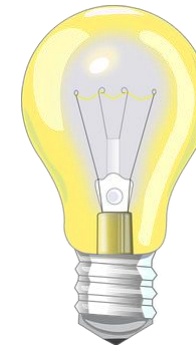


Sähkö

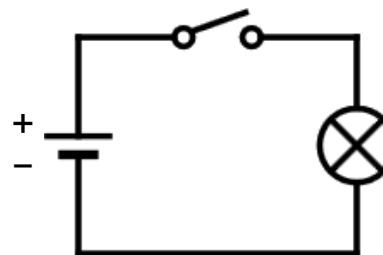
9. luokan fysiikka

Virtapiiri ja sähkövirta



- Sähkö:
 - Sähkölaitteiden toiminta ja talojen lämmitys.
 - Havaitaan valona, lämpönä, kemiallisina muutoksina ja magneettisuutena.
- **Sähkövirta (I)** on varauksellisten hiukkasten liikettä.
 - Suunta on elektronien liikkeelle vastakkainen.
 - Mitataan **ampeerimittarilla** eli virtamittarilla.
- Sähkönjohtavuus:
 - **Eristeissä** sähkövirta kulkee huonosti.
 - **Johteissa** sähkövirta kulkee hyvin.
 - **Puolijohteissa** sähkönjohtavuus vaihtelee.

- Yksinkertainen virtapiiri:
 - Paristo, johtimet, kytkin ja lamppu.
 - Sähkövirta kulkee vain **suljetussa** virtapiirissä.
 - Sähkölaitteiden **kytkimillä** avataan ja suljetaan virtapiiriä (auki = pois päältä, suljettu = päällä).
 - **Sulake** katkaisee virtapiirin vikatilanteissa ja suojaa näin sähkölaitetta sekä käyttäjää.
- **Kytkentäkaavio** on piirros virtapiiristä.
 - Sähkölaitteita vastaavat piirrosmerkit.

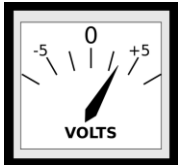


Jännitelähde ja jännite



- Virtapiiriin tarvitaan **jännitelähde**, jotta saadaan sähkövirtaa.
- Jännitelähde: **paristo** tai **akku**.
 - Jännitelähteessä pariston miinusnapaan kertyy ylimäärä elektroneja.
 - Plus- ja miinusnapojen välille syntyy potentiaaliero eli jännite.
 - Jännite purkautuu elektronien liikkuessa miinusnavalta plusnavalle virtapiiriä pitkin.
 - Jännite aiheuttaa siis sähkövirran, koska **sähkövirta on elektronien liikettä**.
- Paristo on **tasajännitelähde**, josta saadaan **tasavirtaa**.
 - Sähkövirta kulkee virtapiirissä koko ajan samaan suuntaan.

- **Jännitettä (U)** mitataan **volttimittarilla** eli jännitemittarilla.
 - Pariston **lähdejännitteen** mittaaminen.
 - Pariston **napajännitteen** mittaaminen.
 - Lampun **jännitehäviön** mittaaminen.
- Paristojen **sarjakytkennällä** saadaan:
 - Suurempi jännite.
 - Suurempi sähkövirta.
 - Lamppu hehkumaan kirkkaammin.
- Paristojen **rinnankytkennällä** saadaan:
 - Laitteelle pidempi käyttöaika (energiaa enemmän).



Resistanssi



- **Resistanssi (R)** kuvaa kykyä vastustaa sähkövirran kulkua.
 - Kaikilla laitteilla ja johtimilla on resistanssi.
 - **Suprajohtavuus.**
- Resistanssi yleensä kasvaa, jos:
 - Lämpötila kasvaa.
 - Materiaalilla on heikompi sähkönjohtavuus.
 - Johtimen pituus suurenee.
 - Johtimen poikkipinta-ala pienenee.
- **Ohmin lain** mukaan jännitehäviö ja sähkövirta ovat vakiolämpötilassa suoraan verrannollisia.

$$U = R \cdot I$$

- **Vastuksella** voidaan säätää tai rajoittaa virtapiirissä kulkevaa sähkövirtaa.

- Vastusten tai laitteiden **sarjakytkentä**:
 - Pienempi sähkövirta laitteiden läpi.
 - Lamppujen tapauksessa hehkuvat himmeämmin.
 - Esimerkiksi valosarjat: Kaikki lamput sammuvat, jos yksi lamppu poistetaan.
 - Kokonaisresistanssi:

$$R_{kok} = R_1 + R_2 + \dots$$

- Vastusten tai laitteiden **rinnankytkentä**:
 - Laitteiden läpi sama sähkövirta.
 - Lamppujen tapauksessa hehkuvat yhtä kirkkaasti.
 - Kodin sähkölaitteet kytketään rinnan: Jos yksi laite otetaan pois päältä, muut eivät sammu.
 - Kokonaisresistanssi:

$$\frac{1}{R_{kok}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Sähköteho ja sähkön käyttökustannukset

- **Sähköteho (P):**

- Laitteen hyötysuhde on aina alle 100 %.
- Laitteen jännitehäviön ja läpi kulkevan sähkövirran tulo:

$$P = U \cdot I$$

- **Sähköenergia (E):**

- Laitteen sähkötehon ja käyttöajan tulo:

$$E = P \cdot t$$

- **Sähkön käyttöhint**a (mitataan kilowattitunneissa, kWh):

- Muodostuu sähköenergian ja sähkön siirron hinnoista.
- Sähköyhtiö ja sähkön tyyppi vaikuttavat myös hintaan.

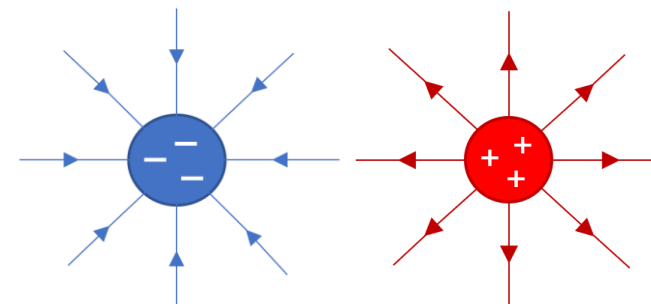
$$\text{Käyttöhint}a = E \cdot \text{sähkön hinta} = P \cdot t \cdot \text{sähkön hinta}$$

- Sähköä kuluu esimerkiksi teollisuuteen sekä kotitalouksien ja veden lämmittämiseen.

- Sähkön hintaan voi vaikuttaa myös itse!

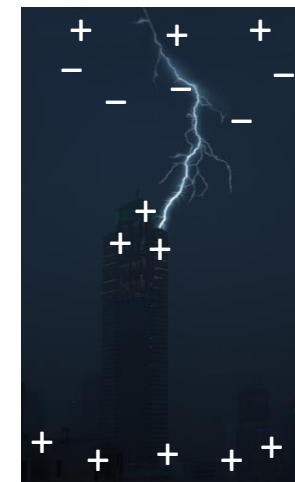


Sähkövaraus ja sähkökenttä

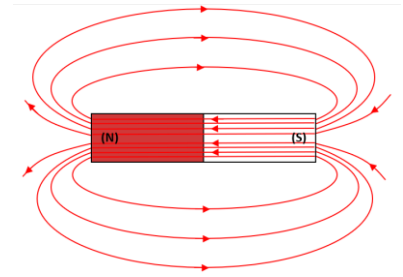
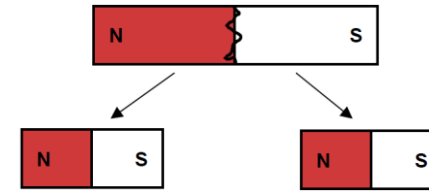
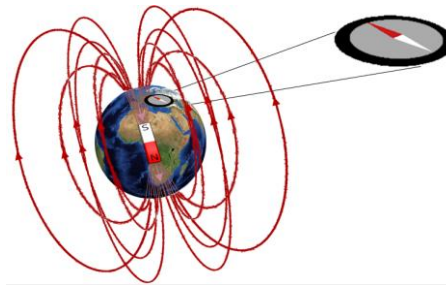


- **Sähköinen vuorovaikutus:**
 - Etävuorovaikutus: vetovoima tai poistovoima kappaleiden välillä.
- Pienin sähkövaraus on **alkeisvaraus**.
 - Elektroni alkeisvarauksen suuruinen ja varaukseltaan negatiivinen.
 - Protoni alkeisvarauksen suuruinen ja varaukseltaan positiivinen.
- **Samanmerkkiset** sähkövaraukset **hylkivät** toisiaan.
- Erimerkkiset sähkövaraukset **vetävät** toisiaan puoleensa.
- Ukkosella salama purkautuu, koska pilvien ja maan välillä on erimerkkiset varaukset.

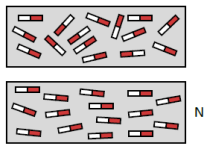
- Välineitä:
 - Hohtolamppu (sähkövarauksen merkki).
 - Elektroskooppi (sähkövarauksen suuruus).
- Sähkökenttä on kolmiulotteinen alue, jossa sähköinen vuorovaikutus vaikuttaa.
 - Sähkökenttää kuvataan **kenttäviivoilla**.
 - Nuolten suunta ilmoittaa suunnan.
 - Tiheys sähkökentän voimakkuuden.
- **Polarisoituminen:**
 - Varattu kappale ja varaamaton eriste.
 - Tapahtuu varausten jakautuminen.
- **Sähköinen influenssi:**
 - Varattu kappale ja varaamaton johde.
 - Tapahtuu varausten jakautuminen.



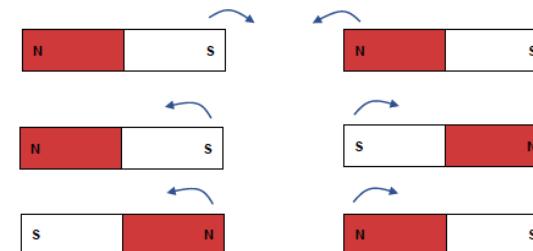
Magnetismi



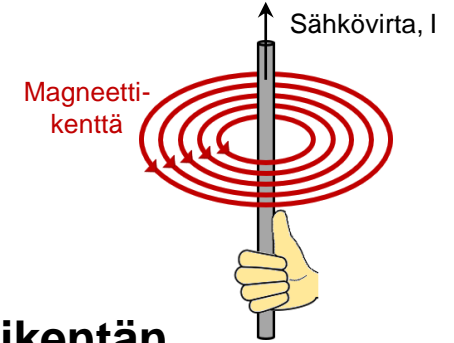
- Kompassin neula on **kestomagneetti**:
 - Magneettisuus säilyy vuosia.
 - Neula osoittaa Maan magneettikentässä pohjois-eteläsuuntaan.
 - **Pohjoiskohtio**: Pohjoiseen (N) osoittava punainen pää.
 - **Eteläkohtio**: Etelään (S) osoittava pää.
 - Kohtioita ei saada erilleen katkaisemalla.
 - Magneettisuus voidaan poistaa kuumentamalla tai takomalla.
- **Magneettiset aineet**:
 - Väliaikainen magneettisuus kestromagneetin vuorovaikutuksessa: Rauta, nikkeli, koboltti.
- **Magnetointi** (esim. rauta):
 - **Alkeismagneetit** järjestäytyvät, kun kappaletta sivellään kestromagneetilla samansuuntaisesti.
 - Muodostuu pohjois- ja eteläkohtio.



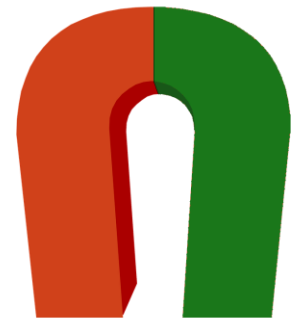
- Magneettikenttä on kolmiulotteinen alue, jossa magneettinen vuorovaikutus vaikuttaa.
 - Magneettikenttää kuvataan **kenttäviivoilla**.
 - Kenttäviivojen suunta magneetin ulkopuolella **pohjoiskohtiosta eteläkohtioon**.
 - Kenttäviivojen tiheys kuvaa magneettikentän voimakkuutta.
 - **Maapallon magneettinen pohjoiskohtio on etelässä ja eteläkohtio pohjoisessa!**
- Magneettinen vuorovaikutus (etävuorovaikutus):
 - Magneettien
 - **samannimiset** kohtiot **hylkivät** toisiaan.
 - **erinimiset** kohtiot **vetävät** toisiaan.



Sähkövirta ja magneettikenttä



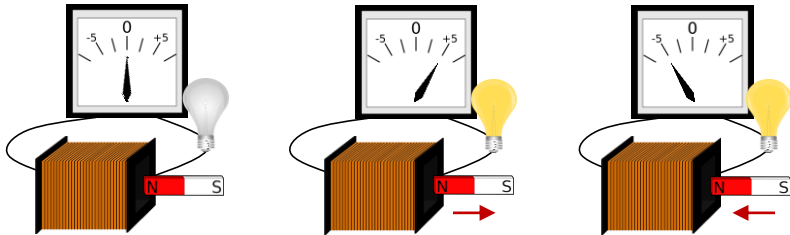
- Jos johtimessa kulkee sähkövirta, **sähkövirta aiheuttaa** johtimen ympärille **magneettikentän**.
 - Voidaan todeta kompassin neulalla.
- **Käämi** on laite, jossa eristettyä johdinta on kierretty useita kertoja silmukaksi.
- **Sähkömagneetti:**
 - Käämi liitettynä tasajännitelähteeseen.
 - Magneettikenttää voidaan vahvistaa:
 - Laittamalla käämin sisälle rautasydän.
 - Lisäämällä kierroksia käämiin.
 - Käyttämällä suurempaa sähkövirtaa.
- **Sähkömoottori:**
 - Käämi U-magneetin napojen välissä.
 - Kytetään käämiin sähkövirta.
 - Magneettisen vuorovaikutuksen vuoksi käämi alkaa pyöriä.
 - Käämin akselille voidaan liittää esim. siivet, jotka pyörivät käämin mukana.



Sähkömagneettinen induktio & vaihtovirta

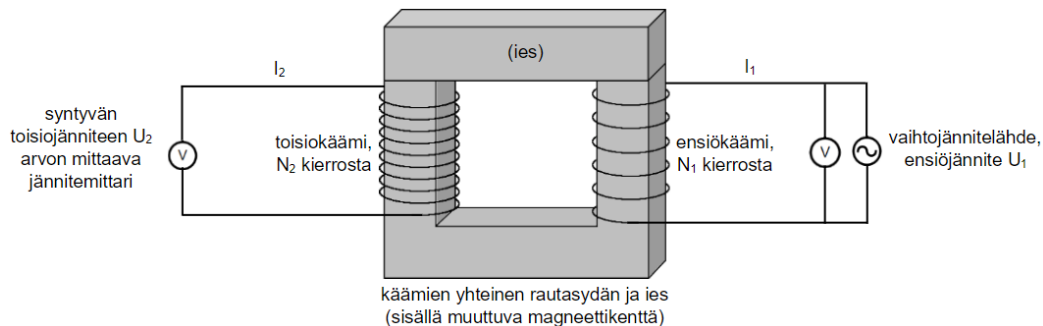
- **Sähkömagneettinen induktio:**

- Magneetikentän muutos aiheuttaa jännitteen.
- Jännite aiheuttaa suljettuun virtapiiriin sähkövirran.
- Hyöty: Mekaanista energiaa voidaan muuttaa sähköksi!



- **Muuntaja:**

- Muuntaa vaihtojännitteen käämien kierroslukujen suhteessa.



$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

- **Generaattori:**

- Polkupyörän **dynamo**:

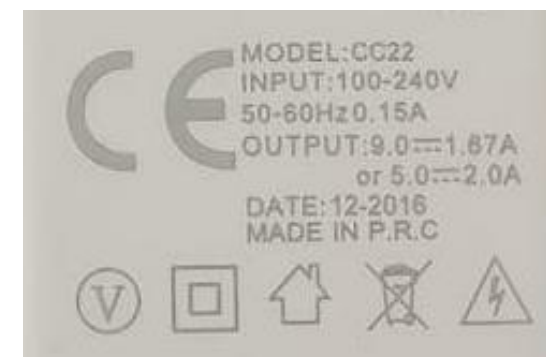
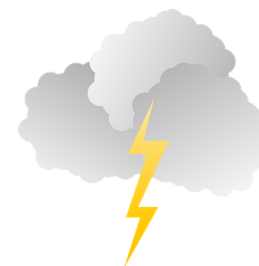
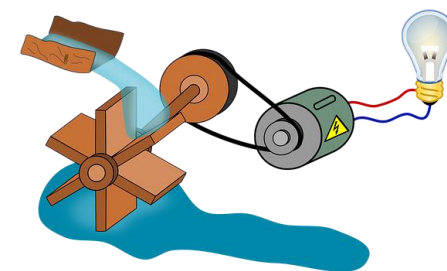
- Pyöräilijä tekee työtä, jotta kestopagneetti saadaan pyörimään käämin sisällä. Aiheutuu muuttuva magneetikenttä ja käämiin indusoituu jännite.
- Liike-energia muutetaan sähköksi.

- **Voimalaitoksen generaattori:**

- Esimerkiksi virtaava vesi voi pyörittää käämiä.
- **Käämiä pyörii magneetikentässä tasaisella nopeudella.**
- Generaattorin aiheuttama jännite muuttuu käämin pyöriessä, eli saadaan **vaihtojännitettä**.
- Vaihtojännite tuottaa vaihtovirtaa (suunta muuttuu jatkuvasti).
- Pistorasioista saatava **verkkojännite on 230 V**.

Sähköntuotanto ja sähköturvallisuus

- Osa voimalaitoksista tuottaa **pelkkää sähköä**, osa **sekä sähköä että lämpöenergiaa**.
- Voimaloiden ero: erilaisia tapoja pyörittää voimalan generaattoria (vesi, tuuli, ...).
- Sähköverkoissa kulkevan **sähkön avulla voidaan siirtää energiaa** esimerkiksi voimalaitoksilta tehtaisiin ja kotitalouksiin.
- Sähköä siirrettäessä käytetään **korkeaa jännitettä**:
 - Sähkövirta on pieni.
 - Sähköjohdoissa tapahtuu vähemmän lämpenemistä: vähemmän hukkaenergiaa.
- Jännite alennetaan kuluttajille muuntajalla **230 volttiin**.
- Sähköä ei voida varastoida suuria määriä, tuotannon on vastattava käyttöä.
- Jännite on pidettävä vakaana, jotta sähköä käyttävät järjestelmät toimivat.
- **Energian tuottamisessa paljon ympäristöongelmia!**
- Sähköturvallisuus kodeissa ja ukkosella.



Lähteet

Teksti:

- *Lehto, H., Salonen, H. ja Huttu, K.*
Ilmiö Fysiikan oppikirja 7-9.
Sanoma Pro, 2008. s. 217-290.

Kuvat:

- Pixabay.
- publicdomainvectors.org