

Sähkömagnetismi

Virtapiireihin liittyvät oppimisvaikeudet

Tiivistelmä artikkelista

[McDermott & Shaffer \(1992\) Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. American Journal of Physics 60\(11\), 994-1003](#)

Kaikki kuvat ovat kyseisestä artikkelista.

A. Vaikeudet soveltaa virtapiireihin liittyviä käsitteitä

1. Yleisluontoiset vaikeudet

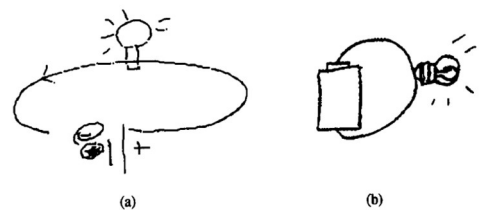
a) *Vaikeudet tehdä ero toisiinsa kytkeytyvien käsitteiden välillä*

- sähkövirran, jännitteen ja energian hahmot jäsentymättömiä

b) *Puuttuu konkreettista kokemusta oikeista virtapiireistä*

c) *Ei ymmärretä eikä osata soveltaa suljetun virtapiirin käsitettä*

- ei osata kytkeä lamppua paristoon niin että lamppu syttyy

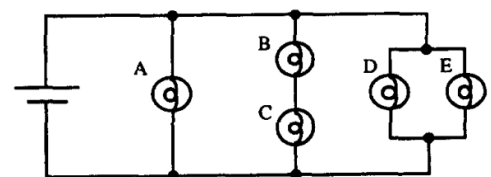


Kuva 1.

2. Vaikeudet sähkövirtaan liittyvissä käsitteissä

Pyydettiin ennustamaan kuvien 2 ja 3 lamppujen kirkkausjärjestys, ja kuvaamaan ennusteeseen johtanut päättely.

d) *Uskomus että sähkövirran suunnalla ja komponenttien järjestyksellä on vaikutusta*



Kuva 2.

- ennustetaan että B ja C palavat eri kirkkaudella; kumpi oletetaan kirkkaammaksi, riippuu siitä tarkastellaanko sovittua sähkövirran suuntaa vai elektronien liikesuuntaa

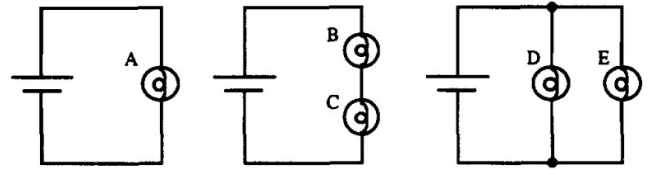
e) *Uskomus että sähkövirta kuluu virtapiirissä*

- liittyy kohtiin 1a ja 2d

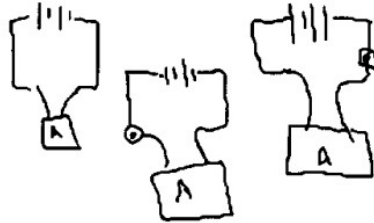
- opiskelija saattaa osata soveltaa Kirchoffin virtalakia laskutehtävissä, mutta ei kvalitatiivisessa tarkastelussa

f) Uskomus että paristo tuottaa vakiona pysyvän sähkövirran

- ennustetaan että A, B ja C palavat yhtä kirkkaasti, D ja E niitä himmeämin ja keskenään yhtä kirkkaasti



Kuva 3.



Student: ...I just don't see how I'd see that much difference whether the light bulb is there or not - isn't the current the same all of the time?

Interviewer: ...What would you predict?

Student: ...That the ammeter would read the same in all three circuits.

Kuva 4.

3. Vaikeudet potentiaalieroon liittyvissä käsitteissä

a) Vaikeudet tunnistaa että ideaalisen pariston napajännite pysyy vakiona

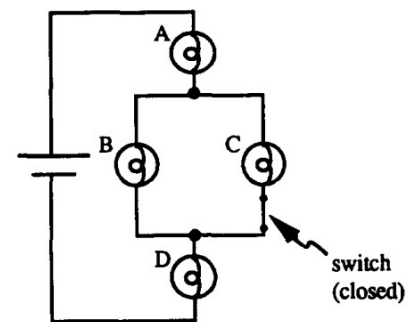
- kyse ei ole siitä etteikö ymmärrettäisi ideaalisen ja reaalisen pariston eroa, vaan siitä että luullaan pariston tuottavan vakioisen sähkövirran

b) Vaikeudet erottaa rinnan kytketyt virtapiirin haarat jotka on kytketty suoraan pariston napoihin, rinnan kytketyistä haaroista jotka sijaitsevat muualla virtapiirissä

- ei pystytäkään ennustamaan mitä tapahtuu, kun kytkin avataan; oletetaan että rinnan kytketyt virtapiirin haarat eivät koskaan vaikuta toisiinsa

c) Ei osata erottaa toisistaan potentiaalia ja potentiaaeroa

- väitetään että A on kirkkain, B ja C vähän himmeämpiä, ja D himmein. Selityksenä joko sähkövirran kulumisen (2e) tai se että A on korkeimmassa potentiaalissa, B ja C alemmassa, ja D alimmassa potentiaalissa.



Kuva 5.

4. Vaikeudet resistanssiin liittyvissä käsitteissä

a) Taipumus keskittyä virtapiirin haaraan sisältyvien komponenttien lukumäärään

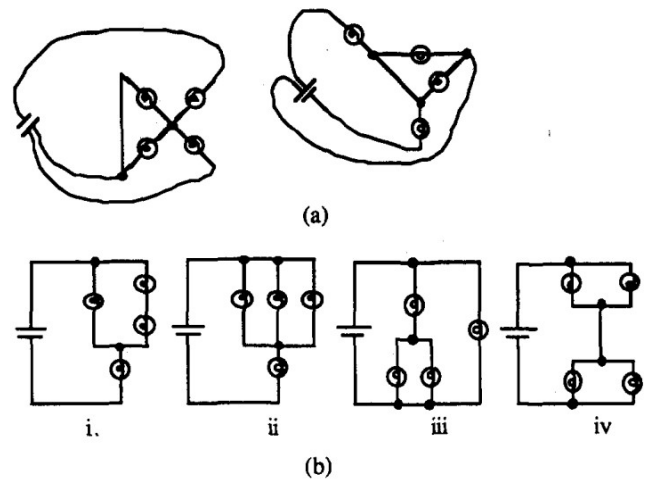
- ennustetaan että kuvan 2 tai 3 kytkennöissä B, C, D ja E palavat keskenään yhtä kirkkaasti, koska kaikissa näissä virtapiirin haaroissa tai virtapiireissä on paristoon kytkettynä kaksi lamppua, ja A palaa kirkkaammin, koska lamppuja on vain yksi. Joko ei osata hahmottaa kytkentöjen kokonaisresistansseja, tai oletetaan pariston tuottavan aina vakioisen sähkövirran kytkennästä riippumatta.

b) Vaikeus erottaa toisistaan kytkennän resistanssi ja yksittäisen komponentin resistanssi

- ei ymmärretä että yksittäisen lampun tehon, ja sitä kautta kirkkauden ennustaminen ei onnistu virtapiirin tai sen haaran kokonaisresistanssin avulla, vaan että pitää tarkastella nimenomaan kyseisen lampun sähkövirtaa, jännitettä ja resistanssia.

c) *Vaikeudet rinnan- ja sarjaankytkentöjen hahmottamisessa*

Kuvassa 6 osan a) molemmat kytkennät vastaavat osan b) kytkentää ii.

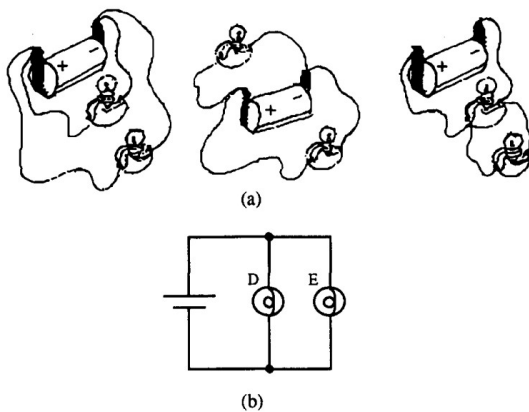


Kuva 6.

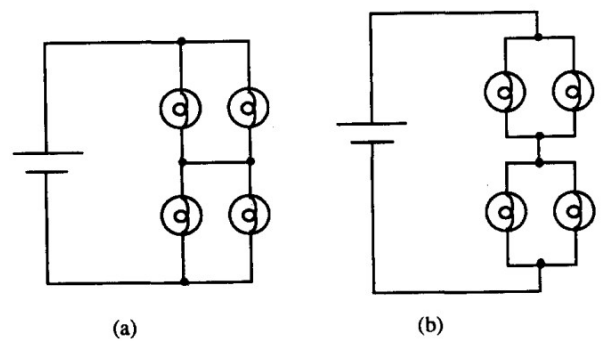
B. Vaikeudet yhdistää muodollinen esitys ja mittaustulokset virtapiireihin

a) *Vaikeus tunnistaa että kytkentäkaavio esittää vain komponentteja ja niiden välisiä yhteyksiä, ei todellisen kytkennän fyysisiä ja avaruudellisia suhteita*

Ei tunnisteta että kuvassa 7 kaikki osan a) kytkennät vastaavat osan b) kytkentäkaaviota, ja että kuvassa 8 molemmat kytkentäkaaviot esittävät toiminnallisesti samaa kytkentää.



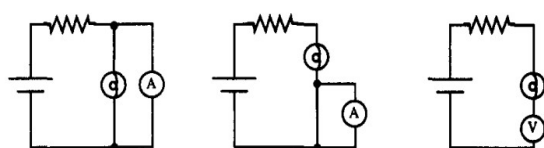
Kuva 7



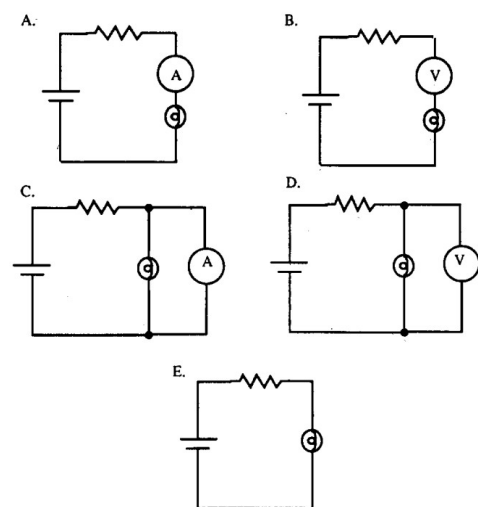
Kuva 8.

b) *Ei osata tarkastella mittareita virtapiirin komponentteina, ei tunnisteta niiden rakenteen vaikutuksia virtapiirin toimintaan ja oikeaa kytkentätapaa*

Kuvassa 9 on eräitä virheellisiä vastauksia kysymykseen, miten mittarit on kytkettävä kun halutaan mitata lampun läpi kulkeva sähkövirta ja lampun napajännite.



Kuva 9.



Kuva 10.

Kuvasta 10 pitäisi ennustaa lampujen keskinäiset kirkkaussuhteet. Kytkennöissä A ja D mittarit on kytketty oikein ja lamput palavat yhtä kirkkaasti kuin kytkennässä E. Kytkennässä B jännitemittari estää

sähkövirran kulun ja kytkennässä C virtamittari aiheuttaa oikosulun lampun yli, joten näissä kytkennöissä lamppu ei pala.

C. Kyvyttömyys tehdä kvalitatiivisia päätelmiä virtapiirien käyttäytymisestä

a) Taipumus tehdä päätelmiä vaihe kerrallaan ja paikallisesti, ei kokonaisvaltaisesti

b) Puuttuu käsitteellinen malli yksinkertaisten tasavirtapiirien käyttäytymisen ennustamiseen ja selittämiseen