

Ääni ja valo

Titaani, tiivistelmä

Ääni

Äänen synty ja eteneminen

Äänen syntyyn tarvitaan **värähtelijä**, eli edestakaisin liikkuva kappale. Kun värähtelijä siirtyy kohti ilman rakennehiukkasia, ne puristuvat kokoon ja syntyy tihentymä. Vastakkainen liike saa ilman harventumaan. Nämä harventumat ja tihentymät muodostavat **ääniaaltoja**.

Ilman rakennehiukkaset heilahtavat edestakaisin tönäisten aina seuraavaa rakennehiukkasta, eli syntyy ketjureaktio. Ketjureaktiossa energiaa siirtyy seuraavalle hiukkaselle, ja siitä taas sitä seuraavalle. Näin ääni etenee **aaltoliikkeenä** joka suuntaan värähtelijästä. Aaltoliike kuljettaa siis mukanaan värähtelyn energiaa, muttei hiukkasia.

Ääni kuuluu sitä heikommin, mitä kauempana **äänilähteestä** eli värähtelijästä mennään. Tämä johtuu siitä, että ääniaaltojen energia jakautuu aina vain suuremmalle alueelle, ja on siksi vaimeampaa.

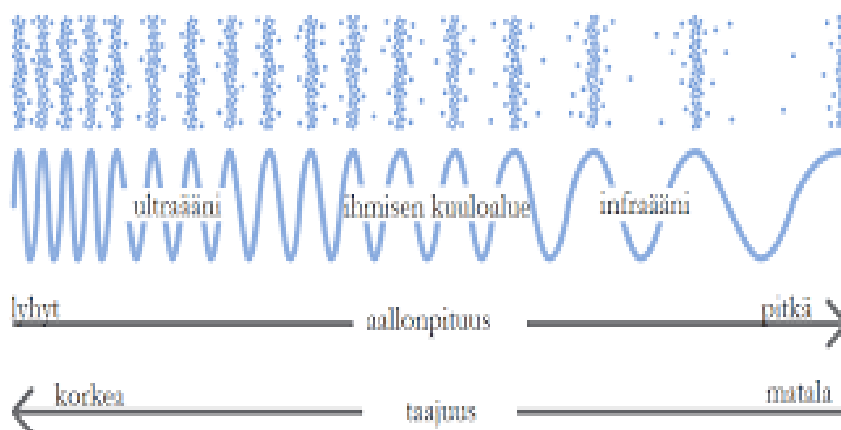
Koska ääni etenee rakennehiukkasten liikkeen avulla, se tarvitsee siis edetäkseen **väliaineen**, kuten ilman. **Äänen nopeus**, eli se miten nopeasti ääni kulkee, riippuu väliaineesta. Esimerkiksi ilmassa sen nopeus on noin 340 m/s. Rautaa pitkin ääni etenee yli 5000 metriä sekunnissa.

Äänen kuuleminen

Äänen havaitseminen tarvitsee myös **vastaanottimen**. Ääniaalto saa korvan tärykalvon värähtelemään. Värähtely välittyy siitä eteenpäin ja lopulta hermoja pitkin aivoihin, jossa se tulkitaan ääneksi.

Matala ääni saa tärykalvon värähtelemään hitaasti ja korkea nopeasti. **Äänen korkeus** riippuu siis sen **taajuudesta**, eli siitä, miten monta värähdystä tapahtuu sekunnissa. Taajuuden yksikkö on hertsi (Hz). Ihmisen kuuloalue on 20 – 20 000 Hz. Eli ihminen kuulee äänet, kun värähdystä tapahtuu 20 sekunnissa tai 20 000 sekunnissa tai jotain siltä väliltä.

Ääniä, joiden taajuus on liian korkea ihmisen kuultaviksi, sanotaan **ultraääniksi**. Ihmiselle liian matalia ääniä kutsutaan **infraääniksi**. Jotkin eläimet pystyvät näitäkin kuitenkin kuulemaan.



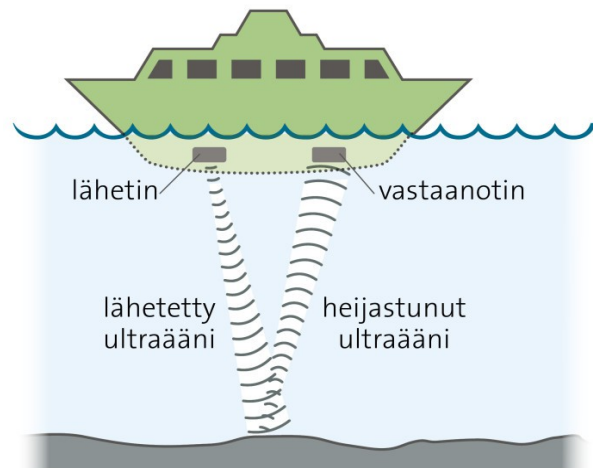
Kova ääni saa korvan tärykalvonkin värähtelemään voimakkaasti. **Äänen voimakkuus** riippuu sen sisältämästä energiasta, ja sitä mitataan desibeleinä (dB). **Kuulokynnys** on pienin äänenvoimakkuus, jonka ihminen kuuluu. Kuulokynnyksen ylittyminen riippuu myös äänen taajuudesta, puheen alueella kynnys on alle 10 dB. **Kipurajaksi** sanotaan äänenvoimakkuutta, joka tuottaa korvassa kipua. Esimerkiksi puheen alueella kipuraja on noin 120 dB.

Häiritsevää, epämiellyttävää tai jopa kipua tuottavaa ääntä kutsutaan **meluksi**. Melua rajoitetaan ja siltä suojaudutaan työpaikoilla ja asuinalueilla. Melulta voi suojautua eri tavoin. Esimerkiksi musiikin äänenvoimakkuutta voi pienentää. Melun lähteestä voi siirtyä kauemmaksi. Ympäristöön voi laittaa ääntä imeviä esineitä. Esimerkiksi ulos voidaan istuttaa kasveja ja sisälle laittaa pehmeitä huonekaluja tai mattoja. Kuulosuojainten käyttö suojaa kuuloa. Liikenteen melua vähennetään myös rakentamalla meluaitoja ja alentamalla nopeusrajoituksia

Äänen ominaisuuksia

Ääni voi heijastua kahden aineen rajapinnasta. Tämä ilmiö on nimeltään **kaiku**. Ääni heijastuu helpommin kovasta kuin pehmeästä pinnasta. **Akustiikka** tutkii, miten tätä äänen heijastumista voidaan käyttää hallitusti. Se on tärkeää esimerkiksi teatterien suunnittelussa.

Äänen heijastumista, eli kaikua, hyödynnetään erilaisissa sovelluksissa. Ultraäänen heijastumista hyödynnetään esimerkiksi **kaikuluotauksessa**, jossa sen avulla määritetään vesistön syvyyttä. Myös **ultraäänitutkimuksessa** hyödynnetään ultraäänen heijastumista rajapinnoista, jolloin saadaan turvallisesti kuvattua vaikkapa sikiöitä.



Resonanssi on ilmiö, jossa värähtelijä saa toisen esineen samalla taajuudella kuin se itse. Tämä onnistuu, jos esineillä on sama **ominaistaajuus**. Ominaistaajuus on se taajuus, jolla kappale värähtelee helpoimmin.

Sointiväri tarkoittaa äänilähteelle kuten soittimelle ominaista ääntä, jonka avulla se tunnistetaan. Esimerkiksi kitara ja piano eivät kuulosta samalta, vaikka niillä soitetaan samaa nuottia. Tämä johtuu niiden erilaista sointiväreistä. Luonnollinen ääni sisältää aina useita taajuuksia. Sointiväri koostuu siis perussävelestä ja sen monikerroista eli yläsävelistä.

Valo

Valon syntyminen ja eteneminen

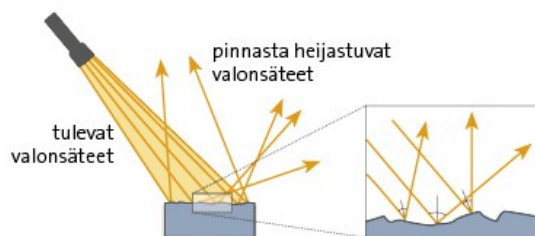
Valon syntymiseen tarvitaan **valonlähde**. Tällaisia ovat esimerkiksi Aurinko ja kännykän näyttö. Ne lähettävät valoa. **Valaistusvoimakkuus** kertoo, kuinka paljon kohteeseen tulee valoa. Sen yksikkö on lux (lx). Kuten äänenkin kohdalla, mitä kauemmas valon lähteestä mennään, sitä vaimeampi on valaistusvoimakkuus.

Valo ei tarvitse edetäkseen väliainetta. Sen nopeus kuitenkin riippuu väliaineesta. Ilmassa ja tyhjiössä **valon nopeus** on noin 300 000 km/s, mikä on suurin tunnettu nopeus. Valo etenee samanlaisessa aineessa suoraan, ja jos sen tielle laitetaan esine, esineen taakse syntyy **varjo**. Valon kulkua kuvataan kapean valokeilan, **valonsäteen**, avulla.

Valolla sanotaan olevan kaksijakoinen eli **dualistinen luonne**. Sitä voidaan kuvata sekä aaltolina että hiukkasina. Aaltomalli sopii valon taittumisen ja heijastumisen kuvaamiseen. Hiukkasmallissa valo kuvataan pieninä energiapaketteina, joita kutsutaan **foneiksi**. Hiukkasmallilla voidaan selittää esimerkiksi valon siirtämää energiaa.

Valo heijastuu

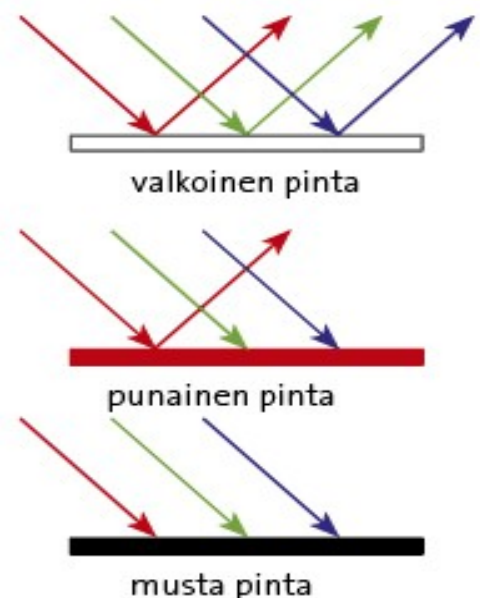
Esineet näkyvät, koska valo heijastuu niiden pinnasta kaikkiin suuntiin. Tämä epäsäännöllinen heijastuminen on nimeltään **hajaheijastuminen**. Myös **heijastimen** toiminta perustuu hajaheijastumiseen. Se on täynnä peilimäisiä pintoja, jotka heijastavat valon hyvin takaisin tulosuuntaansa.



Värien muodostuminen

Esineen väri määräytyy sen mukaan, minkä väristä valoa se heijastaa. Auringon valo on **valkoista valoa**, joka sisältää kaikki värit. Kun valkoinen valo osuu keltaiseen takkiin, takki heijastaa siis takaisin keltaisen valon, mutta imee itseensä kaikki muun väriset valot. Valkoinen pinta heijastaa siis kaikkia värejä, kun taas musta ei heijasta mitään.

Television ja kännykän näytön värit muodostetaan kolmen erivärisen lampun avulla. Jokainen pikseli sisältää punaisen, vihreän ja sinisen lampun. Kaikki värit saadaan vaihtelemalla lamppujen valojen voimakkuuksia. Tätä systeemiä nimitetään **RGB-värijärjestelmäksi** (Red-Green-Blue).

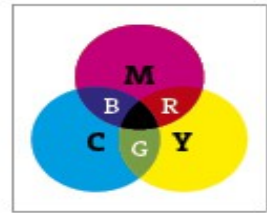


Tulostaminen ja painovärien käyttämä systeemi on **CMYK-värijärjestelmä**. Se tulee sanoista Cyan (syaani), Magenta, Yellow (keltainen) ja Key (avainväri eli musta). Näitä yhdistelemällä saadaan tulostettua paperille kaikki värit.



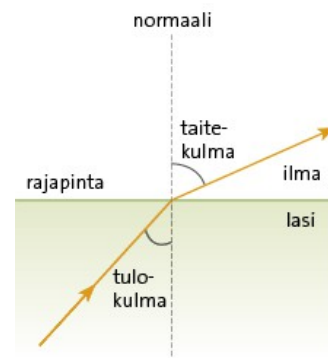
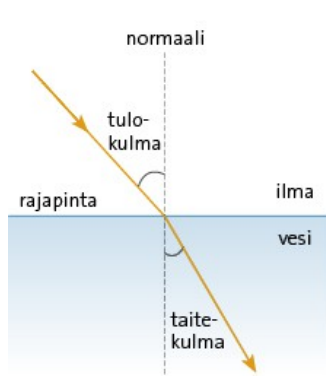
Valon taittuminen

Valo voi edetä läpinäkyvissä, eli **optisissa aineissa**, kuten ilma tai vesi. Valo kulkee samassa aineessa aina suoraan ja samalla nopeudella. Valo kulkee vedessä hitaammin kuin ilmassa, ja sanotaan, että vesi on **optisesti tiheämpää** ainetta. Jos valo tulee kuitenkin vinosti toiseen, optisesti erilaiseen aineeseen, esimerkiksi ilmasta veteen, se **taibtuu** tai **heijastuu**. Kohtisuoraan tällaiseen **rajapintaan** tuleva valo jatkaa kuitenkin suoraan läpi.



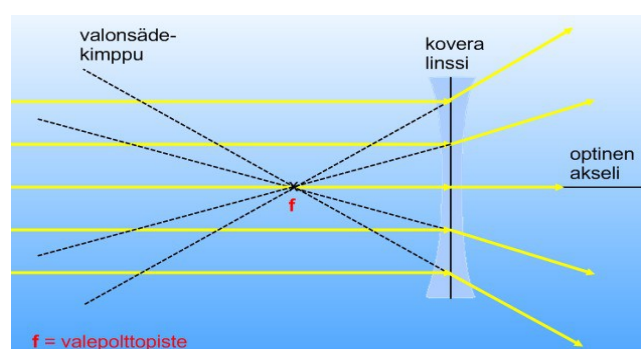
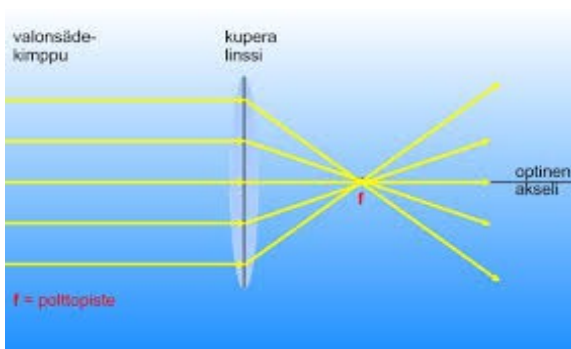
Rajapintaa kohtisuoraan vastaan olevaa suoraa sanotaan rajapinnan **normaaliksi**. Rajapintaan tulevan valonsäteen ja pinnan normaalin välistä kulmaa sanotaan **tulokulmaksi**. Taittuneen säteen ja pinnan normaalin välinen kulma on puolestaan **taitekulma**.

Kun valo tulee vinosti optisesti harvemmassa aineesta optisesti tiheämpään, kuten ilmasta veteen, valo taittuu kohti normaalia. Kun valo tulee vinosti optisesti tiheämmästä aineesta harvempaan, kuten lasista ilmaan, valo taittuu normaalista poispäin.



Linssit

Linssi on kaarevapintainen läpiväkyvä esine, joka taittaa valoa. Linssi voi olla kupera tai kovera. **Kupera linssi** kokoaa yhdensuuntaiset valonsäteet **polttopisteen (F)** kautta. Polttopisteen ja linssi keskikohdan välistä etäisyyttä kutsutaan **polttoväliksi (f)**. **Kovera linssi** hajottaa yhdensuuntaiset valonsäteet siten, että niiden jatkeet leikkaavat **valepolttopisteen (F)** kautta.



Silmässä on kupera linssi, joka muodostaa kuvan silmän takaosaan verkkokalvolle. Silmän lihakset muuttavat linssin paksuutta, jolloin katse voidaan tarkentaa eri kohtiin. Silmässä voi olla **taittovika**, joka estää tarkan näkemisen. Taittovika voidaan korjata silmälaseilla.

Kaukotaitteisuudesta kärsivä ihminen näkee hyvin kauas, muttei lähelle. Tämä voidaan korjata kuperilla linsseillä eli pluslinsseillä. **Likitaitteisuudessa** ihminen näkee päinvastoin hyvin lähelle, muttei kauas. Tämä korjataan koverilla linsseillä eli miinuslinsseillä. Vanhetessa näkö heikkenee, ja puhutaan **ikänäöstä**. Sitäkin korjataan kuperilla linsseillä.

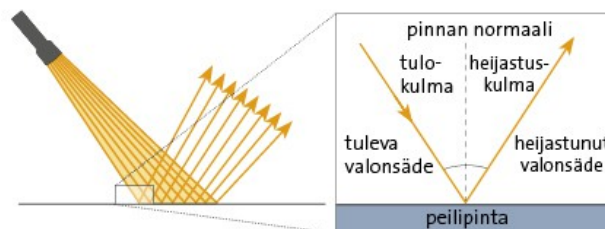
Silmiä suojataan erilaisilla suojalaseilla, käyttökohteesta riippuen. Liian kirkas valo voi myös vahingoittaa näköä, joten esimerkiksi auringonpaistetta vastaan suojaudutaan aurinkolaseilla.

Optiikka on fysiikan osa, joka tutkii valoon liittyviä ilmiöitä, kuten valon kulkua, heijastumista ja taittumista. Optiikan tutkimus- ja kehityskohteita ovat myös erilaiset **optiset laitteet**, kuten kiikarit, mikroskoopit ja dataprojektorit.

Peilit

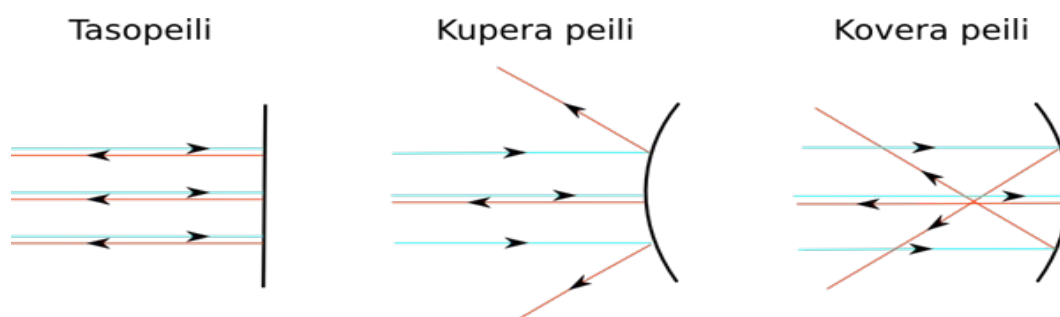
Peilin muodostaa tasainen pinta, joka heijastaa valoa niin hyvin, että voi muodostaa kuvan. Yleisin peili on kotoakin löytyvä **tasopeili**, jonka muodostaa lasilevy ja sen takapinnalla oleva ohut valoa heijastava metallikerros. Myös vaikkapa vedenpinta voi toimia peilipintana. Peilikuva syntyy, kun esineestä heijastuvat valonsäteet kohtaavat peilipinnan ja heijastuvat siitä takaisin.

Peilin pintaan tulevan säteen ja peilipinnan normaalin välistä kulmaa sanotaan tulokulmaksi. Heijastuneen säteen ja rajapinnan normaalin välinen kulma on heijastuskulma. Kulmat ovat yhtä suuret. Tätä kutsutaan **heijastumislainsiksi**.

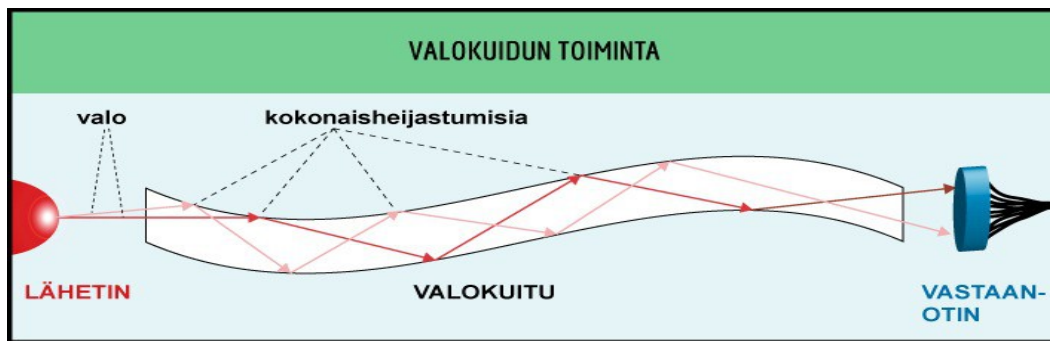


Kovera peili kokoaa yhdensuuntaiset valonsäteet **polttopisteen (F)** kautta. Peilipinnan ja polttopisteen välistä sanotaan **polttoväliksi (f)**. Vastaavasti koveran peilin polttopisteeseen asetetun lampun säteet voidaan suunnata yhdensuuntaisiksi. Koveraa peiliä käytetään esimerkiksi hammaslääkärin peilissä.

Kupera peili hajottaa yhdensuuntaiset valonsäteet siten, että niiden jatkeet leikkaavat **valepolttopisteen (F)** kautta. Peilipinnan ja valepolttopisteen välistä etäisyyttä kutsutaan **polttoväliksi (f)**. Kuperaa peiliä hyödynnetään esimerkiksi kauppojen valvontapeileinä.

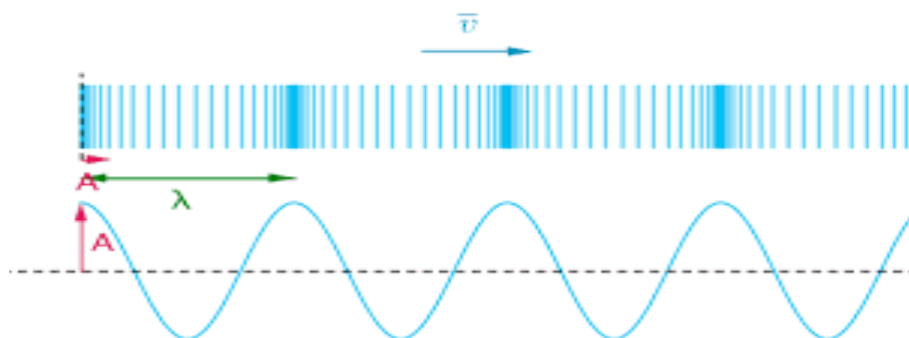


Kun valo tulee optisten aineiden rajapintaan, osa siitä taittuu ja osa heijastuu. Jos valo tulee rajapintaan riittävän vinosti, se heijastuu kokonaan. Tällöin puhutaan **kokonaisheijastuksesta**. Ilmiötä hyödynnetään **valokuiduissa**, joissa valo saadaan kulkemaan pitkiä matkoja kuitujen sisällä. Valokuituja yhdistämällä saadaan **valokaapeleita**. Valokaapeleita hyödynnetään tiedonsiirrossa sekä lääketieteessä tähtäyksessä. Valon heijastumiseen perustuu myös kangastukset.

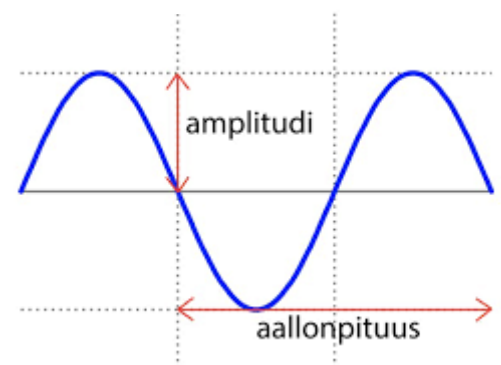


Aaltoliike

Selä ääni että valo etenevät aaltoliikkeenä. **Aalto** siirtää energiaa, muttei ainetta, ja sen energia vaimenee, mitä kauempana lähteestä ollaan. Aaltoja on kahta lajia, **pitkittäistä** ja **poikittaista**. Ääni etenee pitkittäisenä aaltoliikkeenä, eli hiukkaset värähtelevät edestakaisin aallon etenemissuunnassa. Valo etenee poikittaisena aaltoliikkeenä, eli värähtely tapahtuu kohtisuorasti aallon etenemissuunnasta vastaan.



Aallon ominaisuuksia kuvataan kahden ominaisuuden: **aallonpituuden** ja **amplitudin** avulla. Aallonpituus kertoo kahden samassa vaiheessa olevan värähtelijän välimatkan. Esimerkiksi kahden aallonhuipun välisen etäisyyden. Amplitudi kuvaa värähtelyn laajuutta, eli sitä, miten suurta liikettä yksittäinen värähtelijä tekee. Esimerkiksi äänen kohdalla aallonpituus vaikuttaa taajuuteen, ja sen myötä äänen korkeuteen. Amplitudi kertoo, kuinka voimakasta ääni on.



Valo on **sähkömagneettista säteilyä**. Näkyvän valon lisäksi on olemassa muunkinlaista sähkömagneettista säteilyä. Lyhytaaltoisempia säteilyn lajeja ovat **gamma-säteily**, **röntgensäteily** ja **ultraviolettisäteily** (UV-säteily). Pidempiaaltoisia puolestaan ovat **infrapunasäteily**, **mikroaallot** ja **radioaallot**. Tätä kaikkia sähkömagneettisen säteilyn lajit sisältävää aluetta tai jakaumaa saanotaan **spektriiksi**.

Spektriä sanotaan myös sitä aluetta, joka sisältää kaikki näkyvän valon aallonpituudet. Näkyvän valon värit ovat (suurimmasta aallonpituudesta pienimpään): punainen, oranssi, keltainen, vihreä, syaani, sininen ja violetti. Värit saadaan erilleen valkoisesta valosta hyvin valoa taittavan lasi- tai muovikappaleen, **prisman** avulla.

