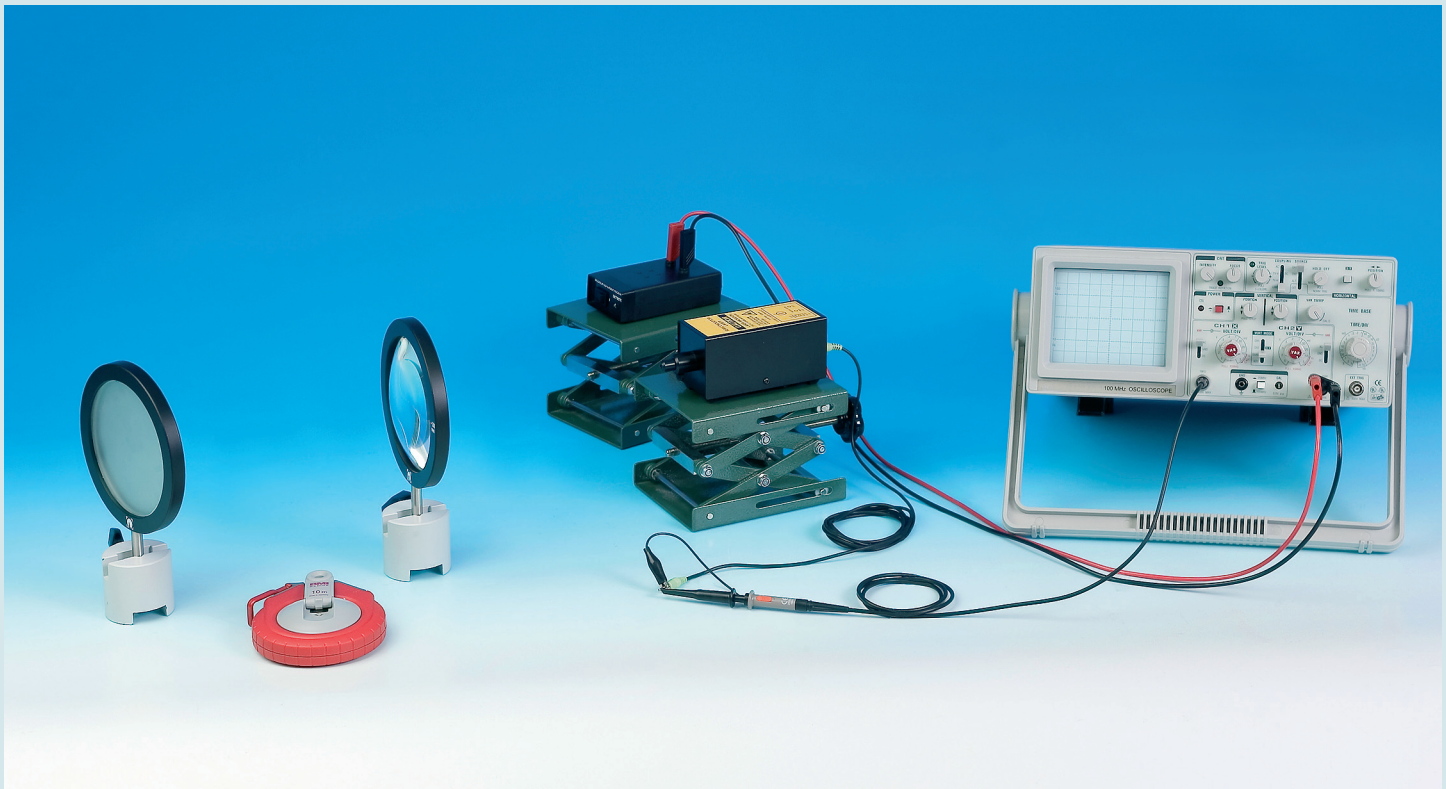


Työssä mitataan valon nopeus ilmassa moduloitavan laserin ja demodulaattorin avulla mittaamalla lähtevän ja peilin kautta heijastuvan pulssin välinen aikaero. Vertailupulssit otetaan laserin ulostulosta INT (sisäinen modulaatio). Ne johdetaan kanavalle CH1. Heijastuneet pulssit otetaan kanavalle CH2.

(esim. johdin, jossa on toisessa päässä jakkiliitin 3,5 mm ja toisessa päässä oskilloskooppiin sopiva BNC-liitin)

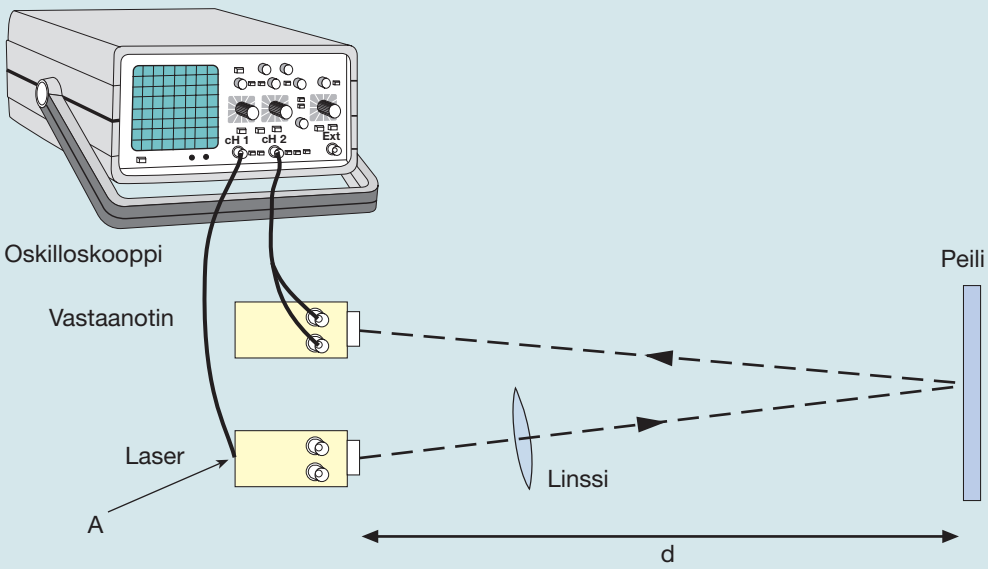
Tee kuvan mukainen kytkentä. Tässä työssä mitataan valon nopeus (saadaan suuruusluokka-arvio). Katso myös kuva mittausasetelmasta.

Välineet

42015D Puolijohdelaser 1 m W
42015F Demodulaattori
24023 BNC/Banaaniadapteri
39383 Tasopeili
39510 Urajalusta 2 kpl
39368 Linssi (*f* = 200 mm)
24030 Oskilloskooppi kaksikanav. 20 MHz
56012 Jalusta 2 kpl
38012 Mitta 10 m

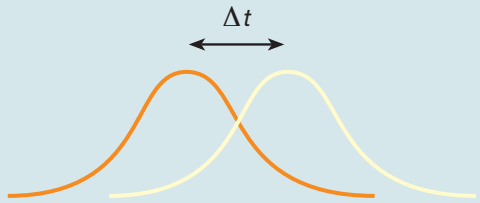
Lisäksi tarvitaan
Johtimia ja kaapeleita

Mittausasetelma



A jakkiliitin

Koska valon nopeus on valtavan suuri, oskilloskoopilta vaaditaan, että sen nopein aikasäätö on 0,1 μs tai parempi. Kanavalle (CH 1) otetaan laserin ulostulosta INT (sisäinen modulaatio) pulssit, ovat vertailupulsseja. Niiden taajuus on 1 MHz. Pulssit heijastuvat peilistä vastaanottimeen (kulkevat matkan 2 *d*), kun laser ja vastaanotin ovat samalla etäisyydellä peilistä. Tällöin lähtevän ja tulevan pulssin välillä on pieni aikaero, joka mitataan oskilloskoopilla (katso kuva).



Lähtevä ja tuleva pulssi

Triggauskanavana käytetään kanavaa Ch1. Aikasäätö laitetaan nopeimmalle pyyhkäisylle ja pulssien korkeudet säädetään myös sopiviksi vahvistimien avulla. Nupista FOCUS kuva terävöitetään. Katso oskilloskoopista aika *t* mahdollisimman tarkkaan. Mittaa väli *d* (voi olla esim. 8 m) ja laske lopuksi nopeus kaavasta

$$v = \frac{2d}{t}$$

ja pyöristä nopeus yhden numeron tarkkuuteen. Käytä potenssimerkintää ja yksikköä m/s. Mikä on tulos? Vertaa sitä kirjallisuuden arvoon.

Tehtäviä

1. Tutustu kirjallisuuden avulla historiallisesti merkittäviin valon nopeuden määritysmenetelmiin, Römer, Foucalt ja Michelson.

2. Millä nopeudella voidaan tietoa siirtää maksimissaan paikasta toiseen?

3. Maxwellin yhtälöistä saadaan sähkömagneettisten aaltojen etenemisnopeudeksi tyhjiössä kuuluisa kaava

   $v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$, missä ε_0 on tyhjiön permeabiliteetti (kuvaa sähkökenttää) ja μ_0 on tyhjiön permeabiliteetti (kuvaa magneettikenttää). Etsi vakiot taulukkokirjasta ja totea laskemalla, että kaava antaa valon nopeuden tyhjiössä.