

Kuvanmuodostus

Linsseillä tapahtuva kuvanmuodostus esitetään oppimateriaaleissa useimmiten hyvin [kaavamaisesti](#). Kuperan linssin tapauksessa neuvotaan piirtämään esinettä kuvaavan nuolen kärjestä, siis yhdestä esineen pisteestä, kaksi sädettä joista toinen tulee linssiin kohtisuorasti ja taittuu polttopisteen kautta, ja toinen säde kulkee linssin keskipisteen kautta eikä muuta suuntaansa. Näiden säteiden leikkauspisteeseen sitten sanotaan syntyvän esineen todellinen kuva, jonka saa näkyviin varjostimelle.

Tällainen menettely on mitä suurimmassa määrin merkityksettömäksi pelkistetty toimintaohje. Se auttaa suorittamaan tasan yhden yhden tehtävän, eli selvittämään syntyvän kuvan paikan tilanteessa jossa alkuasetelma on tarkasti määrätty. Sen sijaan ohje ei valaise lainkaan itse fysikaalista tilannetta. Se ei auta vastaamaan muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Ohjeessa tarkastellaan vain yhtä pistettä, mutta todellisessa esineessä ja kuvassa on paljon pisteitä. Miten kuvanmuodostus niiden osalta tapahtuu?
- Kuinka on mahdollista, että linssi muodostaa kuvan itseään suuremmasta esineestä? Eihän silloin ”nuolen kärjestä” lähtenyt säde voi osua linssiin kohtisuorasti.
- Jos linssistä peitetään puolet, vaikka alaosa, mitä kuvalle tapahtuu? Pimeneekö siitä yläosa, vai alaosa, vai mitä?
- Tai variaatio samasta teemasta: kameran himmennin on linssisysteemin sisällä oleva säädettävän kokoinen pyöreä aukko. Miksi pienellä aukolla kuvattaessa kuva-ala on saman kokoinen kuin suurella aukolla?
- Kuperan linssi muodostaa todellisen kuvan varjostimelle. Voiko tämän todellisen kuvan nähdä suoraan silmällä, ilman varjostinta?

Linssi muodostaa kuvan, kun linssi taittaa esineestä lähtenyttä valoa. Taittumisen ja kuvan syntymisen välisen yhteyden ymmärtämistä vaikeuttaa, että säteiden kulkua tarkastellaan yleensä sädeoptiikkasarjojen linssimalleilla, jotka ovat sylinterilinssejä eivätkä siten muodosta kuvaa. Näin taittuminen ja kuvanmuodostus jäävät empiirisesti erilleen.

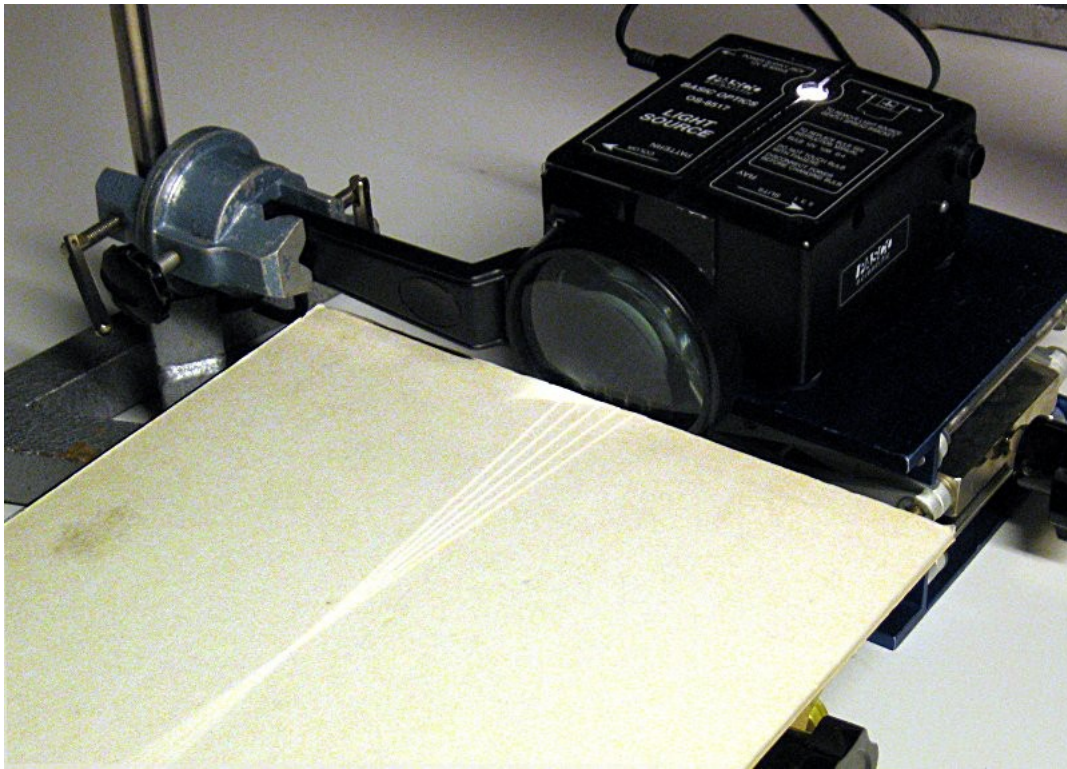
Pitäisikin tarkastella *samoilla linsseillä sekä kuvan syntyä että säteiden taittumista*.

Otetaan pari selvästi erilaista kuperaa linssiä. Havaitaan, että ne muodostavat kaukana olevasta esineestä varjostimelle ylösalaisin olevan kuvan. Linssin ja kuvan etäisyys on erilainen eri linsseille. Kutsutaan tätä etäisyyttä linssin polttoväliksi¹. Mitataan linssien polttovälit.

Havaitaan myös, että mitä lähempänä linssiä esine on, sitä kauemmas linssistä kuva syntyy. Näin ymmärretään tarve tarkentaa silmä, kamera tms. eri etäisyyksille.

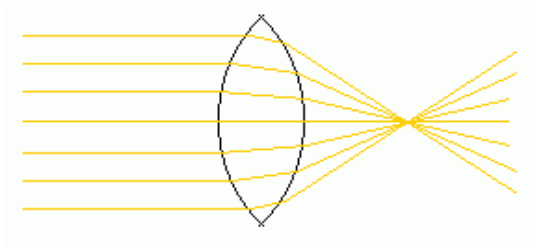
Tarkastellaan seuraavaksi, kuinka linssit taittavat valoa. Se onnistuu kuvan mukaisella koejärjestelyllä, käyttäen optiikkasarjan ”sädelaatikkoa”, tai yhdensuuntaislaseria.

¹ Nimitys tulee todennäköisesti siitä, että Auringosta syntyvä kuva on varjostimella polttavan kuuma.



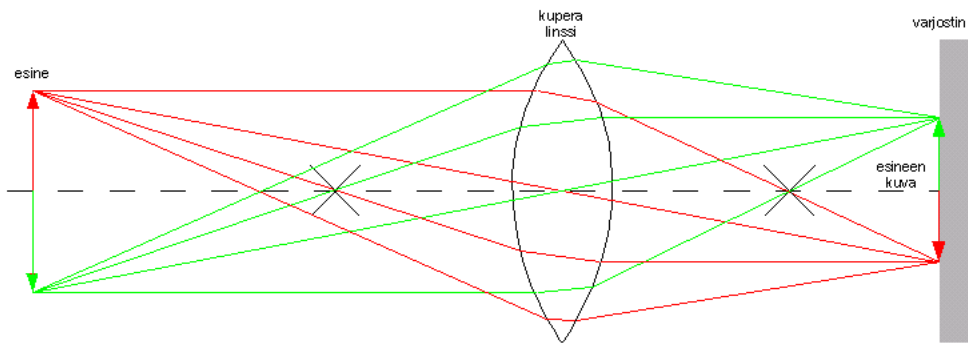
a

Havaitaan että linssiin tulevat yhdensuuntaiset valonsäteet taittuvat niin, että ne kohtaavat yhdessä pisteessä, jonka etäisyys linssistä on eri linseillä erilainen, ja sama kuin edellä mitattu linssin polttoväli. Sama pitää paikkansa muistakin kuin pääakselin suunnasta linssiin saapuville yhdensuuntaisille sädekimpuille.



Kaukana sijatsevan esineen jostain pisteestä lähteneet säteet ovat linssiin tullessaan lähes yhdensuuntaisia. Kun säteet kohtaavat linssin takana olevalla varjostimella yhdessä pisteessä, siihen muodostuu esineen pisteen kuva. Sama tapahtuu kaikista esineen pisteistä lähteville säteille, ja polttovälin etäisyydelle linssistä asetetulle varjostimelle muodostuu esineen kuva.

Jos esine on lähempänä linssiä, esineen pisteistä lähteneet säteet eivät tule linssiin yhdensuuntaisina, mutta tilanne on muuten sama: tietyistä esineen pisteistä lähteneet säteet taittuvat niin, että ne kohtaavat yhdessä pisteessä linssin takana. Piste on kauempana kuin polttoväli, mutta tietyllä etäisyydellä olevan esineen pisteistä lähteneet säteet kohtaavat kaikki samalla etäisyydellä linssistä.



Mallissa on oleellista, että:

- Jokaisesta esineen pisteestä lähteviä säteitä kulkee koko linssin läpi.
- Kaikki yhdestä esineen pisteestä lähteneet ja linssin läpi mistä tahansa kohdasta kulkeneet säteet taittuvat niin, että ne kohtaavat linssin takana samassa pisteessä.

Nyt voidaan vastata alun kysymyksiin.

- Esineen koko kuvan muodostavat vierekkäisten pisteiden kuvat.
- Kuvan muodostamiseen ei tarvita linssiin kohtisuoraan osuvaa sädettä. Missä tahansa kulmassa tulevat säteet riittävät.
- ja d): Vaikka osa linssiä peitetään, kuva ei pimene mistään, vaan himmenee koko alaltaan.

Kysymykseen e) saadaan vastaus kuin huomataan, että mikäli linssin takana ei ole varjostinta, polttoväliä kauempana säteet kuljevat aivan samoin kuin jos ”ilmassa leijuvan todellisen kuvan” paikalla olisi säteitä lähettävä esine. Silmä pystyy tarkentamaan todelliseen kuvaan kuin esineeseen, ja näkee sen. Todellisen ylösalaisin olevan kuvan näkee katsomalla kupera linssiä niin, että silmä on polttoväliä selvästi kauempana linssistä.