

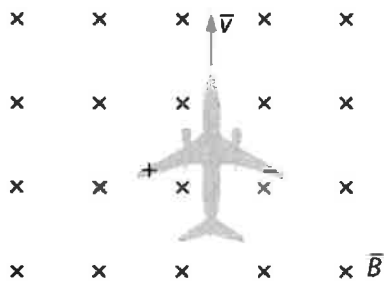
7-10.

$$l = 25 \text{ m}, v = 680 \text{ km/h}, B = 85 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

Lentokoneen nopeus on kohtisuorassa magneettikenttää vastaan, jolloin lentokoneen siipien kärkien välille indusoituu jännite on

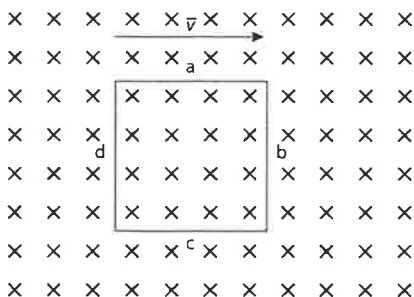
$$e = lvB = 25 \text{ m} \cdot \frac{680}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 85 \cdot 10^{-6} \text{ T} \approx 0,40 \text{ V}.$$

Elektroneihin kohdistuva magneettinen voima aiheuttaa lentokoneeseen induktiojännitteen. Oikean käden säännön perusteella vapaat elektronit siirtyvät lentokoneen oikean siiven kärkeen, jolloin koneen vasemman siiven kärki saa positiivisen varauksen. Vasemman siiven kärki on korkeammassa potentiaalissa.



7-11.

a)



Tarkastellaan neliön kutakin kylkeä suorana liikkuvana johtimena magneettikentässä.

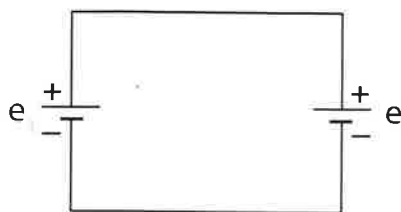
Magneettikentässä liikkuvaan suoraan johtimeen indusoituu jännite yhtälön $e = lvB_{\perp} = lvB \sin \alpha$ mukaan.

Kuvassa vaakasuorien johtimien (a ja c) suunta on sama kuin liikkeen suunta, joten $\sin \alpha = 0$ ja siten näihin kahteen kylkeen indusoitunut jännite on nolla.

Kuvassa pystysuorien johtimien (b ja d) suunta on kohtisuorassa sekä liikkeen suuntaa vastaan, että magneettikentän suuntaa vastaan, joten niihin indusoituu jännite yhtälön $e = lvB$ mukaan. Molempiin kylkiin indusoituu samansuuruinen ja saman napainen jännite. Oikean käden säännön mukaan kuvassa johdinsilmukan yläreuna varautuu positiivisesti ja alareuna negatiivisesti.

- b) Kylkiin b ja d indusoituu samansuuruinen ja saman napainen jännite. Silmukan kylkiä voidaan mallintaa jännitelähteinä seuraavan kaavion mukaisesti.

7 Liikkuvaan suoraan johtimeen voi indusoitua jännite



Koska induktiojännitteet ovat samansuuruiset ja napaisuudet ovat virtasilmukkaa kierrettäessä vastakkaiset, silmukassa ei kulje sähkövirtaa.

7-12.

$$l = 1,0 \text{ m}, r = 0,9 \text{ m}, f = 2 \text{ Hz}, e = 0,67 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

Sauvan nopeus ympyräliikkeessä on $v = \omega r = 2\pi nr = 2\pi \cdot \frac{2,0}{1 \text{ s}} \cdot 0,90 \text{ m} \approx 11,3097 \text{ m/s}$.

Sauvan päiden välille indusoitunut jännite on suurin, kun sauva liikkuu kohtisuorasti Maan magneettivuon tiheyttä vastaan. Tällöin induktiojännite on $e = lvB$, joten Maan magneettivuon tiheys on suuruudeltaan

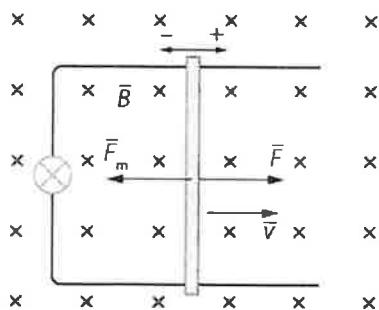
$$B = \frac{e}{lv} = \frac{0,67 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{1,0 \text{ m} \cdot 11,3097 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 59 \mu\text{T}.$$

7-13.

$$U = 4,5 \text{ V}, P = 1,5 \text{ W}, l = 0,12 \text{ m}, B = 0,15 \text{ T}$$

- a) Kun polttimo hehkuu kirkkaasti, yhtälöstä $P = Ui$ saadaan polttimossa kulkevan sähkövirran suuruudeksi $i = \frac{P}{U} = \frac{1,5 \text{ W}}{4,5 \text{ V}} \approx 0,333333 \text{ A}$. Jos oletetaan, että polttimo ei merkittävästi lämpene,

polttimon resistanssi on $R = \frac{U}{i} = \frac{4,5 \text{ V}}{0,333333 \text{ A}} \approx 13,5000 \Omega$.



Sauvaan kohdistuva kitka ja vastusvoimat oletetaan pieniksi. Koska vakionopeudella liikkuvan johtimen päiden välille indusoituu jännite $e = lvB$, myös polttimon napoihin indusoituu yhtä suuri jännite. Jotta polttimo hehkuisi kirkkaasti, yhtälöstä $Ri = lvB$ saadaan sauvan nopeudeksi

$$v = \frac{Ri}{lB} = \frac{13,5000 \Omega \cdot 0,333333 \text{ A}}{0,12 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ T}} \approx 250 \text{ m/s}.$$

Lopputuloksesta voidaan päätellä, että polttimoa tuskin saadaan hehkumaan kyseisen koejärjestelyn avulla.

Huomaa, että tehtävän ratkaisussa oletettiin, että polttimo ei merkittävästi lämpene. Hehkuessaan kirkkaasti polttimon lämpötila voi kohota nopeasti hyvinkin korkeaksi. Tällöin polttimon hehkulangan resistanssi kasvaa. Kylmän polttimon resistanssi on pienempi.