

Tallinna Tehnikaülikool
Füüsikainstituut

Üliõpilane : Rait Rand

Teostatud:

Õpperühm : LAE 51

Kaitstud:

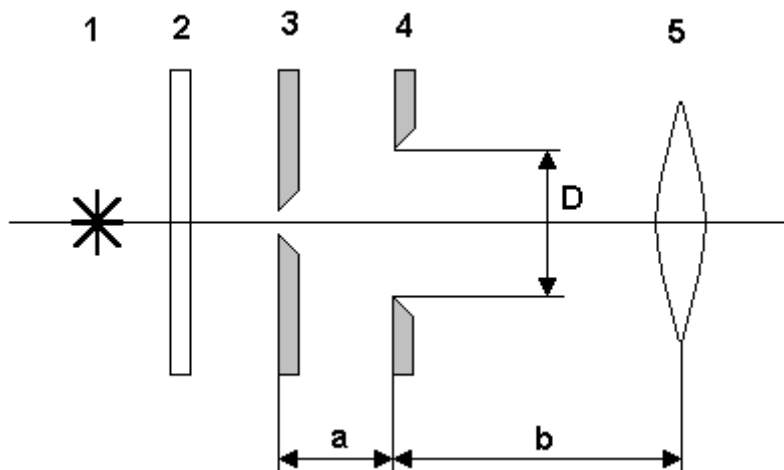
Töö nr. 9

OT allkiri:

Fresneli difraktsioon ümmarguse ava korral.

Töö eesmärk: Ümmarguse ava difraktsioonipildi uurimine, valguse lainepikkuse määramine

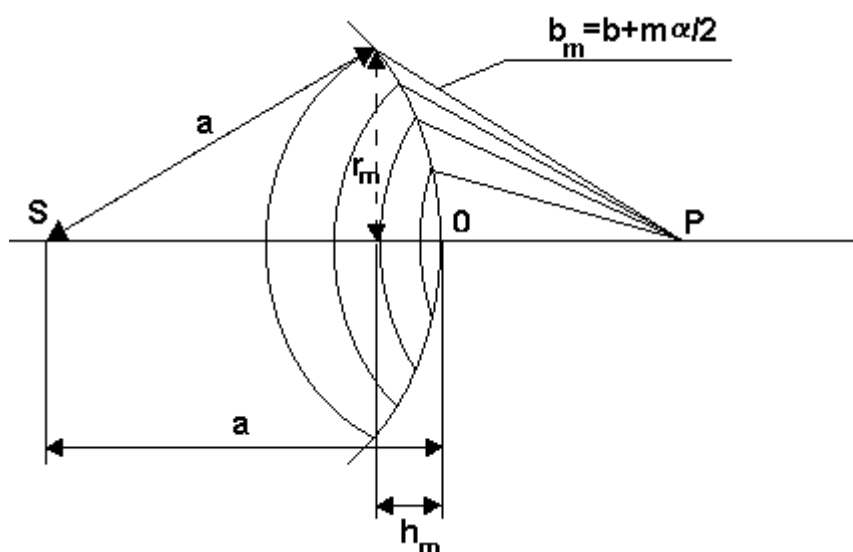
Töövahendid: Valgusallikas, ekraanid avadega, valgusfilter, okulaar, optiline pink.



1. Töö teoreetilised alused:

Difraktsiooniks nim. lainete levimist geomeetrilise varju piirkonda, või lainete kõrvalekaldumist sirgjoonelisest teest. Eristatakse kahte liiki difraktsiooni: sfääriliste lainete difraktsioon, ehk Fresneli difraktsioon ja tasapinnaliste lainete difraktsioon ehk Fraunhoferi difraktsioon. Mõlemad difraktsioonid on kirjeldatavad Huygens-Fresneli printsiibi abil.

Vaatleme valguslainete levimist punktvalgusallikast S ja määrame valguslainete võnkeamplituudi suvalises punktis P.



Joonis 2.

Eeldades, et keskkond on isotroopne ja homogeenne, kujuneb valgusallika ümber aja Δt möödudes kerakujuline lainefront kaugusel $a = OS = c \cdot \Delta t$ (c - valguse kiirus) valgusallikast. Huygensi printsiibi järgi levivad selle sfääri kõigist punktides võnkumised kõigis suundades (sekundaarsed lained) ning jõuavad mõne aja pärast ka punkti P, kus nad liituvad. Tekkinud resultantvõnkumise amplituudi määramiseks esitas Fresnel järgmise meetodi.

Jagama lainefronni rõngakujulisteks tsoonideks nii, et iga tsooni äärte vaheline kaugus punktist P erineb poole lainepikkuse ($\lambda/2$) võrra. Seega on m -nda tsooni välise ääre kaugus b_m punktist P võrdne

$$b_m = b + m \cdot (\lambda/2), \quad (1)$$

kus b on lainefronni tipu O kaugus punktist P. Sellisest lainefronni jaotamisest tsoonideks järeldub, et mistahes kahe naabertsooni vastavatest punktides jõuavad lained punkti P vastupidistes faasides ning kogu

resultantvõnkumise amplituud A selles punktis on määratav järgmise vahelduvate märkidega reana:

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 + \dots \quad (2)$$

kus A_1, A_2, A_3, \dots on vastavalt 1., 2., 3., jne. tsooni poolt tekitatud võnkeamplituud punktis P . Arvestades seda, et valguse lainepikkus λ on kaugustega a ja b võrreldes väike ja et võnkeamplituudide väärtused reas 2 vähenevad monotoonselt, võime kasutada tingimust:

$$A_m = (A_{m-1} + A_{m+1})/2 \quad (3)$$

Selles seose rakendamiseks reale (2) esitame rea järgmisel kujul:

$$A = A_1/2 + (A_1/2 - A_2 + A_3/2) + (A_3/2 - A_4 + A_5/2) + \dots$$

Kuna seose (3) põhjal sulgavaldised võrduvad nulliga, siis

$$A = A_1/2 .$$

Seega resultantvõnkumise amplituud punktis P on võrdne poolega amplituudist, mille tekitab esimesest Fresneli tsoonist lähtuv laine.

Tuletame valemi Fresneli tsooni pindala leidmiseks.

Joonise 2 põhjal:

$r_m =$

Valgus allikast 1 läbib valgusfiltri 2 ja langeb väikese ümmarguse avaga ekraanile 3. Ava võib vaadelda punktikujulise valgusallikana. Sellest levib sfääriline laine, mis langeb ümmarguse avaga ekraanile 4. Difraktsioonipilti jälgitakse okulaari 5 abil. Kõik need detailid paiknevad optilisel pingil.

Mõõtmistulemused ja arvutused nende põhjal:

Kaugus ekraanide vahel oli 1 m. $a=1$ m

Ava diameeter oli 0,001 m $D=0,001$ m

$$\lambda = D \cdot D(a+b) / 4 \cdot a \cdot b \cdot n$$

nr.	n	b [m]	λ
1	2	0,285	0,00000056
2	3	0,185	0,00000053
3	4	0,125	0,00000056
4	5	0,097	0,00000057
5	6	0,082	0,00000055
6	7	0,069	0,00000055

Keskmine lainepikkus tuleb 0,00000055 m, mis on 550 nm.

Juhusliku vea leian usaldatavusega 0,95, mis sel juhul tuleb 0,000000013 m ehk 13 nm, mis on leitud keskmisest tulemusest 2,4%.

Saadud vastus koos veaga:

Leitud valgusallika välja kiiratud valguse lainepikkus on 550 ± 13 nm., mis jääb rohelise valguse spektrisse.