten P med flödestätheten

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4,0}{0,032} \text{ T} = 25 \mu\text{T}$$

Detta fält är enligt högerhandsregeln riktat ut ur papperet, mot läsaren.

Det resulterande fältet blir då $(25 - 12,5) \mu\text{T} = 12,5 \mu\text{T}$, riktad ut ur papperet, mot läsaren.

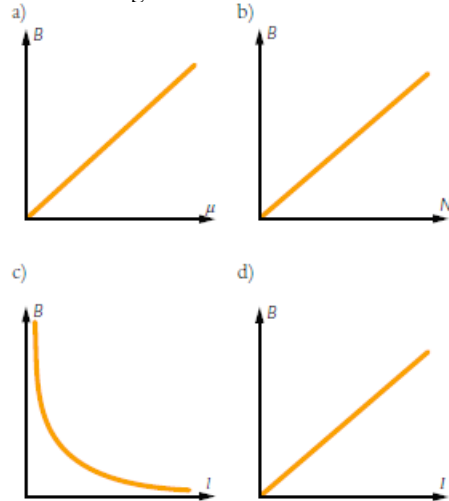
Svar: 13 μT , riktad ut ur papperet

3115. Den magnetiska flödestätheten i en lång spole är

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot I}{l}$$

Vi ser från detta uttryck att B är proportionell mot μ , N och I och omvänt proportionell mot l .

Detta visas grafiskt i nedanstående små diagram.



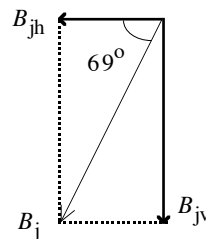
3116. a) Den magnetiska flödestätheten B från den platta

$$\text{spolen är } B = \frac{N \cdot \mu \cdot I}{2 \cdot r} = \frac{6 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,51}{2 \cdot 0,12} \text{ T} = 16,0 \mu\text{T}$$

Detta fält är lika stort som jordmagnetiska fältets horisontalkomponent B_{jh} .

$$\text{b) } \cos 69^\circ = \frac{B_{jh}}{B_j}$$

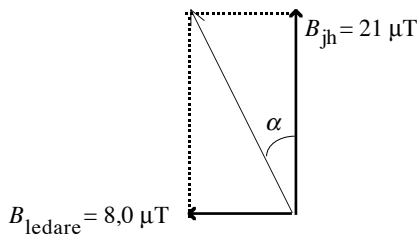
$$B_j = \frac{B_{jh}}{\cos 69^\circ} = \frac{16,0}{\cos 69^\circ} \mu\text{T} = 44,7 \mu\text{T}$$



Svar: a) 16 μT b) 45 μT

3117. Kompassnålen vrider sig vinkeln α .
Magnetfältet från ledaren

$$B_{\text{ledare}} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{r} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 20}{0,50} \text{ T} = 8,0 \mu\text{T}$$

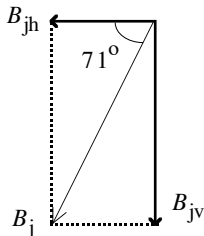


$$\tan \alpha = \frac{8,0}{21} \Rightarrow \alpha = 20,9^\circ$$

Svar: 21°

3118. a) Flygplanet flyger norrut. Det kommer då att färdas vinkelrätt mot det jordmagnetiska fältets vertikalkomponent som är riktad nedåt. Fingerregeln ger då att negativa laddningar i flygplanets vingar kommer att röra sig åt höger, dvs. åt öster. Det innebär att den västra vingen får ett överskott av positiva laddningar. Just vid starten kommer en ström att gå åt väster.
b) Strömmen flyter tills det har uppstått en kraftjämvikt mellan de elektriska och de magnetiska krafterna på en laddning i flygplanet. När flygplanet flyger med konstant fart framåt går inte längre någon ström.
c) Det jordmagnetiska fältet vertikalkomponent

$$B_{jv} = B_j \cdot \sin 71^\circ = 53 \cdot \sin 71^\circ \mu\text{T} = 50 \mu\text{T}$$



$$v = 900 \text{ km/h} = \frac{900}{3,6} \text{ m/s} = 250 \text{ m/s}$$

Den inducerade spänningen

$$e = l \cdot v \cdot B_{jv} = 30 \cdot 250 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ V} = 0,38 \text{ V}$$

- d) Ju närmare norrut man kommer desto större blir inklinationen. På magnetiska polen är den 90° . det innebär enligt ovan att vertikalfältet B_{jv} kommer att öka.
e) När flygplanet bromsar minskar v och enligt ovan blir minskar då den inducerade spänningen. När flygplanet helt har stannat är spänningen noll.
f) Under inbromsningen går strömmen åt andra hållet, dvs. åt öster.

Svar: a) åt väster b) under accelerationen c) 0,38 V
d) öka e) den minskar f) strömmen går då åt öster

3119. Partikeln påverkas av en kraft i sidled. Denna kraft är $F = q \cdot E$

Partikeln får då en acceleration i sidled

$$a = \frac{F}{m} = \frac{q \cdot E}{m}$$

Tiden för partikeln att passera fältet är

$$t = \frac{s}{v}, \text{ där } v \text{ är hastigheten i vertikal led. } v = 0,95 \text{ m/s}$$

På denna tid får partikeln en hastighet i sidled

$$v_x = a \cdot t = \frac{q \cdot E \cdot s}{m \cdot v} = \frac{3 \cdot 10^{-17} \cdot 7,3 \cdot 10^3 \cdot 1,5}{10^{-12} \cdot 0,95} \text{ m/s} = 0,35 \text{ m/s}$$

Svar: 0,3 m/s

3120. a) Eftersom man måste dra staven åt höger med dynamometern för att hålla den på plats, förstår vi att den magnetiska kraften är riktad åt vänster. Magnetfältet är riktat från nord till syd, dvs. rakt nedåt. Fingerreglerna visar att strömmen måste gå i riktning bort från läsaren genom staven.
b) Den magnetiska kraften är lika stor som kraften från dynamometern, dvs. 0,022 N och riktad åt vänster.

$$c) F = B \cdot I \cdot l \Rightarrow B = \frac{F}{I \cdot l} = \frac{0,022}{4,2 \cdot 0,060} \text{ T} = 87 \text{ mT}$$

Svar: a) Strömmen går i riktning bort från läsaren
b) 0,022 N åt vänster c) 87 mT

3121. a) Då magneten snabbt tas bort, minskar det magnetiska flödet genom spolen. Över spolen uppkommer då en inducerad spänning med en sådan polaritet att den inducerade strömmen i spolen försöker motverka förändringen.
b) Det magnetiska flödet är lika med arean av området under spänningskurvan dividerat med antalet varv (100). Området approximeras med en triangel med höjden 0,34 mV och basen 1,0 s. Triangelns area är då

$$\frac{0,34 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0}{2} \text{ Vs} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ Vs}$$

$$\Delta \Phi = \frac{1,7 \cdot 10^{-4}}{100} = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ Vs} = 1,7 \mu\text{Wb}$$

Flödet ändras från detta värde till noll då magneten tas bort.

$$c) \Phi = B \cdot A \Rightarrow B = \frac{\Phi}{A} = \frac{1,7 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ T} = 3,4 \text{ mT}$$

Svar: a) Det uppkommer en inducerad spänning som motverkar flödesändringen b) 1,7 μWb c) 3,4 mT

3122. a) Spänningens effektivvärde $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$

$$U = X_L \cdot I$$

$$X_L = \frac{U}{I} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2} \cdot I} = \frac{45}{\sqrt{2} \cdot 1,3} \Omega = 24,5 \Omega$$

b) Fasförskjutningen mellan spänning och ström i en krets som endast innehåller en resistansfri spole är

$$\frac{\pi}{2} = 90^\circ$$

c) Toppvärdet på strömmen

$$\hat{i} = I \cdot \sqrt{2} = 1,3 \cdot \sqrt{2} \text{ A} = 1,8 \text{ A}$$

d) Man skall minska reaktansen X_L . Eftersom X_L är proportionell mot frekvensen f , ska man minska denna.

Svar: a) 24 Ω b) 90° c) 1,8 A d) Man ska minska frekvensen

3123. a) En spoles reaktans är $X_L = \omega \cdot L$ och en kondensators

reaktans är $X_C = \frac{1}{\omega C}$

Om vi sätter dessa lika får vi

$$\frac{1}{\omega C} = \omega \cdot L \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$2\pi \cdot f = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$$

b) Det kommer att uppstå resonans i kretsen så att laddningen vandrar mellan kondensatorn och spolen.

Svar: a) $f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$ b) Det uppstår resonans

3124. a) Vi drar en tangent till kurvan i origo. Strömändringen ges av riktningskoefficienten till denna linje. Linjen går genom punkten (6 ms, 0,16 A). Riktningskoefficienten avläses därför till ca 27 A/s. (Avläsningen är svår att göra och värdet kan således variera en del.)

Vid tiden $t = 0$ är strömmen $i = 0$.

Då gäller att

$$U = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Insättning ger:

$$2 \cdot 1,5 = L \cdot 27$$

$$L = 0,11 \text{ H}$$

b) Efter lång tid stabiliseras strömmen till $i = 0,145 \text{ A}$.

Då är $\frac{di}{dt} = 0$ och strömmen bestäms enbart av hur stor

resistansen är. $R = \frac{U}{i} = \frac{2 \cdot 1,5}{0,145} \Omega = 21 \Omega$

c) En tangent ritad i punkten (6,0 ms, 0,1 A) har riktningskoefficienten 8 A/s. (Svår avläst. Det kan variera något.) Detta är strömändringen då $t = 6,0 \text{ ms}$.
d) Spolarnas magnetfält är som störst när strömmen är som störst, dvs. efter 24 ms

Svar: a) 0,1 H b) 21 Ω c) 8 A/s d) efter 24 ms

3125. Den inducerade spänning som uppstår vid en flödesändring i en spole är

$$e = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \text{ (Vi utelämnar ett minustecken i formeln).}$$

Flödesändringen $\frac{d\Phi}{dt}$ utläser vi från grafen genom att dra tangenter till kurvan för $t = 0 \text{ s}$, $t = 0,1 \text{ s}$, $t = 0,15 \text{ s}$ och $t = 0,2 \text{ s}$.

Detta är inte lätt men med viss ansträngning kan man utläsa att

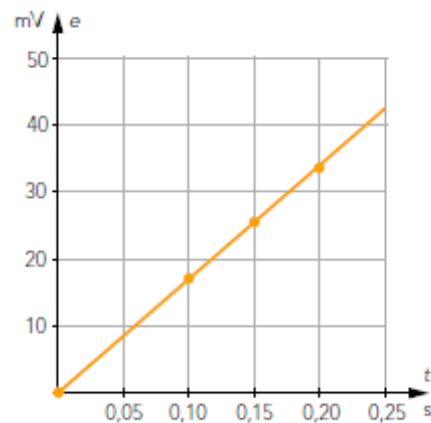
$$t = 0 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0 \text{ V}$$

$$t = 0,1 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 17 \text{ mV}$$

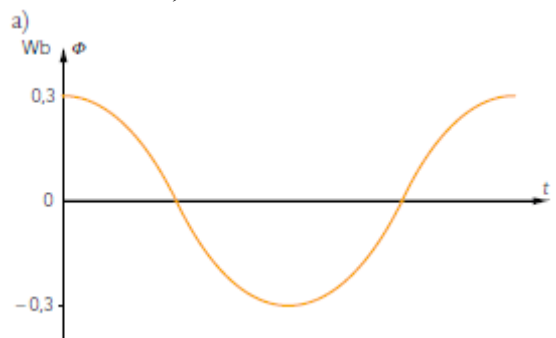
$$t = 0,15 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 25 \text{ mV}$$

$$t = 0,2 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 34 \text{ mV}$$

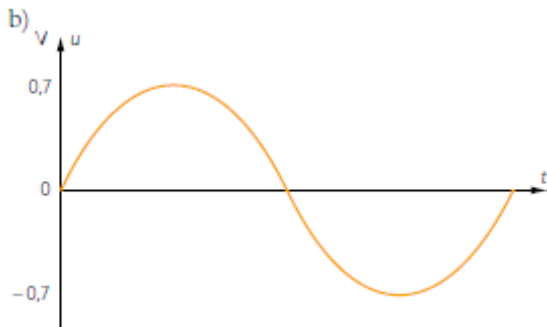
Dessa värden inlagda i ett diagram visar en rät linje.



3126. a) Då magneten roterar varierar det magnetiska flödet Φ i spolen. I det ögonblick som bilden visar är flödet maximalt $\Phi = 0,3 \text{ Wb}$.



b) Den inducerade spänningen över spolen kan skrivas
 $u = -\frac{d\Phi}{dt}$. Spänningens toppvärde är 0,7 V. Grafen får
 nedanstående utseende.



3127. Arealan $A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
 Frekvensen $f = 50 \text{ Hz}$
 Vinkelhastigheten $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 50 \text{ s}^{-1} = 314 \text{ s}^{-1}$
 Det magnetiska flödet genom slingan är
 $\Phi = B \cdot A \cdot \cos \omega t$

Den inducerade spänningen $u = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} =$
 $= N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin \omega t =$
 $= 1 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 314 \cdot \sin(314t) =$
 $= 0,88 \cdot \sin(314t)$

Svar: $u = 0,88 \cdot \sin(314t)$

3128. a) I det ögonblick som kretsen sluts är strömmen $i = 0$.
 Hela batterispänningen U ligger då över den induktiva
 delen av spolen.

$$U = L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{U}{L} = \frac{12}{280 \cdot 10^{-3}} \text{ A/s} = 42,9 \text{ A/s}$$

b) Då strömmen är konstant ligger inte längre någon
 spänning över den induktiva delen av spolen. Strömmen
 beror endast av spolens resistans R .

$$i = \frac{U}{R} = \frac{12}{24} \text{ A} = 0,50 \text{ A}$$

Svar: a) 43 A/s b) 0,50 A

3129. a) Enligt fingerreglerna kommer elektronerna att böjas
 av nedåt på grund av den magnetiska kraften. För att de
 skall kunna fortsätta rakt fram genom fältet måste den
 elektriska kraften vara riktad uppåt. Den övre plattan
 måste därför vara positiv.

b) Den elektriska kraften $F_e = e \cdot E = \frac{e \cdot U}{d}$

Den magnetiska kraften $F_m = e \cdot v \cdot B$

Dessa krafter är lika stora:

$$\frac{e \cdot U}{d} = e \cdot v \cdot B$$

$$v = \frac{U}{d \cdot B} \quad (1)$$

Radien i den halvcirkulära banan är

$$r = \frac{18}{2} \text{ cm} = 9,0 \text{ cm}$$

Den magnetiska kraften när partiklarna påverkas endast
 av det magnetiska fältet är centripetalkraft och kan

skrivas $F_m = \frac{mv^2}{r}$

$$\frac{mv^2}{r} = e \cdot v \cdot B$$

Insättning av uttrycket för hastigheten v från ekv. (1) ger

$$m = \frac{e \cdot B \cdot r}{v} = \frac{e \cdot B \cdot r}{\frac{U}{d \cdot B}} = \frac{d \cdot e \cdot B^2 \cdot r}{U} =$$

$$= \frac{0,0800 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (52 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,090}{12,2} =$$

$$= 2,6 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

Svar: a) den övre b) $2,6 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

3130. Den magnetiska kraften på elektronerna $F_m = e \cdot v \cdot B$ är

centripetalkraft och kan också skrivas $\frac{mv^2}{r}$.

$$\frac{mv^2}{r} = q \cdot v \cdot B$$

$$mv = e \cdot r \cdot B \quad (1)$$

Elektronernas hastighet är v , där $e \cdot U = \frac{mv^2}{2}$.

Båda leden multipliceras med m .

$$m \cdot e \cdot U = \frac{m^2 v^2}{2} = \frac{(mv)^2}{2}$$

Värdet för mv från ekv. (1) insättes.

$$m \cdot e \cdot U = \frac{(e \cdot r \cdot B)^2}{2}$$

$$2 \cdot m \cdot U = e \cdot r^2 \cdot B^2$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U}{r^2 \cdot B^2} = \frac{2 \cdot 600}{0,054^2 \cdot (1,47 \cdot 10^{-3})^2} \text{ C/kg} =$$

$$= 1,9 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$$

Det rätta värdet är $1,8 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$.

Svar: $1,9 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$. Det är rimligt.

3131. Då staven faller rör den sig vinkelrätt mot jordmagnetiska fältets horisontalkomponent. Det induceras då en spänning över stavens ändar.

Denna är $e = l \cdot v \cdot B$.

Vi ser att spänningen är proportionell mot hastigheten v .

Med formeln för fritt fall gäller att efter tiden t är stavens hastighet $v = g \cdot t$.

Hastigheten är således proportionell mot tiden.

Av detta följer att den inducerade spänningen är proportionell mot tiden.

Om spänningen är 0,32 mV efter 1,0 s, så är den

$$3 \cdot 0,32 \text{ mV} = 0,96 \text{ mV} \text{ efter } 3,0 \text{ s.}$$

Svar: 0,96 mV