

on-line >>> [www.alnari.rs](http://www.alnari.rs)  
mail to >>> [office@alnari.rs](mailto:office@alnari.rs)

Naziv originala:  
Stephen Hawking  
ON THE SHOULDERS OF GIANTS

Copyright © 2004 by Stephen Hawking  
Translation Copyright © 2011 za srpsko izdanje Alnari d.o.o.

ISBN 978-86-7710-577-8

# NA PLEĆIMA DIVOVA

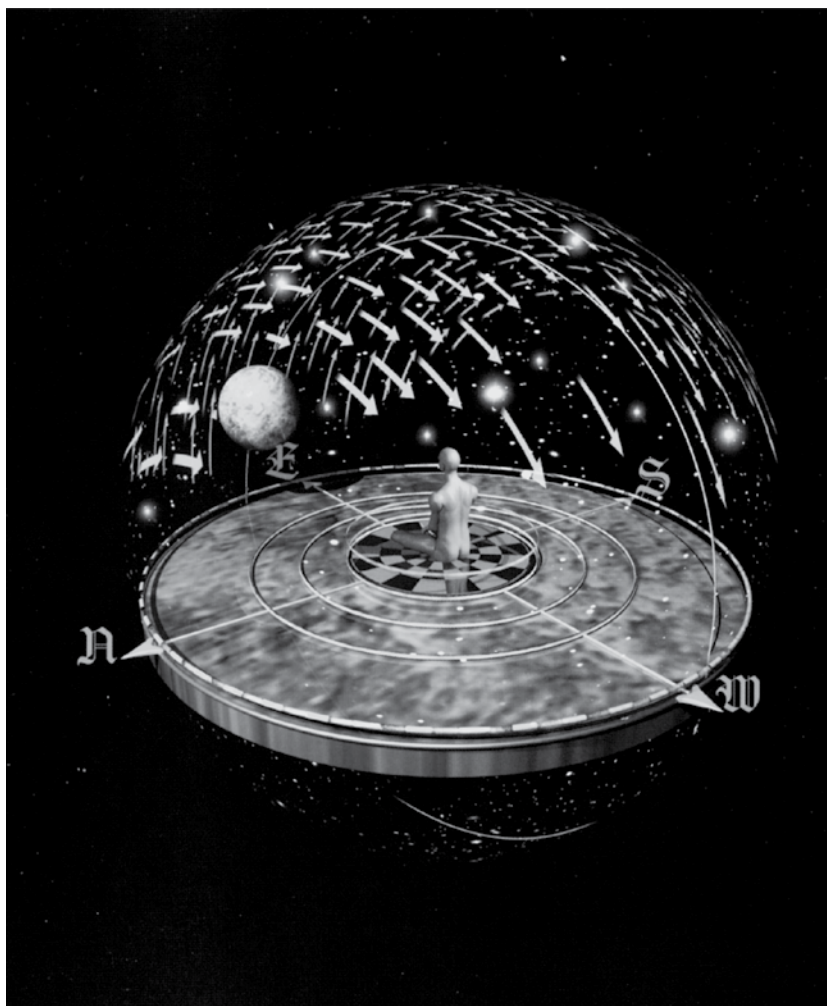
*Posebno izdanje za kolekcionare*

STIVEN HOKING

Preveo Ivan Jovanović

alnari  
PUBLISHING

Beograd, 2011.



*Ptolemejevo viđenje Sunca, planeta i zvezda odavno je odbačeno, ali naša gledišta i dalje su ptolomejska. Gledamo ka istoku kako bismo videli izlazak Sunca (iako je ono stacionarno u odnosu na Zemlju); i dalje posmatramo kako se nebesa kreću iznad nas i služimo se severnim, južnim, istočnim i zapadnim pravcem, ne mareći za činjenicu da je naša Zemlja okrugla.*

## UVOD

„*Ako sam video dalje od drugih, to je stoga što sam stajao na plećima divova*“, pisao je Isak Njutn u pismu upućenom Robertu Huku godine 1676. Iako je Njutn mislio na svoje otkriće u vezi sa optikom a ne daleko važniji rad na teoriji gravitacije i zakonima kretanja, to je sasvim prikladan komentar na to kako je nauka, a i čitava civilizacija, serija postepenih napredovanja, koja se oslanjaju na ona prethodna. Upravo je to tema ove fascinantne knjige, koja nam originalnim tekstovima iscrtava evoluciju naše predstave o nebesima – od revolucionarnih tvrdnji Nikole Kopernika da se Zemlja okreće oko Sunca do jednako revolucionarnih ideja Alberta Ajnštajna da su prostor i vreme zakrivljeni i pod uticajem mase i energije. U pitanju je opčinjavajuća priča jer su i Kopernik i Ajnštajn izazvali temeljne promene u onome što mi doživljavamo kao poredak stvari. Nestalo je naše povlašćeno mesto u središtu vaseljene, nestale su večnost i sigurnost, kao i apsolutni prostor i vreme.

Nije ni čudo što su obe teorije naišle na žestoko protivljenje: u slučaju Kopernikove teorije reč je bila o inkviziciji, a u slučaju relativiteta radilo se o

nacistima. Aristotelovu i Ptolemejevu sliku sveta, u kojoj je Zemlja u središtu a Sunce se vrti oko nje, uglavnom smatramo primitivnom, međutim, ne bi trebalo da nipodaštavamo njihov model, koji je sve samo ne prost. On je uključivao Aristotelovu dedukciju da je Zemlja okrugla lopta a ne ravna ploča, a bio je i prilično precizan u obavljanju svoje glavne funkcije – predviđanju budućih položaja nebeskih tela za astrološke svrhe. Zapravo, bio je otprilike jednako tačan kao jeretička ideja koju je 1543. godine izložio Kopernik, i koja je glasila da se Zemlja i ostale planete kreću u kružnim orbitama oko Sunca.

Galileju je Kopernikova ideja bila ubedljiva ne samo jer se bolje uklapala sa primećenim položajima planeta, već i zbog svoje jednostavnosti i elegancije, za razliku od komplikovanih epiciklusa Ptolemejevog modela. U *Dijalogima u vezi sa dve nove nauke*, Galilejevi likovi, Salvijati i Sagredo, izlažu ubedljive argumente kao podršku Koperniku. Ali i dalje je bilo moguće da njegov treći lik, Simplicio, brani Aristotela i Ptolemeja i tvrdi da je Zemlja stacionarna a da se Sunce vrti oko nje.

Tek je Kepler dao precizniji model sa Suncem u centru, a Njutn izložio zakone kretanja po kojima je geocentrična predstava naposljetku izgubila sav kredibilitet. Bila je to velika promena našeg sagledavanja vaseljene: Ako nismo u središtu, da li je naše postojanje uopšte bitno? Zašto bi Bog ili zakoni prirode marili šta se dešava na trećem kamenu od Sunca, gde nas je Kopernik postavio? Savremeni naučnici natkopernikovali su Kopernika tražeći opise vaseljene u kojoj čovek (u starom smislu, pre pojave političke korektnosti) ne igra nikakvu ulogu. Iako je ovom

pristupu pošlo za rukom da otkrije objektivne bezlične zakone koji vladaju vasseljenom, nije (bar za sada) objasnio zašto je vasseljena baš ovakva, a ne neka od mnogih drugih mogućih vasseljena koje bi takođe bile konzistentne sa zakonima.

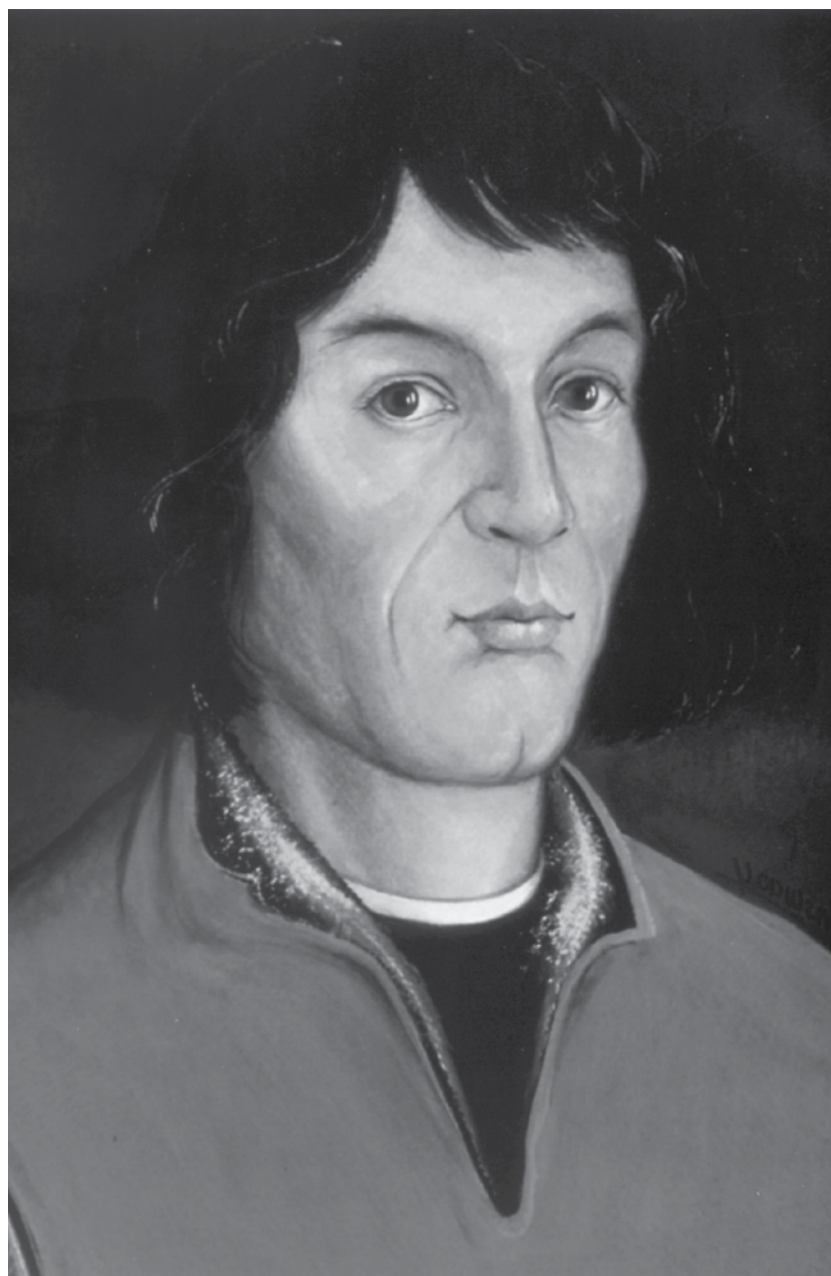
Neki naučni tvrde da je ovaj neuspeh samo uslovan, i da ćemo s vremenom doći do konačne ujedinjene teorije, koja će na jedinstven način opisati stanje vasseljene, snagu gravitacije, masu i naboj elektrona i tako dalje. Međutim, mnoge odlike vasseljene (kao činjenica da smo mi na trećem kamenu, a ne na drugom ili četvrtom) izgleda da su arbitrarne i slučajne a ne činoci velike jednačine. Mnogi ljudi (uključujući i mene) smatraju da pojava tako komplikovane i uređene vasseljene na osnovu jednostavnih zakona zahteva da se u priču uvede nešto što se zove antropski princip, koji nas vraća na centralni položaj, na kojem nismo bili još od Kopernikovog vremena. Antropski princip zasnovan je na očiglednoj činjenici da mi sada ne bismo postavljali pitanja u vezi sa prirodom vasseljene da ta vasseljena ne sadrži zvezde, planete i stabilna hemijska jedinjenja, što su sve preduslovi za (inteligentan?) život. Ako bi konačna teorija uspela da da jedinstveni opis stanja vasseljene i njene sadržine, bila bi izvanredna slučajnost da ta vasseljena dozvoljava mogućnost života.

Međutim, delo poslednjeg velikog mislioca u ovoj knjizi, Alberta Ajnštajna, rađa novu mogućnost. Ajnštajn je igrao važnu ulogu u razvoju kvantne teorije koja kaže da neki sistem nema samo jednu istoriju, kao što se to misli. Mesto toga, taj sistem ima svaku moguću istoriju i neke verovatnoće. Ajnštajn je skoro sam iznedrio opštu teoriju relativiteta,

u kojoj su prostor i vreme zakrivljeni i postaju dinamični. To znači da su i oni podložni kvantnoj teoriji i da sama vasseljena ima svaki mogući oblik i istoriju. Većina tih istorija pokazala bi se neprikladnom za nastanak života, ali mali broj njih odlikuje se svim potrebnim uslovima. Nije bitno što tih nekoliko vasseljena ima malu verovatnoću nastanka u odnosu na one druge: u beživotnim vasseljenama nema nikog ko bi mogao da ih posmatra. Dovoljno je da postoji bar jedna istorija u kojoj dolazi do nastanka života, a mi smo dokaz tome. Mada, pitanje je da li smo i dokaz inteligencije. Njutn je rekao da je *stajao na plećima divova*. Ali ova knjiga pokazuje da naše znanje ne napreduje samo laganim i ravnomernim unapređivanjem prethodnih radova. Ponekad, kao što je to bio slučaj sa Kopernikom i Ajnštajnom, moramo da načinimo intelektualni skok ka novoj slici sveta. Možda je Njutn trebalo da kaže: *Poslužio sam se plećima divova kao odskočnom daskom*.



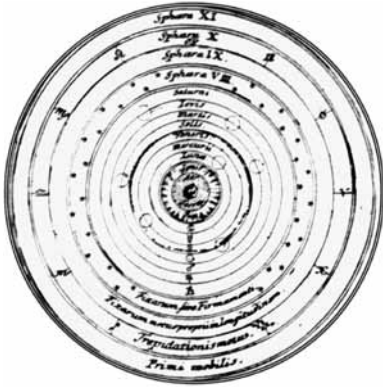
Nikola Kopernik  
(1473–1543)



## ŽIVOT I DELO

Nikola Kopernik bio je poljski sveštenik i matematičar koji je živio u šesnaestom veku. Za njega se često kaže da je otac moderne astronomije. To mu se pripisuje jer je prvi zaključio da se planete i Sunce ne vrte oko Zemlje. Pretpostavke o heliocentričnoj vaseseljeni postojale su još u vreme Aristarha (230. p.n.e.), ali pre Kopernika ta zamisao nije uzimana za ozbiljno. Da bi se shvatio Kopernikov doprinos nauci, važno je uzeti u obzir religijske i kulturološke implikacije njegovog otkrića u vreme u kojem je živio.

Još u četvrtom veku pre nove ere grčki mislilac i filozof Aristotel (384–322 p.n.e.) u svojoj knjizi, *O nebesima (De Caelo)*, dao je postavke planetarnog sistema i došao do zaključka da je svet kružnog, a ne pljosnatog oblika, zato što je Zemljina senka na Mesecu tokom pomračenja uvek okrugla. Takođe je izneo pretpostavku da je Zemlja okrugla jer će se prilikom posmatranja broda koji plovi ka pučini primetiti da se sa vidika najpre gubi trup, pa tek onda jedra nestaju sa horizonta.



Ptolemejev  
geocentrični model  
vaseljene.

Po Aristotelovoj geocentričnoj viziji, Zemlja je stacionarna a planete Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn, kao i Sunce i Mesec u cirkularnim orbitama kruže oko Zemlje. Aristotel je takođe verovao da su zvezde fiksirane za nebesku sferu, a po njegovoj meri razdaljine u vaseljeni nisu bile dalje od Saturnove orbite. Verovao je u savršeno kružno kretanje i imao valjanih dokaza u prilog svom verovanju da je Zemlja stacionarna. Kamen bačen sa vrha kule pao bi pravo dole, a ne ka zapadu, što bi se dalo očekivato da se Zemlja obrće od zapada ka istoku. (Aristotel nije razmatro mogućnost da i kamen učestvuje u Zemljinoj rotaciji). U pokušaju da kombinuje fiziku sa metafizikom, Aristotel je došao do teorije „primarnog pokretača“, po kojoj je neka mistična sila odnekud iza fiksnih zvezda bila uzrok kružnom kretanju koje on primetio. Ovaj model vasseljene zdušno su prihvatili teolozi, koji su često smatrali da su primarni pokretači zapravo anđeli, pa je tako Aristotelova vizija trajala stolicima. Mnogi savremeni mislioci smatraju da je sveopšta prihvaćenost ove teorije od verskih vlasti sputavala napredak nauke, jer dovesti u pitanje Aristotelovu teoriju bilo je isto što i osporiti autoritet same crkve.

Pet stoleća nakon Aristotelove smrti jedan Egipćanin po imenu Klaudije Ptolemej (87–150 n.e.) stvorio je model vasseljene koji je sa većom preciznošću predviđao kretanje i postupke nebeskih sfera.

Kao i Aristotel, Ptolemej je vjerovao da je Zemlja stacionarna. Predmeti padaju ka središtu Zemlje, smatrao je on, jer Zemlja mora da je centar vaseljene. Ptolemej je vremenom razvio sistem po kome se nebeska tela kreću oko cirkumference sopstvenih epiciklusa (krug u kojem se planeta kreće i koji ima središte koje se istovremeno pomera na cirkumferenci većeg kruga). Da bi ovo postigao, on je Zemlju postavio neznatno van centra vaseljene i taj novi centar nazvao „ekvant“ – što je zamišljena tačka koja mu je bila od pomoći da predvidi kretanje planeta. Proizvoljno određivši veličinu krugova, Ptolemeju je bolje polazilo za rukom da predvidi kretanja nebeskih tela. Zapadno hrišćanstvo nije imalo većih zamerki na Ptolemejev geocentrični sistem, jer je u njemu sa one strane fiksiranih zvezda bilo dovoljno prostora za raj i pakao, tako da je crkva prihvatila Ptolemejev model vaseljene kao jedini istinit.

Aristotelova i Ptolemejova predstava kosmosa bila je, uz nekoliko značajnih izmena, preovlađujuća tokom više od hiljadu godina. Tek je 1514. godine poljski sveštenik Nikola Kopernik oživeo heliocentrični model vaseljene. Kopernik je to predložio samo kao model za izračunavanje položaja planeta, jer je bio zabrinut da će ga crkva proglasiti za jeretika ako izjavi da je to zapravo opis stvarnosti. Kopernik je tokom svog proučavanja kretanja planeta postao ubeđen da je Zemlja samo još jedna planeta



*Kopernikov  
heliocentrični  
model vaseljene.*



*Pomračenje Meseca  
1500. godine potaklo  
je Kopernikovo  
zanimanje za  
astronomiju.*

a da je Sunce središte vaseljene. Ta hipoteza postaće poznata kao heliocentrični model. Kopernikovo otkriće označilo je jednu od najvećih promena gledišta u istoriji sveta, otvorilo put nastanku savremene astronomije i na bezbroj načina uticalo na nauku, filozofiju i religiju. Vremešni sveštenik oklevao je da obznani svoju teoriju, da ne bi kod crkvenih vlasti izazvao gnevnu reakciju, pa je svoj rad krio od svih, izuzev nekolicine astronoma. Kopernikovo remekdelo *De Revolutionibus* objavljeno je dok je ležao na samrti, godine 1543. Nije dovoljno dugo poživio da vidi kakav će kaos izazvati njegova heliocentrična teorija.

Kopernik je rođen 19. februara 1473. godine u Torunu u Poljskoj, u porodici trgovaca i činovnika koji su veoma držali do obrazovanja. Njegov ujak, Lukas Vacenrod, knez-biskup od Ermlanda, postarao se da njegov nećak dobije najbolje akademsko obrazovanje u Poljskoj. Godine 1491. Kopernik se

upisao na univerzitet u Krakovu, gde se četiri godine bavio opštim studijama pre no što je otputovao u Italiju kako bi tamo učio zakon i medicinu, što je bila uobičajena praksa za poljsku elitu tog vremena. Dok je studirao na univerzitetu u Bolonji (gde će kasnije postati profesor astronomije), Kopernik je stanovao u domu Domenika Marija de Novara, čuvenog matematičara koji će vremenom postati Kopernikov učitelj. Novara je bio kritičar Ptolemeja, na čiju je drugovekovnu astronomiju gledao sa skepticizmom. Novembra 1500. godine, Kopernik je u Rimu prisustvovao pomračenju meseca. Iako je sledećih nekoliko godina u Italiji proveo izučavajući medicinu, nikada nije izgubio opčinjenost astronomijom.

Nakon što je dobio titulu doktora kanonskog prava, Kopernik se bavio medicinom u Halzbergu, gde je živeo njegov ujak. Članovi kraljevske porodice i crkveni velikodostojnici tražili su da ih leči, ali Kopernik je veći deo vremena provodio pomažući siromašnima. Godine 1503. vratio se u Poljsku i uselio u ujakovu biskupsku palatu. Tu se bavio administrativnim pitanjima dijeceze, a služio i kao savetnik svog ujaka. Nakon ujakove smrti 1512. godine, Kopernik se trajno preselio u Frauenburg i tu je ostatak života proveo radeći kao sveštenik. Ali čovek koji je bio učen u matematici, medicini i teologiji tek je počinjao sa radom koji će ga proslaviti.

Marta 1513. godine, Kopernik je kupio 800 komada građevinskog kamenja i bure kreča kako bi sagradio kulu za osmatranje. U njoj se služio astronomskim instrumentima kao što su kvadranti, paralakti i astrolabi kako bi posmatrao Sunce, Mesec i zvezde. Sledeće godine napisao je kratak *Komentar*



*PTOLOMEJ KORISTI  
ASTROLAB*

*Ptolemeja su često mešali sa egipatskim kraljevima, pa se često prikazuje sa krunom.*



*Teologija i Astronomija razgovaraju. Crkva je očekivala da astronomske teorije budu konzistentne sa verskim učenjem.*

teorije kretanja nebeskih tela na osnovu njihovog rasporeda (*De Hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus*), ali nije objavio taj rukopis već ga je diskretno razdelio najboljim prijateljima. Komentar je zapravo bio prvi pokušaj širenja astronomske teorije da se Zemlja kreće a da je Sunce stacionarno. Kopernik je postao nezadovoljan aristotelско-ptolomejskim astronomskim sistemom koji je vekovima dominirao na zapadu. Smatrao je da središte Zemlje nije centar vaseljene, već samo centar Mesečeve orbite. Kopernik je vremenom počeo da veruje da su promene u uočenom kretanju planeta rezultat Zemljine rotacije oko sopstvene ose i putovanja po svojoj orbiti. „Okrećemo se oko Sunca“, rekao je u *Komentaru*, „kao svaka druga planeta.“

Iako je Aristarh još u trećem veku pre nove ere izneo pretpostavku heliocentrične vaseljene, teolozima i intelektualcima više je prijala geocentrična teorija, koja nikada nije istinski dovedena u pitanje. Kopernik se mudro uzdržao od objavljivanja svojih viđenja, gledajući da tiho radi na svojim idejama izvedeci matematičke jednačine i crtajući složene dijagrame. Sa svojim teorijama upoznao je samo uzak krug bliskih prijatelja. Kada je godine 1514. papa Lav X naredio biskupu Pavlu od Fosombrona da od Kopernika zatraži mišljenje o reformi kalendara, poljski astronom odgovorio je da je znanje o kretanju Sunca i Meseca u odnosu sa dužinom godine nedovoljno da bi imalo značaja za reformu. Međutim, Kopernik mora da je bio preokupiran tim izazovom, jer je kasnije pisao papi Pavlu III, istom papi koji je angažovao Mikelandela da oslika Sistinsku kapelu, i u pismu izneo neka zapažanja koja će kasnije poslužiti





kao osnova za donošenje gregorijanskog kalendara sedamdeset godina dočnije.

Svejedno, Kopernik se bojao da se izloži preziru naroda i crkve, tako da je godinama u tajnosti radio na ispravljanju i proširivanju *Komentara*. Rezultat je bio *O revoluciji nebeskih sfera* (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*). Rad je bio završen 1530. godine, ali na objavljivanje je čekao punih trinaest godina. Mogućnost crkvene osude nije bio jedini razlog Kopernikovog oklevanja da objavi svoje delo. Kopernik je bio perfekcionista i smatrao je da njegova otkrića imaju stalnu potrebu za verifikacijom i revizijom. Nastavio je da drži predavanja zasnovana na principima svoje planetarne teorije, a čak se pojavio i pred papom Klementom VII, koji je odobrio

*Ljudi koje je inkvizicija osudila bivali su spaljivani.*

njegov rad. Godine 1536. Klement je uputio formalan zahtev Koperniku da objavi svoje teorije. Ali tek je jednom bivšem učeniku, dvadesetpetogodišnjem Georgu Joahimu Retiku iz Nemačke, koji se odrekao katedre matematike u Vitenbergu kako bi učio od Kopernika, pošlo za rukom da svog učitelja ubedi da objavi *O revoluciji*. Godine 1540. Retik je pomogao u priređivanju tog dela i odneo rukopis jednom luteranskom štamparu u Nirnbergu, što je značilo rođenje kopernikanske revolucije.

Kada se *O revoluciji* godine 1543. pojavila iz štampe, smesta su je napali protestantski teolozi koji su smatrali da je premisa heliocentrične vaseljene nebiblijska. Kopernikove teorije, smatrali su oni, mogle bi da navedu ljude na verovanje da su samo deo prirodnog poretka, a ne gospodari prirode, centar oko kojeg je priroda uređena. Baš zbog tog svešteničkog protivljenja, a možda i zbog opšte neverice u mogućnost neogeocentričnog univerzuma, između 1543. i 1600. godine svega je desetak naučnika prihvatilo Kopernikovu teoriju. Svejedno, Kopernik ništa nije učinio kako bi rešio glavni problem sa kojim se suočava svaki sistem u kojem se Zemlja vrti oko svoje ose (i okreće oko Sunca), što će reći, kako to zemaljska tela ostaju na rotirajućoj Zemlji. Mogući odgovor na to pitanje predložio je Đordano Bruno, italijanski naučnik i zakleti kopernikanac, koji je izneo pretpostavku da svemir možda nema granice i da je sunčev sistem samo jedan od mnogih takvih sistema u vaseljeni. Bruno je se takođe bavio nekim čisto spekulativnim područjima astronomije koje Kopernik nije razrađivao u *O revoluciji*. U svojim radovima i predavanjima italijanski naučnik zastupao je stav da

u vaseljeni postoji beskonačan broj svetova sa inteligentnim životom, od kojih su neki možda i superiorniji u odnosu na ljude. Zbog takve drskosti Bruno je došao u sukob sa inkvizicijom, koja mu je sudila i proglasila ga krivim za jeres. Spaljen je na lomači 1600. godine.

Međutim, Kopernikovo delo nije imalo neposrednog uticaja na astronomiju njegovog doba. U svojoj knjizi Kopernik nije zapravo izložio model heliocentričnog sistema, već heliostatičnog. Smatrao je da Sunce nije baš tačno u središtu vaseljene, već samo blizu njega, čime bi se objasnile varijacije u retrogresiji i intenzitetu svetlosti. Smatrao je da se Zemlja tokom dana jednom okrene oko svoje ose, a jednom godišnje oko Sunca. U prvom od šest delova svoje knjige napao je Ptolemejev sistem, po kome se sva nebeska tela nalaze u orbiti oko Zemlje, i postavio pravilan heliocentrični poredak: Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn (šest planeta poznatih u to vreme). U drugom delu Kopernik se poslužio matematikom (što će reći epiciklusima i ekvantima) kako bi objasnio kretanja zvezda i planeta. Takođe je došao do zaključka da se kretanje Sunca poklapa sa Zemljinim. Treći deo donosi matematičko objašnjenje ravnodnevice, koje Kopernik pripisuje Zemljinoj rotaciji oko svoje ose. Preostali delovi *O revoluciji* usredsređeni su na kretanje planeta i Meseca.

Kopernik je bio prvi koji je tačno odredio položaj Venere i Merkura i precizno ustanovio poredak i udaljenost poznatih planeta. Uvideo je da su dve planete (Venera i Merkur) bliže Suncu i primetio da imaju bržu revoluciju.



*Kopernik drži model svoje heliocentrične teorije vaseljene.*

Pre Kopernika smatralo se da je Sunce samo još jedna planeta. Postavljanja Sunca u centar planetarnog sistema bilo je početak kopernikanske revolucije. Pošto je Zemlju izmestio iz središta vaseljene, Kopernik je bio primoran da se pozabavi i teorijom gravitacije. Pre Kopernika objašnjenja gravitacije zasnivala su se na postojanju jednog-jedinog gravitacionog centra (Zemlje), ali Kopernik je postavio teoriju da svako nebesko telo ima sopstvenu gravitaciju i da svi teški objekti teže ka sopstvenom centru. To će vremenom dovesti do nastanka teorije univerzalne gravitacije, ali značaj te ideje nije bio smesta uočljiv.

Do 1543. godine Kopernik je postao paralizovan u desnoj strani tela i bio je fizički i psihički veoma slab. Čovek koji je očigledno bio perfekcionista nije imao izbora no da u poslednjoj fazi štampanja kontroli nad svojim delom *O revoluciji* prepusti svom učeniku, Georgu Retiku. Međutim, kada je Retik primoran da napusti Nirnberg, rukopis je pao u ruke luteranskog teologa Andreasa Ozijandera. Ozijander je, težeći da umiri zastupnike geocentrične teorije, u tekst uneo nekoliko izmena bez Kopernikovog znanja i saglasja. Ozijander je na naslovnu stranu stavio reč *hipoteza*, izbacio neke veoma bitne delove i dodao sopstvene rečenice koje su ublažile značaj i kredibilitet dela. Priča se da je Kopernik na smrtnoj postelji primio primerak štampane knjige, ali da nije znao za Ozijanderove izmene. Njegove ideje su skoro stotina godina bile relativno malo poznate, ali sedamnaesto stoleće doneće ljude kao što su Galileo Galilei, Johan Kepler i Isak Njutn, koji su vođeni Kopernikovom teorijom heliocentrične vaseljene u potpunosti uništili aristotelovske ideje. Mnogo ljudi je