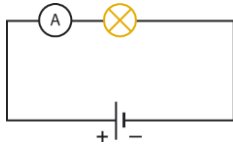


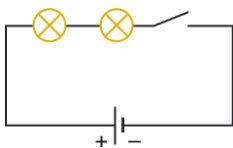
TEHTÄVIEN RATKAISUT

1-1. Kytentäkaaviot:

a)



b)

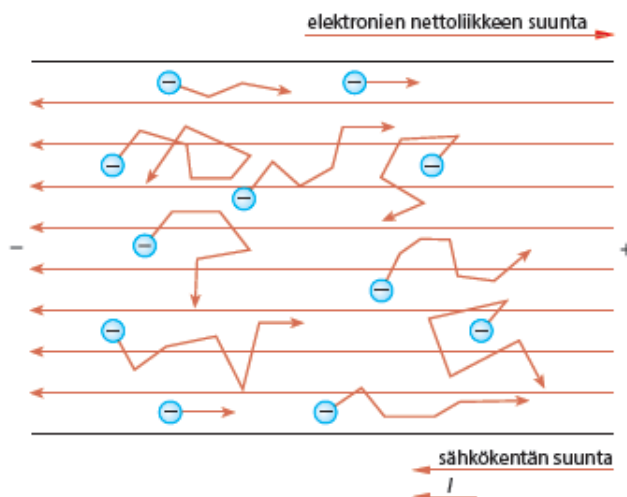


1-2. Johtimien järjestys sähkövirran suuruuden mukaan on 4, 2, 3, 1 ja 5.

1-3. a) Sähkövirta I_1 on $I_1 = I_2 + I_3 = 0,55 \text{ A} + 0,40 \text{ A} = 0,95 \text{ A}$.

b) Sähkövirta I_2 on $I_2 = I_1 - I_3 = 0,31 \text{ A} - 0,12 \text{ A} = 0,19 \text{ A}$.

1-4. Kun metallijohdin kytketään jännitelähteeseen, johtimen sisälle syntyy sähkökenttä, jonka suunta on jännitelähteen positiivisesta kohtiosta kohti jännitelähteen negatiivista kohtiota. Sähkökentän synnyn seurauksena vapaat elektronit alkavat liikkua keskimäärin samaan suuntaan eli kohti jännitelähteen positiivista napaa. Vaikka suurin osa elektronien liikkeestä on edelleen järjestäytymätöntä lämpöliikettä, liike sähkökentän suuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan on kuitenkin hieman yleisempää. Tämä ilmenee sähkövirtana.



1-5. Kodin laitteista sähkövirran

- a) lämpövaikutukseen perustuvat mm. vedenkeitin, sähkökiuas, leivänpaahdin, sähkölieden uuninvastus, silitysrauta, sulake ja myös hehkulamppu.
- b) säteilyvaikutukseen perustuu mm. lämpöpatteri (ja jo käytöstä poistumassa olevat hehkulamput)
- c) magneettiseen vaikutukseen perustuvat mm. kaiutin
- d) kemialliseen vaikutukseen perustuu esim. (kännykän) akkujen lataaminen.

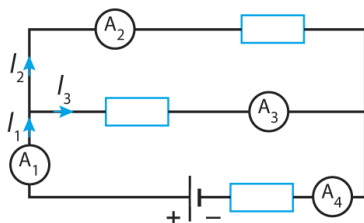
1-6. 1c, 2d, 3a, 4e, 5b

1-7. Kun kytkin suljetaan, sähkövirta kulkee lamppujen L1 ja L2 läpi, mutta ei lampun L3 läpi, koska sen osalta virtapiiri on avoin. Lamput L1 ja L2 hehkuvat yhtä kirkkaasti, koska ne ovat haarautumattomassa virtapiirissä ja niiden läpi kulkee sama sähkövirta. Kirkkausjärjestys on L1 ja L2, L3.

1-8. a) Lamppu L1 hehkuu, kun kytkimet K1 ja K2 suljetaan.

b) Molemmat lamput hehkuvat, kun kytkimet K1 ja K3 suljetaan. (Molemmat lamput hehkunevat myös silloin, kun kaikki kytkimet suljetaan, joskin lampun L2 hehkuminen lienee vaikea havaita, koska sähkövirta ”oikaisee” kytkimen K2 kautta.)

1-9. a) Sähkövirrat:



b) Ylimmässä johtimessa on 160 mA:n suuruinen sähkövirta. Koska keskimmaisessä johtimessa on samanlainen vastus, johtimessa kulkee myös 160 mA sähkövirta.

Alimmassa johtimessa kulkevan sähkövirran I_1 suuruus saadaan Kirchhoffin I lain perusteella:

$$I_1 = I_2 + I_3 = 160 \text{ mA} + 160 \text{ mA} = 320 \text{ mA}.$$

Koska virtamittarit A_1 ja A_4 ovat virtapiirin samassa haarassa, ne näyttävät samaa lukemaa.

Virtamittarin A_1 lukema on siis 320 mA, virtamittarin A_2 lukema 160 mA, virtamittarin A_3 lukema 160 mA ja virtamittarin A_4 lukema 320 mA.

- 1-10.** a) Tosi. Näiden mittarien läpi kulkee sama sähkövirta ja ne näyttävät samaa lukemaa. Mittarien sijainti ei vaikuta sähkövirran arvoon haarautumattomassa johtimessa.
- b) Epätosi. Mittari 5 on virtapiirissä haarautumiskohdassa ja näyttää tästä syystä pienempää lukemaa kuin mittari 3.
- c) Epätosi. Virtapiirissä sähkövirta alkaa kulkea yhtä aikaa kaikkialla ja siksi kaikki lamput syttyvät samanaikaisesti riippumatta siitä, kuinka kaukana jännitelähteestä ne sijaitsevat.
- d) Epätosi. Molempien lamppujen läpi kulkee yhtä suuri sähkövirta ja ne palavat yhtä kirkkaasti. Lampun sijainti ei vaikuta sähkövirran suuruuteen.
- e) Tosi. Perustelu on edellisessä kohdassa.
- f) Tosi. Sähkövirran suunta on sovittu positiivisesta kohtiosta negatiiviseen.
- g) Epätosi. Elektronien liikesuunta on sähkövirran suunnalle vastakkainen. Tämä johtuu historiallisista syistä, ts. sähkövirran suunta oli jo sovittu ennen kuin elektronien olemassaolo keksittiin.
- 1-11.** Varavirtalähteestä saadaan sähkövirtaa $\Delta t = \frac{\Delta Q}{I} = \frac{12000 \text{ mAh}}{330 \text{ mA}} \approx 36 \text{ h}$.
- 1-12.** a) Hermoston ja lihasten kuten sydämen toiminta on sähköistä ja ulkoinen sähkövirta voi sekoittaa tätä kehon omaa toimintaa. Suuri sähkövirta voi myös kuumentaa elimistöä sisältäpäin ja aiheuttaa palovammoja. Sähkövirta voi saada aikaan myös kemiallisia muutoksia soluissa, jolloin soluun voi syntyä mm. myrkyllisiä aineita.
- b) Sähkövirran avulla hoidetaan mm. sydämen rytmihäiriöitä ja hengityspysähdyksiä.
- 1-13.** Johtimen poikkipinta-alan läpi kulkenut kokonaisvaraus saadaan kuvaajan ja aika-akselin väliin jäävän fysikaalisen pinta-alan avulla.

$$\begin{aligned} \text{Yksi ruutu vastaa varausta } Q &= 0,50 \text{ mA} \cdot 1,0 \text{ ms} \\ &= 0,50 \cdot 10^{-6} \text{ As} = 0,50 \text{ } \mu\text{C}. \end{aligned}$$

Arvioidaan, että pinta-ala koostuu noin 6,5 ruudusta. Näin ollen kokonaisvaraus on $Q_{\text{kok}} = 6,5 \cdot 0,50 \text{ } \mu\text{C} \approx 3,3 \text{ } \mu\text{C}$.