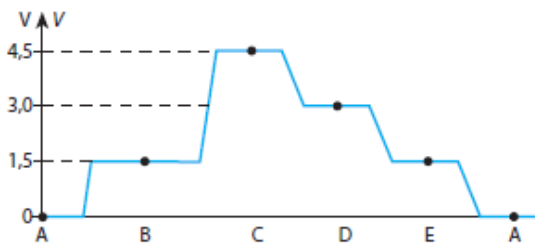


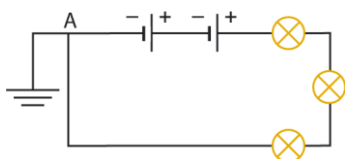
TEHTÄVIEN RATKAISUT

- 5-1.** a) Potentiaali ilmaisee virtapiirin pisteiden jännitteet sovittuun nollapotentiaaliin nähden. Kahden pisteen välinen jännite ilmaistaan pisteiden potentiaalien avulla.
- b) Potentiaalikäyrä on käyrä, joka esittää piirin potentiaalia piirin eri kohdissa.
- c) Potentiaalitarkasteluissa jokin virtapiirin piste maadoitetaan. Tämän pisteen potentiaali on $V = 0 \text{ V}$, koska Maan potentiaali on sovittu nolllaksi.
- d) Kirchhoffin II lain mukaan suljetussa virtapiirissä potentiaalimuutosten summa on nolla eli $\Sigma \Delta V = 0$.

5-2.

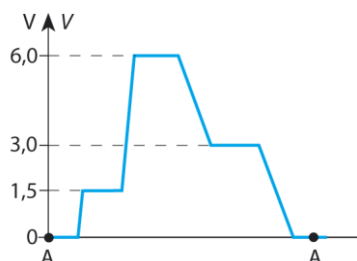


- a) $V_C = 4,5 \text{ V}$ ja $V_E = 1,5 \text{ V}$
- b) $U_{CA} = V_C - V_A = 4,5 \text{ V} - 0 \text{ V} = 4,5 \text{ V}$
 $U_{EA} = V_E - V_A = 1,5 \text{ V} - 0 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$
- c) Jännitelähteiden jännitteet ovat 1,5 V ja 3,0 V.
- d) Jokaisen vastuksen jännitehäviö on 1,5 V.
- e) Kytkenäkaavio:



- 5-3.** Piste A potentiaali on $V_A = 4,5 \text{ V}$. Piste B on maadoitettu, siksi sen potentiaali on $V_B = 0 \text{ V}$.

5-4. Potentiaalikäyrän kuvaaja:



- 5-5.** Koska jännitelähteen jännite on 9,0 V ja lamput ovat samanlaiset, kummankin lampun jännitehäviö on 4,5 V.

Potentiaalit:

$$V_A = 0 \text{ V}$$

$$V_B = 9,0 \text{ V}$$

$$V_C = 9,0 \text{ V}$$

$$V_D = 4,5 \text{ V}$$

$$V_E = 0 \text{ V}.$$

- 5-6.** a) Jos piste A maadoitetaan, lamppu L_1 valaisee, koska sen läpi kulkee sähkövirta.
b) Jos piste A maadoitetaan, lamppu L_2 ei valaise, koska sen läpi ei kulje sähkövirta: sähkövirta menee maadoituksen kautta maahan ja ohittaa lampun L_2 .
c) Jos piste B maadoitetaan, lamppu L_1 ei valaise, koska sen läpi ei kulje sähkövirta: sähkövirta menee maadoituksen kautta maahan ja ohittaa lampun L_1 (ja L_2).

- 5-7.** Koska piste D on maadoitettu, sen potentiaali on $V_D = 0 \text{ V}$. Koska paristojen napajännitteiden summa on 3,0 V, jokaisen lampun jännitehäviö on 1,0 V, koska lamppuja on kolme ja ne ovat samanlaisia.

a) Päättelämällä:

Koska piste D on maadoitettu, pisteen A potentiaali on 1,5 V.

Pisteen B potentiaali on $1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} - 1,0 \text{ V} = 2,0 \text{ V}$.

Pisteen C potentiaali on $1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} - 1,0 \text{ V} - 1,0 \text{ V} = 1,0 \text{ V}$.

Sama laskemalla:

Koska $U_{AD} = V_A - V_D$, pisteen A potentiaali on $V_A = U_{AD} + V_D = 1,5 \text{ V} + 0,0 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$.

Koska $U_{BD} = V_B - V_D$, pisteen B potentiaali on

$$V_B = U_{BD} + V_D = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} + (-1,0 \text{ V}) + 0,0 \text{ V} = 2,0 \text{ V}.$$

Koska $U_{CD} = V_C - V_D$, pisteen C potentiaali on

$$V_C = U_{CD} + V_D = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} + (-1,0 \text{ V}) + (-1,0 \text{ V}) + 0,0 \text{ V} = 1,0 \text{ V}.$$

b) Kun piste B maadoitetaan, pisteen B potentiaali on $V_B = 0 \text{ V}$. Tällöin virtapiirissä vain vasemmanpuoleisin lamppu valaisee.

- 5-8.** a) Koska vastukset ovat sarjakytketyt, virtapiirissä kulkeva sähkövirta on yhtä suuri kuin yhden vastuksen läpi kulkeva sähkövirta. Vastuksen R_1 resistanssi on 22Ω ja jännitehäviö $U_1 = 2,4 \text{ V}$.

Yhtälöstä $R = \frac{U}{I}$ saadaan virtapiirissä kulkevaksi sähkövirraksi

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{2,4 \text{ V}}{22 \Omega} = 0,10909 \text{ A} \approx 0,11 \text{ A}.$$

b) Koska sarjakytkettyjen vastusten jännitehäviöiden summa on yhtä suuri kuin pariston napajännite, yhtälöstä $U = U_1 + U_2$ saadaan toisen vastuksen jännitehäviöksi $U_2 = U - U_1 = 6,0 \text{ V} - 2,4 \text{ V} = 3,6 \text{ V}$. Koska vastuksen R_2 jännitehäviö on $3,6 \text{ V}$ ja lampun läpi kulkeva sähkövirta $0,10909 \text{ A}$, resistanssi on

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{3,6 \text{ V}}{0,10909 \text{ A}} \approx 33 \Omega.$$

5-9. a) Pisteiden B ja A välinen jännite on

$$U_{BA} = V_B - V_A = 4,5 \text{ V} - 0,0 \text{ V} = 4,5 \text{ V}.$$

b) Pisteiden A ja B välinen jännite on

$$U_{AB} = V_A - V_B = 0,0 \text{ V} - 4,5 \text{ V} = -4,5 \text{ V}.$$

c) Piirin potentiaali kasvaa paristojen kohdalla ja alenee lampujen kohdalla. Koska paristojen napajännitteiden summa on $9,0 \text{ V}$, jokaisen lampun jännitehäviö on $3,0 \text{ V}$, koska lampuja on kolme. Piste D potentiaali on

$$V_D = 4,5 \text{ V} + 4,5 \text{ V} - 3,0 \text{ V} - 3,0 \text{ V} = 3,0 \text{ V}.$$

Näin ollen pisteiden D ja A välinen jännite on $U_{DA} = V_D - V_A = 3,0 \text{ V} - 0,0 \text{ V} = 3,0 \text{ V}$.

5-10. a) Vastusten jännitehäviöt ovat:

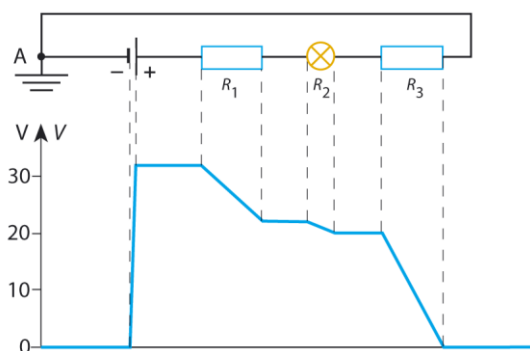
$$U_1 = R_1 I = 50 \Omega \cdot 0,20 \text{ A} = 10 \text{ V} \text{ ja}$$

$$U_3 = R_3 I = 100 \Omega \cdot 0,20 \text{ A} = 20 \text{ V}.$$

b) Lampun jännitehäviö on $U_2 = R_2 I = 10 \Omega \cdot 0,20 \text{ A} = 2,0 \text{ V}$. Jännitelähteen napajännitteen on oltava edellä laskettujen kolmen jännitehäviön summa, joten

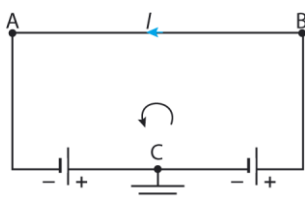
$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 10 \text{ V} + 2,0 \text{ V} + 20 \text{ V} = 32 \text{ V}.$$

c) Potentiaalikäyrä:

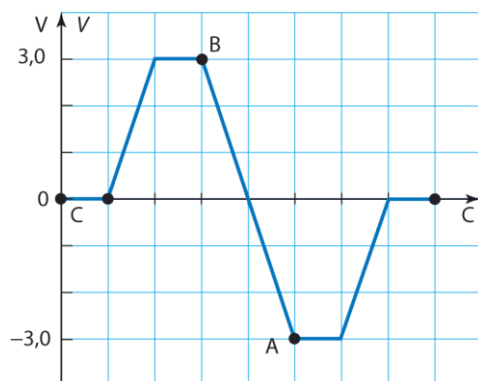


5-11. a) Kaksi $3,0 \text{ V}$ jännitelähdettä on kytketty sarjaan. Yhdistelmän kokonaisjännite on $6,0 \text{ V}$. Koska vain piirin metallilangan aiheuttaa jännitehäviötä, langan jännitehäviö on $6,0 \text{ V}$.

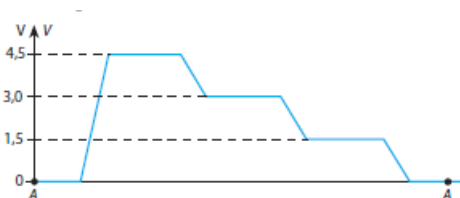
b)



Kun kierretään pisteestä C alkaen sähkövirran suuntaan, potentiaali kasvaa paristossa 3,0 V. Langassa välillä BA potentiaali alenee 6,0 V, jonka jälkeen potentiaali on -3,0 V. Paristossa potentiaali kohoaa lähtötasolle.



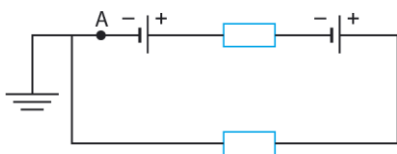
5-12.



a) Virtapiirissä on kolme vastusta.

b) $\Sigma \Delta V = 4,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 0 \text{ V}$.

5-13. a) Potentiaalikäyrästä voidaan päätellä, että 1,5 V ja 4,5 V paristot on kytketty sarjaan. Yhdistelmän kokonaisjännite on 6,0 V. Koska vastuksia on kaksi, kummankin jännitehäviö on 3,0 V.



b) $\Sigma \Delta V = 1,5 \text{ V} - 3,0 \text{ V} + 4,5 \text{ V} - 3,0 \text{ V} = 0 \text{ V}$.