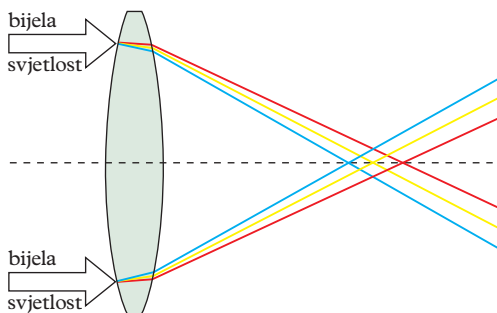


akromatska leća (akromat, akromatski objektiv, akromatski okular), optički sustav sastavljen od dviju ili više leća načinjenih od različitih vrsta stakla i odabranih tako da se postignu oštre slike za sve boje.

Lom svjetlosti pri prijelazu iz jednog u drugo optičko sredstvo ovisi o valnoj duljini (boji) svjetlosti. Ta se pojava naziva rasap ili disperzija svjetlosti. Zbog ovisnosti loma svjetlosti o valnoj duljini, jednostavna leća (leća od jedne vrste stakla) fokusira ljubičastu svjetlost najbliže leći, a druge boje (redom, plavu, zelenu, žutu, crvenu i tamnocrvenu) na sve većim udaljenostima. Tako se bijela svjetlost razdvaja u spektar boja.

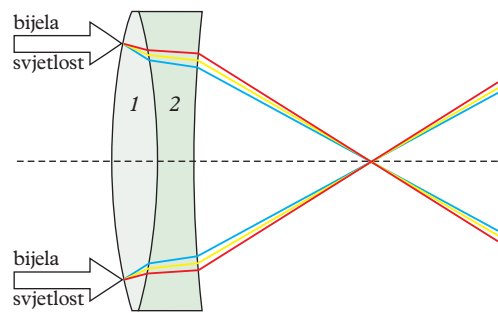
Dalekozori i teleskopi prije otkrića akromata mogli su dobro fokusirati samo jednu



Prikaz loma paralelnoga snopa bijele svjetlosti (npr. Sunčevih zraka) kroz jednostavnu leću. Vidi se kromatska aberacija, pogreška leće pri kojoj se svjetlost različitih boja fokusira na različitim udaljenostima. Ako se zastor postavi na daljinu na kojoj je fokusirana plava svjetlost, onda se druge boje vide kao krugovi. Rabi li se takva leća kao objektiv dalekozora, rubovi slika objekata obojeni su.

boju svjetlosti. Tim se problemom bavio I. Newton u djelu *Optika* (*Opticks*, 1672) i na temelju svojih ograničenih mjerenja zaključio kako nije moguće načiniti optički sustav leća koji bi bio akromatičan. Švicarski matematičar L. Euler je 1747. tvrdio da Newtonov zaključak nije točan jer je ljudsko oko u visokom stupnju akromatično. Engleski matematičar C. M. Hall 1733. ustanovio je da flintsko (olovno, kristalno) staklo s uobičajenim krunskim staklom može poslužiti za izradu akromatskih leća. On je prvi naručio izradu leće od tih dviju vrsta stakla, ali nije poznato koliko je ta leća bila dobar akromat.

Engleski optičar J. Dollond je 1758. načinio prvi kvalitetan akromatski objektiv za dalekozore od krunskog i flintskog stakla,



Dollondova akromatska leća sastoji se od sabirne leće od krunskoga stakla (1) i rastresne leće od flintskoga stakla (2). Disperzija svjetlosti krunskoga stakla gotovo je dva puta manja od disperzije svjetlosti flintskog stakla. Žarišne daljine leća odabiru se tako da se postigne točno fokusiranje za dvije boje, obično crvenu i plavu, a fokusiranje drugih boja time se znatno poboljšava.

patentirao ga i potomvrlo uspješno izrađivao i prodavao dalekozore. Za otkriće akromatske leće Bošković je saznao za svojeg boravka u Engleskoj 1760. Odmah je shvatio važnost tog otkrića, posebno za teleskope.

Bošković je objavio niz radova o lećama, njihovim pogreškama (aberacijama) i istraživanjima o načinima prevladavanja pogrešaka: *O lećama i dioptričkim teleskopima* (1755), *Rasprava o poboljšanim dioptričkim teleskopima* (1765), *O novim spoznajama značajnima za usavršavanje dioptrike* (1767), *O spajanju boja jednih poslije drugih s pomoću dviju tvari te mnogo većem spajanju s pomoću triju tvari* (1767), *Pet rasprava o dioptrici* (1767), *Rasprave o dioptričkim teleskopima* (1771), koje je skupio u knjizi *Djela koja se odnose na optiku i astronomiju* (1785).

Posebno je važno Boškovićevo otkriće (do kojega je došao i njegov poznanik i prijatelj A. C. Clairaut) da se s pomoću dviju leća od različitih vrsta stakla može postići potpuno slaganje fokusa samo za dvije boje (obično crvenu i plavu), dok se za druge boje dobivaju manja odstupanja. Oni predlažu gradnju objektivna s tri ili više leća. Za svoja je istraživačka mjerenja Bošković konstruirao i dao sagraditi poseban instrument → vitrometar.

Bošković je smatrao da se do savršenog akromatizma teleskopa može doći samo ako se Dollondove leće u objektivima kombiniraju sa složenim lećama u okularima. Primijetio je da zrake svjetlosti spojene u akromatskom objektivu okular ponovno razdvaja. Godine 1768. dao je izraditi dalekozor s okularom sastavljenim po njegovoj metodi od flintskog i krunskog stakla. Dalekozor je uz veliko vidno polje davao i znatno uvećanje slike:

»...da jasno se vidjeti može / Predmetu oblik i rub bez nejasne granice, točno«.

U drugom svesku *Djela koja se odnose na optiku i astronomiju* (1785), u raspravi *O korekcijama okulara, čemu pridolazi korekcija od pogreške samo sfernog oblika objektivna*, bavio se uklanjanjem spektralnih boja što se javlja u okularima. Opisao je svoje pokušaje uklanjanja pogrešaka okulara s jednom akroma-

tičnom (složenom) lećom, s dvije jednostavne leće, s tri leće, od kojih je druga akromatična, te s tri i s četiri jednostavne leće.

Moderne akromatske leće za fotoaparate, dalekozore, teleskope itd. grade se od više leća od različitih vrsta stakla kako bi što učinkovitije uklonili kromatsku, sfernu i druge aberacije i ostale uzroke nastajanja nejasne slike predmeta.

LIT.: *I. Newton*: Opticks. London 1704. — *R. Ț. Bošković*: Opera pertinentia ad opticam et astronomiam, 1–5. Bassani 1785. — *Ž. Marković*: Rude Bošković, 2. Zagreb 1969. — *R. Bošković*: Pomrčine Sunca i Mjeseca. Zagreb 2007.

K. Ilakovac i A. Bogutovac

arheologija, znanost koja s pomoću ostataka materijalne kulture najčešće pronađenih u zemlji objašnjava i rekonstruira način života i kulturu starih civilizacija.

U XVIII. st. arheologija kao znanstvena disciplina još nije bila razvijena iako su se mnogi obrazovani ljudi, uglavnom amaterski, bavili arheološkim spomenicima i starim gradovima (posebice onima koji su se odnosili na antičke civilizacije). Otkriće ostataka velike antičke rimske vile 1743. u neposrednoj blizini isusovačke vile Rufinella na brežuljku Tusculumu kraj Frascatija ponukalo je i Boškovića da se počne baviti arheologijom. Tijekom trogodišnjih istraživanja te vile, uz ostatke arhitekture (sobe, hodnici, galerije, kupaonice) otkriveni su brojni natpisi, kipovi te raskošni mozaici. Mozaici su zbog raznovrsnih geometrijskih motiva kojima su bili ukrašeni privukli Boškovićevu pozornost: »...našla se prekrasna i nadasve veličanstvena stara građevina u kojoj su podovi ili svi od finog mramora ili od prelijepih mozaika s vrlo izrađenim crtežima koji su svi geometrijski«. Osobito je važan, s njegova stajališta, bio nalaz sunčanoga sata od sedre, kojemu je otkrio konstrukcijsku pogrešku. Rasprava o Boškovićevim zaključcima u vezi s istraživanjima u Tusculumu te o astronomskom problemu antičkoga sata objavljena je 1746. u časopisu *Giornale de' Letterati*.

Ponovno zanimanje za arheološke nalaze Bošković je pokazao pošto je 1748. na Marso-

vu polju u Rimu iskopan obelisk, dopremljen onamo u doba cara Oktavijana. Zaključivši da je u starom Rimu služio kao gnomon sunčanoga sata, Bošković je o obelisku pisao isusovcu A. M. Bandiniju, koji je njegova razmatranja objavio u svojem djelu *Komentar o obelisku cara Augusta iskopanom u nekoliko kamenih dijelova na Marsovu polju (De Obelisco Caesaris Augusti e Campi Martii ruderibus nuper eruto Commentarius, 1750)*. Boškovićevo pismo Bandiniju objavljeno je iste godine i u časopisu *Giornale de'Letterati*. Obelisk se danas nalazi na Piazza di Montecitorio u Rimu.



Obelisk cara Augusta, Trg Montecitorio, Rim

Bošković je 1759. proučio antički anemometar (vjetromjer) otkriven izvan Porta Capena, uz rimsku cestu Via Appia. Stručno ga je opisao u radu *Pismo o starom anemometru (1774)*. Anemometar je danas izložen u *Museo Archeologico Oliveriano* u Pesaru, a u stručnoj literaturi naziva se *anemoscopio c. d. Boscovich*.

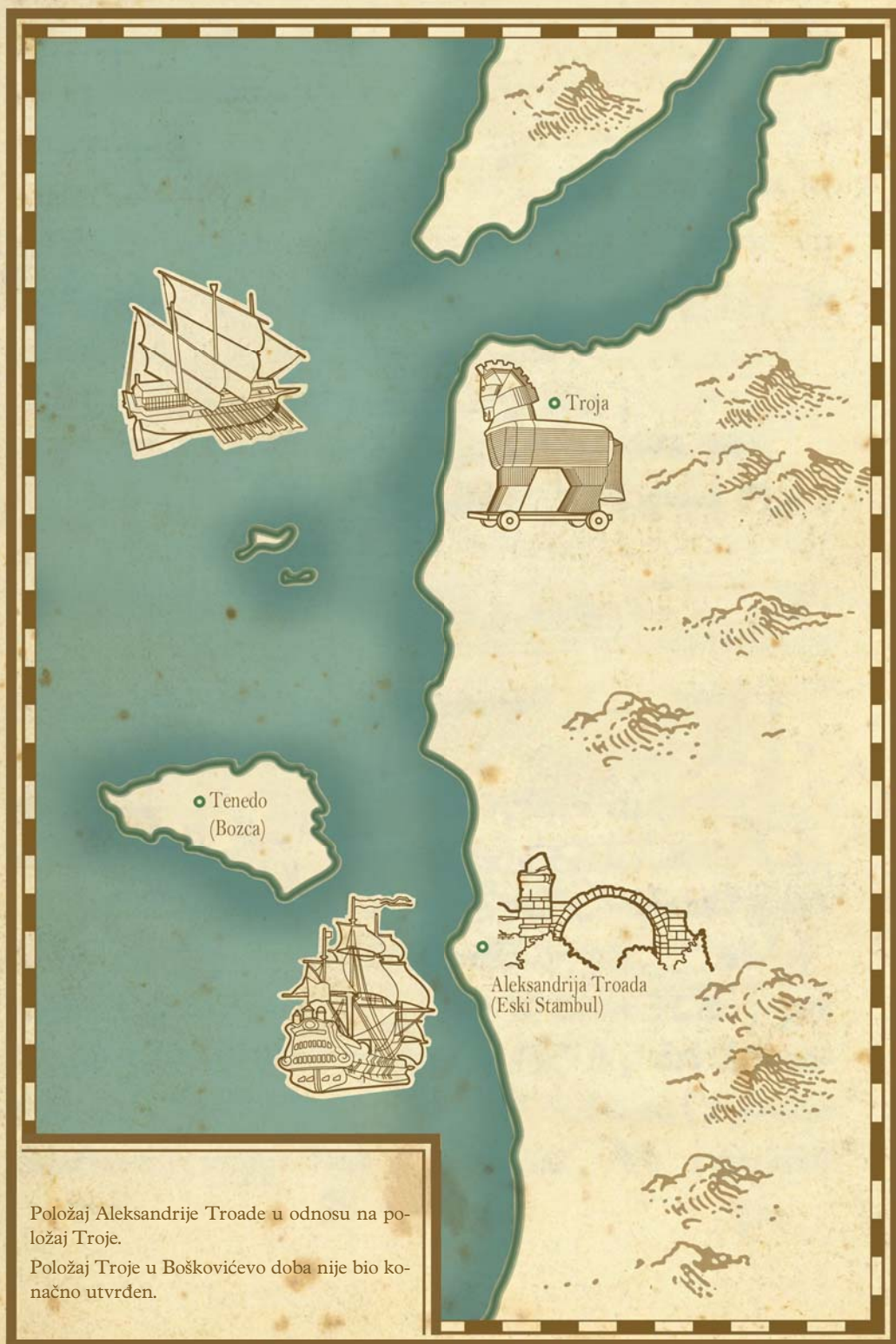
Putujući u Carigrad 1761., Bošković je pohodio ruševine sučelice maloazijskom otoku

Tenedi (Bozca), tada još neistraženi antički grad Aleksandriju Troadu južno od Troje, i o njima napisao *Izveštaj o ruševinama Troje (1784)*. Uz detaljne opise ostataka brojnih građevina, kipova, natpisa na latinskom jeziku i dr. Bošković je, slično suvremenim arheološkim metodama, pokušao odrediti i namjenu pojedinih građevina, polemizirajući na više mjesta s autorima koji su ranije o njima pisali. Zamjerajući primjerice nekim starijim piscima što su ruševine jedne građevine proglasili ostatcima kule, iznio je svoja zapažanja protiv takve njezine namjene: »Neki, govoreći o ruševinama, nazivaju ih kulom, ali njihova je visina znatno manja od duljine njihovih pročelja, pa im nijekaju takav oblik...«

Također je osporio točnost rimskih natpisa kako ih je francuski arheolog J. Spon, koji je prije njega posjetio lokalitet, objavio u djelu *Putovanje u Italiju, Dalmaciju, Grčku i Levant (Voyage d'Italie, de Dalmatie, de Grèce et de [du] Levant, 1678)*: »Tako sam pomno zabilježio sve te tolike razlike, iako su mnoge vrlo malene, kako bi se vidjelo koliko se malo možemo pouzdati u točnost te vrste prijepisa antičkih spomenika, prepisanih s mramora i tiskanih, napose kad se gledaju neke sitnice u oblicima i izrazima o kojima često ovisi prosudba jesu li istinski, ili pretpostavljeni, ili manje stari spomenici.«

Ne slaže se sa Sponom ni u pogledu namjene kamenih blokova na kojima se ti natpisi nalaze, smatrajući da nije riječ o postamenti- ma za kipove, već o običnim spomenicima s natpisima: »Mogli su biti podnožja za podupiranje kipova, ali u gornjoj vodoravnoj plohi nije postojala nikakva rupa, ili drugi pokazatelj spoja za kip. Dakle, apsolutno vjerujem da su to spomenici s običnim natpisima.«

Raspravljao je i o problemu lokaliteta za koji se vjerovalo da se na njemu nalazila Homerova Troja, jer je pitanje njezine identifikacije u to doba bilo još otvoreno: »Ono što je nedvojbeno jest da su tu Rimljani podigli spomena vrijedne spomenike. Čini se razumljivim vjerovanje da su oni u pogledu svoje prvobitne zamisli ponovo izgradili prethod-



Položaj Aleksandrije Troade u odnosu na položaj Troje.

Položaj Troje u Boškovićevo doba nije bio konačno utvrđen.

no razorenu Troju, i to na istom lokalitetu, te da su druge ruševine, ako uopće postoje, previše daleko od ovih, a da bi pripadale jednoj jedinjoj metropoli».

U *Dodatku* tom radu, koji je naknadno napisao, odstupio je od prvotnoga stajališta u pogledu ubikacije (određivanja mjesta) Homerove Troje; pozivajući se na neke starije autore, a zbog nemogućnosti da sam provjeri njihove tvrdnje, Bošković je naveo da ipak postoje dvije Troje, Homerova i ona koju su poslije sagradili Grci i Rimljani, te da su jedna od druge udaljene oko četiri milje: »Dakle, čini se sigurnim da te velebne ruševine koje smo posjetili, predstavljaju ostatke ne drevne Troje, kako između ostalih kaže i sam Martiniere, nego – kako je ustvrdio poznati putnik Pietro della Valle – te nove koju je započeo Aleksandar, završio Lizimah, opasujući je bedemom od pet milja i koju su Rimljani kasnije učinili tako lijepom...« Da je Boškovićeva pretpostavka bila ispravna, pokazalo se krajem XIX. st. kada je njemački poduzetnik i istraživač starina H. Schliemann pronašao Homerovu Troju.

LIT.: *Ž. Marković*: Rude Bošković, 1–2. Zagreb 1968–69. — *Ž. Dadić*: Ruder Bošković. Zagreb 1990. — *A. Stipčević*: Ruder Bošković kao arheolog. Zbornik radova međunarodnog znanstvenog skupa o Ruđeru Boškoviću. Dubrovnik 5–7. X. 1987., Zagreb 1991, str. 167–173. — *R. Ć. Bošković*: Dnevnik putovanja iz Carigrada u Poljsku. Zagreb 2006. — *I. Martinović*: Arheolog, Boškovićev genij. U: Ruder Bošković: ponovno u rodnom Dubrovniku. Hrvatska slavi svoga genija povodom 300. obljetnice rođenja. Dubrovnik 2011, str. 98–105. — *Encyclopaedia Romana* (http://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/romanurbs/horologium.html, pristupljeno 10. IX. 2011).

O. Martinčić

astronomija, prirodna znanost koja proučava svemir i svemirske objekte. Bošković se bavio gotovo svim astronomskim pitanjima svojega doba, preispitivao je pretpostavke na kojima su se temeljile astronomske metode, razvio je postupak određivanja putanje → kometa, među prvima zaključio da je novootkrivena Herschelova »zvijezda« zapravo planet, opažao je → pomrčine Sunca, Mjeseca i Jupiterovih mjeseca, perturbacije u gibanji-

ma Saturna i Jupitera te okultacije zvijezda s Mjesecom. Istraživao je mogućnosti astronomskih instrumenata, ispitivao njihove pogreške i pronalazio načine da se izbjegnu. Izumio je → kružni mikrometar, poboljšao → sat s njihalom, razvio metodu za ispitivanje i popravljivanje smještaja zidnoga kvadranta te postavio → akromatsku leću na okular teleskopa. Ispitujući krivulju astronomske refrakcije, prvi je odredio visinu troposfere. Obavljao je i temeljna astronomska opažanja, odnosno određivao relativne položaje zvijezda (mjerio njihove koordinate u nebeskom ekvatorskom koordinatnom sustavu).

U prvoj znanstvenoj raspravi *O Sunčevim pjegama* (1736) Bošković je iznio dvije metode određivanja svojstava Sunčeve rotacije (trajanje rotacije i položaj osi) iz triju položaja jedne → Sunčeve pjege. Ta i druge rane Boškovićeve rasprave tiskane su bez njegova imena, u malom broju primjeraka, a dobivali su ih crkveni i drugi velikodostojnici koji su pribivali obrani teza u *Collegium Romanum*. Bošković ih je poslije doradivao, proširivao i ugrađivao u svoja opsežnija djela.

U raspravi *O nedavnom prolazu Merkura ispred Sunca* (1737) opisao je kako je 11. XI. 1736. pratio sliku Sunca projiciranu teleskopom na papir s nacrtanom kružnicom okomitom na os teleskopa. Njegov prijatelj, grof F. Garampi, tankim je štapićem pratio Merkur, a pritom su bilježena vremena pojedinih faza prolaza. Bošković je 1753. imao prilike opažati još jedan → tranzit Merkura i o njem tiskati raspravu *Rimska opažanja posljednjega prolaza Merkura ispred Sunca od 6. svibnja 1753.*

Godine 1742. objavljene su tri Boškovićeve rasprave o problemima astronomskih mjerenja. U raspravi *O godišnjim aberacijama zvijezda stajačica* Bošković je godišnju aberaciju zvijezda (odstupanje njihova prividnoga položaja od stvarnoga), koju je 1725. uveo engleski astronom J. Bradley pokušao objasniti uz pretpostavku da Zemlja miruje. U raspravi *O astronomskim opažanjima i dosezima njihove pouzdanosti* (1742) bavio se astronomskim instrumentima (teleskopom s mikrometrom,

satom s njihalom, sekstantom i kvadrantom), načelima na kojima su instrumenti konstruirani, njihovom provjerom (rektifikacijom), pouzdanošću i primjenom u astronomskim mjerenjima. Svoje je nastojanje u tom području astronomije opisao stihovima u djelu *Pomrčine Sunca i Mjeseca* (1760):

»Dajem još Uranijinim poštovateljima točnost,
/Nove sprave, na mane ukazujem starih, na
rizik /Pogrešaka te kako prepoznat i izbjeći
koju«.



Dijana, božica Mjeseca



Uranija, muza astronomije

Prema njegovim zapažanjima, na točnost mjerenja s pomoću sata s njihalom mogu utjecati različite vrijednosti sile teže na različitim mjestima na površini Zemlje i moguća nejednolika brzina rotacije Zemlje. Na visak, koji je važan dio kvadranta, mogu utjecati visoke planine. Nabrojio je izvore pogrešaka koji se pojavljuju pri mjerenju teleskopom s mikrometrom. Primijetio je kako pretpostavka da se svjetlost širi konačnom brzinom dovodi do velike nesigurnosti u astronomiji jer se nebeska tijela ne vide ondje gdje jesu, nego na mjestu gdje su bila kada su emitirala svjetlost.

U raspravi *Istraživanje cjelokupne astronomije* (1742) kritizirao je pretpostavke na kojima su se temeljile astronomske metode mjerenja: 1. svjetlost se širi pravocrtno između nebeskih tijela; 2. u Zemljinoj atmosferi svjetlost se lomi samo u vertikalnoj ravnini; 3. predmet se vidi u smjeru zrake koja ulazi u oko; 4. Zemlja je približno okrugla, gibanje tijela u slobodnom padu usmjereno je prema središtu; 5. nema dnevne paralakse zvijezda stajaćica i s obzirom na njihovu udaljenost Zemlja je točka; 6. lom svjetlosti koja dolazi

sa zvijezda i s planeta jednak je; 7. Zemlja rotira jednolikom kutnom brzinom. U duhu Newtonove filozofije, želio je pročistiti astronomiju od proizvoljnih hipoteza, a to bi se postiglo »kada bi se mogle izvesti pojedinosti s pomoću geometrije i analize iz onih pojava koji se neposredno opažaju i kada se ništa ne bi uzimalo kao načelo što nije ili poznato samo po sebi ili što nije utvrđeno neposrednim svjedočanstvom čutila«.

Pomrčina Mjeseca 26. IV. 1744. bila je povod raspravi *Primjena nove metode pri opažanju faza u Mjesečevim pomrčinama u svrhu vježbe u geometriji i unapređenja astronomije* (1744). U članku *Tri uzastopna opažanja pomrčine Sunca u ovom mjesecu* (1748) Bošković je opisao motrenja pomrčine Sunca.

Opažao je komet koji se pojavio 1744. Prvu verziju svoje metode određivanja putanje kometa predstavio je u raspravi *O kometima* (1746). Tu metodu usavršavao je gotovo 30 godina, a konačni oblik objavio je u *Djelima koja se odnose na optiku i astronomiju* (1785).

Pojava plime i oseke stoljećima je bila izazov mnogobrojnim učenjacima, pa se i Bošković bavio tumačenjem te pojave u *Raspravi o plimi i oseci mora* (1747).

U *Raspravi o svjetlosti* (1748) držao je da je pravocrtno širenje svjetlosti svemirom nedokazivo jer neke sile mogu skrenuti svjetlost s njezina puta. Raspravljao je i o brzini svjetlosti, posebno se osvrćući na širenje svjetlosti od najbližih zvijezda. Pretpostavljao je da svjetlost od najbližih zvijezda putuje oko tri godine te da »ima zvijezda mnogo daljih, od kojih dolazi svjetlost do Zemlje tek poslije više tisuća godina«. Bošković je razmišljao o svemiru kao golemu prostoru u kojem se sve može mijenjati, pa su neke zvijezde koje se vide na nebu možda već ugasle, a od nekih koje postoje, svjetlost još nije stigla do Zemlje. U opisu se spontano koristio godinom svjetlosti kao mjernom jedinicom za svemirsku udaljenost. U *Teoriji prirodne filozofije* (1758) dopustio je mogućnost da zvijezde nisu nepomične, nego da se gibaju iako je to gibanje, gledano sa Zemlje, neznatno. Smatrao je da se udaljenost zvijezda ne može odrediti na temelju



Detalj slike *Rodenje Sunca i Bakhov trijumf*, rad Corrada Giaquinta, 1762., Madrid, Prado

uspoređivanja njihova sjaja, uz pretpostavku da su sve zvijezde jednako sjajne kao Sunce. Budući da je nauk o gibanju Zemlje bio zabranjen do 1757, Bošković je svojom → kozmologijom pokušavao uskladiti službeno crkveno shvaćanje i Newtonovu fiziku.

U raspravi *O Mjesečevoj atmosferi* (1753) naveo je zapažanja koja su upućivala na to da Mjesec nema atmosferu sličnu Zemljinoj: rub Mjesečeve ploče vrlo je oštar, rub između osvijetljene površine i površine u mraku je jasan (nema sumraka), a kod okultacija zvijezda i planeta svjetlost ne nestaje postupno, nego naglo. U djelu *Pomrčine Sunca i Mjeseca* (1760) piše:

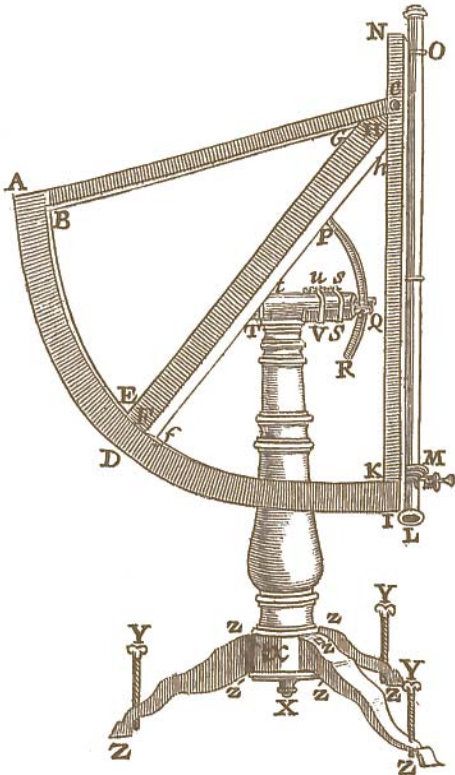
»Ako o svemu skupa porazmisliš, zabludu tad ćeš / Otkrit, pa videć je jasno, odbacit i morat ćeš priznat / Lunu da nikakav zrak ne okružuje našem sličan«.

Nagađao je da se preko čvrste Mjesečeve jezgre možda prelijeva homogeni, savršeno proziran fluid, više sličan vodi nego zraku, a krajnja je njegova površina uvijek mirna i sasvim glatka. Nagađao je i o Sunčevoj atmosferi:

»Titan iz svojih izlijeva grudi, / Iz dna, dimove crne i sitne neprestano riga / Iskre, a prazna polja u eteru unaokolo / Sirom i cijelo nebo na valove prska i poji. / Čestice izbačene daleko svom izvoru teže; / Teža ih urođena put kugle rumene vraća. / One pak koje nisu toliko teške, daleko / Idu od visoke osi, a naprotiv masne i guste / Sjednu u najdonji dio i legnu na sjajna mu leđa. / Tu je oblaka gustih domaja i maglama koje / Vedro Febovo čelo uprljaju il ga široko / Sumornom zastiru tmušom«.

U *Teoriji prirodne filozofije* (1758) napisao je »...kako se može dogoditi da nešto živi čak i na Suncu...«, jer kao što postoje tvari otporne na kiseline, tako bi mogle postojati i tvari otporne na vatru i tijela »...koja mogu rasti i živjeti bez i najmanje povrede svog organskog spleta...«, što nije u skladu s današnjim spoznajama o strukturi tvari (plazma) na temperaturama visokim kao na površini Sunca.

Problem određivanja → Zemljina oblika pobuđivao je pozornost u ondašnjem znanstvenom svijetu. Kako bi unaprijedio znanje



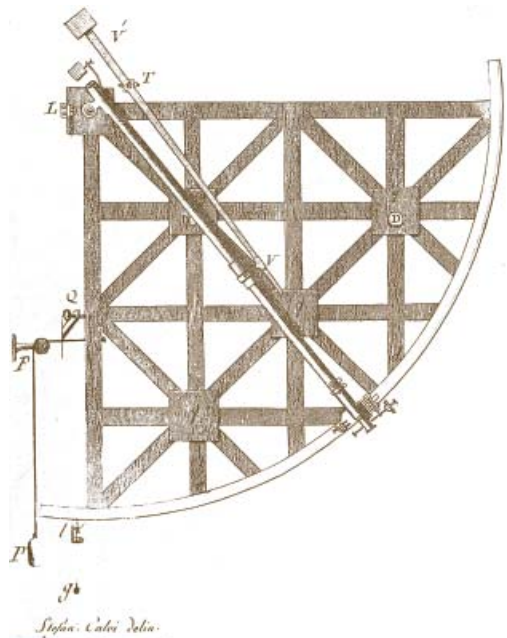
Boškovićev kvadrant, *O znanstvenom putovanju po Papinskoj Državi u svrhu mjerenja dvaju meridijanskih stupnjeva i ispravljanja geografske karte*, 1755.

o Zemljinu obliku, poduzeo je velik mjeriteljski pothvat određivanja duljine → meridijanskoga luka između Riminija i Rima. Bošković i Ch. Maire inzistirali su na visokoj preciznosti geodetskih mjerenja kutova i duljine baza i astronomskih određivanja zenitnih udaljenosti zvijezda u meridijanu. Birali su zvijezde koje su se nalazile bliže zenitu kako bi u najvećoj mogućoj mjeri isključili utjecaj astronomske refrakcije, tj. loma zraka svjetlosti u Zemljinoj atmosferi. Za potrebe obrade podataka, Bošković je razvio metodu procjenjivanja pogrešaka mjerenja (→ BOŠKOVIĆ-LAPLACEOVA METODA). Mislio je da će usporedba njegovih rezultata i rezultata mjerenja duljine meridijanskih lukova izmjerenih u Peruu, Francuskoj i na sjeveru Skandinavije pokazati da meridijani nisu jednaki, da paralele nisu pravilne kružnice te i da su mase u Zemljinoj unutrašnjosti različitih gustoća i nepravilno

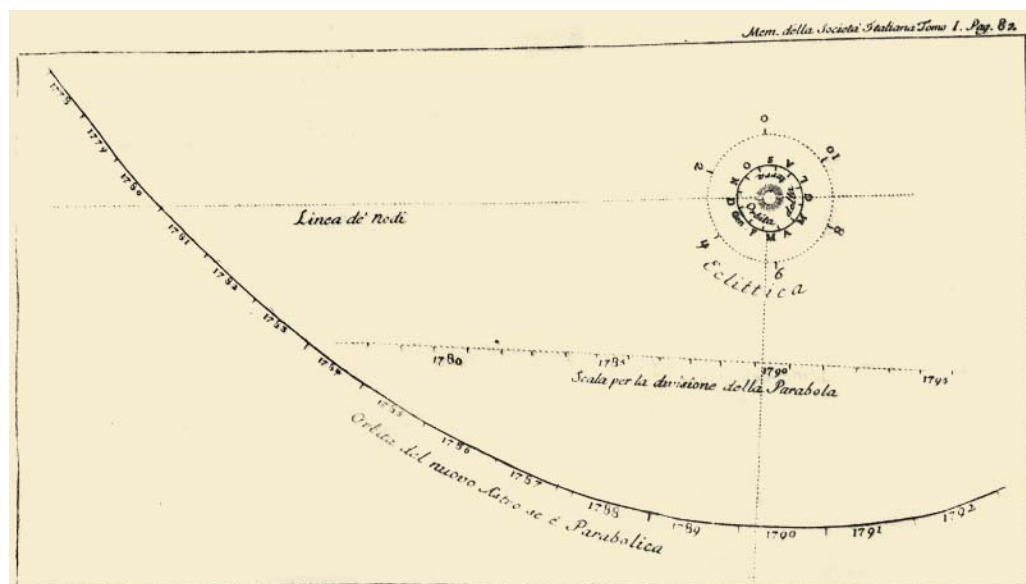
rasporedene, pa prema tome dokazati nepravilnost Zemljina oblika. Bošković je razmatrao probleme iz praktične astronomije i opisao instrumente koji su korišteni u geodetskoj i astrogeodetskoj izmjeri meridijana te izložio rezultate izmjere i izračuna u djelu *O znanstvenom putovanju po Papinskoj Državi u svrhu mjerenja dvaju meridijanskih stupnjeva i ispravljanja geografske karte* (1755).

Putujući po Europi (1759–63), Bošković je posjetio zvjezdarnice u Parizu i Greenwichu te se susreo s gotovo svim znamenitim astronomima toga doba. Bio je nazočan na sjednici pariške *Académie des sciences* na kojoj je J.-N. Delisle predstavio kartu svijeta s obilježnim vremenima i mjestima s kojih će se vidjeti → tranzit Venere 1761. i 1769. U Londonu se upoznao s izumom akromatskih leća, koje su ga toliko impresionirale da je sljedećih 20 godina svoj znanstveni rad usmjerio prema njihovu razumijevanju, usavršavanju optičkih (astronomskih) instrumenata i razradi optičkih teorija.

Bošković je bio osnivač i prvi ravnatelj → Zvjezdarnice u Breri, za koju je napisao



Zidni kvadrant koji se (od 1768) upotrebljavao u Zvjezdarnici u Breri, časopis: *Ephemerides astronomicae*, 1781.



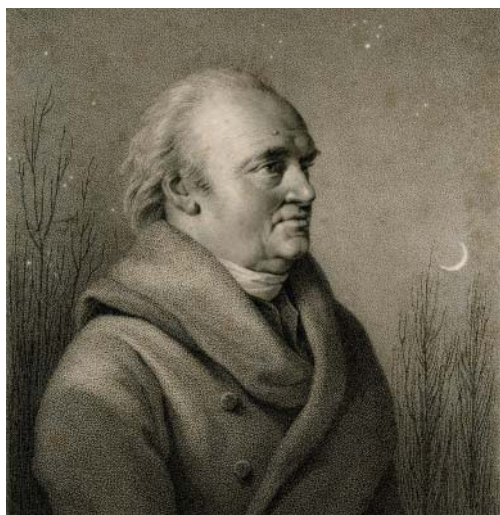
Staza nove zvijezde za koju je Bošković ustvrdio da je planet, poslije nazvan Uran, *Teorija o novoj zvijezdi opaženoj prvi put u Engleskoj*, 1782.

program znanstvenih istraživanja i astronomskih opažanja prema vlastitim interesima i dotadašnjim istraživanjima, te glavnim otvorenim pitanjima astronomije XVIII. stoljeća. Da je taj program proveden, brerska bi zvjezdarnica postala jedna od najboljih u Europi.

Bošković se bavio isključivo teleskopima refraktorima, a nije radio s reflektorima. Intenzivno se bavio optičkim istraživanjima radi usavršavanja teleskopa s akromatskim lećama, pronalazio je nove metode verifikacije (provjere ispravnosti mjerenja) i rektifikacije (dovođenja u ispravno stanje) astronomskih instrumenata, što je bilo posebno važno u doba njihove ručne izrade. Svojim je novim metodama ispitivanja provjeravao razdiobu na rubu astronomskih instrumenata, ravninu na kojoj se nalazi razdioba i položaj osovina instrumenata. Razvio je → Boškovićeve diferencijalne formule sferne trigonometrije. Planirao je mjeriti aberaciju svjetlosti → teleskopom s vodom kako bi odredio je li svjetlost valne ili čestične prirode. Kada je 1772. odlukom Bečkoga dvora uprava Zvezdarnice povjerena astronomu L. Lagrangeu, a iz njezina rada isključen njegov pomoćnik F. Puccinelli, Bošković je iz protesta napustio milansku katedru.

F. W. Herschel je 1781. otkrio novo nebesko tijelo za koje se u početku mislilo da je novi komet, a J. J. L. de Lalande je već 16. V. 1781. na sjednici pariške *Académie des sciences* izvijestio da je Bošković odredio elemente staze »komete«. Svoju je metodu određivanja paraboličkih putanja kometa primijenio na novo tijelo, ali rezultati nisu bili zadovoljavajući pa je zaključio da je → putanja nebeskoga tijela najvjerojatnije kružna, te da je tijelo jako daleko. Budući da se kometi ne gibaju po kružnim putanjama i da se na udaljenosti od približno 19 srednjih udaljenosti Zemlja–Sunce ne vide, Bošković je među prvima pretpostavio da je otkriveno tijelo novi planet.

U pet velikih svezaka *Djela koja se odnose na optiku i astronomiju* (1785) Bošković je iznio svoje ranije rasprave, nadopunio ih, promijenio, a neke i nanovo napisao. U prvim dvama svescima, posvećenim optici, iznio je opću optičku teoriju i primjenu na okularima, dalekozorima, teleskopima i mikrometrima. U trećem svesku iznio je svoje metode za određivanje putanja kometa, s posebnim osvrtom na slučaj Urana. U četvrtom svesku opisao je metode verifikacije mjerenja i rektifikacije astronomskih instrumenata, a peti svezak posvetio je različitim astronomskim



F. W. Herschel

problemima (rotacija Sunca, gibanje Saturna, gravitacija Zemlje) te mu dodao popularno-znanstveni članak *Kratki prikaz astronomije za mornara* (*Notice abrégée de l'astronomie pour un Marin*) te dodatke metodama određivanja putanja kometa.

LIT: — R. Bošković i Ch. Maire: De litteraria expeditione per pontificiam ditionem ad dimetiendos duos meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam, jussu, et auspiciis Benedicti XIV. Pont. Max. suscepta a Patribus Societatis Jesu Christophoro Maire et Rogerio Josepho Boscovich. Rim 1755. — R. Bošković: Teoria del nuovo astro osservato prima in Inghilterra. U: *Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana*, Verona 1782., 1, str. 55–82. — S. Hondl: Bošković i fotometrija. *Almanah Bošković*, 1956, str. 81–108. — N. Čubranić: Geodetski rad Ruđera Boškovića. Zagreb 1961. — Ž. Marković: Rude Bošković, 1–2. Zagreb 1968–69. — R. Bošković: Teorija prirodne filozofije. Zagreb 1974. — Ž. Dadić: Ruđer Bošković. Zagreb 1987. — B. Franušić: The analysis of Bošković's astronomy for the mariner. Zbornik radova međunarodnog znanstvenog skupa o Ruđeru Boškoviću. Dubrovnik 5–7. X. 1987., Zagreb 1991, str. 95–106. — R. G. Boscovich: Lettere ad Anton Mario Lorgna 1765–1785. U: *Documenti Boscovichiani*, 1. Rim 1988, str. 142. — R. Bošković: Pomrčine Sunca i Mjeseca. Zagreb 2007.

R. Brajša, D. Špoljarić, T. Kren i D. Krajnović

beskonačnost, matematički pojam kojim se opisuju neograničeni objekti i veličine. Pod veličinama se podrazumijevaju matematičke i fizičke veličine, tj. brojčano opisiva svojstva stvarno, fizički postojećih objekata i apstraktnih objekata. Beskonačno malene ili infinite-

zimalne veličine (veličine koje su proizvoljno bliske nuli) karakteristične su za diferencijalni i integralni račun, a precizno baratanje njima uvedeno je u prvoj polovici XIX. st. Beskonačno veliki brojevi i beskonačni skupovi formalno su opisani u drugoj polovici XIX. st., kad je njemački matematičar G. Cantor utemeljio teoriju skupova.

Boškovićeva promišljanja o beskonačno (ili neizmjereno) malenim i beskonačno velikim veličinama preteča su suvremenoga poimanja beskonačnosti u matematici. Svoje shvaćanje takvih veličina prvi je put izložio u radu *O prirodi i uporabi beskonačno velikih i beskonačno malenih veličina* (1741). Smatrao je da u stvarnosti ne postoji veličina koja bi sama po sebi bila neizmjereno malena ili neizmjereno velika. Kako je \rightarrow Boškovićevih čestica konačno mnogo, a one realno postoje i nalaze se na konačnim međusobnim razmacima, te kako ne postoji prostor izvan materijalnoga svijeta koji se sastoji od čestica tvari, slijedi da je i prostor konačan.

Problematikom beskonačnosti Bošković se bavio u više svojih djela. U djelu *O zakonu neprekinutosti* (1754), u kojem je među ostalim istraživao vezu između pojmova \rightarrow neprekidnosti i beskonačnosti, napisao je: »jednakost se može promatrati kao beskonačno mala nejednakost u kojoj je razlika manja od bilo koje dane«.

Bošković dopušta neizmjereno velike i neizmjereno malene veličine u smislu »neodređeno malene« i »neodređeno velike«, tj. onakve kakve je moguće zamisliti da se mogu smanjivati ili povećavati bez ograničenja. Njegov je pristup dinamički: za svaku danu veličinu moguće je naći manju ili veću od nje i tako doći do proizvoljno malenih, odnosno proizvoljno velikih veličina, iako ne postoji konkretna veličina koja bi bila beskonačno malena odnosno beskonačno velika. Boškovićev je pristup blizak suvremenomu shvaćanju beskonačno malenih veličina kao onih koje se proizvoljno približavaju nuli, pri čem nije moguće reći koliko one točno iznose.

U djelu *O prirodi i uporabi beskonačno velikih i beskonačno malenih veličina* (1741) Boš-