

Vaidutis Antanas
ŠALNA

OPTIKA

Fizikos olimpas
Vilnius 2004

UDK 535(075.3)□
Ša58□

Parengė Vilniaus universiteto doc. Vaidutis Antanas ŠALNA
Recenzavo prof. Vytautas BALEVIČIUS
Redaktorė Aldona KRUTINIENĖ

Šalna, Vaidutis Antanas

Optika. – Vilnius, Fizikos olimpas. 2004

Mokymo knyga ypatingai gabių mokinių papildomo ugdymo mokyklos “Fizikos olimpas” moksleiviams. Leidiniu gali naudotis ir kiti moksleiviai bei aukštųjų mokyklų studentai

Nuo 2003 01 30 ši mokymo knyga yra ir interneto svetainėje www.olimpas.lt

© Vaidutis Antanas Šalna, 2004
© Fizikos olimpas, 2004

ISBN 9986-778-04-2□

TURINYS

1. BANGINĖS ŠVIESOS TEORIJOS ĮVADAS.....	6
1.1. Harmoniniai virpesiai. Monochromatinės bangos.....	6
1.2. Superpozicijos principas.....	7
1.3. Elektrinio dipolio spinduliavimas.....	7
1.4. Elektromagnetinių bangų poliarizacija.....	8
1.5. Virpesių ir bangų sudėtis.....	10
2. ŠVIESOS SKLIDIMAS IZOTROPINĖJE TERPĖJE.....	12
2.1. Šviesos dispersija.....	12
2.2. Šviesos sugertis.....	14
2.3. Šviesos atspindys ir lūžis.....	16
2.4. Visiškas vidaus atspindys. Šviesolaidžiai.....	20
3. ŠVIESOS SKLIDIMAS ANIZOTROPINĖJE TERPĖJE.....	22
3.1. Kristalų optikos pagrindai.....	22
3.2. Šviesos sklidimas vienašiuose kristaluose.....	26
3.3. Poliarizacijos plokštumos sukimas.....	29
3.4. Poliarizatoriai.....	30
4. ŠVIESOS INTERFERENCIJA.....	33
4.1. Koherentiniai virpesiai ir bangos.....	33
4.2. Interferencijos stebėjimo metodai.....	35
4.3. Nemonochromatinės šviesos interferencija.....	36
4.4. Plonųjų plėvelių spalvos.....	37
4.5. Vienodo storio ir vienodo polinkio interferencinės juostelės.....	38
4.6. Dielektriniai veidrodžiai. Optikos skaidrinimas.....	40
4.7. Interferenciniai šviesos filtrai.....	40
4.8. Interferencijos taikymas.....	42
5. ŠVIESOS DIFRAKCIJA.....	45
5.1. Hiuigenso ir Frenelio principas.....	45
5.2. Frenelio zonos.....	46
5.3. Difrakcija pro apskritą angą.....	48
5.4. Difrakcija pro apskritą ekraną.....	49

5.5. Fraunhoferio difrakcija	50
5.6. Difrakcija pro vieną plyšį	50
5.7. Difrakcija pro du plyšius.....	53
5.8. Difrakcinė gardelė	54
5.9. Atvaizdų kūrimas pagal Abės teoriją.....	59
6. OPTINĖ HOLOGRAFIJA.....	61
7. ŠILUMINIS SPINDULIAVIMAS	65
7.1. Pagrindiniai šiluminio spinduliavimo dėsniai.....	65
7.2. Planko formulė.....	68
8. ŠVIESOS STIPRINIMAS IR GENERAVIMAS.....	69

Ivadas

Optika yra mokslas apie fizinius, t. y. gamtos, reiškinius, susijusius su trumpųjų elektromagnetinių bangų, kurių ilgis ($10^{-4} \div 10^{-9}$) m, sklidimu ir sąveika su medžiaga.

Pradžioje optika tyrė tik regimosios spektro srities (360 nm \div 750 nm) elektromagnetines bangas. Šiuolaikinė optika tiria plačią šių bangų spektro sritį: be regimosios, ultravioletinę (įskaitant ir minkštuosius rentgeno spindulius) bei infraraudonąją sritį iki milimetrinių radijo bangų. Optika nuo kitų fizikos šakų, susijusių su elektromagnetinių bangų spinduliavimu, skiriasi ne tiek nagrinėjamų bangų ilgių ruožu, kiek savitais tyrimo metodais. Ji nagrinėja šviesos sklidimą įvairiose terpėse, šviesos spinduliavimo ir sugėrimo dėsnius, taip pat šviesos poveikį medžiagai. Banginė šviesos prigimtis aptikta anksčiau, negu nustatytas faktas, kad šviesa yra elektromagnetinė spinduliuotė. Iš tikrųjų, daugelis reiškinių sklindant šviesai gali būti paaiškinti tik skersinių bangų įvaizdžiais nepaisant jų elektromagnetinės prigimties. Tokius reiškinius – šviesos difrakciją, interferenciją, poliarizaciją – tiria *banginė optika*.

Kvantinė teorija gerokai pakeitė šviesos prigimties sampratą. Pagal šią teoriją, laisvasis elektromagnetinis laukas yra dalelių, vadinamų *fotonais*, arba *šviesos kvantais*, visuma. Klasikinis šviesos, kaip elektromagnetinių bangų, įvaizdis yra ribinis kvantinės teorijos atvejis, atitinkantis didelį vienos būsenos fotonų skaičių. Kvantinės teorijos įvaizdžiais pasisekė paaiškinti reiškinius, susijusius su šviesos energijos virtimu dalelių energija; jų negalėjo paaiškinti klasikinė bangų teorija. Tai – *šiluminis kūnų spinduliavimas, fotoefektas, fotocheminiai procesai*.

Klasikinė fizika negali logikos požiūriu neprieštaringai paaiškinti dalelinių ir banginių šviesos savybių tuo pat metu, nes pagal ją bangos ir dalelės sampratos nesuderinamos, viena kitą neigiančios. Šiuolaikinėje kvantinėje teorijoje, grindžiamoje stebėjimo metodų reliatyvumu, įveikiamos loginės prieštaros, susijusios su bangos-dalelės dualumu. Šviesai būdingos ir bangų, ir dalelių savybės, bet jos pasireiškia tik per atskirus bandymus tam tikromis sąlygomis. Šios savybės papildo viena kitą ir visiškai apibūdina šviesą.