

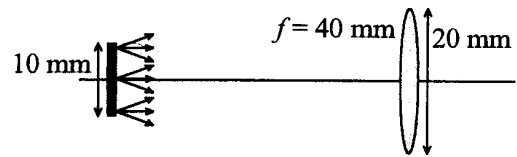
**Sallitut apuvälineet:** Konseptiarkin kokoinen (A3 tai 2 x A4), käsinkirjoitettu muistilappu (palautetaan vastausten yhteydessä), laskin, matemaattinen kaavakokoelma (esim. MAOL).

- Määrittele seuraavien termien tarkoitus mahdollisimman lyhyesti: a) Poikittainen aalto, b) Säteilypaino, c) Kaukopiste, d) Aukkorajoitin, e) Ryhmänopeus, f) Etaloni.

- Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti, mutta täsmällisesti:

a) Miten läpinäkyvien aineiden taitekerroin riippuu aallonpituudesta? Miksi?

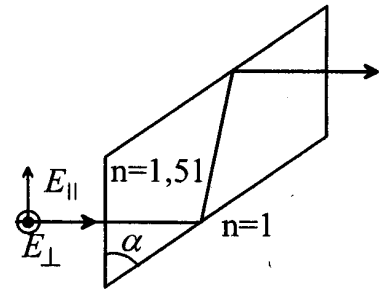
b) Ohuen linssin polttoväli on 40 mm ja halkaisija 20 mm. Linssin etupolttotasoon



laitetaan kiekko, jonka halkaisija on 10 mm ja jonka jokainen piste säteilee valoa kaikkiin suuntiin. Kiekon keskipiste on linssin akselilla. Mikä on linssin läpi tulevan valokeilan avautumiskulma linssin jälkeen?

c) Miten ja miksi diffraktio rajoittaa kuvantavien optisten laitteiden kuvan laatua?

- Fresnel'n "rombi" on suunnikkaan muotoinen ja valmistettu lasista (taitekerroin 1,51). Kulma  $\alpha$  on  $54.6^\circ$ . Valo tulee ja poistuu kohtisuorassa lasipintoihin nähden. Tuleva valo on lineaarisesti polaroitunutta. Laske  $E_{\perp}$ - ja  $E_{\parallel}$ -polarisaatiokomponenttien välille syntyvä vaihe-ero, kun valo kulkee rombin läpi. Mikä on valon polarisaatiotila rombin jälkeen?



- Digitaalikameran polttoväliä voidaan zoomata välillä 6-18 mm. Linssi voidaan olettaa ohueksi. Kuva muodostuu CCD-kennolle, jonka halkaisija on 10 mm. Kuinka suuresta kohteesta kameralla saa otettua kuvan, jos kohde on 10 m päässä? Kuinka lähelle kohdetta voidaan mennä, jos halutaan, että teekkarin päästä otettava kuva mahtuu kuva-alueelle (kohdetta voidaan approksimoida ympyränä, jonka halkaisija on 20 cm)? Mikä on linssin ja CCD-kennon välinen etäisyys kummassakin tapauksessa?
- Lasersäteen aallonpituus on 600 nm ja viivanleveys  $\Delta\nu = 1\text{GHz}$ . Säte kohdistetaan Michelsonin interferometriin, jonka haaroissa olevan aineen taitekerroin on 1,0. Haarojen välinen matkaero on aluksi nolla. Kuinka kauas toinen peili voidaan siirtää alkuperäisestä paikastaan, että interferenssijuovat vielä nähdään? Kuinka monta juovaparia (maksimi/minimi) tällöin lasketaan?

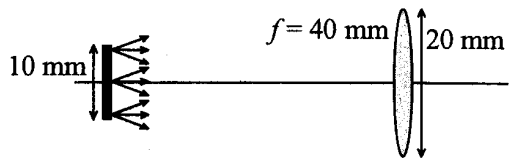
**Over for problems in English**

Allowed in the examination: A3-size (or 2 x A4) hand-written notes (to be returned with the exam), calculator, mathematical formulas.

- Define the meaning of the following concepts as briefly as possible: a) Transverse wave, b) Radiation pressure, c) Far point, d) Aperture stop, e) Group velocity, f) Etalon.
- Explain briefly but accurately:

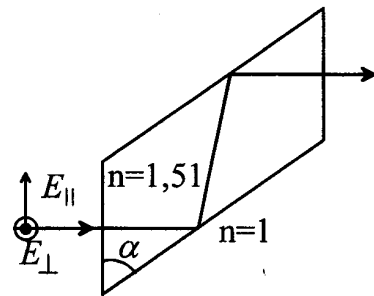
a) How does the refractive index of transparent materials depend on wavelength? Why?

b) The focal length of a thin lens is 40 mm and diameter 20 mm. A disk with diameter of 10 mm is placed in the front focal plane of the lens. Each point of the disk emits light in all directions. The center of the disk is on the axis of the lens. What is the opening angle of the light after the lens?



c) How and why does diffraction limit the image quality of optical devices?

- A Fresnel rhomb is a parallelogram made of glass (index of refraction 1,51). The angle  $\alpha$  is  $54.6^\circ$ . Light enters and exits the rhomb at normal incidence. Incoming light is linearly polarized. Calculate the phase difference that builds up between the  $E_{\perp}$ - and  $E_{\parallel}$  polarizations as light passes through the rhomb. What is the state of polarization after the rhomb?



- A digital camera has a zoom lens whose focal length can be varied between 6-18 mm. The lens is assumed to be thin. The image is formed on a CCD sensor whose diameter is 10 mm. How large an object can be captured with the camera if the object is at a distance of 10 m from the camera? How close to the object can the photographer move if the object is the head of a student, which must fit on the image area (the object can be approximated as a circle with diameter of 20 cm)? What is the distance between the lens and the CCD sensor in both cases?
- The wavelength of a laser beam is 600 nm and linewidth  $\Delta \nu = 1 \text{ GHz}$ . The beam is sent into a Michelson interferometer, whose arms are filled with a material with index of refraction of 1,0. The path difference between the arms is initially zero. How far from the original location can the other mirror be moved that the interference fringes remain visible. How many fringe pairs (maximum/minimum) are counted?

Suomenkieliset kysymykset kääntöpuolella