

# Počeci fizikalne optike i prve teorije o prirodi svjetlosti

# Dovršenje razvoja geometrijske optike

- 17. stoljeće – optika se počela razvijati usporedo s mehanikom
- Nizozemski majstori naočala napravili prvi dalekozor
- Galilej konstruira dalekozor (1609.)
- Kepler ispravno crta zrake svjetlosti
- Dominis pokušava teorijski objasniti

# Bonaventura Cavalieri (1598.-1647.)



- Galilejev sljedbenik, talijanski matematičar
- Pronašao formulu za izračunavanje žarišne daljine bikonveksne i bikonkavne leće
- Formula je ispravna samo za poseban slučaj leće od stakla

# Edmond Halley (1556.-1742.)



- 1693. godine našao opću formulu za izračunavanje žarišne daljine bikonveksne i bikonkavne leće

# Sveza s praksom

- Newton je sam glačao staklena zrcala (istraživač i praktičar)
- Izradio dva teleskopa (1668. i 1671.)
- Galilej je sam pravio optičke uređaje
- Huygens postao iskusan majstor glačajući optička stakla
- U optici fizika ide zajedno s tehnikom



# Određivanje brzine svjetlosti

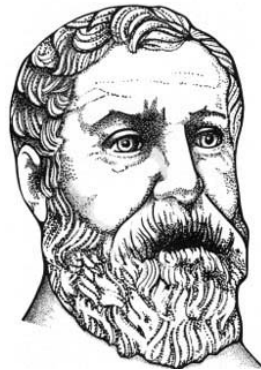
- Brzina svjetlosti – konačna ili beskonačna?
- Pitanje postavljeno u staroj Grčkoj

# Aristotel (384.-322. pr. n.e.)



- Smatrao da je brzina svjetlosti velika, ali konačna

# Heron (oko 150.-100 pr.n.e.) i Alhazen (965.- 1039)



Alhazen  
(965-1040)

- Brzina svjetlosti je toliko velika da se ne može izmjeriti



- Descartes: “svjetlost trenutno proširi svoje zrake od Sunca do Zemlje”
- Inače bi moralo doći do promjene položaja zvijezda
- Takvu aberaciju otkriva 1728. engleski astronom Bradley
- Ipak možemo smatrati da je Descartes brzinu svjetlosti smatrao konačnom

# Galileo Galilei (1564.-1642.)



- 1607. pokušao izmjeriti brzinu svjetlosti pomoću dva motritelja s fenjerima
- Uvijek dobio drugačiji rezultat
- Mjerenje ponovljeno u Akademiji pokusa u Firenzi 1667.
- Opet različiti rezultati
- Zaključili su da je brzina svjetlosti vrlo velika

# Ole Roemer (1644.-1710.)



- Promatrao pomrčine Jupiterovih satelita
- Ustvrdio da je za širenje svjetlosti potrebno određeno vrijeme
- Dobio da je brzina svjetlosti 214 000 km/s

# Počeci fizikalne optike

- Početkom 17. stoljeća vrijedi peripatetički stav o nastanku obojene svjetlosti
- Boje nastaju kombinacijom svjetla i tame
- Kepler tvrdi da boje nastaju zbog različite prirodne sklonost prozirne tvari
- Dominis tvrdi da u najtanjem dijelu staklene prizme izlazi crvena svjetlost zato što prikupi najmanje tame
- Slično tvrdi Newtonov učitelj Barow u *Predavanjima iz optike* koje je Newton prije tiskanja pregledao i nije imao primjedbi

# Johannes Marci (1595.-1667.)



- 1648. opisao pojavu spektra koji daje staklena prizma
- Objasnio da su različite boje dijelovi svjetlosti s različitim lomom
- Pokazao da se pojedini monokromatski dio svjetlosti novom lomom ne može dalje razložiti
- Njegov je rad ostao gotovo nepoznat

# Francesco Grimaldi (1618.-1663.)



- Francuski isusovac
- 1665. otkrio ogib svjetlosti
- *Fizika i matematika svjetlosti, boja i duge*
- Opisani pokusi koje je izveo
- Opisao ogib i toj pojavi dao naziv difrakcija
- Pretpostavljao da je svjetlost valne prirode
- Slab teoretičar

# Christiaan Huygens (1629.-1695.)



- 1678. u Parizu dovršava *Raspravu o svjetlosti* – prvi znanstveni rad o valnoj optici objavljen 1690.
- Izveo zakon odbijanja i loma svjetlosti
- Prvi je primijetio polarizaciju svjetlosti no to nije dalje istraživao
- Polazi od toga da je svjetlost valna pojava pa mu je teorija bila zanemarivana sve do početka 19. stoljeća

# Robert Hooke (1635.-1703.)



- Član Kraljevskog društva u Londonu zadužen za izvođenje pokusa
- U knjizi *Mikrografija*, izdanoj 1665. raspravlja o bojama tankih listića, uočava da boja listića ovisi o njegovoj debljini, ali ne nalazi vezu između debljine listića i boja
- Opisao interferenciju i ogib, no nije ih uspio objasniti
- Osporavao Newtona



# Nicolas Malebranche (1638.-1715.)



- 1699. objelodanjuje svoj model boja
- Uspoređuje svjetlost sa zvukom
- Zaključuje da do različitih boja svjetlosti dolazi zbog različitih frekvencija
- Smatra da bijela svjetlost ima najbrže titranje

# Isaac Newton (1642.-1727.)



- Prvi njegov znanstveni rad je iz optike
- Pomoću staklene prizme motri “glasovitu pojavu boja”
- Prvi detaljno istražio spektar i time položio osnove spektroskopije
- Mijenjao je prizme i izveo mnogo pokusa

# Isaac Newton



- U *Optici* zaključuje da boje ne nastaju miješanjem svjetla i tame i ne uzrokuje ih prizma, kao što je to mislio Kepler
- Bijela je svjetlost sastavljena od boja, a svaka se boja lomi pod različitim kutom, pa se tako bijela svjetlost rasipa na spektar boja

# Isaac Newton

- Zapisao je: “Svaka istovrsna zraka svjetlosti ima vlastitu boju ovisno o stupnju njenog loma, koja se dalje ne može promijeniti pri odbijanju i lomu.”
- Načinio je i prvi interferencijski spektroskop, danas poznat kao Newtonovi kolobari
- Shvatio da su boje, koje nastaju na tankim listićima, određene debljinom listića
- Sukob s Hookeom koji ga je optužio za plagijat

# Isaac Newton

- Za osnovne je boje vrlo točno odredio valne duljine
- Samo za crveni dio spektra njegova se mjerenja u vrijednostima razlikuju od današnjih
- Nije govorio današnjim jezikom valne optike
- U svojim predodžbama koristio je i valnu sliku svjetlosti
- Zastupa obje koncepcije svjetlosti (korpuskularnu i valnu), iako valnu nije prihvatio
- Za sve što je učinio nije dao jedinstvenu teoriju

# Teorije o prirodi svjetlosti

- Postojala su dva modela
- Aristotelov, po kojemu se svjetlost širi u eteru, slično kao valovi na vodi
- Demokritov, po kojemu se od izvora svjetlosti šire čestice
- Huygens se zalaže za Aristotelov model (*Rasprava o svjetlosti* – svjetlosni eter kao sredstvo) – valna (undulatorna) teorija svjetlosti
- Descartes spominje oba modela ali koristi samo čestični
- Newton prihvaća čestični model (korpuskularna teorija), iako ističe da i valni nije bez vrijednosti

# Teorije o prirodi svjetlosti

- Newton je protiv ispunjavanja nebeskog područja nekim sredstvom (nastaju problemi s gibanjem planeta) pa se priklanja čestičnoj teoriji – pogrešno je uzimao da svjetlost mora biti mehanički val
- Pretpostavljao da se čestice pri prijelazu iz rjeđeg u gušće sredstvo ubrzavaju, jer ih jače privlači to gušće sredstvo
- Izveo zakon loma svjetlosti po kojem je brzina svjetlosti manja u rjeđem sredstvu a veća u gušćem (kao što je Descartes prije smatrao)

# Čestična i valna teorija

- Jednako objašnjavaju pravocrtno rasprostiranje svjetlosti i zakon odbijanja svjetlosti
- Vode do suprotnih rezultata za brzinu svjetlosti u zraku i nekom optički gušćem sredstvu
- Iz čestične teorije slijedi da je brzina svjetlosti najmanja u vakuumu a iz valne da je najveća
- Mjerenje u 19. stoljeću pokazalo da je brzina svjetlosti u vodi manja od one u zraku pa je spor privremeno riješen u korist valne teorije
- Danas obje koncepcije imaju svoje mjesto (Newton)



# Newton i Huygens

- Uza sve razlike imaju jednu zajedničku težnju – oba su nastojala opisati pojave svjetlosti u okviru mehanike
- “Bilo bi poželjno uvesti načela mehanike i u ostale pojave u prirodi” napisao je Newton u predgovoru *Načela*
- Tom željom bitno je utjecao na svoje suvremenike i kasnije sljedbenike