

Ohjeita opettajille

moduulista 1:

Sano se valon avulla

Ihminen on käyttänyt valoa yli kaksi tuhatta vuotta informaation vastaanottamiseen ja lähettämiseen pitkillä välimatkoilla. Nykyään olemme riippuvaisia optisesta tiedonsiirrosta enemmän kuin osaamme kuvitellakaan. Internetiä, sellaisena kuin sen tunnemme, ei olisi olemassa ilman optisia kaapeleita valtameren pohjassa, kaupunkien välillä ja jopa kotien välillä. Valon käyttämiseen kommunikaatiossa on monia hyviä syitä, jotka johtuvat suoraan valon perusominaisuuksista.

Tässä moduulissa tutustutetaan oppilaat valon ominaisuuksiin, taittumislakiin ja teknologiseen ongelmanratkaisuprosessiin käyttäen viitekehyksenä valoa tiedonsiirron välineenä.

Yhteenveto: Tehtävässä, jossa oppilaat rakentavat kommunikointisysteemiä kuvitteelliselle kylälle Andeilla, he tutustuvat valon perusominaisuuksiin. Kun oppilaat pohtivat, kuinka valosignaalin saa ohittamaan esteen, he keskusteleval peileistä ja valon heijastumisesta. Kun oppilaat ovat tutustuneet valon ohjaamiseen kokonaisheijastuksen avulla, he pääsevät soveltamaan tietämystään pelissä, jossa he rakentavat oman tiedonsiirtojärjestelmän optista kaapelia käyttäen.

Moduuli koostuu kahdesta osasta:

- Laaksohaaste ja Valon ominaisuudet (ks. sivu 2); ja
- Kommunikointi optisella kuidulla (ks. sivu 9).

Suunniteltu: yläkoululaisille (ikä noin 12–15 v.)

Kesto: Ensimmäinen osa on suunniteltu kahden ja toinen yhden noin 40 minuutin kestoisen oppitunnin mittaiseksi.

Mitä oppilaiden pitäisi tietää jo aiemmin:

- Ei mitään.

Mitä oppilaat oppivat:

Tiedot

- Valo etenee nopeasti ja suoraviivaisesti;
- Erottamaan toisistaan absorption, siroamisen, heijastumisen ja läpinäkyvät materiaalit;
- Heijastuminen; ja
- Kuinka optiset kaapelit ohjaavat valoa.

Taidot

- Yhteistyötaitoja; ja
- Insinööritaitoja: Asetettuja vaatimuksia vastaavien teknisten sovellusten suunnittelua.

Moduuli sisältää:

- 3 työohjetta; ja
- 1 tietosivu.

Luku 1 | Laaksohaaste

Suunniteltu oppitunnin rakenne

Rakentaessaan kommunikaatiosysteemiä kuvitteelliselle kaupungille Andeilla oppilaat oppivat valon perusominaisuuksia.

Aika minuutteina	Toiminto	Materiaali
Ensimmäinen oppitunti		
0 – 25	Ryhmytyö: kommunikaatiosysteemin rakentaminen Keskustelua oppilaiden rakentaman optisen tiedonsiirtojärjestelmän eduista	WS01.1
25 – 40	Keskustelua valon ominaisuuksista ja siihen liittyviä kokeita: <ul style="list-style-type: none">- Silmä 'näkee' valon; ja- Valo etenee nopeasti ja suoraviivaisesti.	RGB-valot <i>Pakettiin sisältyvät:</i> Iso peili (> A4-paperi)
Kotitehtävät	Valmistautuminen keskustelemaan aiheeseen liittyvistä asioista	
Toinen oppitunti		
0 – 20	Jatketaan keskustelua valon ominaisuuksista: <ul style="list-style-type: none">- Valolla on väri- Valo käyttäytyy eri tavalla eri pinnoilla.	WS02.2, RGB-valot, peilit <i>Pakettiin sisältyvät:</i> Pintamateriaaliltaan erilaisia kappaleita
20 – 35	Esteen ympäri: heijastus	RGB-valot, peilit
35 – 40	'Monen peilin ongelma'	RGB-valot, peilit

Kuvaus suunnitellusta oppitunnista

Kommunikaatiosysteemin rakentaminen

Kerro oppilaillesi, että heidän tehtävänään on rakentaa kommunikaatiosysteemi, joka toimii ilman sähköä. Kerro sitten heille seuraava taustatarina ryhmätyöskentelyä varten:

Kaukaisessa kylässä Etelä-Amerikan Andeilla kyläläiset ovat päättäneet elää ilman sähköä. Joitain vuosia sitten maan hallitus halusi padota laakson rakentaakseen vesivoimalan. Kyläläiset protestoivat asiaa, mutta hallitus sanoi, että myös kyläläiset käyttäisivät sähköä. Vastalauseksi kaikki kolmen kylän asukkaat vanhoivat pysyvästi lopettavansa sähkön käyttämisen, jos vesivoimala rakennettaisiin jonnekin muualle.

Kyläläisistä on kuitenkin todettava se, etteivät he ole lainkaan teknologiaa vastaan. Kyläläiset haluavat näyttää hallitukselle, että he voivat elää ilman sähköä yhtä hyvin – ellei jopa paremmin – kuin kaupunkilaiset. Kyläläiset ovat luoneet useita teknologisia mestariteoksia, kuten vesimyllyjä, erilaisia monimutkaisia koneita ja erittäin tarkkoja mekaanisia kelloja.

Kaikkien kolmen kylän vanhat ja viisaat päättivät yhdessä, että he haluavat kylien välille nopean tavan kommunikoida. Ensimmäinen yritys käyttämällä lintuja epäonnistui täysin, kun kondorikotkat hyökkäsivät niiden kimppuun. Pidempiä viestejä he pystyivät lähettämään kirjeitse, mikä otti aikaa noin puoli päivää, mutta tärkeät asiat täytyi saada viestitettyä luotettavasti muutamassa minuutissa mihin aikaan päivästä tahansa. Koska kylän viisaat eivät päässeet yksimielisyyteen rakennettavasta systeemistä, he päättivät järjestää kilpailun. Kilpailun voittanut kommunikaatiosysteemi rakennettaisiin ja sen keksijän nimi kaiverrettaisiin kaupungintalon pätyyn, mikä oli korkein mahdollinen kunnianosoitus kylässä.

Pyydä oppilaitasi muodostamaan pieniä ryhmiä ratkaistakseen laakson kyläläisten ongelman. Ennen kuin oppilaat aloittavat työskentelyn, kerro heillä olevan esimerkiksi 15 minuuttia aikaa kehittää ratkaisu ja 2 minuuttia aikaa esittää se muulle luokalle. Tämän jälkeen anna jokaiseen ryhmään työohje ”Laaksohaaste” (WS01.1).

Huomauta oppilaille, ettei ongelmaan ole yhtä ”oikeata” ratkaisua. Asetelma simuloi oppilaille tilannetta, jollaisia heille tulee myöhemmin työelämässä vastaan: rajoitetussa ajassa täytyy saavuttaa tulos, joka täyttää vaaditut seikat ja pärjää toisille kilpaileville ratkaisuille.

Jokaisen ryhmän esitettyä ratkaisunsa anna oppilaiden keskustella niiden hyvistä ja huonoista puolista. Mikä olisi paras ratkaisu esitettäväksi kylän neuvostolle? Vai olisiko parasta jopa yhdistää kaksi tai useampaa ratkaisua yhdeksi?

Valon ominaisuudet

Hyvin luultavasti oppilaasi kehittävät yhden tai useamman ratkaisun, jossa joko suoraan tai epäsuorasti käytetään valoa viestin välittämiseen. Näitä ovat esim. liput, savusignaalit nuotion avulla tai valosignaalit heijastamalla auringon valoa peileillä. Voit kysyä oppilailta ”millä vastaanotat signaalin?” (yleensä ihmissilmä) ja ohjata oppilaita näin ymmärtämään, että signaali välittyykin itse asiassa valon avulla. Pyydä oppilaitasi selittämään, miksi he käyttäisivät valoa ehdottamassaan kommunikaatiosysteemissä, ja yhdistä vastauksien sisältöjä heidän aiempaan tietämykseensä valosta.

Jokaisella oppitunnilla keskustelun voi ohjata hieman eri suuntaan ja näin käydä läpi valon ominaisuuksia. Kirjoita keskusteluista yhteenvetona taululle lyhyitä lauseita (esim. ”Valo etenee suoraviivaisesti”). Pyydä oppilaita perustelemaan kirjoitettuja väittämiä heidän tekemiensä kokeiden avulla. Kirjaa kokeelliset todisteet väittämien viereen avainsanojen avulla.

Todennäköisesti keskustelu ei lopu oppitunnin viimeisen 15 minuutin aikana. Pyydä oppilaita ottamaan ylös taululle kirjoitetut väittämät olennaisine todisteineen. Kotitehtävänä he voivat miettiä vaihtoehtoisia ominaisuuksia ja kokeita, joilla todistaa väittämiä.

Seuraavassa mainitaan joitain valon tärkeimpiä ominaisuuksia ja niihin liittyviä kysymyksiä ja kokeita.

Ihminen ’näkee’ valon silmillään

Laaksohaasteeseen liittyvää: Valosignaalien havaitseminen on hyvin yksinkertaista ja nopeaa jopa ilman sähköisiä laitteita.

Kysy oppilailtasi, näkeekö ihminen esineen siksi, että valo tulee esineestä silmäämme vai siksi, että silmästämme lähtee valoa esineisiin? Pystyvätkö he perustelemaan mielipiteensä?

Yleinen virhekäsitys oppilailla on, että näkeminen perustuu silmästä esineeseen lähteviin valonsäteisiin. Näin ollen seuraa tarkasti, että oppilaat esittävät aina valon kulkevan valonlähteestä tai esineestä silmään (esim. alla olevassa tehtävässä).

Voit pyytää oppilaitasi katsomaan toistensa silmiin. Miksi silmän pupilli on musta kuin pimeä huone? Voit selittää oppilaillesi, että ihan kuten pimeästä huoneesta ei tule valoa, ei myöskään silmästä tule valoa. Silmän takaosaan osuva valo muuttuu heikoiksi sähkösignaaleiksi, jolloin silmään saapunut valo lakkaa olemasta. Sähkösignaalit etenevät aivoihimme, missä ne prosessoidaan lopulta järkevän näköiseksi kuvaksi näkemästämme.

- 3) valo etenee kaikkiin suuntiin (muuten sivusta tarkkailevat oppilaat eivät näkisi valon olevan päällä) ellei sen edessä ole esteitä;
- 4) osa valosta saavuttaa peilin ja "kimpoaa" takaisin, mitä tarkemmin sanottuna kutsutaan heijastumiseksi (mutta tällä kertaa se ei "kimpoa" takaisin kaikkiin suuntiin, muuten sivusta tarkkailevat oppilaat näkisivät valot peilistä);
- 5) osa heijastuneesta valosta saavuttaa oppilaan silmän aiheuttaen aistimuksen, joka stimuloi aivoja ja saa oppilaan "näkemään valon".

Oppilaat päätyvät (hyvin luultavasti) toteamaan, että valo eteni niin nopeasti peiliin ja takaisin, etteivät he kyenneet mittaamaan aikaa.

Havainnollistaaksesi oppilaille valon nopeutta voit verrata sitä äänen nopeuteen: vain erityiset lentokoneet pystyvät lentämään ääntä nopeammin. Kysy oppilailtasi, ovatko he huomanneet ettei ukkosella jyrinä kuulu samaan aikaan kuin salama välähtää. Hyvin luultavasti he ovat sitä mieltä, että he näkevät valon ensin ja sitten vasta kuulevat jyrinän. Tätä voit käyttää todistamaan, että valo on monta kertaa (noin 874 000 kertaa) nopeampi kuin ääni.

Toinen tehokas tapa havainnollistaa valon nopeutta on kuvitella valon kiertävän maapalloa ympäri. Sekunnissa se ehtisi kiertää maapalloa 7,48 kertaa ympäri.

Valolla on väri

Laaksohaasteeseen liittyvä: Värin avulla, esimerkiksi lipussa, viestiin voidaan sisällyttää lisää informaatiota.

Miltä näyttäisi väritön valo? Joku oppilas saattaisi sanoa "mustalta". Voisit tällöin selittää, että kappale näyttää mustalta silloin, kun siitä ei tule yhtään valoa katsojan silmään.

Oppilaillesi saattaa tulla mieleen niin monta kysymystä ja ideaa valoon liittyen, että käytettävissä oleva aika ei riitä niiden käsittelyyn. Kirjoita ne muistiin ja kerro oppilaillesi, että keskustellette niistä myöhemmin väreihin liittyvällä oppitunnilla.

Valo käyttäytyy eri tavoin eri materiaaleilla

Laaksohaasteeseen liittyvä: Esteet tai sumu voivat häiritä optista kommunikaatiota.

Optisen kommunikaation huonona puolena on, että viestin lähettäjän ja vastaanottajan välissä oleva este voi estää tiedon kulun. Mutta kuinka valo käyttäytyy osuessaan tällaiseen esteeseen? Osoita huoneesta eri kappaleita kuten seinä, ikkuna, kiiltävä muovin kappale, musta kappale tai valkoinen paperi, ja kysy mitä valolle käy, kun se osuu näihin kappaleisiin.

Anna oppilaille tehtäväksi "Valo kohtaa materiaalin" (WS01.2, kohta 1), jossa oppilaat saavat itsekseen tutkia, mitä valolle tapahtuu, kun se kohtaa erilaisia pintamateriaaleja. Anna oppilaillesi riittävästi aikaa työskennellä (ja leikkiä) vapaasti rohkaisten heitä kirjoittamaan ylös havaintonsa kolmesta eri havaintosuunnasta.

Oppilaasi tarvitsevat luultavasti apua pintamateriaalien luokittelussa ei kategorioihin (kohta 2). Anna heille aikaa itsekseen kehittää kategorioita ja ohjaa heitä kysymysten avulla. Yksi vaihtoehto pintamateriaalien luokitteluun on:

- Absorboivat;
- Sirottavat;
- Heijastavat; ja
- Läpinäkyvät/-kuultavat.

Esteen ympäri

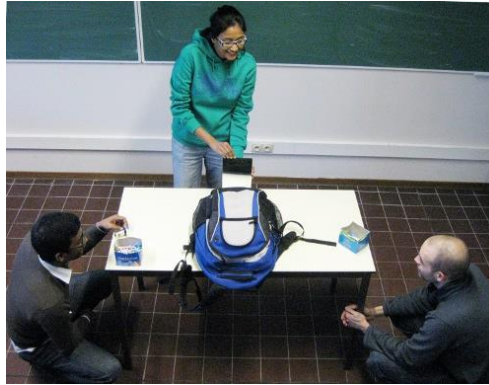
Työohjeen "Valo kohtaa materiaalin" (WS01.2) kohta 3) on suunniteltu siirtämään keskustelu valon ominaisuuksista heijastumiseen. Jos tarpeen, auta oppilaitasi päättämään (työohjeen) tutkimuksistaan, että heijastavia pintoja voidaan käyttää ohjaamaan valo esteen ympäri.

Palataksesi alkuperäiseen tehtävään rakentaa Valle de la Lumbren kylälle kommunikointisysteemi, voit kysyä oppilaitasi, kuinka he lähettäisivät valosignaalin kylien välissä olevan ison kiven ohi? Hyvin luultavasti he

ehdottavat peilin käyttämistä ”nähdäkseen kiven taakse”. Kysy heiltä sitten, kuinka he vastaisivat kyläneuvostolle, jos he kysyisivät, mihin kohtaan ja mihin asentoon peili pitäisi asettaa.

Peilit

Tutkiaksenne edellä esitettyä kysymystä, asettakaa kaksi kyliä esittävää esinettä pöydän kulmiin ja jokin este niiden väliin, esimerkiksi reppu. Esineet tulisi asettaa niin, että kaksi oppilasta pystyy helposti *myöhemmin* katsomaan pöydän korkeudelta ’kylästä’ toiseen tarkistaakseen onko peili asetettu oikein.



Kuva 2.1 Peilitehtävään liittyvä asetelma opettajan pöydällä

Kerro oppilaille odottavasi heiltä selkeitä ohjeita siihen, kuinka peili pitää asettaa pöydälle, jotta kylien välillä voidaan lähettää valosignaaleja. Näiden ohjeiden tulisi mahdollistaa ongelman ratkaiseminen ylhäältä päin katsoen ja niiden tulisi toimia yleisenä sääntönä, jota voidaan käyttää vaikka kappaleet sijaitsisivat eri paikoissa pöydällä. Kokeelliset ohjeet, kuten ”käännä peiliä, kunnes toinen kylä näkyy”, eivät ole sallittuja. Vinkkinä oppilaille voit kysyä heiltä, mitä vaatimuksia peilin paikan ja asennon on täytettävä (esim. peili täytyy näkyä molemmista kylistä).

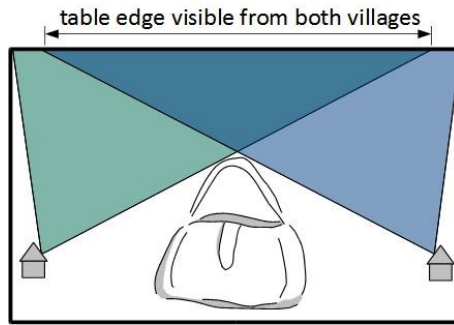
Sitten anna oppilaiden muodostaa ryhmiä ja anna heille peilejä vapaata kokeilua varten. Ehdota heille, että he voivat käyttää piirustuksia apuna ongelman ratkaisemisessa. He voivat myös käyttää työohjetta ”Valo kohtaa materiaalin” selvittääkseen lisää valon heijastumisesta. Näin he saattavat löytää heijastuslain itse. Kierrä ryhmien välillä ja pyri siihen, ettet viivy muutamaa minuuttia pitempään yhden ryhmän luona.

Kun jokin ryhmä ilmoittaa löytäneensä ratkaisun, anna heidän demonstroida ratkaisunsa lähettämällä kaksi ryhmän jäsentä opettajan pöydän luokse ratkaisemaan tehtävä käytännössä. Anna oppilaiden ohjeistaa, kuinka sinun tulee asettaa peili paikoilleen. Pyri siihen, ettet anna valosignaalin mennä kylästä toiseen, jos heidän ohjeensa eivät ole oikeanlaiset tai tarpeeksi tarkat. Anna sitten yhden oppilaista (yrittää) lähettää signaaleja LED-moduulin avulla kylää esittävästä esineestä. Toinen oppilas tarkkailee signaalin saapumista pöydän korkeudelta toinen silmä kiinni ja toinen hyvin lähellä toista kylää esittävä esinettä (ks. kuva 2.1).

Jos oppilaat onnistuvat sopivan ohjeistuksen luomisessa, anna heidän yrittää lähettää valosignaaleja molempiin suuntiin kylien välillä. Kysy oppilailta, onko valon kulkureitti aina mahdollista mennä myös toisinpäin.

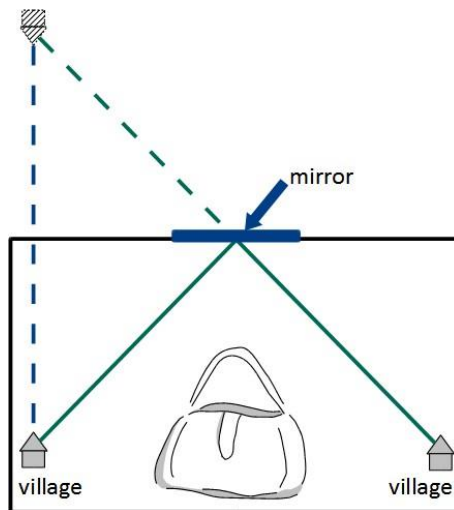
Vaikka peilin oikean asennon löytäminen on suhteellisen helppoa löytää kokeellisesti, oppilailta saattaa kestää jonkin aikaa saada muodostettua yleisesti käytettävä ohje peilin asettamiseen. Yksi mahdollinen ohje on (oppilaasi saattavat yhtä hyvin keksiä paremman ratkaisun):

- 1) Etsi pöydän reunasta se alue, joka näkyy molemmista kylistä.



Kuva 2.2 Kolmiot edustavat näkymiä kylistä.
Peili tulee asettaa kohtaan, jossa se on näkyvissä molemmista kylistä.

- 2) Tuplaa toisen kylän ja reunan välinen matka ja merkitse tämä kohta (esim. pitämällä kynää siinä). Sitten arvioi suora linja tästä pisteestä toiseen kylään. Pidä peiliä siinä kohdin pöydän reunaa vasten, missä kuvitteellinen linja leikkaa sen.



Kuva 2.3 Yksi ratkaisuvaihtoehto peilitehtävälle

Heijastumislaki

Käytettävissä olevan ajan salliessa voit esitellä oppilaillesi heijastumislain formaalin esitystavan. Osa oppilaistasi saattaa olla keksinyt siitä ainakin osa itsekseen. Tämän jälkeen oppilaiden tulisi jakaa havaintonsa toisten oppilaiden kanssa. Kaikki ryhmät voivat sitten testata toisten ryhmien havaintoja työohjeen ”Valo kohtaa materiaalin” avulla: jos oppilaat kääntävät peiliä puoliympyrän keskellä, he huomaavat, että heijastuvan valon kulma on yhtä suuri kuin saapuvan valon kulma.

Jaa oppilaille faktasivu (FS01.1) muistiinpanojen tekoa varten, jos esittelet heijastumislain formaalin määritelmän. Muussa tapauksessa jaa ohje seuraavan oppitunnin lopussa.

‘Monen peilin ongelma’

Kun oppilaasi ovat onnistuneet hyödyntäneet heijastumislakia yhden peilin avulla, pyydä heitä heijastamaan valosignaali kahden ja kolmen peilin avulla. Yksi oppilasryhmä lähettää valosignaaleja viereisen ryhmän pöytään. Sieltä se heijastetaan 90 asteen kulmassa seuraavaan pöytään ja niin edelleen. Kuinka monen peilin jälkeen oppilaasi pystyvät vielä havaitsemaan signaalin?

Oppilaasi huomaavat pian, että peilien määrän kasvaessa tehtävän haasteellisuus kasvaa yhä enemmän ja enemmän. Kerro heille, että seuraavalla oppitunnilla näytät heille tempun, jolla valosignaalin voi lähettää niin monen kulman taakse kuin haluaa.

Taustatietoja

Optisen tiedonsiirron eri muotoja

Näköaisti ja optinen kommunikaatio liittyvät vahvasti toisiinsa. Optinen kommunikointi ei siis ole rajoittunut vain ihmisiin vaan myös eläimet käyttävät sitä yleisesti näköaistin avulla. Tyypillisiä non-verbaaleja kommunikointitapoja ovat esimerkiksi värien käyttö (esim. kovakuoriainen voi kertoa olevansa myrkyllinen tai ihminen kertoo mustalla vaatetuksella surusta), eleet ja ilmeet.

Ihminen on kehittänyt monia erilaisia optisia tekniikoita kommunikoidakseen pitkien välimatkojen päästä. Näitä ovat esimerkiksi majakan valo, savusignaalit, liput, heliografit ja optiset lennättimet.

Heliografeissa on peili, joka heijastaa auringon valon havaitsijalle 50 km päähän tai kauemmaksi. Estämällä valon kulun tai liikuttamalla peiliä oli mahdollista muodostaa valon välähdyksiä ja lähettää viesti esimerkiksi morsettamalla.

Optiset lennättimet ovat suuria, kauas näkyviä rakennelmia, joissa on lippuja tai käännettäviä tauluja. Lippujen tai taulujen asennot muodostavat koodin. Optiset lennättimet muodostivat ketjuja, joissa yksi lennätinasema vastaanotti viestin toiselta asemalta ja lähetti sen uudestaan toiselle asemalle.

Tänä päivänä optinen tiedonsiirto perustuu yleensä valon ohjaamisen tekniikkoihin, kuten optisiin kuituihin, jotka pystyvät välittämään valosignaaleja satojen kilometrien päähän.

Oppilaat saattavat kysyä

Miksi käytämme LED-moduulia vaikka se hyödyntää sähköä?

Sähkö oli kielletty oppilailta, jotta he rohkaistuisivat pohtimaan optisia ratkaisuja kommunikaatiotehtävään. Kuitenkin koululuokassa on huomattavasti turvallisempaa ja käytännöllisempää suorittaa kokeet käyttämällä valonlähteinä LED-moduuleja kuin esimerkiksi kynttilöitä.

Paljonko valo painaa?

Valolla ei ole massaa, mutta se voi käyttäytyä kuin sillä olisi jokin massa. Joka tapauksessa tämä ei ole valon ominaisuus vaan enemmänkin seuraus Einsteinin kehittämästä suhteellisuusteoriasta. Isot massat, kuten Aurinko, voivat taivuttaa avaruutta ympärillään niin, että (suoraan taipuneen tilan läpi menevä) valo taipuu. Tämän takia auringonpimennyksen aikana on mahdollista nähdä tähtiä, jotka tosiasiallisesti ovat auringon takana.

Entä näkymättömyysviitat?

Ennen kuin vastaat kysymykseen, haluat ehkä tiedustella oppilailtasi, mikä oikeastaan tekee kappaleesta näkyvän: valonlähteestä, kuten auringosta tai lampusta, tuleva tai toisesta kappaleesta heijastuva valo osuu kappaleeseen, josta se heijastuu tai siroaa. Jos osa tästä valosta saavuttaa silmämme tai kappaleen takaa tuleva valo – jonka olettaisimme tulevan silmäämme – estetään jollain kappaleella, havaitsemme kappaleen olemassaolon.

Sankarit saduissa ja tieteiskirjallisuudessa käyttävät usein näkymättömyysviittoja. Tutkijat ovat edenneet jonkin verran vastaavan vaikutelman luomiseksi. Kun valo osuu heidän rakentamaan näkymättömyysviittaan, valo taipuu kappaleen ympäri ja jatkaa matkaa (melkein) kuin kappaletta ei olisi ollut välissä. Kappale on kuitenkin näkymätön vain havaitsijalle, joka pystyy näkemään vain yhtä aallonpituutta (väriä) ja vain tietyssä suunnassa lineaarisesti polarisoitunutta valoa (havaitsijaa pyydetään tämän takia olemaan kallistelematta päätään).

Eräs mielenkiintoinen kysymys (joka paljastaa myös oppilaittesi käsitystä näkemisestä) on ”mitä näkisit itse viitan sisältä?”. Koska kaikki valo taivutetaan viitan ympäri, sen sisällä olisi täysin pimeää eikä sieltä näkisi mitään – epäkäytännöllinen puoli, joka luultavasti rajoittaisi viitan kaupallista menestymistä yksityisessä käytössä.

Luku 2 | Kommunikointi optisella kuidulla

Suositteltu oppitunnin rakenne

Oppilaat oppivat, kuinka kokonaisheijastusta käytetään ohjaamaan valoa optisessa kuidussa. Seuraavaksi he kehittävät pelin muodossa omat koodijärjestelmänsä ja käyttävät sitä ja optista kuitua lähettääkseen viestin.

Aika minuutteina	Toiminto	Materiaali
0 – 10	Kokonaisheijastus Valon ohjaaminen optisilla kuiduilla	Laser Optinen kuitu <i>Pakettiin sisältyvät:</i> lasi, vettä, maitoa
10 – 35	Peli kommunikoinnista optisella kuidulla	Optinen kuitu LED-moduuli
35 – 40	Oppitunnin vetäminen yhteen	FS01.1

Kuvaus suositellusta oppitunnista

Valmistelut

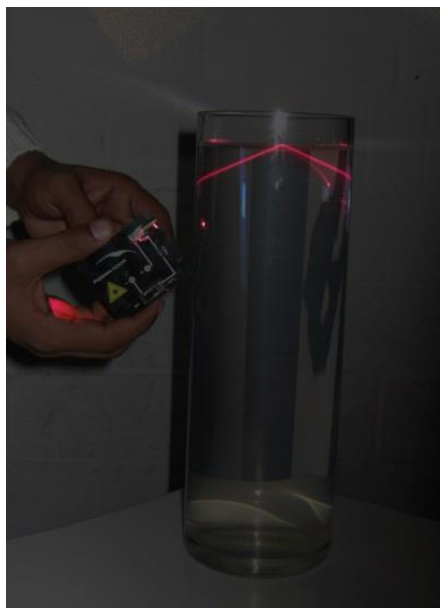
Katso teksti ja kuvat otsikon “Kokonaisheijastuminen” alta. Kokeiden valmistelussa sinun voisi olla hyvä testata, kuinka paljon maitoa tarvitsee laittaa veteen parhaan visuaalisen efektin aikaansaamiseksi.

Mieti valmiiksi ainakin kaksi yleistä sanaa, jotka koostuvat kymmenestä merkistä ja kirjoita ne ylös. Voit etsiä ideoita internetistä tai sanaristikoista.

Kokonaisheijastuminen

Muistuta oppilaitasi siitä, kuinka vaikeaa valosignaalin lähettäminen oli usean mutkan kautta. Tällä tunnilla näytät heille keinon, jonka avulla he voivat lähettää valosignaaleja satojen kilometrien päähän.

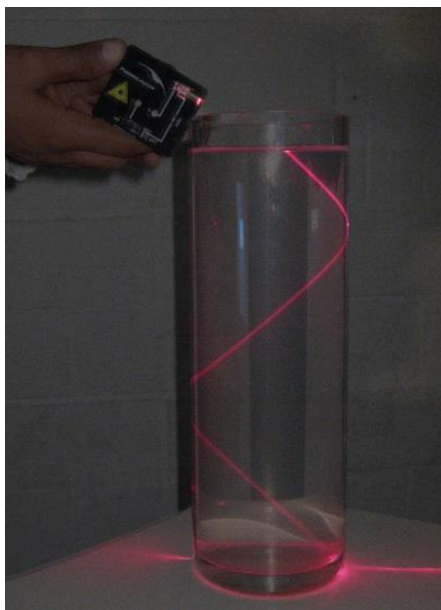
Etsi lasi, jossa on pitkä ja suora reuna, ja täytä se vedellä. Sekoita hyvin pieni määrä (noin tippa) maitoa veteen ja ohjaa laser-säde lasiin, kuten kuvassa 3.1.



Kuva 3.1 Kokonaisheijastumisen havainnollistus

Selitä, että veden pinta on eräänlainen peili, joka toimii vain silloin kun valo tulee siihen tarpeeksi pienessä kulmassa (mitä kohtisuoremmassa pintaan nähden valo saapuu, sitä enemmän se poistuu pinnan läpi). Kasvata laserin saapumiskulmaa havainnollistaaksesi sen olevan yhtä suuri kuin heijastumiskulma ja näin ollen tämän heijastumisen noudattavan samaa lakia kuin heijastuminen metallin pinnasta.

Kysy oppilailtasi, mitä tapahtuu, jos ohjaat laser-säteen lasiin kuvan 3.2 mukaisesti. Tämän jälkeen demonstroi tilanne:

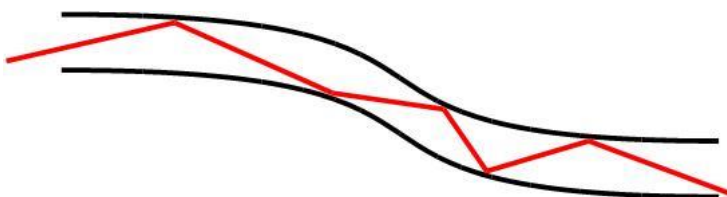


Kuva 3.2 Useita kokonaisheijastumisia

Jos mahdollista, näytä oppilaillesi, kuinka laser-säde heijastuu useita kertoja lasin sisällä. Kysy heiltä, minne valo meni, jos lasi olisi hyvin pitkä (esim. kaksi metriä pitkä). Auta heitä päättämään, että laser-säde ei häviäisi ennen kuin se kohtaisi lasin pohjan. Jos oppilaat havaitsevat säteen heikkenevän ja heikkenevän, kehu heitä hyvästä havainnosta ja selitä, että valo ei heikkenisi niin paljoa, jos vedessä ei olisi maitoa. Kuitenkin ilman maitoa laser-säde olisi paljon hankalampi havaita. Saadaksemme säteestä näkyvän, osan valosta täytyy sirotta maidosta, mikä puolestaan heikentää sädettä. Osa valosta häviää myös heijastuksissa, jos valon saapumiskulma ei ole tarpeeksi suuri.

Voit kysyä, kuinka kokonaisheijastusta voitaisiin käyttää valosignaalien lähettämisessä ja antaa heidän keskustella lyhyesti siihen liittyvistä teknisistä ongelmista, joita se toisi mukanaan. Näytä oppilaille paketissa olevaa optista kuitua. Kerro heille, että kuidussa tapahtuu täysin sama ilmiö kuin vesilasissa. Kuitu vain on hyvin pitkä, ohut ja tehty muovista, joka tekee siitä joustavan. Kysy oppilailtasi, mitä he olettavat tapahtuvan, jos valon lähetetään toisesta päästä kuitua ja anna heidän sitten kokeilla: anna kuidun päät luokan vastakkaisissa päissä oleville oppilaille ja anna toiselle LED-moduuli.

Auttaaksesi oppilaitasi kuvittelemaan, kuinka kuitu ohjaa valoa, voit piirtää heille kuvassa 3.3 esitetyn piirroksen.



Kuva 3.3 Kokonaisheijastumiseen perustuvaa valon ohjaamista optisessa kuidussa

Optisella kuidulla kommunikointi

Kun oppilaasi ovat tutustuneet valosignaalin lähettämiseen optista kuitua pitkin, voit esitellä heille heidän viimeisen tehtävän tässä moduulissa: kehittää heidän oma koodijärjestelmänsä viestin lähettämiseksi optista kuitua pitkin.

On suositeltavaa antaa luokkasi muodostaa kaksi kilpailevaa joukkuetta. Tavoitteena on siirtää 10 kirjaimen pituinen sana niin nopeasti kuin mahdollista optista kuitua pitkin. Tätä varten kummankin joukkueen tulee muodostaa oma koodijärjestelmänsä.

1. Kun kaksi joukkuetta on muodostettu anna kummallekin joukkueelle pelin säännöt (WS01.2) ja kaksi LED-moduulia. Kerro joukkueille, että heillä on vain 15 minuuttia aikaa tehdä koodijärjestelmä ja kirjoittaa siitä kaksi kopiota: yksi lähettäjälle ja yksi vastaanottajalle.
2. Kirjoita kahdelle paperilapulle valmiiksi 10 merkkiset sanat, joita käytetään viesteinä. Taita paperit, jotta sanat eivät näy.
3. Kerää koodilaput 15 minuutin kuluttua. Oppilaat päättävät joukkueiden sisällä, ketkä kuuluvat lähettäjäryhmään ja ketkä vastaanottajaryhmään.
4. Joukkue, joka pelaa ensin erottaa lähettäjä- ja vastaanottajaryhmänsä niin kauas toisistaan kuin 5 metrin optinen kuitu mahdollistaa. Toinen joukkue käy istumaan näiden ryhmien väliin varmistaakseen, että peli on rehellistä.
5. Palauta koodilaput ryhmille.
6. Anna lähettäjäryhmälle yksi 10 merkkisen sanan sisältävä lappu lähetettäväksi, mutta pyydä heitä olemaan avaamatta sitä ennen kuin aloitat pelin.
7. Ota sekuntikello valmiiksi ja pidä ilmassa paperiliitintä. Odota hiljaisuutta. Pudota paperiliitin ja vain, jos kuulet selvästi sen osuvan maahan, voit aloittaa pelin ja laittaa sekuntikellon päälle.
8. Tässä vaiheessa peliä luokassa tulisi vallita täydellinen hiljaisuus.
9. Mene vastaanottajaryhmän luokse ja pysäytä sekuntikello, kun he antavat paperin, jossa on oikein kirjoitettu 10 merkinen sana.
10. Jos sana on kirjoitettu väärin, anna heille sopivasti lisää aikaa korjata se.
11. Tämän jälkeen on toisen joukkueen vuoro pelata samoilla säännöillä (kohdat 4–10).

Oppitunnin vetäminen yhteen ja tietosivut

Pelin jälkeen anna oppilaidesi keskustella heidän koodijärjestelmänsä toimivuudesta ja siitä, oliko toinen lähestymistapa parempi kuin toinen. Mitkä osat koodijärjestelmissä erosivat toisistaan ja mitkä muut tekijät vaikuttivat lopputulokseen? Mitä he tekisivät toisin, jos pelaisivat pelin uudestaan? Tykkäsivätkö he oppitunnista?

Selitä oppilaille, että he toimivat kuin insinöörit: Asiakas – tässä tapauksessa kaupunginvaltuuston jäsenet – pyytävät ratkaisua ongelmaan (voi olla tuote tai palvelu). Asiakas määrittelee mahdollisen ratkaisun ehdot ja vaatimukset, kuten että viestintäjärjestelmän on toimittava ilman sähköä. Insinöörijoukon on saatava näiden rajoitusten mukainen ratkaisu tietyssä ajassa. Usein eri yritykset tarjoavat erilaisia kilpailevia ratkaisuita. Ratkaisun on täytettävä asiakkaan tarpeet ja odotukset niin hyvin kuin mahdollista ja ottaa huomioon kustannukset, luotettavuus, ympäristö ja muut seikat vakuuttaakseen asiakkaat.

Insinöörien kehittäessä uusia teknologia ratkaisuja heidän täytyy usein ”leikkiä” (vapaasti kokeilla) fysiikan ilmiöillä, ja siten määrittää ja ymmärtää näitä ilmiöitä hallitsevat luonnon lait. Jos sopivaa, voit muistuttaa oppilaitasi siitä, millä tavalla he löysivät heijastumislain. Usein tekniset ratkaisut yhdistävät monia eri aloja, kuten optisella kuidulla kommunikoinnin tapauksessa a) kokonaisheijastumisen fysiikkaa, b) kemiaa, jonka avulla tehdään joustavia optisia kuituja, ja c) tietotekniikkaa viestin muuttamiseksi koodikielelle, sen lähettämiseen sekä purkamiseen takaisin luettavaan muotoon siten, että tiedonsiirtovälineitä hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti.

Ennen kuin lopetat, anna oppilaille tietosivu ja kerro heille, kuinka heidän juuri äsken kehittämänsä teknologia, optiseen kuituun perustuva telekommunikaatio, on muuttanut heidän maailmansa (ks. tietosivu FS01.1).

Oppilaat saattavat kysyä

Kuinka optisia kaapeleita tehdään?

Hyvin usein optisia kuituja tehdään äärimmäisen puhtaasta lasista. Tänä päivänä kuituja tehdään myös muista materiaaleista, kuten muoveista tai erityisistä lasisekoituksista. Perustekniikka, jolla näitä äärimmäisen ohuita ja siten joustavia lasi- tai muovikuituja tehdään, on pysynyt samana 1800-luvulta asti. Silloin tekniikkaa käytettiin koriste-esineiden tekoon. Valmistus aloitetaan kuumentamalla materiaali niin kuumaksi, että se muuttuu nestemäiseksi ja siitä alkaa tippua tippa. Tämä tippa yhdistetään sitten loppuun materiaalista ohuella säikeellä. Säikeen venyttäminen määrittää siitä muodostuvan kuidun paksuuden. Nykyään tätä prosessia hoitavat koneet, jotka jatkuvasti mittaavat kuidun paksuutta ja kontrolloivat kuitua keräävän rummun pyörimisnopeutta. Kuidun suojaamiseksi se päällystetään yleensä muovilla.

Prosessia voi havainnollistaa yksinkertaisesti ottamalla lusikallinen hunajaa ja antamalla pienen tipan tippua siitä. Pyörittämällä tai nostamalla lusikkaa voi muuttaa hunajavanan paksuutta, joka yhdistää tipan ja lusikassa olevan hunajan.