

9. Aristotelova filozofija prirode u srednjem vijeku

- 9.1. Islamska znanost
- 9.2. Europski prevoditeljski pokret
- 9.3. Prijepori o Aristotelovoj filozofiji u 13. stoljeću
 - 9.3.1. Sporna mjesta
 - 9.3.2. Vjera i razum: skolastika
 - 9.3.3. Radikalni aristotelizam i osude
 - 9.3.4. Vjera i razum nakon 1277. godine: antiskolastički filozofi
- 9.4. Pojam brzine
 - 9.4.1. Brzina kao intenzitet gibanja
- 9.5. Kinematika
- 9.6. Geometrijski prikaz gibanja
- 9.7. Gibanje projektila i impetus
 - 9.7.1. Ivan Filipon i utisnuta sila
 - 9.7.2. Avicena i inklinacija
 - 9.7.3. Ivan Buridan i impetus
- 9.8. Dinamika
 - 9.8.1. Kvantificiranje dinamike
- 9.9. Teorija tvari
- 9.10. Kozmologija
 - 9.10.1. Onkraj neba
 - 9.10.2. Nebeski pokretači
 - 9.10.3. Zemlja i njezina vrtnja

Što se tiče Aristotelovog utjecaja na razvoj znanosti u zapadnoj Europi, mjestu nastanka moderne fizike, vidjeli smo da je Platonova filozofija bila dominantna u srednjovjekovnoj Europi od ranoga srednjeg vijeka do 12. stoljeća. U to je doba Aristotelova filozofija prirode u Europi posve nepoznata. Aristotelova filozofija prirode je pak dominirala od 13. do 15. stoljeća. Prije svaga treba reći kako je filozofija koja je bila zaboravljena postala temelj srednjovjekovne europske znanosti. Aristotelova filozofija je imala neobičnu sudbinu i put do srednjovjekovnih Europskih učenjaka.

9.1. Islamska znanost

Kad je 632. godine umro Muhamed Arabija je već najvećim dijelom bila ujedinjena pod novom religijom. Muhamedovi nasljednici prenijeli su potom borbu za novo učenje daleko izvan granica Arabije. Godine 711. je Tarik prešao Gibraltar (*Džebel Tarik*) i uskoro su Arapi ovladali cijelom Španjolskom. Tako je nastala najveća država u dotadašnjoj povijesti – od Inda do Pirineja.

Kad su Arapi osvojili istočne provincije Rimskoga Carstva naišli su na tekovine i svjedočanstva grčke znanosti i osjetili su s vremenom njihov utjecaj. Arapi nisu tu grčku tradiciju preobrazili, ali su je očuvali. U 8. stoljeću su osnovali novi glavni grad, Bagdad. Grad je postao poznat po relativno intelektualnoj, sekularnoj i tolerantnoj klimi. Carstvo se počelo transformirati u centraliziranu državu, za što je bila potrebna administrativna birokracija. Takvu službu nisu mogli vršiti nepismeni ratnici pa su se kalifi okrenuli obrazovanim Perzijancima, a koji su pak bili impregnirani grčkom učenošću. Početkom 9. stoljeća je u Bagdadu osnovan istraživački institut, *Kuća mudrosti*, kao državna ustanova za prevođenje grčkih filozofskih i znanstvenih tekstova te je do 1000. godine gotovo čitav korpus grčke medicine, filozofije prirode, astronomije i matematike bio preveden na arapski.

Prevođenja grčkih znanstvenih tekstova na arapski su potaknuli vladari. Što su pripadnici muslimanskih vladajućih slojeva smatrali vrijednim u grčkoj znanosti? Zašto su Arapi poduzeli i proveli tako opsežan prevoditeljski posao, za razliku od Rimljana? Prije svega, učenim su Rimljanima, koji su dobro poznavali grčki jezik, grčka djela bila dostupna u originalu, a Arapima nisu. No islamska religijska ideologija nikada nije prigrlila znanje zbog njega samog; kao i u Rimu i srednjovjekovnoj Europi, znanost je prosuđivana prema korisnosti. Medicina je, primjerice, očigledno primjenljiva i prva je privukla pozornost. S druge strane, medicina u obliku učene grčke medicine zahtijeva filozofske temelje, napose filozofiju prirode. Prevoditelji i njihovi pokrovitelji su uvidjeli da potpuno ovladavanje grčkom medicinom zahtijeva šire poznavanje grčke misli, uključujući platoničku i aristotelisku filozofiju.

Znanstveni je pokret u islamu bio istaknut i dugotrajan. Arapska je znanost razvoj započela u Bagdadu, a od sredine 9. stoljeća do 13. stoljeća nalazimo dojmljiv znanstveni rad u svim glavnim disciplinama grčke znanosti. U međuvremenu su se znanosti razvile i u Španjolskoj pod arapskom vlašću, napose u Kordobi i u Toledu. Tu je znanost cvjetala u 11. i 12. stoljeću, a dominantna filozofja prirode bila je ona Aristotelova.

Neki povjesničari znanosti smatraju da su arapski znanstvenici bili vjerni sljedbenici Grka, ali da nisu bili originalni. U tako strogom obliku ta je tvrdnja pretjerana jer možemo nabrojati mnoge originalne doprinose islamskih matematičara i filozofa prirode. No ona nam ipak pomaže da uvidimo važnu odliku islamskih znanstvenih dostignuća. Gornja teza kaže da su islamski znanstvenici bili vjerni učenici grčkih znanstvenika, tj. da nisu bili pravi znanstvenici, već su samo slijedili uzore. No ta se teza može i obrnuti te tvrditi da su upravo time što su bili vjerni učenici Grka, muslimani ušli u zapadnu znanstvenu tradiciju i postali znanstvenici. Sljedbeništvo je po takvom gledanju odlučujuće za znanost. Muslimani nisu postali znanstvenici time što

su odbacili postojeću znanstvenu tradiciju, već upravo time što su se u nju uklopili.

Za muslimanskoga je znanstvenika biti sljedbenik značilo prihvatiti metodologiju i sadržaj grčke znanosti. Islamski su znanstvenici prihvatili i kodificirali obrazac znanosti iz kasne antike i nisu imali ni potreba ni ambicija da ga mijenjaju i revolucioniziraju. Islamska je znanost bila izgrađena na grčkim temeljima i postupala je po grčkim načelima. Muslimanski znanstvenici nisu htjeli početi od početka, već nastaviti i dovršiti grčko djelo, i bili su svjesni tog odnosa spram prošlosti i svoje pripadnosti postojećoj tradiciji. Smatrali su da trebaju dovršiti, popraviti i prenijeti postojeće antičko znanje. Primjerice Al-Biruni (973. – 1048.) kaže: »Trebamo se ograničiti na ono čime su se Drevni bavili i usavršiti ono što se daje usavršiti«. Oni su pravi nastavljači tradicije grčke filozofije prirode. To pokazuje da je u okviru te tradicije u to vrijeme još bilo dovoljno prostora za razvoj.

To ne znači da su inovacija i originalnost posve nedostajali. Muslimanski su učenjaci pokazali inovativnost i originalnost u ispravljanju, proširivanju, artikuliranju i primjeni postojećeg okvira, prije nego u oblikovanju novoga. Grčka je učenost tu zaživjela novim životom i nije tek prenesena bez izmjena. Islamska je znanost bjelodano nastavak grčke, ali je tu grčka znanost oživljena i proširena. Svojom djelatnošću islamski su učenjaci spasili grčku znanost od dekadencije i rezignacije u koju je zapala u doba kasnoga Rimskog Carstva.

9.2. Europski prevoditeljski pokret

Oživljavanje učenosti u srednjovjekovnoj Europi počelo je kao pokušaj da se izuče i uporabe tradicionalni latinski izvori. No tijekom 12. stoljeća taj je pokret preobražen unosom novih djela s novim idejama, prevedenih s grčkog i arapskog. Taj je novi materijal korjenito promijenio intelektualni život Zapada. Do tada se je zapadna Europa borila da umanjí intelektualne gubitke; sada se suočila s problemom asimiliranja novih ideja.

Razdvojenost Istoka i Zapada nikada nije bila potpuna – ratnici, putnici, trgovci, veleposlanici, čak i učenjaci, održavali su veze. Iako su, promatrani pojedinačno, ti kontakti bili od male važnosti, zajedno su s vremenom na Zapadu stvorili sliku islamskih zemalja, i manje Bizanta, kao posjednika velikog intelektualnog bogatstva. Zapadnim učenjacima željnih novog znanja postalo je jasno da je obraćanje tim intelektualno nadmoćnim kulturama najbolje što mogu učiniti. Između 9. i 12. stoljeća su dvorovi kalifa u Španjolskoj bili mjesta najviše kulture u Europi. Tu su muslimanski, židovski i kršćanski učenjaci pronalazili, skupljali i proučavali preostale primjerke spisa grčkih filozofa u knjižnicama kojima nije bilo ravna u kršćanskome svijetu. Tijekom 11. i 12. stoljeća počinju otud u kršćansku Europu prodirati latinski prijevodi arapskih i hebrejskih spisa. Posebno su uzbuđenje proizveli prijevodi i komentari Aristotelovih spisa, koji su prije bili nepoznati kršćanskomu svijetu.

Španjolska je imala prednost sjajne arapske kulture, bogatih arapskih knjižnica i kršćanskih zajednica pod muslimanskom vlašću koje su poslužile kao posrednik između dviju kultura. Kao posljedak kršćanskoga osvajanja Španjolske su središta arapske kulture došla u kršćanske ruke. Najvažnije takvo središte, Toledo, osvojeno je 1085. godine. Tijekom 12. stoljeća počelo je ozbiljno iskorištavanje njegovih knjižnica, djelomično zahvaljujući pokroviteljstvu lokalnih biskupa. Poticaj za prijevode bila je široko definirana korisnost. Medicina i astronomija su u 10. i 11. stoljeću pokazale put. Početkom 12. stoljeća je naglasak bio na astrološkim djelima i matematičkim raspravama koje su davale znanje potrebno za prakticiranje astronomije i astrologije. No medicina i astrologija su počivale na filozofiji, stoga je barem djelomično u drugoj polovici 12. st i u 13. st. pozornost usmjerena na Aristotelovu fiziku i metafiziku i na djela njegovih komentatora, uključujući muslimane Avicenu i Averoesa.

U slučaju većine grčkih djela to je isprva bio prijevod s arapskog, prijevod prijevoda, a prevoditelji, prije svega znalci jezika, često nisu jasno shvaćali smisao prevedenih djela pa je dolazilo do izobličavanja ideja i promjene smisla. Stoga se ubrzo pokazala potreba pronalaženja i prevođenja izvornih grčkih tekstova. Tako su već u 12. stoljeću s grčkog prevedena neka Aristotelova djela, a predođenje je nastavljeno u 13. stoljeću. Do kraja 12. stoljeća je latinski zapad došao u posjed najvećeg dijela grčkih i arapskih znanstvenih dostignuća, a praznine su popunjene u 13. stoljeću. Te su knjige brzo dospjele do glavnih obrazovnih središta, gdje su doprinijele obrazovnoj revoluciji.

9.3. Prijepori o Aristotelovoj filozofiji u 13. stoljeću

Početak 12. stoljeća počeli su kapati novi prijevodi s grčkog i arapskog, ali je njihov utjecaj još bio skroman. Krajem stoljeća kapanje je postalo bujica i europski učenjaci su se našli pred zadaćom organiziranja i asimiliranja goleme količine novog znanja. Postojanje tog novog znanja je temeljna odlika intelektualnoga života u 13. stoljeću, koja je odredila program što će okupirati najbolje učenjake tog stoljeća. Zadaća je bila suočiti se sa sadržajem prevedenih djela – ovladati znanjem koje sadrže, organizirati ga, procijeniti njegovu važnost, uvidjeti njegove posljedice, razrješiti njegova unutrašnja proturječja i primijeniti ga, gdje je to moguće, na postojeće probleme.

Novi su tekstovi bili zanimljivi zbog svojeg domašaja, intelektualne snage i korisnosti, ali su s druge strane bili poganskoga podrijetla. Učenjaci su pomalo otkrivali da oni sadrže teološki problematične tvrdnje. Način na koji su učenjaci 13. stoljeća pristupili novom materijalu i vještina s kojom su se nosili s njime trajno je pridonijela oblikovanju misli Zapada. Dobar dio tekstova nije bio problematičan. Tehničke rasprave o matematici, astronomiji, statici, optici, meteorologiji i medicini prihvaćene su s bezuvjetnim

oduševljenjem. One su bile ili superiorne svemu dotad poznatom ili su naprosto bile prve i jedine raspoložive: primjerice, Euklidovi *Elementi*, Ptolomejev *Almagest*, al-Kvarizmijeva *Algebra*, Alhazenova *Optika*.

Problemi su se pojavili u područjima šireg domašaja, koja su se upletala u svjetonazor ili u teologiju: kozmologija, fizika, metafizika, epistemologija, psihologija. Za ta su područja najveću težinu imala djela Aristotela i njegovih komentatora. Objašnjavačka snaga Aristotelova sustava bila je očigledna i snažno je privukla učenjake Zapada. Ali za te je prednosti trebalo platiti cijenu jer se Aristotelova filozofija neizbježno dotiče mnogih problema koji su već bili razmatrani na temelju mješavine platoničke filozofije i kršćanske teologije, mješavine koja se ukorijenila tijekom protekloga tisućljeća. Aristotelaska filozofija nije dospjela u intelektualni vakuum, već u otprije zauzet teritorij.

Većina Aristotelovih djela i neki komentari, posebice Avicenini, bila je prevedena do 1200. godine. Do 1210. godine ona su se pojavila u Parizu i Oxfordu. Tijekom nekoliko sljedećih desetljeća u Oxfordu nije bilo nikakvih prepreka sporom, ali stalnom rastu Aristotelova utjecaja. U Parizu su, međutim, problemi počeli rano. Pojavila se optužba da profesori filozofije nadahnuti Aristotelom poučavaju neke kršćanstvu neprihvatljive ideje. Stoga je koncil biskupa, koji se sastao u Parizu 1210. godine i koji je odrazio konzervativne stavove teološkoga fakulteta, izdao ukaz kojim se zabranjuje poučavanje aristotelске filozofije prirode na filozofskom fakultetu. Ukaz je obnovljen 1215. godine, ali se i dalje odnosio samo na Pariz. Papa Grgur IX. je 1231. godine priznao opravdanost zabrane iz 1210. i odredio da se Aristotelove knjige o filozofiji prirode ne smiju čitati na pariškom filozofskom fakultetu dok se ne istraže i očiste od sumnjivih pogrešaka: budući da ostale znanosti trebaju služiti teologiji, tj. mudrosti Svetoga pisma, vjernici se njima mogu baviti jedino ako su u skladu s Pismom. Papa je pritom priznao i korisnost i opasnost Aristotelove filozofije prirode, naglašava da zabranjene knjige sadrže »i korisne i beskorisne stvari«. Stoga je ovlastio povjerenstvo da ih istraži i ukloni »pogrešne ili uvredljive« tvrdnje, kako bi se ostatak mogao mirno izučavati. No čini se da se to povjerenstvo nikada nije sastalo i nikakva »pročišćena« verzija Aristotelovih djela nikad nije otkrivena. Kasnije prihvaćanje Aristotelove filozofije bilo je zasnovano na necenzuriranom djelu.

Dokumenti pokazuju da su te zabrane neko vrijeme bile djelomično učinkovite, ali isto tako da su oko 1240. godine počele gubiti na ozbiljnosti i snazi. Grgur IX. je umro 1241. godine, a profesori filozofije u Parizu su počeli uviđati da gube utrku s drugim sveučilištima, napose s Oxfordom. Vjerojatno su i aristotelaska logika, sama dostupnost aristotelске filozofije prirode i otkriće novih komentatora, napose Averoesa, podigli ugled aristotelске filozofije. Kako bilo da bilo, oko 1240. godine je Aristotelova filozofija prirode postala predmet nastave na pariškom filozofskom fakultetu. Godine 1255. je filozofski fakultet pak proglasio obveznom nastavu o svim poznatim Aristotelovim spisima. Aristotelova filozofija ne samo da si je osigurala mjesto u sveučilišnom nastavnom programu, već je postala jedan od njegovih glavnih elemenata.

9.3.1. Sporna mjesta

Pogledajmo koja su Aristotelova učenja bila sporna. S Aristotelovom metafizikom, fizikom, kozmologijom i psihologijom učenjaci Zapada su dobili moćno sredstvo za razumijevanje i raščlambu svijeta. Problem nije bio kako iskorijeniti aristotelske utjecaje, već kako ih pripitomiti, kako izaći na kraj sa spornim mjestima i ustanoviti granice, tako da se aristotelska filozofija stavi u službu kršćanstva.

Neki od očiglenih problema bili su sljedeći:

- 1) Po Aristotelu svemir je vječan, nije stvoren. Kršćanski čitatelji nisu mogli tek tako prijeći preko toga.
- 2) Unutar aristotelskoga poimanja svijeta nema prostora za čuda. Takve determinističke tendencije bile su shvaćene kao prijetnja kršćanskom nauku o slobodi, svemoći i providnosti Boga.
- 3) Po Aristotelu duša ne može opstojati neovisno o tijelu. U trenutku smrti duša prestaje opstojati, što je suprotno kršćanskom učenju o besmrtnosti duše.

Gornje tvrdnje nisu bile izolirane. Pristaše aristotelizma su općenito pokazivali sklonost da prošire domašaj racionalne djelatnosti, naturalističkog objašnjenja i aristotelskog dokazivanja. Kad je takva filozofija prodrla na studij teologije te počela utjecati na teološku metodu i uspostavljati se kao takmac bibličkim studijima kao žarištu teološke izobrazbe, tradicionalisti su reagirali. Zar istine vjere treba provjeravati sadržajem i metodama poganskih filozofa? Primjer takva stava u području filozofije prirode bila je sklonost ograničavanju rasprave na uzročna načela koja se daju otkriti motrenjem i razumom, bez obaziranja na biblijsku objavu i crkvenu tradiciju. Božanski se uzroci, čuda, ne poriču, ali se smještaju izvan područja filozofije prirode. Naturalizam, sjeme kojeg su posijali mislioci 12. stoljeća, cvjetao je uz poticaj Aristotela i njegovih komentatora.

9.3.2. Vjera i razum: skolastika

Problem odnosa vjere i razuma zaokupljao je cijelu srednjovjekovnu filozofiju. Treba li u predodžbi zbilje naglasiti tvrdnje božanske objave ili filozofske tvrdnje izvedene na temelju iskustva i uma?

Rasprava o novootkrivenim Aristotelovim spisima bila je akademske naravi i svi su sudionici bili ljudi sa sveučilišta. Mnogi su bili aktivni učitelji, a ostali bivši studenti koji su ostvarili karijere u Crkvi. Stalnu srednjovjekovnu sklonost k miješanju filozofije i teologije možemo bolje razumijeti ako razmotrimo tipičnu karijeru tadašnjeg sveučilišnog učenjaka. Svi su teolozi studirali filozofiju na »fakultetu umijeća« (tj. filozofskom fakultetu) prije nego što su se posvetili teološkim studijima. Štoviše, mnogi su studenti teologije predavali filozofiju na studiju umijeća.

Neke od vodećih figura do sredine stoljeća bili su franjevci ili dominikanci, pripadnici prosjačkih redova utemeljenih početkom 13. stoljeća. Za razliku od samostanskih redova, koji su naglašavali povlačenje iz svijeta, prosjački su redovi bili posvećeni aktivnom djelovanju unutar gradova. To ih je naposljetku dovelo u područje obrazovanja, uključujući sveučilišta, gdje su se aktivno uključili u velike filozofske i teološke rasprave. Ti su institucionalni detalji na suptilan način pridonosili intelektualnom razvoju kojeg razmatramo. Sporovi oko novog znanja nisu bili čisto ideološki, već dodatno zakomplicirani disciplinarnim i institucionalnim pripadnostima i rivalitetom. Filozofi i teolozi su jedni drugima posezali u područja, pripadnici prosjačkih redova su se borili sa svjetovnim teolozima za pravo na predavanje na sveučilištu, a franjevci i dominikanci su razvili donekle različite filozofske stavove i pristupe problemu odnosa vjere i razuma. Stoga treba uvijek imati na umu te podzemne institucionalne i disciplinarne struje.

Za našu su temu osobito važni stavovi dominikanaca Alberta Velikog (oko 1200. – 1280.) i njegovog učenika Tome Akvinca (oko 1224. – 1274.). Albert je prvi na kršćanskom Zapadu ponudio iscrpno tumačenje Aristotelove filozofije i smatra ga se utemeljiteljem kršćanskoga aristotelizma. Napisao je komentare na sva poznata Aristotelova djela, u kojima je iznio i rezultate vlastitih promišljanja. Htio je pokazati i učiniti dostupnom objašnjavačku snagu aristoteljske filozofije, koju je smatrao nužnom pripremom za teološke studije. Nije imao namjeru osloboditi tu filozofiju od statusa pomoćnice vjere, ali joj je htio dati veću odgovornost. Albert zaslužuje našu pozornost kao čovjek koji je zapadno kršćanstvo doveo u dodir s aristoteljskom tradicijom.

To, međutim, ne znači da je u svojem tumačenju bio čisti aristotelovac. Zadržao je sklonost k nekim elementima platoničke filozofije, a s druge strane bio je spreman ispraviti ili odbaciti aristoteljska učenja koja nije smatrao ispravnim i nadomjestiti ih iz drugih izvora. U svom djelu nastoji dopuniti i ispraviti Aristotela i u tu svrhu rabi mnoštvo drugih izvora, grčkih, arapskih i latinskih. Primjerice, odbacuje vječnost svijeta, najprije na temelju stava da se radi o problemu nedostupnom filozofiji. Mnogo je pozornosti posvetio naravi ljudske duše. Smatra da se besmrtnost duše ne može obraniti bez odbacivanja Aristotelova stava da je duša forma tijela. Stoga preuzima stav Platona i Avicene da je duša duhovno i besmrtno bivstvo, odvojivo od tijela. Tvrdi da duša, iako nije uistinu forma tijela, vrši funkciju forme, i tako donekle zadržava Aristotelovo učenje.

Budući da si je postavio za cilj pokazati svojim kolegama kako promatrati svijet kroz aristoteljski okvir, obvezao se jakom racionalističkom programu i nije nastojao prikriti »naturalističke« tendencije aristoteljske tradicije. Predlaže razdvajanje teologije i filozofije na metodološkom temelju i nastoji pokazati što sama filozofija, bez pomoći teologije, može dokazati o zbilji. Priznaje da je Bog konačni uzrok svega, ali tvrdi da on uobičajeno djeluje kroz prirodne uzroke i da je obveza filozofa prirode slijediti prirodne uzroke do njihovih granica. Zadaća filozofa nije istraživati uzroke Božje volje, već prirodne uzroke pomoću kojih Bog vrši svoju volju.

Albertov program tumačenja i širenja aristoteljske filozofije, uz poštivanje njezine korisnosti po teologiju i vjeru, nastavio je njegov učenik Toma Akvinac. Tomin rad je vrhunac skolastičke filozofije, filozofije kakva se

razvijala u »školama« srednjovjekovnih sveučilišta, gdje su se različite grane filozofije razvijale i sistematizirale prema teološkim shemama.

Toma se poput Alberta nadao da će riješiti problem odnosa vjere i razuma putem definiranja pravoga odnosa poganske učenosti i kršćanske teologije. Aristoteljska filozofija i kršćanska teologija, iako metodološki različite, spojivi su putevi k istini. Filozofija rabi prirodne ljudske sposobnosti osjetila i razuma da bi stigla do onih istina koje su joj pristupačne. Teologija nudi pristup objavljenim istinama, onkraj naših prirodnih sposobnosti otkrića i razumijevanja. Ta dva puta mogu ponekad voditi do različitih istina, ali nikad do proturječnih istina. Teologija se prema filozofiji odnosi kao potpuno spram nepotpunog, savršeno spram nesavršenog. Filozofijom se ipak treba baviti, jer ona pruža vitalnu uslugu vjeri. Ona omogućava da se dokažu temelji vjere: Božja opstojnost i jedinstvo, itd. Ona također može rasvijetliti vjerske istine pomoću analogija iz svijeta prirode, a isto tako i opovrgnuti prigovore vjeri.

Tu se ne radi naprosto o ponavljanju Augustinove formule. Kod Tome filozofija ima viši status i veće odgovornosti. Filozofija i teologija imaju svoja područja kompetencije i svakoj od njih treba vjerovati u okviru vlastita područja. Želimo li, primjerice, upoznati potankosti i uzroke gibanja planeta, moramo se obratiti filozofiji. S druge strane, želimo li razumijeti plan spasenja, moramo se obratiti teologiji. Takav stav stavlja Tomu onkraj augustijanske pozicije i na vodeće mjesto liberalnih, progresivnih teologa druge polovice 13. stoljeća. U Tominom rješenju problema vjere i razuma ima mjesta i za vjeru i za razum. Spojio je Aristotelovu filozofiju i kršćansku teologiju u »kršćanski aristotelizam«. U 19. stoljeću tomizam je postao službena pozicija katoličke Crkve, no konzervativni teolozi njegova vremena smatrali su ga opasno radikalnim.

Po Tomi postoje područja u kojima se teologija i filozofija preklapaju, unatoč metodološkim razlikama. Objavljenju teologiju prihvaćamo na temelju vjere, prirodna je teologija otvorena razumskome dokazu. Primjerice, opstojnost Boga je spoznata i objavom i razumom. Toma smatra da u takvim slučajevima ne može biti pravog sukoba između teologije i filozofije jer su i objava i razum dani od Boga. Svaki je sukob stoga prividan, a ne stvaran, posljedak loše filozofije ili loše teologije. U slučaju sukoba treba propitati i filozofske i teološke argumente. Toma se stoga suočio sa svim problemima koje je nametnula aristoteljska filozofija i to s velikom strogošću. Što se tiče vječnosti svijeta, primjerice, smatra da po objavi znamo da je svijet stvoren u stanovitom trenutku vremena, a da filozofija taj problem ne može riješiti. Slaže se s Aristotelom da je duša forma tijela, ali smatra da se radi o posebnoj vrsti forme, koja može postojati neovisno o tijelu.

9.3.3. Radikalni aristotelizam i osude

Albert i Toma su bili predvodnici liberalne struje koja je davala prednost filozofiji. No, za njih je filozofija bila tek pomoćnica vjere i po njihovu mišljenju ne smije se dozvoliti da razum prevlada objavu. Dok su Albert i Toma

usklađivali filozofiju i teologiju, neki filozofi su počeli poučavati opasna filozofska učenja ne obazirući se na njihove teološke posljedice. Ponašali su se naprosto kao filozofi, smatrajući da ne trebaju polagati račune vanjskim autoritetima i da usklađivanje filozofije i teologije nije njihov problem.

Predvodnik te radikalne struje bio je Siger iz Brabanta (oko 1240. – 1284.). Počeo je karijeru nastavnika braneci tezu o vječnosti svijeta. Htio se je baviti filozofijom ne obazirući se na to što teologija ima za reći o razmatranom predmetu i tvrdio je da su zaključci do kojih je došao neizbježivi i nužni filozofski zaključci, ako se filozofira valjano. Kasnije je bio oprezniji i tvrdio je da njegovi zaključci jesu valjani i nužni filozofski zaključci, ali to ne znači i da su istiniti. Kad se radi o istini, priklonio se istini vjere. Bez obzir na to je li njegov takav stav bio iskren, bile su jasne opasne posljedice njegova učenja: valjano filozofiranje može dovesti do zaključaka koji su proturječni s teološkim.

Teško je utvrditi u kojoj su mjeri neki otišli dalje od tog umjerenog korištenja skolastikom. Čini se da su se kasnije osude ovakvih učenja odnosile i na prave agnostike. Teško je saznati njihova istinska mišljenja, njihov broj i slušateljstvo. Cenzura je, čini se, uspjela posve ukloniti njihove tragove, ali to pokazuje da su se vjerojatno svodili na prilično uske sveučilišne krugove. Književnost 13. stoljeća također prikazuje osobe sasvim nevjerne i bezvjerne, naročito u višim društvenim slojevima, ali tek kao iznimke. Rasprava *O vječnosti svijeta*, koju je napisao pripadnik Sigerovog kruga Boetije Danac (Boetije iz Dacije, djelovao oko 1270.), ilustrira poziciju tih radikala. Strogo razdvaja filozofske i teološke argumente. Prikazao je i pobio filozofske argumente rabljene da se obrani kršćanski nauk o stvaranju svijeta, a protiv aristotelizma. Dokazuje da filozof, kao filozof, nema alternative do zastupati vječnost svijeta. Međutim, kao kršćanin, prihvaća nauk o stvaranju. U djelu očituje racionalističku orijentaciju i kaže da učenja poput stvaranja svijeta i uskrsnuća ne mogu biti prihvaćena u okviru filozofije jer je tako nešto nemoguće prema prirodnim uzrocima i zahtijeva uvođenje nadprirodnih faktora, koji su pak onkraj područja filozofije. On slijedi filozofske argumente do logičkih zaključaka, ne obazirući se na vjeru, ali ipak priznaje vrhovni autoritet teologije.

Unatoč opisanom stavu vjerski autoriteti i teološki fakultet nisu bili zadovoljni takvim učenjem i smatrali su grupu oko Sigera stalnom prijetnjom. Ako filozofija neprestano nudi zaključke u suprotnosti s vjerom, ne može se više smatrati vjernom pomagačicom. Rezultat su bile dvije osude, koje je 1270. godine i 1277. godine izdao pariški biskup Etienne Tempier. Prva osuđuje 13 filozofskih tvrdnji, a u drugoj je popisano 219 zabranjenih učenja, proglašениh osnovom za ekskomunikaciju.

Tu su obuhvaćeni bjelodano opasni elementi aristotelizma: vječnost svijeta, poricanje osobne besmrtnosti, determinizam, poricanje Božje providnosti. Eksplicitno su napadnute i racionalističke tendencije: zabranjeno je zastupati pravo filozofa da rješavaju sva pitanja o predmetima na koje su primjenljive racionalne metode i tvrditi da oslanjanje na autoritete nikad ne daje sigurnost. Osuđen je i naturalizam aristotelske tradicije. Osuđena je tvrdnja da Bog nije mogao stvoriti čovjeka osim posredovanjem drugog čovjeka.

Posebno se važan skup osuda tiče stvari koje Bog navodno nije mogao učiniti jer je aristotelska filozofija pokazala da nisu moguće: Bog ne može stvoriti druge svjetove, Bog ne može pomaknuti svijet kao cjelinu pravocrtno, Bog ne može stvoriti svojstvo bez nositelja tog svojstva (primjerice crvenost bez nekog predmeta koji ima to svojstvo). Takve su tvrdnje osuđene jer se protive Božjoj slobodi i svemoći. Aristotel nije naprosto pokušao opisati svijet kakav jest, već tvrdi kakav svijet mora biti. U osudi iz 1277. godine se jasno kaže, u oprjeci spram Aristotela, da je svijet onakav kakvim ga je Bog odlučio načiniti.

O tim se osudama mnogo raspravljalo i njihova je važnost često bila precjenjivana ili krivo shvaćena. Neki povjesničari znanosti u njima vide napad na ukorijenjeni aristotelizam, napose na aristotelsku fiziku, i stoga rođenje moderne fizike. Takvo tumačenje nije posve krivo. Nema sumnje da su osude potaknule i ohrabrile srednjovjekovne učenjake da istražuju nearistotelske alternative u fizici i kozmologiji. No staviti naglasak na to znači promašiti primarnu važnost osuda. Za te povjesničare su osude ključni događaj u uzdrmanju aristotelske ortodoksije, ali 1277. godine takve ortodoksije još nije ni bilo. Još uvijek su se uspostavljale granice između aristotelske filozofije i kršćanske teologije i još nije bilo jasno u kojoj će mjeri aristotelizam steći status ortodoksije. Osude nisu toliko važne zbog učinka koji su imale na budući tijek filozofije prirode, koliko zbog onoga što nam kažu o tome što se već dogodilo. Nakon gotovo jednog stoljeća borbi oko novoga znanja one su konzervativni napad na liberalna i radikalna nastojanja da se proširi domašaj i osigura autonomnost filozofije, napose aristotelske. Osude nisu pobjeda moderne znanosti, već konzervativne teologije 13. stoljeća. U njima se iznova objavljuje podređenost filozofije teologiji.

Spomenimo neke od posljedica ovih osuda po razvoj filozofije prirode. Prije svega, neke su točke osude otvorile pitanja koja su zahtijevala daljnju raščlambu. Osude koje su naglašavale Božju neograničenu stvaralačku moć potaknule su raznovrsne spekulacije o mogućim svjetovima i zamišljenim stanjima stvari, koja su bjelodano unutar okvira Božje stvaralačke moći. To je dovelo do lavine spekulativne ili hipotetske filozofije prirode u 14. stoljeću, tijekom čega su različita načela aristotelske filozofije prirode bila razjašnjena, kritizirana ili odbačena. Zatim, mnoge su točke osude bile motivirane zabrinutošću zbog elementa nužnosti koji je Aristotel dao svojoj filozofiji prirode – zbog tvrdnje da stvari ne mogu biti drukčije no što jesu. Kad je aristotelska nužnost bila prisiljena povući se pred božjom svemoći i druga su aristotelska načela smjesta postala ranjiva. Primjerice, sama mogućnost da je Bog mogao stvoriti druge svemire izvan našega zahtijeva predodžbu prostora izvan našeg svemira usklađenu s tom mogućnošću. Nakon osuda mnogi su učenjaci počeli tvrditi da mora postojati prazan prostor, možda čak i beskonačan prazan prostor, izvan našeg svemira, sposoban da primi u sebe druge moguće svemire. Slično tomu, ako je natprirodno moguće linearno pokrenuti čitav svemir, gibanje mora biti nešto smisljeno za čitav svemir. No Aristotel je definirao gibanje na temelju pojma mjesta, tj. okolnih tijela, a izvan svemira nema ničeg što bi ga okruživalo. Stoga je postalo očigledno da aristotelska definicija gibanja zahtijeva preradu ili popravku.

9.3.4. Vjera i razum nakon 1277. godine: antiskolastički filozofi

Razmotrimo što se postiglo zabranama do 1277. godine. Prije svega, čak niti oni najkonzervativniji koji su bili uključeni u nametanje zabrana nisu ciljali na potpuno uklanjanje aristotelske filozofije. Željeli su samo nametnuti zdravu mjeru discipline koja bi podsjetila filozofiju na njezinu ulogu pomagačice, rješavajući istodobno stanovita sporna pitanja.

Drugo, premda se radilo o lokalnoj pobjedi jer su se zabrane formalno odnosile jedino na Pariz, njihov je utjecaj bio mnogo širi. Pariz je bio glavno europsko sveučilište za teološke studije i stoga je zabrana morala imati odjeka diljem kršćanstva. S druge strane, znalo se da u pozadini zbivanja u Parizu stoji papa. Stoga je neposredno nakon Tempierovog proglasa nadbiskup Canterburyja, Robert Kilwardby, izdao sličan proglas koji se odnosio na Englesku.

Ne znamo točno koju su snagu ove zabrane imale krajem 13. i početkom 14. stoljeća. Može se pretpostaviti da je njihova moć da osiguraju poslušnost i oblikuju filozofsku misao jako varirala. Primjerice, 1323. godine je Toma Akvinac proglašen svecem i 1325. godine je pariški biskup povukao sve članke zabrane iz 1277. godine koji su se odnosili na Tomina učenja. S druge strane, još krajem 14. stoljeća mogu se opaziti tragovi utjecaja zabrana. Primjerice, 1377. godine Nikola iz Oresma brani svoju tezu da je svemir okružen beskonačnim praznim prostorom navodeći da reći suprotno znači u stvari podupirati teze osuđene 1277. godine.

U međuvremenu se aristotelska filozofija učvrstila na sveučilištu i postajala je sve dominantnija u poslijediplomskim studijima. Godine 1341. se je od novih magistara filozofije u Parizu zahtijevalo da se zakunu kako će poučavati »sustav Aristotela i njegova komentatora Averoesa i drugih antičkih komentatora i izlagača Aristotela, osim u slučajevima koji su suprotni vjeri«.

No u 13. stoljeću se već razvijaju nove struje, koje počinju potkopavati skolastičke sinteze nagovješćujući novi, svjetovno usmjeren svijet. Neki su učenjaci, naime, filozofsko i teološko istraživanje razdvojili na način koji je pripremao put za renesansnu »novu znanost«. Protive se slijepom povjerenju u autoritet Aristotela i pukoj dedukciji iz postojećih tekstova. Ako već prihvaćamo sposobnost razuma, pustimo ga da sam istražuje svijet na način na koji je to činio Aristotel, tj. iskustveno. Među te »antiskolastičke« filozofe spadaju, primjerice Roger Bacon (oko 1220. – oko 1292.), Ivan Duns Škot (oko 1266. – 1308.), William iz Ockhama (oko 1285. – oko 1347.), Ivan Buridan (oko 1300. – oko 1358.) i Nikola iz Oresma (1320. – 1382.).

Najutjecajniji od tih filozofa je vjerojatno William iz Ockhama, iz južne Engleske. Optužen je za herezu i ekskomuniciran nakon bjega, a vjerojatno je umro od kuge koja je poharala Europu, odnijela mnoge najkreativnije umove i unazadila kulturu u sljedećem stoljeću. Neki ga smatraju prijelazom iz skolastike u novovjekovnu filozofiju, dok drugi misle da je njegov jedini cilj bilo obnavljanje čistog Aristotelovog nauka, oslobođenog augustinskih i arapskih utjecaja. Njegova je filozofija empiristička. Tvrdi da je znanje ili objavljeno ili se temelji na iskustvu, na pojavnom svijetu. Drugim riječima, objavljeno

znanje postoji, on ga ne dovodi u pitanje. Nije mu cilj potkopati vjeru, već spriječiti da metafizičke zamisli postave ograničenja na božju moć. Bog čak može oboriti načela empirističke filozofije, može u nama stvoriti predodžbe koje nisu uzrokovane stvarnim događajima u svijetu. No svako drugo znanje osim objavljenoga mora se izvesti izravno iz osjetilnih motrenja pojedinačnih predmeta i pojava, a ne dedukcijom iz objavljenoga znanja, kao što je to činila skolastika. Uspostavio je metodološko načelo ekonomičnosti, kasnije nazvano Ockhamova britva: potragu za znanjem mora voditi načelo jednostavnosti ili ekonomičnosti prema kojem ne smijemo umnožavati bića onkraj nužnosti – ako pojavu može jednako dobro objasniti teorija koja sadrži manje elemenata, jednostavnijoj teoriji treba dati prednost. To je postalo vodeće pravilo svih empirista, a i same »znanstvene metode«. Njegovo je djelo ohrabrilo iskustveno istraživanje. Stvari nisu neshvatljive i ljudi su u stanju doprijeti do istine, spoznaja nije moguća jedino uz pomoć božanske svjetlosti.

Teolozi i filozofi su u 14. stoljeću bili jako zaokupljeni problemom božje svemoći. To je tradicionalna tema kršćanske teologije, ali su spomenute osude iznova naglasile njezinu važnost. Ako je Bog apsolutno slobodan i svemoguć, to znači da je tjelesni svijet slučajan, a ne nužan. Nema nužnosti u tome što svijet jest takav kakav je, budući da po svom obliku, načinu funkcioniranja i samoj opstojnosti ovisi o Božjoj volji. Opaženi red uzroka i učinaka nije nužan, već slobodno nametnut Božjom voljom. Primjerice, vatra ne grije stoga što su vatra i toplina nužno povezane, već stoga što je Bog odabrao povezati ih. Bog je također slobodan uvesti iznimke, na što upućuje Sveto pismo opisujući ljude koji su bez posljedica bili bačeni u vatru. Čuda su rezultat Božje odluke da privremeno ukine uobičajeni red. Na temelju takva stanja stvari povjesničari znanosti su izveli dvije divergentne linije zaključivanja:

1. Jedni smatraju da ako priroda nema stalno pridruženih moći, već svoje ponašanje u svakom trenutku duguje Božjoj volji, zamisao o čvrstom prirodnom redu je ozbiljno narušena i ozbiljna filozofija prirode više nije moguća.
2. Drugi pak smatraju da je priznanje da je Bog mogao stvoriti svijet kakav je htio navela filozofe prirode 14. stoljeća na pomisao da je razvijanje iskustvene filozofije prirode jedini način da otkriju kakav je svijet Bog uistinu stvorio, što je pomoglo uspostavljanju moderne znanosti.

Oba argumenta zahtijevaju kratki komentar.

1. Oni koji smatraju da je nauk o Božjoj svemoći imao destruktivan utjecaj na filozofiju prirode precjenjuju utjecaj Božanske intervencije koji su općenito prihvaćali srednjovjekovni filozofi prirode. Nitko od njih nije vjerovao da se Bog često i proizvoljno upliće u stvoreni svijet. Razmatamo li Božju moć apsolutno, ili u apstrakciji, priznajemo da je svemoćan i da može učiniti onako kako hoće. U trenutku stvaranja jedino je zakon neproturječja ograničavao njegov izbor svijeta koji će stvoriti. No Bog je odabrao između beskonačno mnogo mogućnosti i stvorio ovaj svijet. Budući da je Bog dosljedan, možemo biti sigurni da će, uz rijetke iznimke, održavati tako uspostavljeni red i ne moramo se brinuti zbog neprestanog Božanskog uplitanja. Božja je apsolutna moć, što se tiče praktičnih svrha, ograničena na početni trenutak stvaranja. Ta je formula bila privlačna upravo zato što je priznavala apsolutnu

božju svemoć bez žrtvovanja pravilnosti nužne za ozbiljnu filozofiju prirode.

2. Argument koji u nauku o božjoj svemoći vidi izvor eksperimentalne znanosti je prilično uvjerljiv. Očekivali bismo da srednjovjekovni filozofi uvide da se zaključci o ponašanju svijeta kojeg je Bog odabrao stvoriti ne mogu sa sigurnošću izvoditi iz bilo kojeg skupa temeljnih načela te da stoga pokušaju razviti empirijsku metodologiju. Međutim, problem je u tome što izvori ne potvrđuju to očekivanje. Proglašavanje Božje svemoći i kontingentnosti svijeta nisu slijedila češća motrenja i pokusi. Filozofi prirode i teolozi su i dalje vjerovali da su i svijet i valjane metode njegova istraživanja manje-više onakvi kakvim ih je opisao Aristotel, premda su bili spremni na kritiku Aristotelovih tvrdnji i dovođenje u pitanje različitih detalja njegove filozofije prirode i metodologije. Moderna eksperimentalna znanost bila je još stoljećima daleko. Kada se je pojavila, bez sumnje je dugovala ponešto teološkom nauku o Božjoj svemoći, ali se čini da je uspostavljanje jednostavne uzročne veze između tih pojava veoma neoprezno.

Govorimo li samo o znanosti, čini se da bi bilo prirodno obrađivati vrijeme od 9. do 14. stoljeća kao jedinstveni arapsko-latinski pothvat pomirenja religije i filozofije i dovršenja klasične slike svijeta. No to bi značilo zanemariti geografske i ekonomske razlike koje su dovele do bitnih divergencija u posljedicama tog pothvata. U kršćanskim je rukama spor nastavljen sve dok pod utjecajem društvenih promjena kompletna grčka slika svijeta nije razorena i nadomještena novom.

U nastavku teksta ćemo razmotriti neke važne srednjovjekovne dorade Aristoteleove fizike.

9.4. Pojam brzine

Kad neki srednjovjekovni filozof svrati pozornost na neko područje istraživanja, prvo što se pita jest »što postoji?«. Ako je predmet istraživanja gibanje, prva je zadaća istražiti postoji li gibanje i ako postoji kakva je to vrsta stvari, tj. što gibanje jest.

U 13. stoljeću su razmatrane dvije alternative. Prema jednom mišljenju (»forma fluens«), gibanje nije stvar različita od tijela koje se giba, već naprosto tijelo koje se giba i njegova uzastopna mjesta. Kad trčim, stvari koje postoje su ja i predmeti koji definiraju uzastopno popunjena mjesta. Nikakvo drugo biće nije prisutno i riječ »gibanje« ne označava nešto što postoji, već naprosto proces popunjavanja uzastopnih mjesta.

Prema alternativnom mišljenju (*fluxus formae*) osim tijela koje se giba i mjesta koja ono uzastopno popunjava postoji nešto u tijelu koje se giba, a što možemo zvati »gibanje«. Ovaj je stav branio primjerice Ivan Buridan (oko 1295. – oko 1358.) pozivajući se na teološko učenje. Teološko polazište argumenta je pretpostavka da je Bog u svojoj svemoći mogao svemiru kao cjelini dati rotacijsko gibanje. Ako prihvatimo *forma fluens* stav, javlja se ozbiljan

problem. Aristotel je definirao mjesto pomoću okolnih tijela. Budući da svemir nije ničim okružen, čini se da on nema mjesto. Ako nema mjesto, bjelodano ne može niti promijeniti mjesto, a ako ne mijenja mjesto ne može se reći da se giba. Takav je zaključak nespojiv s ishodištem argumenta, neupitnom pretpostavkom da je Bog mogao zavrtjeti svijet. Rješenje je prihvatiti *fluxus formae* predodžbu gibanja. Ako gibanje nije naprosto pokrenuto tijelo i njegova uzastopna mjesta, već dodatna značajka pokrenutog tijela, analogna nekoj kvaliteti, tada svemir može posjedovati tu značajku čak i u odsutnosti mjesta, čime se teškoća barem djelomično uklanja. Posljedica ove teorije – da je gibanje kvaliteta, ili nešto što se može smatrati kvalitetom – postala je prilično uobičajena među filozofima prirode u drugoj polovici 14. stoljeća.

9.4.1. Brzina kao intenzitet gibanja

U Aristotelovoj *Fizici* nalazimo primitivne početke matematičke raščlambe gibanja, gdje se kao mjere gibanja rabe prijedeni put i proteklo vrijeme. Naraštaj nakon Aristotela matematičar Autolik (oko 300. pr. Kr.) čini korak dalje i definira jednoliko gibanje kao ono pri kojem se u jednakim vremenima prelaze jednake udaljenosti. Kod Grka ne nalazimo zamisao da bi se promjena mogla predočiti pomoću geometrijske veličine ili pomoću broja. Stoga javljanje brzine kao nove mjere gibanja zahtijeva objašnjenje. Brzina je, naposljetku, prilično apstraktan pojam, koji se ne nameće sam od sebe prilikom motrenja tijela u gibanju, već se mora izmisliti u sklopu filozofije prirode. Do toga se došlo filozofskom raščlambom kvaliteta i njihovih jakosti ili intenziteta.

Aristotel je strogo razlikovao promjenu kvalitete i promjenu kvantitete. Promjena kvantitete je povećavanje ili smanjivanje nečega što ima istu narav i može se mjeriti istim jedinicama. Veća kvantiteta se dobije dodavanjem nekom broju jedinica iste takve jedinice. Manje je bez promjene sadržano u većem. Što se tiče kvalitete, njezin intenzitet po Aristotelu ne raste dodavanjem istoga istomu. Svaki je intenzitet nešto svojevrsno i nedjeljivo.

Po tom su se pitanju skolastičari podijelili, tako da neki prihvaćaju Aristotelov stav, dok drugi smatraju da razlike između promjena kvalitete i kvantitete nisu tako velike. Premda je uvijek bilo razlika, početkom 14. stoljeća se mnogi slažu da postoji sličnost između promjene kvalitete i promjene kvantitete i da se u oba slučaja radi o dodavanju dijelova iste vrste, bilo da se povećava intenzitet neke kvalitete, bilo da se povećava neka kvantiteta.

Posljedica toga je bila da filozofi počinju prihvaćati matematičku raščlambu i pojmove gibanja u raspravama o kvalitetama. Kvantitativna promjena kvalitete počinje se karakterizirati brzinom. Put ka kinematici je otvoren kad se većina skolastičara 14. stoljeća složila da se intenzitet neke kvalitete može svesti na kategoriju kvantitete. Problem nazvan »intenzifikacija i remisija forme« shvaćen je kao pojačavanje i smanjivanje intenziteta milosrđa, ljubavi ili, u fizici, topline i gibanja. Temeljna je ideja da kvalitete mogu postojati u različitim stupnjevima ili intenzitetima. Ne postoji samo

jedan jedini stupanj topline i hladnoće, već pojas jakosti od veoma hladnog do veoma toplog. Štoviše, smatralo se da se kvalitete mogu mijenjati unutar tog pojasa, tj. mogu se pojačati ili oslabiti. Razmatrane su različite promjene, primjerice promjene intenziteta topline, intenziteta svjetla itd.

Gibanje je pak bilo zamišljeno kao neka kvaliteta ili nešto jako slično kvaliteti. Kada se ta općenita rasprava o kvalitetama i njihovoj intenzifikaciji i remisiji primijenila na gibanje, brzo se pojavila zamisao brzine. Intenzitet gibanja kao kvalitete – ono što mjeri njegovu jakost ili stupanj – ne može biti ništa drugo do brzina (*velocity*). Intenzifikacija i remisija gibanja kao kvalitete tada se odnose na promjene brzine.

9.5. Kinematika

Danas primjena matematike na gibanje ne zahtijeva posebno obrazloženje. Teorijska mehanika je matematička po definiciji i matematički opis gibanja čini nam se jedinim mogućim. No takav je zaključak očigledan jedino iz suvremene perspektive. Aristotelu i onima koji su radili u okviru aristotelske tradicije on ne bi bio toliko uvjerljiv. Aristotel i njegovi srednjovjekovni sljedbenici smatrali su gibanje jednom od četiri vrste promjene i očekivali su da raščlamba gibanja bude u velikoj mjeri nalik raščlambi promjene općenito. S druge strane, u većini promjena ne zapažamo ništa matematičko. Motrimo li ozdravljenje ili zagrijavanje nikakvi nam se brojevi niti geometrijski objekti ne nameću. Tek su naponi kroz stoljeća omogućili učenjacima da pronađu način primjene matematike na nekoliko vrsta promjene, uključujući gibanje.

U 14. stoljeću je grupa istaknutih logičara i matematičara povezanih s Merton Collegeom u Oxfordu između 1325. i 1350. razvila tradiciju matematičke raščlambe gibanja. Toj su grupi pripadali Thomas Bradwardine (? – 1349.), William Heytesbury (djelovao oko 1335.), John iz Dumbletona (? – oko 1349.) i Richard Swineshead (djelovao 1340. – 1355.). Njihovi su rezultati golemi napredak u odnosu na prethodna razmatranja gibanja i otvaraju put za novi razvoj. Glavni rezultati Mertonovaca su sljedeći:

- 1) Jasno su i eksplicitno razdvojili dinamiku i kinematiku – razmatranje uzroka gibanja s jedne strane te razmatranje prostorno-vremenskoga očitovanja gibanja s druge.
- 2) Razvili su konceptulani okvir i tehnički rječnik kinematike, uključujući pojmove brzine i trenutne brzine, koji su shvaćeni kao pojmovi kojima se može pridružiti veličina. Heytesbury ovako definira trenutnu brzinu: »trenutna se brzina ne mjeri pređenim putem, već putem koji bi točka prešla u nekom vremenu kad bi se gibala brzinom koju je imala u tom trenutku«. Razmatraju i brzinu kruženja i korektno definiraju i rabe pojam kutne brzine.
- 3) Razlikuju jednoliko gibanje i nejednoliko (ubrzano) gibanje. Swineshead ovako objašnjava razliku između brzine i ubrzanja:

- »Ubrzanje se odnosi prema brzini kao brzina prema putu. Jer, kao što se put stječe brzinom, tako se brzina stječe ubrzanjem«.
- 4) Precizno su definirali jednoliko ubrzano gibanje kao gibanje s jednakim prirastima brzine u jednakim intervalima vremena.
 - 5) Razvili su niz kinematičkih teorema, poput onog da je put prijeđen jednoliko ubrzanim gibanjem jednak putu prijeđenom brzinom koja je jednaka polovici konačne brzine.

No valja imati na umu da je srednjovjekovna kinematika posve apstraktan pothvat, poput suvremene matematike. Govorilo se, primjerice, *kad bi* postojalo jednoliko ubrzano gibanje, *tad* bi za njega vrijedilo neko izvedeno pravilo. Srednjovjekovni učenjaci nisu nikada prepoznali neki konkretan primjer takvog gibanja u prirodi. Za to su možda imali i dobar razlog jer njihovim sredstvima i raspoloživom tehnikom mjerenja vremena nije bilo lako pokazati da je neko stvarno gibanje uistinu jednoliko ubrzano. No još je važnije to što su učenjaci koji su razvili ovu kinematiku bili matematičari i logičari i ništa više od suvremenih matematičara nisu namjeravali zamijeniti rad u kabinetu radom u radionici ili laboratoriju.

9.6. Geometrijski prikaz gibanja

Promišljanje kvaliteta i njihova intenziteta potaknulo je razlikovanje *intenziteta* neke kvalitete i *ekstenziteta* te kvalitete. Primjerice u slučaju topline, očigledno je da neki predmet može biti topliji od drugog. To je *intenzitet* ili stupanj topline, nalik suvremenom pojmu temperature. No činilo se da postoji još nešto, tj. raspodjela kvalitete u predmetu. Ako dva predmeta pokazuju isti intenzitet topline, a jedan je dvostruko veći od drugoga, čini se da veći mora sadržavati dvostruko više topline. Intenzitet topline je jednak, ali veći predmet ima veću količinu ili kvantitetu topline. Smatralo se da svaka kvaliteta, uključujući gibanje, ima intenzitet i kvantitetu.

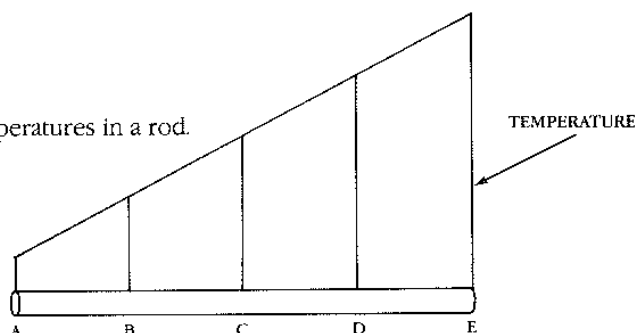
Rezultati Mertonovaca brzo su se proširili Europom, a njihova je raščlamba obogaćena i pojašnjena uporabom sustava geometrijskoga prikaza. Takav prikaz je oblikovao Nikola iz Orezma (1323. – 1382.). Prvi je korak prikazati intenzitet kvalitete pomoću dužine, što je bio relativno lagan korak za srednjovjekovne učenjake odrasle uz Aristotela, koji je rabio dužine da bi prikazao vrijeme. Nikola kaže: »Izuzimajući brojeve, svaku mjerljivu stvar treba zamisliti kao neprekidnu kvantitetu«. Ako dužina AB prikazuje dani intenzitet neke kvalitete, tada dužina AC prikazuje dvostruko veći intenzitet:



Sljedeći i odlučujući korak je uporabiti takvu dužinu da bi se prikazao intenzitet kvalitete u svakoj točki predmeta. Nikola kaže: »... svaki intenzitet

koji se može uzastopno ostvariti treba zamisliti pomoću dužine koja se diže okomito iz svake točke prostora ili predmeta na koji se odnosi taj intenzitet«. Uzmimo, primjerice, štap zagrijan tako da mu je jedan kraj topliji od drugoga. U svakoj točki štapa podignimo okomitu dužinu koja prikazuje intenzitet topline u toj točki. Ako temperatura raste jednoliko od A do E, duljine okomitih dužina će jednoliko rasti:

Fig. 12.3. The distribution of temperatures in a rod.



Nikola je sustav učinio apstraktnijim zamjenjujući crtež štapa vodoravnom dužinom. Time je oblikovao uopćen sustav prikazivanja, u kojem vodoravna crta, zvana »crta predmeta« ili »ekstenzija«, prikazuje predmet, ma što on bio, a okomite crte prikazuju intenzitet neke kvalitete koju želimo prikazati u odgovarajućim točkama predmeta. Tako je stvorio svojevrsan geometrijski prikaz, preteču suvremenih grafova, u kojem oblik krivulje prikazuje promjene intenziteta kvalitete po predmetu.

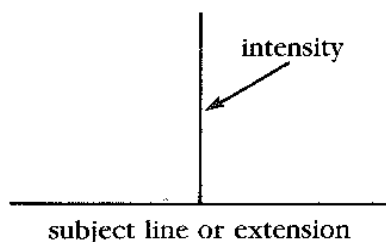


Fig. 12.4. Nicole Oresme's system for representing the distribution of any quality in a subject.

Kako prijeći s kvaliteta općenito na gibanje? Pretpostavimo da imamo tijelo čija se brzina mijenja u vremenu. Po Nikoli način da razumijemo takvu situaciju je da shvatimo da tu »crta predmeta« nije ekstenzija tjelesnog objekta, kao u gornjem primjeru, već trajanje promjene mjesta. Vrijeme postaje predmet koji se razmatra. To nam daje primitivni koordinatni sustav u kojem se brzina može prikazati kao funkcija vremena.

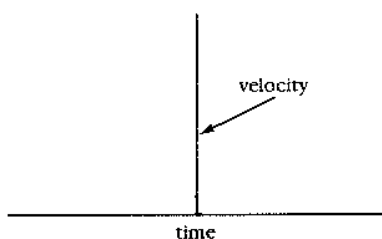
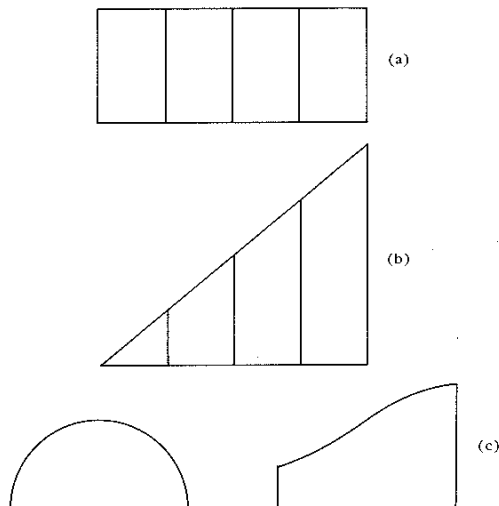


Fig. 12.6. Velocity as a function of time.

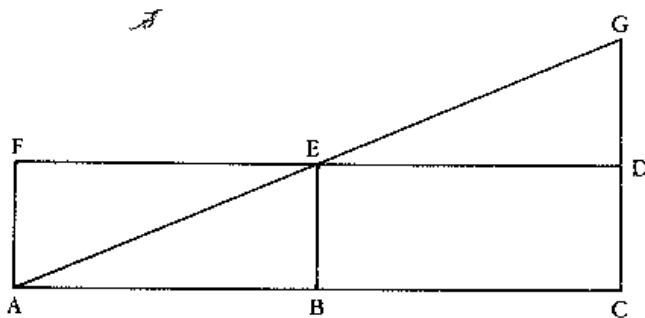
Nikola potom razmatra različite raspodjele brzina u odnosu na vrijeme. Jednolika će brzina biti prikazana likom u kojem su sve vertikalne crte jednake duljine, tj. pravokutnikom. Nejednolika brzina zahtijeva vertikalne crte različitih duljina. U tu kategoriju spada jednoliko nejednolika brzina, tj. jednoliko ubrzano gibanje, prikazano trokutom, i nejednoliko nejednolika brzina, tj. nejednoliko ubrzano gibanje, prikazano različitim likovima:



Nikola se također pozabavio kvantitetom gibanja. On poistovjećuje ukupnu kvantitetu gibanja s prijeđenim putem i tvrdi da u gornjim $v - t$ dijagramima kvantiteti gibanja odgovara površina lika.

Na temelju takva prikaza su Nikola i drugi razvili niz kinematičkih teorema koji su razotkrili neke značajke jednolikog i jednoliko ubrzanog gibanja. Najvažniji je slučaj jednoliko ubrzano gibanje, prikazano trokutom. Taj je slučaj bio posebno zanimljiv u 14. st., ne stoga što je bio poistovjećen s nekim stvarnim gibanjem u svijetu, već stoga što je bio matematički izazovan. Razmotrimo dva važna teorema koja se odnose na takvo gibanje.

Prvi su bez geometrijskog dokaza, postavili Mertonovci, a poznat je kao »Mertonско pravilo« ili »teorem o srednjoj brzini«. U teoremu se nastoji naći mjera za jednoliko ubrzano gibanje usporedbom s jednolikim gibanjem. Teorem kaže da tijelo koje se giba jednoliko ubrzano prijeđe u danom vremenu isti put koji bi prešlo kad bi se tijekom tog vremena gibalo svojom srednjom ili prosječnom brzinom. Nikola je jednostavno i elegantno geometrijski dokazao taj teorem:



Jednoliko ubrzano gibanje prikazuje trokut ACG, a srednju brzinu dužina BE. Stoga je jednoliko gibanje koje treba usporediti s ovim ubrzanim gibanjem prikazano pravokutnikom ACDF. U dijagramu je prijedeni put prikazan površinom lika koji prikazuje to gibanje pa je iz dijagrama očigledno da je put prijedeni pri gibanju prikazanom trokutom ACG jednak putu prijedenom pri gibanju prikazanom pravokutnikom ACDF.

U drugom se teoremu, *teoremu o udaljenosti*, uspoređuju putovi prijedeni tijekom različitih faza jednoliko ubrzanog gibanja. Teorem kaže da tijekom druge polovice trajanja jednoliko ubrzanog gibanja tijelo prijeđe put trostruko veći od puta kojeg prijeđe tijekom prve polovice trajanja gibanja. Geometrijski dokaz je očigledan iz gornje slike. Nikola daje i uopćenje ovog teorema: »... kad se predmet podijeli na jednake dijelove ... tada odnos parcijalnih kvaliteta, tj. njihov međusobni odnos, odgovara nizu neparnih brojeva, gdje je prvi 1, drugi 3, treći 5 itd«. Drugim riječima, primijenimo li to na jednoliko ubrzano gibanje i podijelimo li trajanje tog gibanja na jednake vremenske intervale, tada slijedi da tijelo do kraja prvog intervala prijeđe ukupni put 1, do kraja drugog intervala ukupni put 4, do kraja trećeg intervala ukupni put 9 itd.: prijedeni put je proporcionalan kvadratu proteklog vremena.

9.7. Gibanje projektila i impetus

Gibanje projektila je bilo problematičan primjer prisilnoga gibanja. Problem je kako objasniti da se projektil nastavlja gibati nakon što je izgubio dodir s bacačem. Po Aristotelu je za svako gibanje potrebna pokretačka sila, kad pokretač prestane djelovati tijelo se zaustavlja. No ako rukom bacimo kamen on se nastavlja gibati i nakon što smo ga ispustili i nije na prvi pogled jasno što ga tada »gura« ili »vuče«. Aristotel je ulogu pokretača u tom slučaju dodijelio sredstvu kroz koje se projektil giba: bačeni kamen istiskuje zrak iz mjesta u koje ulazi, a taj se zrak vrtloži oko i iza kamena, gurajući ga prema naprijed.

9.7.1. Ivan Filipon i utisnuta sila

Prva važna kritika Aristotelova stava dolazi od aleksandrijskog filozofa Ivana Filipona (? – nakon 575.). Kao novoplatonist i antiaristotelijanac Ivan je temeljito kritizirao aristotelovsku filozofiju prirode, uključujući tvrdnju da prisilna gibanja zahtijevaju vanjskog pokretača. Smatra da su sva gibanja, i prirodna i prisilna, posljedak unutrašnjih pokretača. Primjerice, kritizira Aristotelovu teoriju gibanja projektila. Naglašava da nema razloga da se istisnuti zrak vrtloži oko projektila da bi ga straga gurao. Zašto projektil

naprosto ne gura zrak ispred sebe? Zašto se pri tom vraćanju zrak ne rasprši, već se vraća točno tako da gura projektil? Zaključuje da takvo objašnjenje nije uvjerljivo i da je otpor gibanju jedini učinak sredstva kroz koji se projektil giba. Njegovo objašnjenje gibanja projektila je da bacač pri bacanju predaje projektilu *netjelesnu pokretačku silu*, a ta je utisnuta sila potom odgovorna za njegovo gibanje. Zaključuje da ništa ne priječi da se takva sila projektilu preda i u praznini, no smatra da se utisnuta sila troši sama od sebe, tako da bi prisilno gibanje prestalo i u praznini.

9.7.2. Avicena i inklinacija

Ibn Sina ili Avicena (980. – 1037.) smatra se najvećim arapskim učenjakom. Prvi je islamski znanstvenik koji nastavlja ideje Ivana Filipona. Uvodi pojam *inklinacije* (»posuđena snaga«, »svojstvo tijela kojim potiskuje ono što ga sprječava da se giba u nekom smjeru«) te prihvaća i razvija Ivanov stav: projektil se giba pravocrtno u smjeru u kojem je izbačen sve dok ne potroši danu inklinaciju, a nakon toga ravno pada. Za razliku od Ivana, Avicena smatra da se inklinacija ne troši ako nema otpora pa bi u praznini gibanje trajalo vječno. Nadalje, pretpostavlja da djelovanje inklinacije ovisi o težini tijela.

9.7.3. Ivan Buridan i impetus

Premda je Ivanov pojam utisnute sile korjenito antiaristotelski, ipak je na kraju preuzet u srednjovjekovnu aristotelsku tradiciju. Čini se da se naziv *impetus* prvi put javlja kod Thierryja iz Chartresa u 12. stoljeću, kao *impetus projecti*. Općenito se smatra da je najnapredniji oblik teorije utisnute sile inačica koju je razvio Ivan Buridan (oko 1295. – oko 1358.). Da bi označio utisnutu silu Buridan rabi novi termin – *impetus* – koji je ostao u uporabi sve do 17. stoljeća, a nalazimo ga i u Galileijevim ranim radovima. Impetus definira kao kvalitetu koja pokreće tijelo u koje je utisnuta i muči se da tu kvalitetu odijeli od gibanja do kojeg ona dovodi. Kaže da impetus nije isto što i gibanje jer impetus pokreće projektil i pokretač stvara gibanje, a neka stvar ne može stvarati samu sebe.

Kaže da pokretač predaje tijelu impetus u smjeru u kojem ga je pokrenuo – gore, dolje, bočno ili kružno. Valja uočiti da u razmatranje uključuje i kružni impetus. Kao bilo koja kvaliteta, impetus propada suočen s otporom, ali inače zadržava izvornu snagu. Načinio je prvi korak ka kvantificiranju impetusa, tvrdeći da njegovu snagu mjeri brzina i količina tvari tijela u koje je utisnut. Buridan proteže područje primjene teorije impetusa onkraj gibanja projektila, tvrdeći da se nebeska gibanja mogu dobro objasniti pretpostavkom da je Bog utisnuo impetus nebeskim sferama u trenutku

stvaranja. Budući da nebo ne pruža otpor, taj impetus ne propada i nebeske se sfere nastavljaju gibati vječno i nepromjenljivo.

Teorija impetusa je ostala glavno objašnjenje gibanja projektila sve do 17. stoljeća, kada je postupno prihvaćena Newtonova teorija gibanja, prema kojoj sila nije nužna za održavanje gibanja bez otpora. Naglasimo da je očigledna sličnost Buridanova impetusa i pojma impulsa. Premda veza bez sumnje postoji, moramo imati na umu da je Buridanov impetus *uzrok gibanja* projektila, tj. pokretačka sila, dok je impuls *mjera količine gibanja*. Buridan se i dalje nalazi u konceptualnom okviru koji je u biti aristotelski.

9.8. Dinamika

Polazište srednjovjekovne dinamike je Aristotelovo načelo da pokrenuti predmet uvijek pokreće neki pokretač. Prema Aristotelu prirodno gibanje, gibanje k prirodnom mjestu, potiče od naravi tijela. Svako drugo gibanje je prisilno gibanje, koje može nastati jedino stalnim djelovanjem vanjske sile na tijelo. Stav je načelno jasan, ali problemi su nastali kad su srednjovjekovni učenjaci pokušali precizno identificirati pokretače nekih problematičnih prisilnih gibanja (primjerice gibanje projektila) i pokretača prirodnog gibanja. Naime, u *Fizici*, gdje raspravlja o pokretaču prirodnih gibanja, Aristotel se koleba. Najprije nagovještava da bi prirodno gibanje moglo biti posljedak unutrašnjeg uzroka, naravi tijela, ali kasnije tvrdi da narav tijela ne može jedina biti odgovorna i da je potrebno i učešće vanjskoga pokretača (»prvi pokretač«). Takav podvojeni stav je bjelodano zadao problem srednjovjekovnim učenjacima, koji su smatrali nužnim istražiti je li ili nije dovoljno da je tijelo pri prirodnom gibanju pokrenuto svojom vlastitom naravi. Rasprava o tom pitanju nastavila se tijekom srednjeg vijeka bez jasnog pobjednika.

9.8.1. Kvantificiranje dinamike

Mnogi su srednjovjekovni učenjaci smatrali da je moguće kvantificirati odnos pokretačke sile (F), otpora sredstva (R) i brzine (v). Aristotel je ponudio kratke i preliminarne nagovještaje, braneći niz tvrdnji na temelju kojih se, vidjeli smo, može postaviti izraz:

$$v \propto \frac{F}{R}$$

Taj je izraz koristan kao ekonomično sredstvo pamćenja dijela aristotelske dinamike, ali je istovremeno i potencijalno zavodljivo i mora se rabiti s

oprezom. Aristotel se sigurno ne bi složio s tvrdnjom da gornji izraz vrijedi za sve vrijednosti od F i R . Osim toga, on nije rabio pojam brzine.

Aristotelova dinamika implicira da je brzina tijela u praznini beskonačna i to je bio jedan od njegovih argumenata protiv opstojnosti praznine. Takav je stav o gibanju u praznini kritizirao Ivan Filipon. U islamskom je svijetu Ivanove ideje razvio Ibn Baja ili Avempace (1095. – 1138.), prvi istaknuti pristaša Aristotela u arapskoj Španjolskoj. Avempaceova kritika Aristotela se odnosi na ulogu sredstva kroz koje se tijelo giba. Smatrao je da se prirodna brzina tijela smanjuje u nekom sredstvu za iznos razmjernan otporu sredstva:

$$v \propto F - R$$

Stoga brzina u sredstvu nije obratno razmjerna otporu, već »usporenju«, a tijelo bi se u praznini gibalo nekom konačnom brzinom.

Njegovo je učenje pak kritizirao Ibn Rushd ili Averoes (1126. – 1198.) i kroz njegova je djela rasprava prenesena na Zapad, gdje se tim problemom pozabavio Mertonovac Thomas Bradwardine. No Bradwardine uvodi u raspravu bitnu novost. Dok su njegovi prethodnici bili zainteresirani prvenstveno za uzroke gibanja, on je problemu pristupio matematički. Počinje tako da daje matematičku formulaciju njemu poznatih alternativa. On je te alternative izrazio u verbalnom, a ne u simboličkom obliku, no mi njegov prikaz možemo adekvatno prevesti u simboličke izraze:

1) Ivan Filipon i Avempace

$$v \propto F - R$$

2) Averoes

$$v \propto \frac{F - R}{R}$$

3) Aristotel

$$v \propto \frac{F}{R}$$

Bradwardine odbacuje sve te alternative ukazujući na njihove neprihvatljive posljedice. Prva se teorija, primjerice, protivi Aristotelovoj tvrdnji da bi brzina ostala ista ako bi se udvostručili sila i otpor. Treća teorija ne daje brzinu jednaku nuli kad je otpor jednak ili veći od sile. Umjesto tih teorija on predlaže vlastiti »zakon dinamike«. Najjednostavniji moderni način izražavanja matematičkog odnosa kojeg je Bradwardine imao na umu jest reći da brzina raste aritmetički kad odnos F/R raste geometrijski – da bismo udvostručili brzinu moramo kvadrirati odnos F/R . (npr. neka je $F_1=4$ i $F_2=16$ i $R=2$. Tada je $F_1/R=2$ i $F_2/R=8$. Budući da je $8=2^3$, $v_2=3v_1$). Možemo njegov zakon napisati u obliku

$$\frac{F_2}{R_2} = \left(\frac{F_1}{R_1} \right)^{\frac{v_2}{v_1}}$$

Ta je formulacija dinamičkog zakona bila utjecajna. Njezine su posljedice razradili Richard Swineshead i Nikola iz Orezma, a zakon je raspravljan sve do 16. st.

9.9. Teorija tvari

Postoji li granica djeljivosti tjelesnog bivstva poput drveta ili kamena i koja su svojstva najmanjih dijelova? Nalikuju li oni atomima? Aristotel je aludirao na najmanje dijelove sastojaka mješavina i na tome je izraslo učenje o *minima* ili *minima naturalia*, najmanjim prirodnim dijelovima. Učenje priznaje da je u načelu djeljivost beskonačna, ma koliko malen bio djelić, nema fizičkih razloga da ga se ne može podijeliti. No tvrdilo se da ipak postoji najmanja količina svakog bivstva, ispod koje ono više ne bi bilo to bivstvo jer forma tog bivstva ne može biti očuvana u manjoj količini tvari. U srednjem su vijeku postojali pokušaji da se teorija *minima* zasnjuje kao varijanta atomizma. No te se dvije teorije bitno razlikuju. *Minime* su djeljive, ali dijeljenjem gube identitet, one se međusobno razlikuju kao i bivstva kojima pripadaju i imaju ista svojstva kao i ta bivstva – *minima* drveta su i dalje drvo.

9.10. Kozmologija

Različita aristotelska učenja su u srednjem vijeku spojena s tradicionalnim kozmološkim vjerovanjima i stvoreni su temelji kasnosrednjovjekovne kozmologije, koja je postala zajedničko intelektualno dobro obrazovanih Europljana 13. st. Takvo jednodušje nije bilo posljedica osjećaja da se valja osloniti na autoritet, već toga što je aristotelska slika svijeta nudila uvjerljiv i zadovoljavajuć prikaz svijeta. No neki su elementi aristotelske kozmologije brzo postali predmet spora. Upravo tu su srednjovjekovni učenjaci dali svoj doprinos kozmologiji, nastojeći dotjerati aristotelisku sliku svijeta i uskladiti je s mišljenjima drugih autoriteta i s biblijskim učenjem. To je bio iznimo opsežan pothvat pa se moramo ograničiti na nekoliko najvažnijih pitanja.

9.10.1. Onkraj neba

Postoji li što izvan svemira? Svi su se slagali da onkraj granice svemira nema tvarnih bivstava. Drugo je pitanje postojanje prostora bez tjelesnih bivstava. Aristotel je porekao mogućnost prostora izvan svemira, što je bilo općenito prihvaćeno prije ponovnog razmatranja problema, potaknutog osudom iz 1277., u kojoj se naglašava da je Bog mogao stvoriti više svjetova te da je mogao pravocrtno pokrenuti svijet. Ako je tako, tada izvan našeg svijeta mora postojati prostor u kojem bi drugi svjetovi mogli biti stvoreni i kroz koji bi se naš svijet mogao gibati. Većina učenjaka se zadovoljila time da prizna kako je Bog mogao stvoriti prazninu izvan svemira. Tek je nekolicina tvrdila da je on uistinu stvorio takvu prazninu, među njima Nikola iz Orezma i Thomas Bradwardine.

9.10.2. Nebeski pokretači

O naravi nebeskih pokretača su vođene žestoke rasprave. Aristotel je kao uzroke nebeskih gibanja naveo skup nepokrenutih pokretača: nebeske kugle nastoje svojim vječnim jednolikim kružnim gibanjem u što većoj mjeri oponašati nepromjenljivo savršenstvo nepokrenutih pokretača. Nepokrenuti pokretač najgornje sfere, *prvi pokretač*, je obično poistovjećivan s Bogom. Veći je problem bio identitet ostalih nepokrenutih pokretača. Općenito rješenje bilo je zamisliti ih kao anđele ili druge netjelesne inteligencije. No bilo je i drukčijih rješenja, koja se nisu pozivala na anđele (sjetimo se primjerice Ivana Buridana i impetusa).

9.10.3. Zemlja i njezina vrtnja

Zemlja je u središtu svijeta i svi se učenjaci toga doba slažu oko njezine sferičnosti i valjanosti antičkih procjena njezina opsega. Jedno od pitanja u svezi sa Zemljom bilo je vrti li se ona oko svoje osi i što bi se događalo kad bi bilo tako. Aristotel je argumentirano tvrdio da se Zemlja ni na koji način ne giba. S time su se slagali svi srednjovjekovni učenjaci, no nekolicina je smatrala da su argumenti u prilog dnevne vrtnje Zemlje oko svoje osi vrijedni propitivanja. Najpronijcljivije istraživanje posljedica rotirajuće Zemlje proveo je Nikola iz Orezma u djelu *Rasprava o nebu i svijetu*, koje je napisao 1377. godine na zahtjev francuskoga kralja Karla V.

Nikola raspravu počinje ponavljajući standardne prigovore rotaciji Zemlje. Tvrdi da se na temelju iskustva ne može dokazati da se u jednom danu okrene nebo, a ne Zemlja. Tu razmatra tri iskustvena prigovora vrtnji Zemlje:

- i) Vidimo da se Sunce, Mjesec i zvijezde gibaju tijekom dana. Tvrdi da uvijek opažamo samo relativna gibanja i da stoga motrenje ne može razriješiti ovaj problem. Potkrijepljuje taj argument primjerom broda, sličnim onom koji je rabio Galilei u 17. stoljeću da bi branio relativnost gibanja. Na brodu koji se giba sva se gibanja odvijaju kao i na brodu koji miruje. Sa Zemlje ne možemo uočiti nikakvu razliku između slučaja vrtnje neba i vrtnje Zemlje.
- ii) Argument vjetra (kad bi Zemlja rotirala u zraku koji miruje nastao bi silan vjetar) odbacuje tvrdeći da se zrak može gibati skupa sa zemljom.
- iii) Argument tornja pobija rabeći pojam impetusa.

Nikola nastavlja razmatrajući navode iz Svetog pisma koji naizgled upućuju na nepokretnost Zemlje i tvrdi da se oni mogu tumačiti i kao način izražavanja usklađen s uobičajenom uporabom svakidašnjega govora (slično će kasnije tvrditi Galilei).

Također tvrdi da se nepokretnost Zemlje ne može dokazati ni razumom te razmatra i pobija Aristotelove argumente. Argument dovršava prikazujući ekonomičnost zamisli rotirajuće Zemlje naspram zamisli rotacije neba. Također navodi da je ta tvrdnja korisna po vjeru. Naglašava da takvo tumačenje razumnije učvršćava vjeru i razoružava njezine protivnike.

To su sve dobri argumenti, ali oni nisu uvjerali ni njegove suvremenike ni, čini se, njega samog. Iz nauka o božjoj svemoći slijedi da su to u najboljem slučaju tek vjerojatni argumenti, a ne sigurni, argumenti kojima se ne smije dopustiti da ograničavaju Božju slobodu stvaranja. Bog je možda htio stvoriti neekonomičan svemir. Stoga Nikola na kraju prihvaća tradicionalni stav o nepokretnoj Zemlji, potkrepljujući ga, donekle nedosljedno, navodom iz Psalma 92:1 – »Čvrsto stoji krug zemaljski, neće se poljuljati«. Povjesničari različito tumačen taj uzmak. Mnogi su smatrali da je uvidio kako srlja u teološke probleme i da je odlučio unaprijed se spasiti poricanjem. S druge strane Nikola se potrudio objasniti što radi i trebali bismo ozbiljno shvatiti njegove vlastite riječi. Kaže da mu je cilj bio ponuditi školski primjer onima koji bi racionalnim argumentima pobijali vjeru. Njegov uspjeh u oblikovanju uvjerljivih filozofskih argumenata u prilog jednoj zamisli toliko »oprječnoj prirodnom razumu« kao što je zamisao o rotaciji Zemlje, pokazuje nepouzdanost racionalnih argumenata i stoga upućuju da se racionalni argumenti moraju uzimati s oprezom u slučajevima kad se dotiču vjere.