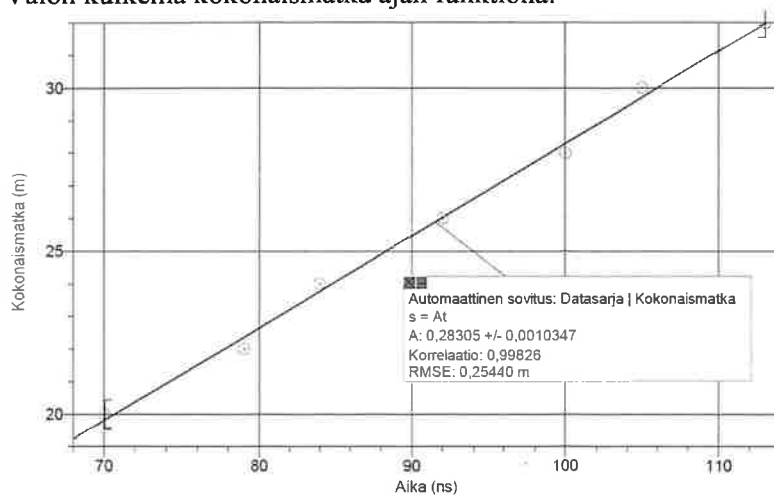


14-7.

Valopulssi heijastuu peilistä takaisin mittauslaitteeseen. Lasketaan taulukkoon valon kulkema kokonaismatka s_{kok} .

s (m)	s_{kok} (m)	t (ns)
10,00	20	70
11,00	22	79
12,00	24	84
13,00	26	92
14,00	28	100
15,00	30	105
16,00	32	113

Valon kulkema kokonaismatka ajan funktiona:

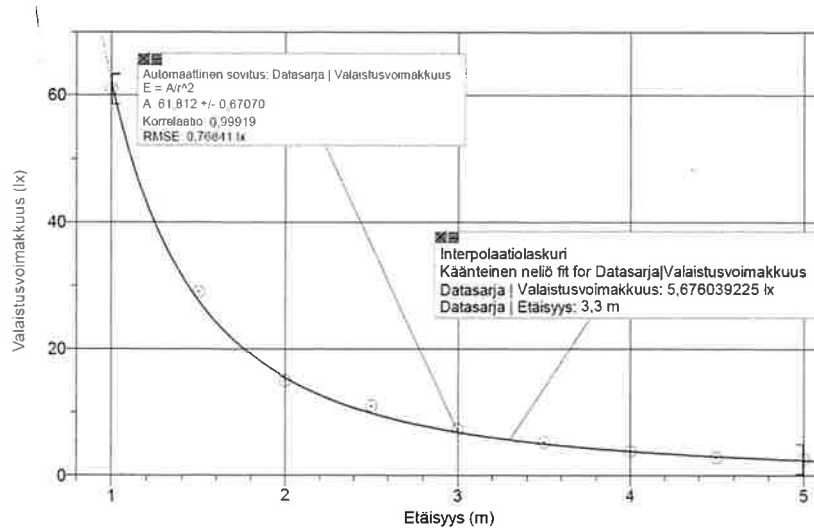


Valon nopeus saadaan t, s koordinaatistoon sovitetun suoran fysikaalisesta kulmakertoimesta. Valon

$$\text{nopeus on } c = 0,28305 \text{ m/ns} = \frac{0,28305 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-9} \text{ s}} = 0,2835 \cdot 10^9 \text{ m/s} \approx 2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

14-11.

a) Valaistusvoimakkuus etäisyyden funktiona:



Valaistusvoimakkuus E pienenee etäisyyden r kasvaessa. Valaistusvoimakkuus on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön eli $E \propto \frac{1}{r^2}$.

b) Kun etäisyys on 3,3 m, valaistusvoimakkuus on 5,7 lx.

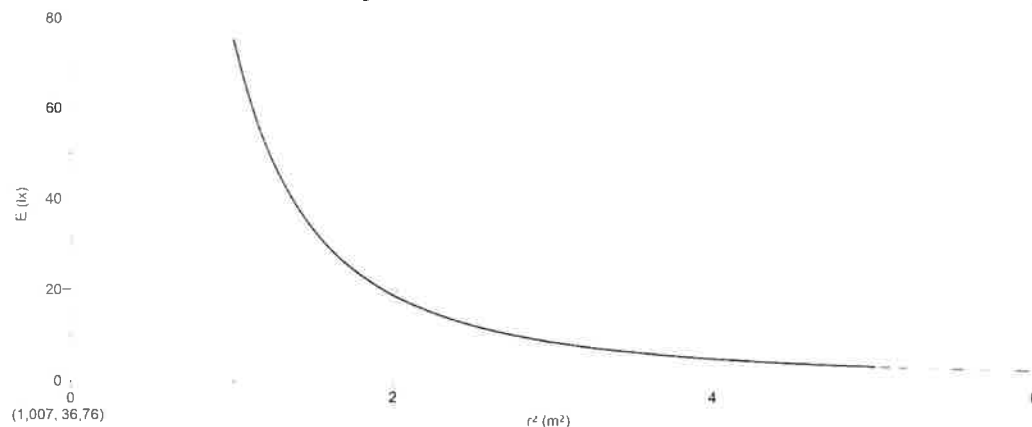
14-12.

a) Valaistusvoimakkuus on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön eli $E \propto \frac{1}{r^2}$. Näin ollen

$$\text{valaistusvoimakkuuksien suhde on } \frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}.$$

Kun valaistusvoimakkuus etäisyydellä $r_1 = 1,0$ m on $E_1 = 75$ lx, valaistusvoimakkuus etäisyydellä r on $E = \frac{r_1^2}{r^2} E_1 = \frac{(1,0 \text{ m})^2 \cdot 75 \text{ lx}}{r^2} = \frac{75 \text{ m}^2 \cdot \text{lx}}{r^2}$.

Valaistusvoimakkuuden kuvaaja:



b) Kuvaajasta havaitaan, että valaistusvoimakkuus etäisyydellä 3,5 m on 6,1 lx.

14-13.

- a) Polarisoitumattomassa valossa sähkökentän ja magneettikentän värähdysuunta vaihtelee koko ajan satunnaisesti kaikkiin eri suuntiin valon kulkusuuntaa vastaan kohtisuorassa olevassa tasossa.
- b) Polarisoituneessa valossa esiintyy sähkökentän ja magneettikentän värähtelyä vain yhdessä suunnassa.
- c) Valo on osittain tai kokonaan polarisoitunutta, kun se on heijastunut eristeaineen kuten veden tai lasin pinnasta. Ilman molekyyleistä siroonnut valo on osittain polarisoitunutta. Ilmakehä sirottaa parhaiten sinistä valoa ja siksi taivas on päivällä sininen. Polarisoivat aurinkolasit vähentävät esimerkiksi mörästä tienpinnasta syntyvää häiritsevää häikäistymistä. Tietokoneiden ja televisioiden nestekidenäytön pienissä sähköisesti ohjattavissa soluissa on valoa polarisoivaa nestettä. Solut ovat kahden läpinäkyvän polarisoivan levyn välissä.
- d) Pääasiassa heijastunut valo aiheuttaa häikäisyn. Esimerkiksi vedestä heijastunut valo on polarisoitunutta, jolloin sähkökentän värähtelyn suunta on heijastavan pinnan suuntainen. Polarisoivat aurinkolasit poistavat valosta tämän värähtelytason.
- e) Sen, ovatko aurinkolasit polarisoivat, voi tarkistaa esim. seuraavasti:
 - Tarkastele pöydän pinnasta heijastunutta valoa kääntelemällä aurinkolaseja eri asentoihin. Jos valon kirkkaus muuttuu lasien asentoa muutettaessa, lasit ovat polarisoivat.
 - Katso sinistä taivasta eri asennoissa olevien lasien läpi. Jos taivaan kirkkaus muuttuu, lasit ovat polarisoivat.
 - Käännä laseja tietokoneen näytön edessä. Jos kuva muuttuu tummaksi jossain lasien asennossa, lasit ovat polarisoivat.
- f) Oletetaan, että kuljettajalla on polarisoivat aurinkolasit. Jos auton tuulilasi olisi polarisoiva, ja kuljettaja katsoisi ajosuuntaan vinossa asennossa olevien polarisoivien aurinkolasien läpi, voisi lasien läpi tuleva valo (näkyvä) heiketä voimakkaasti. Myös hämärässä autoilu olisi vaarallista. Polarisaattori poistaa noin puolet polarisoimattoman valon intensiteetistä, ja sopivasti polarisoituneesta valosta enemmänkin. Tuulilasin valonläpäisykyvyn on oltava määräysten mukaan vähintään 75 %.

14-14.

Kun Teemu katsoo järvelle ilman polarisoivia aurinkolaseja, vedestä heijastunut valo häikäisee. Auringon valossa sähkökenttä (ja magneettikenttä) värähtelevät kaikkiin suuntiin. Kun auringon valo heijastuu järven pinnasta, vaakasuorassa suunnassa (pinnan suunnassa) sähkökentän värähtelyjen osuus kasvaa. Järven pinnan häikäisy vähenee, koska polarisoivissa laseissa polarisaatiosuunta on sellainen, että ne läpäisevät vain pystysuoria värähtelyjä, ja vaakasuuntaiset värähtelyt eivät pääse linssin läpi.

14-15.

- a) Päivänvalossa silmä reagoi herkimmin valoon, jonka aallonpituus on noin 555 nm. Hämärässä silmä reagoi herkimmin valoon, jonka aallonpituus on noin 504 nm.
- b) Tämän perusteella turvallisin auton väri olisi keltavihreä.

14-16.

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

Aaltoliikkeen perusyhtälöstä $v = f\lambda$ saadaan aallonpituudelle yhtälö $\lambda = \frac{c}{f}$. Aallonpituudet ovat

$$\text{a) } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{450 \cdot 10^{12} \frac{1}{\text{s}}} \approx 670 \text{ nm}$$

$$\text{b) } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{0,40 \cdot 10^9 \frac{1}{\text{s}}} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$\text{c) } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{7,5 \cdot 10^{17} \frac{1}{\text{s}}} \approx 0,40 \text{ nm}$$

$$\text{d) } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{500 \cdot 10^{-9} \frac{1}{\text{s}}} \approx 6 \cdot 10^{14} \text{ m.}$$

Näkyvän valon alueella 400-700 nm on kohdan a taajuus.

14-17.

$$\text{a) } r_1 = 1,6 \text{ m}, E_1 = 120 \text{ lx}, E_2 = 500 \text{ lx}$$

Valaistusvoimakkuus on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön eli $E \propto \frac{1}{r^2}$. Näin ollen

valaistusvoimakkuuksien suhde on $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$. Jotta valaistusvoimakkuus olisi 500 luksia, lamppu pitää asettaa etäisyydelle

$$r_2 = \sqrt{\frac{r_1^2 E_1}{E_2}} = \sqrt{\frac{(1,6 \text{ m})^2 \cdot 120 \text{ lx}}{500 \text{ lx}}} \approx 0,8 \text{ m.}$$

pöydän pinnasta.

$$\text{b) } r_1 = 10 \text{ m}, r_2 = 30 \text{ m}, E_2 = 50 \text{ lx}$$

Valaistusvoimakkuus on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön eli $E \propto \frac{1}{r^2}$. Näin ollen

valaistusvoimakkuuksien suhde on $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$. Valaistusvoimakkuudeksi etäisyydellä 10 m saadaan

$$E_1 = \frac{r_2^2}{r_1^2} E_2 = \frac{(30 \text{ m})^2}{(10 \text{ m})^2} 50 \text{ lx} \approx 450 \text{ lx.}$$