

6. Problem promjene i atomizam (5. st. pr. Kr.)

- 6.1. Problem promjene
- 6.2. Parmenid
- 6.3. Empedoklo
 - 6.3.1. Četiri »korijena« stvari
 - 6.3.2. »Ljubav« i »mržnja« kao uzroci spajanja i razdvajanja korijena
 - 6.3.3. Kozmogonija
 - 6.3.4. Neki problemi Empedoklove teorije
- 6.4. Anaksagora
 - 6.4.1. Sjemena stvari i um
 - 6.4.2. Kozmogonija
- 6.5. Atomisti – Leukip i Demokrit
 - 6.5.1. Atomi
 - 6.5.2. Praznina
 - 6.5.3. Objašnjenje pojava
 - 6.5.4. Kritika atomizma
- 6.6. Atomizam u helenističkom dobu – Epikur
 - 6.6.1. Uloga istraživanja prirode
 - 6.6.2. Epikurejski atomizam
 - 6.6.3. Krivudanje atoma
- 6.7. Atomizam u Rimu – Lukrecije
- 6.8. Atomizam u srednjem vijeku i renesansi

Tri temeljne odlike moderne fizike su eksperiment, matematički prikaz prirodnih zakona (tj. proračunavanje prirodnih pojava) i atomistička teorija tvari. Budući da je atomizam antička ideja, mnogi su, imajući na umu suvremeno stanje, skloni reći da je atomizam ono najvrjednije što je antika ostavila fizici (za neke čak jedino vrijedno). U prethodnom tekstu o pitagorovcima smo prikazali okolnosti u kojima je počela rasprava o ulozi matematike i tehnike u istraživanju prirode, a sada ćemo se posvetiti izvoru atomizma.

6.1. Problem promjene

Počeci svijesti o problemu promjene mogu se slijediti do Milećana i njihovih spekulacija o nastanku i građi svijeta. Vidjeli smo da je kod njih

pitanje o nastanku i građi svijeta nerazmrsivo isprepletano s pitanjem o izvoru i objašnjenju promjenljivosti svijeta ili čak apsorbirano u njega. Početkom 5. stoljeća pr. Kr. taj je problem, eksplicitno postavljen, postao glavni problem u istraživanju prirode.

Milećani su vjerovali da promjenljivi svijet osjetilnoga iskustva, pojava, nije pričin. No filozofi su ubrzo počeli propitivati temelje našega znanja o svijetu. Čini se da se promjene zbivaju, osjetilno iskustvo upućuje na to, ali odgovaraju li zamijećene pojave zbilji ili nas pak zavode? Može li se nešto što se mijenja, nastaje i nestaje smatrati uistinu zbiljskim? Treba li opažene promjene pokušati objasniti upućivanjem na nešto fundamentalnije? Mora li na kraju takva objašnjenja stajati nešto nepromjenljivo? Je li tada uopće moguće objasniti promjene i smatrati ih zbiljskima? Može li se nepromjenljivost tako pomišljene zbilje pomiriti sa zbiljnošću promjene na razini osjetilnog iskustva? Kako svijet može istodobno biti i nepromjenljiv, stalan, i promjenljiv? Ta je pitanja prvi izrijekom razmatrao Parmenid (oko 515. pr. Kr. – oko 440. pr. Kr.) iz grčke kolonije Eleje u južnoj Italiji.

6.2. Parmenid

Prvi dio Parmenidovog filozofskog spjeva *O prirodi* je posvećen »Stazi istine«:

Hajde, kazat ću, a ti saslušaj, zapamti riječi,
koji su samo zamislivi istraživanja puti:
prema jednome bitak jest a nebitka nema –
(»jest i ne može biti da nije«; ono što istražujemo, što se ovdje istražuje,
što god to bilo, postoji i ne može ne postojati – ništa (ono što nije)
nužno ne postoji)
staza je to Uvjerenja koja Istinu slijedi;
prema drugome nebitak jest i nužno postoji –
(»nije i mora biti da nije«; ono što istražujemo nužno ne postoji – ništa
(ono što nije) nužno postoji)
to je, kažem ti, sasvim nespoznatljiva staza:
ne možeš spoznati ono što nije jer moguće nije
niti izreći.

Ono što ne postoji, što nije, »ništa«, se ne može misliti jer dok mislimo »ništa« opet mislimo *nešto*. Kad mislimo, uvijek mislimo o *nečemu*. Kad uporabimo neko ime to mora biti ime *nečega*. Misao i jezik iziskuju predmete izvan sebe samih. Ono-što-nije, ono što ne postoji, »ništa«, naprosto nije »nešto«, naprosto ne postoji, toga naprosto nema, a o onome čega nema se ne može ni misliti ni govoriti.

Stoga je jedino prvi put (»jest i ne može biti da nije«) put istine. Parmenid kritizira mišljenja »ljudi što ne znaju ništa«, koji su »gluhi i slijepi,

zbunjeni, bez rasuđivanja rulja« koja se ogrješuju o početnu dilemu i podrazumijevaju da i jest i nije.

U nastavku Parmenid istražuje što znači da nešto postoji i ne može ne postojati, da »jest i ne može biti da nije«. Koje odlike ima ono za što se opravdano može reći da postoji, da jest? Parmenid zaključuje da je ono što uistinu postoji vječno (ne može ni nastati ni nestati), nepromjenljivo, potpuno (nerazdijeljeno, tj. u jednom komadu) i posvuda slično (jednoliko). Ono što postoji mora biti vječno i nepromjenljivo jedno.

Ono što jest ne može nastati jer bi mu da je nastalo prethodilo »ništa«, ono što nije, a ono što nije ni na koji način ne može biti. Slično, ono što postoji ne može nestati jer bi na njegovo mjesto potom stupilo ono što nije, a ono što nije ne može biti. Nastajanje i nestajanje onoga što postoji naprosto nisu mogući jer pretpostavljaju promjenu iz onoga što nije u ono što jest odnosno iz onoga što jest u ono što nije i stoga pretpostavljaju da »ništa« postoji, da »ništa« jest.

Ono što postoji se ne može mijenjati jer tijekom promjene nešto nestaje, a nešto novo nastaje, a nastajanje i nestajanje onoga što jest, vidjeli smo, nije moguće.

Ono što postoji ne može biti razdijeljeno jer bi tada između odijeljenih »komada« onoga što jest bilo ono što nije, a ono što nije naprosto ne može postojati. Mora biti cjelovito i neprekidno (jer bi inače ono izvan njega bilo nešto što nije)

Parmenid nadalje kaže da je ono što jest posvuda slično stoga što nema više ili manje toga na nekom mjestu nego na drugom, već je sve puno onoga što jest.

Parmenidov tekst je težak za tumačenje i ishodište njegovoga argumenta nije posve jasno, no zaključak je nedvosmislen: nastajanje, nestajanje i bilo kakva promjena onoga što postoji logički nisu mogući. Parmenidov argument protiv promjene je neumoljiv, ali njegove posljedice nisu jasne. Prije svega nije jasno o čemu on govori kad govori o onome što jest. Što je zapravo predmet njegove analize? Kako valja razumjeti ono što jest i, što je za povijest fizike još važnije, kako su to što jest shvaćali njegovi suvremenici? Moguća su različita tumačenja, od kojih ćemo mi razmotriti dva.

Prema jednom tumačenju Parmenidova razmatranja su kozmološke naravi. Kad govori o onome što jest on misli na *sve što jest*, na sveukupnost svega što postoji, tj. na kozmos ili svijet u cjelini. Drugim riječima, poricanjem opstojnosti onoga što nije Parmenid razvija radikalnu kozmologiju, u kojoj postoji samo jedno, ono što jest, koje se ni na koji način ne mijenja. Primijenimo li u okviru takva tumačenja Parmenidove zaključke o tome kakvo je ono što jest na svijet u cjelini, slijedi da je kozmos, uređeni svijet u kojem živimo, vječan, nepromjenljiv, jednotan (tj. bez dijelova) i homogen. Kako onda shvatiti iskustvo, koje nam pokazuje mnoštvo različitih stvari, promjene, nastajanje i nestajanje? Odgovor je da su sve te pojave samo pričin, varka osjetila. Sve što uistinu jest je jedinstveno i nepromjenljivo. Parmenid je svjestan što pokazuje iskustvo, ali pitanje je može li se iskustvu vjerovati. Mišljenju se mora dati prednost, ako ono nasuprot iskustvu pokazuje da promjena nije moguća. Tvrdi da treba vjerovati jedino razumu i da je svjedočanstvo osjetila krajnje nepouzdana i

zavodljivo. Takvo tumačenje potječe od Platona i Aristotela te i danas prevladava.

Prihvatanje tako shvaćenih Parmenidovih zaključaka zapravo znači kraj kozmologije, kraj svake rasprave o nastanku, građi, ustroju i promjenljivosti svijeta. No činjenica je da je ta rasprava nastavljena i u nastavku ovoga teksta ćemo upoznati teorije Empedokla, Anaksagore i atomista, koje su bile važne za razvoj fizike. Stoga bismo očekivali da će ti filozofi koji nastavljaju kozmološku raspravu žestoko kritizirati Parmenida i njegove zaključke o naravi kozmosa. No premda antički izvori ne nude posve pouzdanu informaciju o tome što se događalo u to doba, preostali fragmenti pokazuju da Empedoklo i Anaksagora, primjerice, u velikoj mjeri prihvaćaju Parmenidove zaključke. Oni prihvaćaju Parmenidovo poricanje nastajanja i nestajanja bez ograda ili implicitne kritike. Ni jedan od njih ni u jednom fragmentu ne argumentira eksplicitno protiv Parmenida ni po kojem drugom pitanju, a u drugim antičkim izvorima nema dokaza da su ikad kritizirali Parmenida. Empedoklo i Anaksagora se slažu s Parmenidom bez eksplicitnog neslaganja, a očekivali bismo barem neko neslaganje ako nastoje »spasiti« kozmologiju. Takvu reakciju je moguće razumjeti ako pretpostavimo da su Empedoklo i Anaksagora drukčije protumačili Parmenidova razmatranja, što nas vodi do drugog mogućeg tumačenja Parmenidovih tvrdnji.

Po tom drugom tumačenju Parmenidova razmatranja nisu kozmološke naravi, ne tiču se kozmosa kao cjeline, već su prije metafizičke naravi, tiču se najopćenitijih i temeljnih obilježja bilo čega što postoji. Po tom tumačenju kad Parmenid govori o onome što jest on misli na *bilo što što jest*, na bilo koju stvar za koju se može reći da uistinu postoji. On govori o tome čemu bi nešto trebalo biti nalik da bi se kvalificiralo kao načelo objašnjavanja pojava u svijetu i to ne mora nužno biti jedno jedino.

Takvo tumačenje nam omogućuje da uzmemo u obzir drugi dio njegova spjeva, u kojem razvija vlastitu kozmologiju. Parmenid tu kritizira kozmologiju »smrtnika« u kojoj se kombinira ono što jest i ono što nije, u kojoj se ono što jest i ono što nije koriste kao suprotnosti. Parmenid, vidjeli smo, poriče opstojnost onog što nije te stoga odbacuje dualizam onog što jest i onoga što nije. No odbacimo li takav dualizam i dalje ostavljamo otvorenom mogućnost pluralizma, tj. mogućnost kombiniranja jednakih i neovisnih opstojećih počela u kozmologiji. Uzmemo li da »ono što jest« za Parmenida nije kozmos u cjelini, već naziv za bilo što što postoji, ne slijedi da je svijet jednotan i nepromjenljiv, već samo da je ono što jest takvo, što god to bilo, i ništa ne priječi postojanje većeg broja stvari koje spadaju u kategoriju »onoga što jest«, koje su takve da zadovoljavaju uvjete koje je Parmenid postavio na ono što jest. I Aristotel je smatrao Parmenidovu kozmologiju ozbiljnim prikazom zbilje. Stoga se drugi dio spjeva, doduše, može čitati kao prikaz zavodljive kozmologije – kako misle pristaše prvog navedenog tumačenja – ali i kao nacrt programa za pravu vrstu kozmologije. Neki autori smatraju da je taj drugi mogući način čitanja, premda nije nužno ispravan, povijesno opravdano pripisati Empedoklu i Anaksagori (ili ga oni pak čitaju na prvi spomenuti način, ali razvijaju njegove ideje na ovakav način). Prema takvom tumačenju Parmenidovog spjeva, kozmologije koje razvijaju Empedoklo, Anaksagora i atomista nisu očajnički pokušaj spašavanja kozmologije od Parmenidove slike jednotnoga i nepromjenljivoga svemira, već razvoj

programa koji je on sam zasnovao. Tada nije potreban nikakav kritički odgovor na Parmenida, jer pluralistički kozmolog nije protivnik Parmenida, već sljedbenik njegove teorije i praktičar njegove metode.

Razmotrimo u tom kontekstu kozmologiju Anaksimena, koju smo upoznali u tekstu o učenjima Milećana i koja je nastala prije Parmenida. Anaksimena smatra da je svijet građen od jedne pratvari – zraka – a sva mnoštvenost i promjenljivost svijeta je rezultat zgušnjavanja i razrjeđivanja zraka. Anaksimenov zrak je vječan, ali očigledno nije nepromjenljiv, jer se zgušnjava i razrjeđuje. Po Parmenidu ono što jest ne može biti promjenljivo jer promjena podrazumijeva nastajanje i nestajanje i stoga Anaksimenov zrak ne zadovoljava uvjete koje Parmenid postavlja na ono što jest. U svjetlu Parmenidovih razmatranja protumačenih na drugi spomenuti način Anaksimenaova kozmologija nije zadovoljavajuća. Anaksimena u svojoj kozmologiji očigledno kombinira ono što jest i ono što nije.

S druge strane kozmologije Empedokla, Anaksagore i atomista, nastale nakon Parmenida, su pluralističke. Pretpostavljaju postojanje više temeljnih sastavnica svijeta koje nastoje oblikovati po parmenidskim načelima i pokušavaju iz toga izvesti mnoštvenost i promjenljivost. Teorije Empedokla i Anaksagore su slične no ne znamo jesu li znali jedan za drugoga.

6.3. Empedoklo

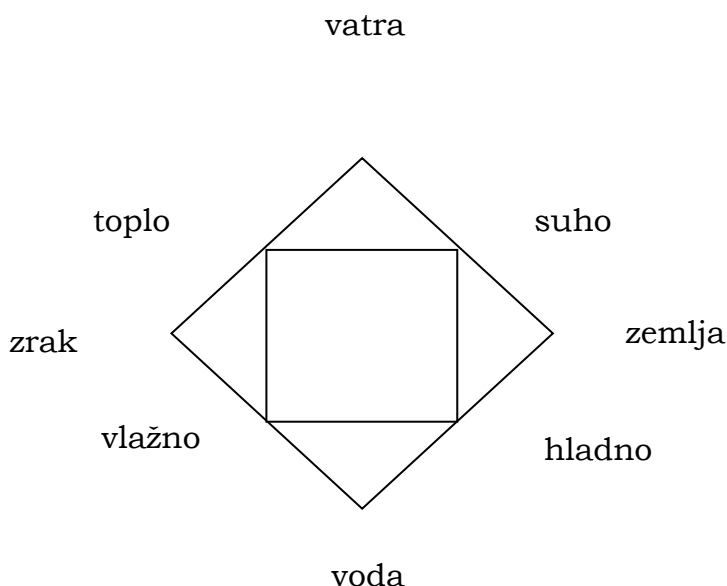
Empedoklo potječe iz grčke kolonije Akragant na Siciliji, a živio je u 5. st. pr. Kr. Bio je političar, tvrdio je za sebe da je prorok, zadnja inkarnacija, pripisuju mu se čuda, a navodno je umro skočivši u krater Etne kako bi dokazao da je postao bog.

Ponovimo problem koji Empedoklo nastoji riješiti. S jedne strane, iskustvo nam u svijetu pokazuje mnoštvo različitih stvari i promjene. S druge strane, svijet bjelodano postoji, a razum nam (prema Parmenidu) pokazuje da ono što postoji mora biti jednodno (nemnoštveno) i nepromjenljivo. Ako i razum i iskustvo shvatimo ozbiljno tada nam preostaje jedino da se upitamo na koji način postoji svijet. Pretpostavimo li nadalje da svijet postoji kao jedna pratvar, jedno počelo, da je jedna pratvar sve što jest, tj. da je sve u svijetu građeno od samo jednog »elementa«, tada očigledno moramo odbaciti ili iskustvo ili zahtjeve razuma. Naime, tada to jedno što čini svijet postoji. Stoga prihvatimo li zahtjev razuma da je ono što jest jednodno i nepromjenljivo, moramo iskustvo proglasiti pričinom. Prihvatimo li pak iskustvo, slijedi da je ono što jest zapravo mnoštveno i promjenljivo. Druga mogućnost je pretpostaviti da svijet ne postoji kao samo jedna pratvar, već kao složevina, kao kombinacija više pratvari koje svaka za sebe zadovoljavaju zahtjeve razuma na ono što jest, a koje pak svojim slaganjem daju iskustveno opaženo mnoštvo promjenljivih stvari. Ova druga mogućnost je upravo put kojim kreće Empedoklo.

6.3.1. Četiri »korijena« stvari

Empedoklo tvrdi da je svijet načinjen od četiri počela, četiri »korijena« (*rhizomata*) stvari: zemlje, vode, vatre i zraka. Svaki od ta četiri korijena za sebe bi trebala zadovoljavati uvjete koje je Parmenid postavio na ono što jest: svaki je vječan, nepromjenljiv, potpun i posvuda sličan. Ti korijeni su međusobno neovisni i po statusu jednaki – ni jedan se ni na koji način ne ističe.

Korijeni, naravno, nisu kemijski čiste tvari. Rekli smo već da se riječ »zemlja« koristila za različite krutine, riječ »voda« za različite tekućine i kovine, a riječ »zrak« za svaki plin ili paru. To donekle objašnjava Empedoklov odabir korijena, koji bjelodano nije posve proizvoljan: zemlja, voda i zrak prikazuju tvar u krutom, tekućem i plinovitom stanju. Korijeni su u srodstvu ili protivnosti jedan s drugim, a imaju i kvalitete: toplo, hladno, vlažno i suho:



Empedoklov kozmos je mješavina korijena. On prirodu uspoređuje sa slikarom, koji pomoću nekoliko boja prikazuje najrazličitije stvari. Njegov glavni model objašnjavanja različitih stvari i pojava je miješanje i razdvajanje. Korijeni se kombiniraju u cjelobrojnim omjerima da bi dali iskustvene predmete. Sastojci te mješavine postoje otprije i nastaviti će postojati kad sama mješavina nestane. Na temeljnoj razini objašnjenja mješavine, iskustveni predmeti, zapravo ne postoje, već postoje samo nepromjenljivi korijeni. No na drugoj razini objašnjenja miješanje korijena daje mnoštveni i promjenljivi svijet iskustva. Možemo razlučiti nepromjenljivi svijet korijena i promjenljivi svijet događaja. Ti su događaji izvedeni i stoga u stanovitom smislu nisu uistinu zbiljski, tj. nisu temeljna načela objašnjenja. No oni nisu niti puki pričin, već su izvedena stanja tih temeljnih načela, tj. korijena.

Vidimo da Empedoklov model omogućuje razlikovanje zbiljskoga i pojavnoga – onoga što uistinu jest i onoga što se pojavljuje u našem iskustvu.

Empedoklo tvrdi da konačni broj korijena proizvodi neograničeni broj različitih tvari tako da se korijeni miješaju u različitim omjerima (zamisao omjera su, vidjeli smo, već prije rabili pitagorovci). Kaže, primjerice, da je kost građena od vatre, vode i zemlje u omjeru 4:2:2. No nije razvio dosljednu teoriju posebnih tvari. Kad je zaključio da se mnoštvo tvari može teorijski objasniti pretpostavkom da se korijeni miješaju u različitim omjerima, ostavio je ideju na toj razini, ne nalazimo pokušaj da se teorija dalje razvija na temelju iskustvenih istraživanja.

6.3.2. »Ljubav« i »mržnja« kao uzroci spajanja i razdvajanja korijena

Empedoklo korijene zamišlja kao ono što jest i nastoji pokazati da oni zadovoljavaju uvjete koje na ono što jest postavlja Parmenid. No time se otvara problem uzroka promjena, tj. miješanja korijena, spajanja i razdvajanja korijena. Kod Anaksimena pratvar – zrak – nosi u sebi uzrok promjene, to je tvar koja se oduvijek giba i mijenja, gibanje je zraku inherentno. Empedoklovi korijeni pak moraju biti nepokretni i nepromjenljivi. To mu nameće novu zamisao: prihvaćajući da se korijeni po sebi ne mijenjaju niti gibaju, uvodi *vanjske sile* kao uzrok promjena. Drugim riječima, da bi omogućio miješanje korijena on mora uvesti nešto što uzrokuje njihovo spajanje i razdvajanje, a to naziva »ljubav« i »mržnja«. Ljubav je sila spajanja, ona sjedinjuje stvari i stvara nove, a mržnja razara bića na dijelove. Tu ponovno vidimo na djelu proces stvaranja stručne terminologije preuzimanjem iz svakidašnjega govora riječi koje asociraju na ono što se novim tehničkim terminom želi izraziti. Te sile, korijenima izvanjski uzroci spajanja i razdvajanja, su i same protegnute, ali nevidljive, možemo ih zamišljati nalik nekom ljepilu i rastvaralu. Valja uočiti razliku između inertnih korijena i aktivnih sila koje ih pokreću. No te sile nisu posve apstrahirane od tvari, one zauzimaju prostor poput tjelesnih predmeta.

6.3.3. Kozmogonija

Empedoklov kozmos je ciklični kozmos. Mnoge potankosti kozmičkog ciklusa su nejasne, ali je jasno da je glavna stvar neprekidno smjenjivanje procesa sjedinjavanja i razdvajanja, koji proizvode jedno iz mnoštva i mnoštvo iz jednog. U tom kruženju ima mjesta i za jedno i za mnoštvo.

U početku jednog ciklusa ljubav združuje korijene u skladan uređaj, sjedinjujući konačno sve stvari u savršeno homogenu smjesu u kozmičkoj

Kugli (*sphairos*). No mržnja ulazi u Kuglu izvana, razbija njezino jedinstvo i ubrzava razdvajanje korijena. Od razdvojenih dijelova Kugle nastaje kozmos, u kojem se pojavljuju različite nakupine zemlje, vode, zraka i vatre te nastaju biljke i životinje (nastaju kao slučajne forme, dok se ne pojave one sposobne za preživljavanje).

O daljnjem tijeku stvari postoje nesuglasice. Prema jednom mišljenju, mržnja nastavlja razdvajati korijene sve dok se zemlja, vatra, voda i zrak posve ne razdvoje i poslože u koncentričnim slojevima, ne dopuštajući nikakve složevine ni živa bića. Tada se ljubav počinje širiti iz središta kozmičke Kugle i iznova oblikovati složevine, uključujući živa bića, a mržnja se povlači na periferiju kozmosa. Prema drugom tumačenju nikada ne dolazi do potpunog razdvajanja korijena, već se nastavlja borba ljubavi i mržnje, u kojoj ljubav pobjeđuje i iznova oblikuje Kuglu u neprekidnom kružnom procesu.

6.3.4. Neki problemi Empedoklove teorije

Prema Empedoklu svijet koji nam otkrivaju osjetila, iskustveni svijet, čine mješavine protegnutih nepromjenljivih korijena, koji su u tim mješavinama pomiješani u različitim omjerima, čime se objašnjavaju različita svojstva različitih stvari. Da bismo u okviru takve slike svijeta objasnili bilo kakvu promjenu očigledno moramo pretpostaviti da je koncentracija danog korijena u nekoj mješavini promjenljiva. Dakle, premda pretpostavljamo da se sami korijeni ne mijenjaju, moramo dopustiti da se mijenjaju njihovi odnosi s drugim korijenima. Tu je Empedoklova teorija najranjivija: kako može biti bilo kakve promjene u međusobnim odnosima korijena, ako su oni uistinu posve nepromjenljivi? Da bi se promijenio međusobni odnos korijena – omjer u kojem su pomiješani – njihove se konfiguracije moraju promijeniti na ovaj ili onaj način. Sjetimo se u tom kontekstu da Parmenid tvrdi da je ono što jest posvuda slično i da nema više ili manje toga na nekom mjestu nego na drugom. Empedoklovi korijeni naprosto ne mogu biti »posvuda slični«, homogeni, mora ih biti »više ili manje« na nekom mjestu nego na drugom da bi se mogli miješati u različitim omjerima.

Korijeni se u najmanju ruku moraju mijenjati po svojoj prostornoj koncentraciji, kako bi se mogli miješati u različitim omjerima. Stoga, ako isključimo mogućnost gibanja, promjene mjesta, blokiramo Empedoklovo rješenje problema promjene.

Nadalje, može se prigovoriti statusu novoga odnosa korijena, nove konfiguracije stvari, kao onome što pretpostavlja pojavljivanje nove situacije tamo gdje prije nije postojala i time narušava načelo nemogućnosti nastajanja.

Ti se prigovori brzo javljaju kao reakcija na Empedoklovu teoriju. Primjerice, Zenon iz Eleje razvija niz argumenata usredotočenih na

nemogućnost gibanja, a Melis eksplicitno prigovara da pojavljivanje nove konfiguracije narušava Parmenidove zahtjeve.

6.4. Anaksagora

Anaksagora se rodio u Klazomeni kraj Mileta, a živio je od oko 500. pr. Kr. do oko 428. pr. Kr. Prema antičkim izvorima bio je prvi filozof u Ateni, gdje je proveo veći dio života. Tvrdio je da su nebeska tijela građena jednako kao tijela na Zemlji, primjerice da je Sunce usijan kamen, kao i zvijezde, ali toplinu zvijezda ne osjećamo jer su daleke, te da je Mjesec građen od zemlje i da odbija svjetlost Sunca. Zbog tih bezbožnih tvrdnji su ga u Ateni izveli pred sud. No u biti se radilo o političkom procesu: Anaksagora je bio Periklov prijatelj i učitelj, a kad je Periklo ostario politički protivnici su počeli napadati njegove prijatelje. Naposljetku je uspio pobjeći iz Atene.

6.4.1. Sjemeni stvari i um

Anaksagorino učenje o naravi stvari je po mnogo čemu slično Empedoklovom. Poput Empedokla zadržava Parmenidov stav da ono što jest ne nastaje niti nestaje te poriče jedinstvenost onoga što jest. Kao što smo već rekli, ne znamo jesu li Empedoklo i Anaksagora znali jedan za drugoga.

Ishodišni Anaksagorin stav je da ništa ne nastaje niti nestaje, već se miješa i razdvaja od postojećih počela. No, za Anaksagoru je počelo svaka vrsta prirodne stvari: kosa, meso, zlato, kamen, ..., ali i toplo, hladno, suho i vlažno, koje zamišlja kao stvari, a ne tek kao kvalitete. Smatra da iz parmenidskoga načela da ništa postojeće ne može niti nastati niti nestati slijedi da mora postojati onoliko osnovnih stvari (»sjemeni«) koliko u iskustvenim stvarima ima jednostavnih stvari i da ta sjemeni postoje od početka u izvornoj mješavini svih stvari. Drugim riječima, umjesto četiri Empedoklova »korijena« on uvodi beskonačno mnogo »sjemeni«. Onoliko je jednostavnih stvari – »sjemeni« – na koliko ih se svijet može podijeliti. Kosa i meso ne mogu nastati iz ne-kose ili ne-mesa. Oni moraju postojati u nekom obliku u našoj hrani. To vrijedi općenito: »u svemu je dio svega«. U početku je »sve bilo zajedno« i sada »sve stvari imaju udio u svim stvarima«. Ni jedna prirodna tvar nije elementarnija, u smislu jednostavnosti, od drugih. Sve su vrste prirodnih stvari postojale u iskonskoj mješavini i svaka vrsta prirodne stvari postoji danas u svakom predmetu.

Temeljna načela njegova nauka o stvari su sljedeća:

- i) Stvari možemo razdijeliti na dijelove koji liče jedan na drugoga i na tu tvar; svaka je tvar složena od dijelova iste naravi. U biti je formulirao novi pojam elementa: elementni su one stvari koje dijeljenjem daju

same sebe – *homeomerije* (*homoimerê*) ili istodjelnice, što nalikuje modernom pojmu elementa. No za ovaj postulat nema potvrde u fragmentima. Anaksagorine elemente je Aristotel nazvao *homoimerê* – imaju dijelove nalik cjelini – i nije jasno je li to tek Aristotelova interpretacija.

- ii) Svaka je stvar ono čega u njoj ima najviše, svaki predmet sadrži sve elemente, ali jedan dominira.
- iii) U svakoj je stvari dio svih drugih stvari, promjena se može protumačiti pojavljivanjem nečeg već prisutnog.
- iv) Ništa ne nastaje niti nestaje, već se sve samo miješa i razlaže.
- v) Nema granice djeljivosti stvari.

Anaksagorina sjemena su nužno inertna poput Empedoklovih korijena te i on u teoriju mora uvesti vanjsku silu koja dovodi do slaganja i razlaganja. Umjesto Empedoklove ljubavi i mržnje on uvodi jednu takvu silu koju zove *Nous* ili *Um*. *Um* je najčistija i najfinija tvar. Njegovo je mjesto unutar prirode, a ne izvan nje. *Kozmos* je organiziran prema racionalnom redu. *Um* je izvor svakog gibanja i tjelesne je naravi.

Očigledno je u Anaksagorinoj teoriji osnovni mehanizam nastajanja različitih stvari i promjena miješanje i razlaganje protegnutih sjemena pa se i ta teorija suočava s istim problemima kao Empedoklova.

6.4.2. Kozmogonija

Prema Anaksagori *kozmos* nastaje iz prvobitne mješavine kada *kozmički Um* započne kružno gibanje koje razdvaja različite tvari jednu od druge. *Kozmos* je nastao iz kaotičnog prastanja posredstvom *Uma*, koji je inertnu masu stavio u kretanje. *Um* je dao prvotni impuls, a pojedine prirodne pojave i ukupno kozmološko zbivanje odvijaju se prema strogo određenim kauzalnim zakonima. Teški i vlažni materijal se nakuplja u središtu, a laki i suhi na obodu te počinje razgraničavanje svijeta. Neki teži objekti, nošeni vrtlogom i zapaljeni trenjem, čine nebeska tijela. Vrtložno gibanje se nastavlja širiti kroz beskrajni svemir, ali nema cikličnog stvaranja i razaranja *kozmosa* kao kod Empedokla, već samo stalno širenje.

6.5. Atomisti – Leukip i Demokrit

Problem koji Empedoklo i Anaksagora nastoje riješiti jest kako je moguće da u *kozmosu*, koji očigledno postoji, opažamo mnoštvo različitih objekata i promjene. Zamisao na kojoj temelje svoja rješenja jest da je *kozmos* građen od stanovitoga broja vječnih i nepromjenljivih sastavnica (što

osigurava njegovo postojanje), pretpostavljajući da se međusobni odnosi tih sastavnica mogu mijenjati (što bi trebalo objasniti pojavljivanje mnoštva različitih stvari i promjena u kozmosu). No u njihovim su »pluralističkim« teorijama te sastavnice kontinuirano protegnute kroz velike dijelove kozmosa i stoga je teško zamisliti kako bi se međusobni odnosi tih sastavnica mogli mijenjati bez da se pritom na neki način mijenjaju i same sastavnice. U tom smislu njihove teorije nisu posve zadovoljavajuće: ispada da se u tim teorijama opažena mnoštvenost i promjenljivost svijeta može objasniti jedino ako dopustimo nekovrsnu promjenljivost pratvari od kojih je građen, što nas u biti vraća na »monističke« teorije tipa Anaksimeneve. Očigledno bismo bitno (i nužno) poboljšanje pluralističke teorije dobili kad bismo uspjeli temeljne sastavnice kozmosa zamisliti tako da se njihovi međusobni odnosi mogu mijenjati bez da se pritom one same mijenjaju. Atomisti pokušavaju razviti jednu takvu pluralističku teoriju, vjerojatno barem djelomično potaknuti raspravom o problemima Empedoklove i Anaksagorine teorije.

Za našu priču o postanku moderne fizike je važno uočiti da se je atomistička zamisao tvari, toliko važna za modernu fiziku, pojavila kroz razvoj jednog ranog filozofskog problema – problema promjenljivosti kozmosa – tj. kao pokušaj da se ponudi zadovoljavajuće rješenje tog problema.

Leukip je bio Demokritov učitelj, rođen je u Miletu i vjerojatno je živio sredinom 5. st. pr. Kr., no ne znamo pouzdano što je bio njegov stvarni doprinos razvoju atomističke teorije tvari. Demokrit (oko 460. pr. Kr. – oko 370 pr. Kr.) pak, iz Abdere u Trakiji, je Sokratov suvremenik.

Atomisti se slažu s Anaksagorom da mora postojati beskonačno mnogo različitih tvari. No, njegova sjemena ne zadovoljavaju posve Parmenidove uvjete na ono što jest. Problem je, dakle, kako izvesti promjenljivi pojavni svijet, a zadovoljiti te uvjete? Njihovo je rješenje pretpostavka da je tvarni svijet građen od beskonačno mnogo sastavnica, koje, za razliku od Empedoklovih korijena i Anaksagorinih sjemena, nisu protegnute kroz velike dijelove kozmosa, već su vrlo sitne, i ne mogu se miješati, već samo slagati jedna uz drugu. Neka jednostavna tvar nije beskonačno djeljivi kontinuum, kako nam se iskustveno može činiti, već je složena od nedjeljivih jedinki. U njihovoj teoriji osnovni model objašnjavanja različitih tvari i pojava više nije miješanje i razdvajanje sastavnica protegnutih kroz velike dijelove kozmosa, već slaganje i razlaganje nakupina vrlo sitnih sastavnica. Dakle, i atomisti tvrde da je kozmos građen od stanovitoga broja vječnih i nepromjenljivih sastavnica (što osigurava njegovo postojanje), pretpostavljajući da se međusobni odnosi tih sastavnica mogu mijenjati (što bi trebalo objasniti pojavljivanje mnoštva različitih stvari i promjena u kozmosu), ali te su sastavnice u njihovoj teoriji zamišljene tako da se pri promjenama njihovih međusobnih odnosa one same uistinu ne mijenjaju.

6.5.1. Atomi

Te sastavnice koje čine tvar kozmosa, tj. te najmanje čestice na koje se tvar može rastaviti, atomisti ponekad nazivaju *atomi* – »atom« na grčkom znači *nedjeljiv*. No koristili su i druge nazive: »čvrsto«, »puno«, »postojeće«, »stvar«, »oblik«. Atomi su zamišljeni onako kako Parmenid zamišlja ono što jest: svaki je za sebe vječan (nenastao i nepropadljiv), nepromjenljiv, jednostan (nedjeljiv, bez ustrojstva, tj. bez dijelova) i unutar sebe posve homogen.

Što možemo reći o atomima? Atomi nisu dani u zoru, u iskustvu. Ne zapažamo ih u svijetu pojava. Kako onda otkriti njihova svojstva? To je pitanje i danas aktualno! Za Demokrita put do svojstava atoma je razum, mišljenje:

- i) atomi su *tvarni*, svi su građeni od iste tvari i čvrsti su, puni;
- ii) atomi su *vječni* i *nepromjenljivi* i *nerazdijeljeni*, ne mogu nastajati i nestajati ni mijenjati se na bilo koji način, nedjeljivi su, ne mogu se raspadati ni međusobno stapati, nemaju ustroj, tj. nisu nakupine, nemaju dijelove, jednostni su;
- iii) postoji beskonačno mnogo različitih vrsta atoma, a od svake vrste beskonačno mnogo pojedinačnih atoma;
- iv) atomi imaju *oblik* – to im je osnovno svojstvo koje određuje njihovo ponašanje i odlike; dakle, postoji beskonačan broj vrsta atoma različitih po obliku i veličini (stoga i po težini), no iskustvo pokazuje da nema atoma toliko velikih da bismo ih mogli opaziti (uočimo da antički atomi nipošto nisu tek »kuglice« – postoje atomi svih mogućih oblika i to u različitim veličinama!);
- v) atomi nemaju osjetilna svojstva poput boje, okusa ili topline;
- vi) atomi su po sebi nepokretni, ali se neprekidno gibaju zbog sudaranja s drugim atomima;
- vii) atomi se stoga gibaju nasumično, nesvrhovito, »besciljno«, ali strogo deterministički (poput molekula u modelu idealnog plina!);
- viii) jedini odnosi među atomima su međusobni položaj i poredak (primjerice AH ili HA, gdje su A i H dva atoma) i možebitna međusobna vezanost zbog sukladnosti oblika (poput sukladnih dijelova slagalice).

6.5.2. Praznina

Kad bi atomi bili gusto posloženi jedan do drugoga ne bi se mogli pomicati (ili bi se barem vrlo teško gibali). U takvom se svijetu ništa ne bi mijenjalo i teorija ne bi mogla objasniti pojave koje opažamo. Stoga antički atomisti pretpostavljaju da je *između* atoma »praznina«, kroz koju se atomi mogu gibati. Univerzum atomista čini beskonačno mnogo atoma i

beskonačna praznina i on nalikuje beskonačnom kolaču s grožđicama: tamo gdje je atom nema praznine, a tamo gdje je praznina nema atoma.

Često se »praznina« atomista tumači kao »ništa«, tj. »nepostojeće« (što bi značilo da nepostojeće postoji), upravo kao ono za što je Parmenid rekao da nije i ne može biti. No opravdano je pitati se je li »praznina« uistinu »ništa«. Atomisti tvrde da uistinu postoje samo atomi i praznina. Atome pak zamišljaju strogo slijedeći Parmenidove zahtjeve na ono što jest: oni su vječni, nepromjenljivi, jednostni i homogeni. No Parmenid te zahtjeve izvodi na temelju poricanja postojanja »ništa«. Čini se neobičnim da bi atomisti u opisivanju atoma dosljedno slijedili Parmenidove zahtjeve, koji pretpostavljaju poricanje opstojnosti onoga što nije, a potom uveli u svoju teoriju upravo ono što nije! No ako »praznina« nije parmenidsko »ništa«, tj. ono što nije, što onda ona jest? U antičkim izvorima nema odgovora na takva pitanja. Neki smatraju da za njih *postojati* ima dva smisla: postoje i atomi i praznina, ali atomi su stvarni, a praznina nije stvarna.

6.5.3. Objašnjenje pojava

Za atomiste zbilju iza pojava čine atomi i prazan prostor, postoje samo atomi i prazan prostor. Temeljni postulat atomizma u izvornom obliku jest: zbiljski su jedino atomi i praznina. Ono što spoznajemo osjetilima su mnijenja, stvarno postoje samo atomi i prazni prostor.

Atomisti razlikuju dvije vrste svojstava: ona koja se mogu izravno objasniti postojanjem atoma i ona koja nastaju tako što atomi djeluju na naša osjetila. Svojstva koja se mogu izravno objasniti postojanjem atoma su primjerice veličina, oblik, težina, gustoća. Ta svojstva pripadaju samim stvarima, neovisno o našim osjetilima i ovise o vrsti i poretku atoma i o međuprostoru. Druga svojstva, pak, kao što su boja, miris, okus, zvuk, toplina i sl. nastaju u našim osjetilima kad na njih djeluju atomi različitih oblika.

Atomisti opazive stvari i promjene općenito objašnjavaju kao posljedicu oblika, gibanja i odnosa atoma. Atoma ima beskonačno mnogo i nalaze se u beskonačnoj praznini. Stalno se gibaju i stoga sudaraju. Pri sudarima se mogu odbiti ili združiti, ovisno o obliku i tako nastaju složena tijela. Sve se promjene objašnjavaju kao gibanje te združivanje i razdruživanje atoma. Po tome atomistički kozmos nalikuje stroju: kao što je funkcioniranje stroja posve određeno oblicima, gibanjima i odnosima njegovih dijelova, tako su i pojave u kozmosu posve određene oblicima, gibanjima i odnosima njegovih dijelova, tj. atoma.

Na isti način atomisti opisuju nastanak našeg kozmosa. U beskonačnoj praznini giba se beskonačno mnogo atoma, a njihovo gibanje je, rekli smo već, nasumično, ali strogo determinističko (poput molekula u modelu idealnog plina). U takvom nasumičnom komešanju atoma oni se sudaraju i pritom se mogu združiti, ako su im oblici sukladni (kao dijelovi slagalice). Stoga u beskonačno dugom vremenu i u beskonačnoj praznini

takvo nasumično komešanje ponekad rezultira nastankom složene uređene strukture, tj. kozmosa i naš kozmos, svijet u kojem živimo, je jedan od tako nastalih kozmosa.

Naglasimo da atomisti zastupaju strogi determinizam: ništa se ne može dogoditi slučajno, već se sve događa »s razlogom i po nužnosti«. Kad je kozmos jednom nastao iz nasumičnoga komešanja atoma njegov je daljnji razvoj nepromjenljivo određen mehaničkim načelima. Atomistički svemir i po tome nalikuje mehaničkoj napravi, stroju. Drugim riječima, za razliku od prevladavajućeg stava antike, atomisti ne uvode pojam *svrhe* promjene ili gibanja. Naime, kad se o nekom događaju pitamo »zašto?« to može značiti dvije stvari:

- i) kojoj svrsi služi taj događaj?
- ii) koje su prijašnje okolnosti uzrokovale taj događaj?

Odgovor na prvo pitanje je *teleološko objašnjenje* događaja, odgovor na drugo pitanje je *mehanično objašnjenje*. Unaprijed nije jasno koje je pitanje »pravo« ili su to oba. Atomisti su postavljali mehanično pitanje i davali mehanično objašnjenje.

No to ima ozbiljne posljedice po atomističku viziju kozmosa: to je hladan mehanicistički svijet, u kojem je sve što se događa nužan posljedak determinističkoga gibanja inertnih tvornih atoma. Život je sveden na gibanje atoma, a po atomistima je i ljudska duša, kao i sve ostalo, građena od atoma i prema tome posve determinirana. U takvom svijetu nema mjesta za čovjekovu slobodu, a čovjekov život nema nikakvu svrhu (kao što ništa drugo nema svrhu). Takvim svijetom vlada samo mehanička nužda.

6.5.4. Kritika atomizma

Atomizam nije bio popularan u antici i antički filozofi su razvili mnoštvo raznolikih prigovora atomizmu. Ovom prilikom je dovoljno spomenuti dva problema.

Prvi problem, na koji atomisti nisu ponudili zadovoljavajući odgovor, je Parmenidov argument protiv postojanja praznine: praznina je ništa, a o ništa se ne može dosljedno misliti jer je mišljenje uvijek mišljenje o nečemu. Stoga nastaje logički paradoks: govoreći o »ništa« ipak to imenujemo i stvaramo od njega »nešto«. Antički filozofi općenito ne prihvaćaju mogućnost praznine unutar kozmosa (premda neki, poput Platona, govore o »prostoru« izvan kozmosa, ali Platonov »prostor« je vrlo složena zamisao i on nipošto nije »ništa«) stoga im nije prihvatljiva ni teorija koja nužno zahtijeva postojanje praznine unutar kozmosa.

Drugi problem je narav atomističkoga mehanicističkoga svemira, u kojem nema ni svrhe ni slobode, a čovjekov život je stoga posve determiniran, predodređen, što otvara ozbiljne etičke probleme. Kao što smo već rekli, Platon, Aristotel i drugi antički filozofi preferiraju teleološko

objašnjenje pojava, iz razloga koje smo ranije razmotrili. Osobito je ozbiljan problem što u kozmosu izvornoga atomizma nema mjesta za slobodu volje, za čovjekovu slobodnu odluku. Stoga su atomisti 17. stoljeća jasno i oštro razlikovali tvarni svijet, tj. čovjekovo tijelo, koje je građeno od atoma, i čovjekovu dušu, koja nije atomistička i stoga je slobodna.

Iz tih i sličnih razloga se atomizam sve do 17. stoljeća rijetko razmatrao kao ozbiljna slika svijeta. U antici se kao nastavljači atomizma pojavljuju samo Epikur i epikurejci (u helenističkom dobu) te Tit Lukrecije Kar (u Rimu).

6.6. Atomizam u helenističkom dobu – Epikur

Jedan od rezultata pohoda i osvajanja Aleksandra Velikoga (ili Makedonskoga) u drugoj polovici 4. st. pr. Kr. je bila mogućnost boljih intelektualnih i kulturnih kontakata Grka i drugih naroda. Miješanjem kultura i preuzimanjem elemenata od pokorenih naroda, nastaje sinteza grčkih i inozemnih elemenata označena terminom »helenistička« kultura. Iako su grčki elementi tu prevladavali, tim se historiografskim terminom želi razlučiti ovaj period od onog ranijeg, od izvorne grčke, »helenske« kulture. Stoga »helenistička filozofija prirode« označava razmišljanja o prirodi u okviru tog grčkog carstva.

6.6.1. Uloga istraživanja prirode

Epikur i njegovi sljedbenici (epikurejci) daju veliku važnost etičkim pitanjima, nastojeći sve druge aspekte filozofije podrediti etičkim. Filozofiju dijele na etiku, fiziku i logiku te podređuju logiku i fiziku etici. Smatraju da je glavni cilj filozofije osigurati sreću, a čovjek može biti sretan jedino ako se oslobodi straha i tjeskobe. No to nije moguće sve dok ne poznaje uzroke prirodnih pojava, a to znači da mora istraživati prirodu. Glavni motiv za istraživanje prirode je stoga postizanje duševnog mira.

Epikur (341. pr. Kr. – 270. pr. Kr.), začetnik škole, rodio se na Samosu. Smatrao je da je cilj filozofije osigurati čovjeku sreću. Sreća se pak može postići uklanjanjem straha od nepoznatog i nadnaravnog, a za to je idealna filozofija prirode. Ona je sredstvo da se postigne sreća i sreća je njezina jedina funkcija. Po Epikuru je dakle uloga filozofije prirode da nas nauči obraniti se od lažnih religijskih vjerovanja i stoga nema potrebe za bavljenjem prirodom onkraj točke kad dosegemo neko objašnjenje pojava za

koje bi se inače moglo misliti da su posljedice natprirodne intervencije ili koje na neki drugi način mogu dovesti do iracionalnog straha.

Epikur naglašava da se mnoge prirodne pojave mogu tumačiti na različite načine i odbacuje potrebu daljnjeg istraživanja. Istraživanje prirode je besmisleno i isprazno ako ne doprinosi duševnom miru. Zapravo nije važno koje je objašnjenje neke prirodne pojave ispravno, time se dalje ne treba baviti. Kad istraživanje da neko prihvatljivo objašnjenje ili objašnjenja, ono treba prestati. Epikurejska filozofija je tako neobična mješavina, u kojoj su ozbiljna propitivanja nekih temeljnih problema fizike kombinirana s negativnim stavom prema istraživanju pojedinačnih prirodnih pojava.

6.6.2. Epikurejski atomizam

Epikurova razmatranja nekih problema ipak nadilaze ono što bismo očekivali na temelju prikazanih motiva. Njegova glavna učenja su preuzeta od atomista: postoje samo atomi i praznina, atoma je beskonačno mnogo i stalno se gibaju u praznini, atomi putem sudara oblikuju složena tijela, osjetna svojstva složenih tijela (primjerice toplina, boja, okus ...) nisu zbiljska, već samo prividna.

No po nekim se aspektima njegova teorija razlikuje od Demokritove, u većini slučajeva vjerojatno kao odgovor na Aristotelovu kritiku ranog atomizma. Jedno od pitanja koje Aristotel postavlja je jesu li atomi *logički* djeljivi (iako *fizički* svakako nisu). Po Epikuru atomi su fizički najmanje čestice, nedjeljivi su fizički, ali imaju veličinu i načinjeni su od matematički (logički) nedjeljivih dijelova. Također smatra da nema beskonačno mnogo različitih vrsta atoma (što bi po Aristotelu značilo da bi neki atomi morali biti veoma veliki, tj. opazivi).

Najvažnija se novina tiče težine atoma. Za Demokrita su primarna svojstva atoma oblik, položaj i poredak. Epikur dodaje *težinu*, koja je za ranije atomiste sekundarno svojstvo. Stoga Epikur drukčije opisuje nastanak svjetova. Demokrit je smatrao da se atomi vječnom gibaju u svim smjerovima te da njihovi slučajni sudari stvaraju nakupine. Epikur pak smatra da se prije oblikovanja kozmosa svi atomi zbog težine gibaju u istom smjeru, tj. prema »dolje«, a pritom tvrdi da u praznini brzina ne ovisi o težini i da svi atomi »padaju« jednako brzo.

6.6.3. Krivudanje atoma

Problem takve slike »kiše« atoma je s jedne strane što tada nema sudara među atomima i kozmos ne bi mogao nastati. S druge strane, to je pasivni, mehanicistički svijet u kojem je sve rezultat mehaničkih uzroka. U

takvom smo svijetu suočeni sa strogo determinističkim lancem događaja koji uklanja čovjekovu odgovornost i razara Epikurov etički sustav. Upravo stoga su Epikur i njegovi sljedbenici morali uvesti neke preinake u atomističku filozofiju, kako bi izbjegli neugodne kozmološke i etičke posljedice. Epikur u tu svrhu uvodi svoj nauk o »krivudanju« atoma: s vremena na vrijeme atom se u svom »padanju« kroz prazninu u najmanjoj mogućoj mjeri otkloni od pravca i tako pokreće lanac sudara. Za taj otklon nema uzroka, to je učinak bez uzroka. To se mora događati u početku oblikovanja svijeta i kasnije unutar nastalih kozmosa.

To je učenje još u antici bilo izvrgnuto ruglu. Izvori su nepotpuni i nejasni, ali čini se da je Epikur rabio tu teoriju u prikazu duše, da bi spasio svoju etiku od determinizma. Epikur je, kao materijalist, sveo mentalne događaje na fizička međudjelovanja atoma duše i stoga mu se nameće problem što u takvom sustavu znači moralna odgovornost: čovjekova volja ne može biti slobodna u svijetu kojim posve vladaju mehanički uzroci. No krivudanje atoma uvodi indeterminizam u taj svemir. Funkcija krivudanja atoma je, čini se, da se u gibanje atoma duše u nekoj točki uvede diskontinuitet. Time se ne objašnjava otkud čovjeku sloboda odluke, ali se unosi prekid u deterministički lanac mehaničkih uzroka i otvara prostor za slobodu izbora, slobodnu volju. Krivudanje se ne mora i zapravo ne smije dogoditi u trenutku izbora, jer tada to ne bi bio slobodan izbor, već slučajnost.

Kozmološki argument je manje kontroverzan. Želimo li objasniti nastanak kozmosa moramo uvesti iznimke u jednoliko gibanje svih atoma. Znamo da postoji barem ovaj kozmos, a stoga je do sudaranja atoma moralo doći.

6.7. Atomizam u Rimu – Lukrecije

Rimske filozofe općenito nisu pretjerano zanimali teorijski problemi filozofije prirode, ali je objavljeno mnoštvo popularno-znanstvenih zbirki i priručnika koje su sastavljali kompilatori. O zanimanju javnosti za takva djela, barem što se tiče onih pisanih na latinskom jeziku, svjedoči uspjeh takvih enciklopedija, poput one Lukrecijeve.

Tit Lukrecije Kar (99/94. pr. Kr. – 55./50. pr. Kr.) je sastavio dugi filozofski spjev *O naravi stvari*, koji je prikaz i obrana epikurejske filozofije prirode i napose atomizma. To je njegovo jedino djelo, koje je pripremao veći dio života. Spjev je očuvan do danas i imao je nekad veći, a nekad manji odjek, pozitivan ili negativan (prijevod na hrvatski se može naći u knjižnici Fizičkoga odsjeka).

Spjev je enciklopedijski po opsegu i popularan po razini izlaganja, u cjelini je dobro sređen i planiran, no suh i težak za čitanje. Djelo nije posve dovršeno i objavljeno je u obliku u kojem ga je autor ostavio. Podijeljeno je u 6 knjiga, od kojih prve tri iznose glavni argument – atomističku fiziku i kozmologiju. Preostale tri knjige se bave raznim drugim predmetima.

Lukrecije je htio svom naraštaju pružiti način spasa od zala koja su ga mučila i smatrao je da je to Epikurov nauk.

Glavna je svrha prve knjige iznijeti »narav stvari«, opisati njihov nastanak, razvoj i nestanak te objasniti svijet na materijalistički način, što podrazumijeva odbacivanje religijskih i mitoloških prikaza. Osnovno je načelo stalnost tvari: ništa ne nastaje niti nestaje. Tvar postoji u obliku čestica u praznom prostoru. Čestice su krute, neuništive i nedjeljive. Svemir je beskonačan, atoma je beskonačno mnogo. Razmatra i odbacuju i druge teorije tvari (primjerice Empedoklovu i Anaksagorinu).

U drugoj knjizi razmatra gibanje atoma te izlaže i brani Epikurov nauk o padanju i krivudanju atoma. Također razmatra oblik i svojstva atoma te način na koji atomi grade vidljiva tijela. Tvrdi da u beskrajnom univerzumu postoji mnoštvo svjetova, koji nastaju i nestaju.

U trećoj se knjizi objašnjava narav duše i uklanja strah od smrti. Duša je dio tijela i tvarne je naravi, načinjena je od finih atoma. Tijelo i duša umiru zajedno.

Četvrta je knjiga psihološka studija osjeta i misli, bavi se iluzijama i sl.

Peta je knjiga najdulja, a Lukrecije u njoj raspravlja o astronomiji, organskoj evoluciji, antropologiji i povijesti kulture. Između ostalog tu govori o nastanku različitih dijelova svijeta, o gibanjima nebeskih tijela, o nepokretnost Zemlje, o veličinu Sunca i Mjeseca, o podrijetlu sunčeve svjetlosti i topline, o fazama i pomrčinama Mjeseca itd. Na prikaz astronomije nadovezuje se rasprava o organskoj evoluciji i povijesti čovječanstva te govori o počecima društvenoga života, o podrijetlu jezika, o otkriću vatre, o kraljevstvu i vlasništvu, o kovinama, o vojnoj vještini, o odjeći, o poljodjelstvu, o glazbi, o poeziji itd.

U šestoj se knjizi raspravlja o meteorologiji, zemljopisu i medicini pa se govori o munji, gromu, vjetru, oblacima, kiši, dugi, potresima, vulkanima, izvorima, magnetu te bolestima i epidemijama.

6.8. Atomizam u srednjem vijeku i renesansi

Demokritova su djela izgubljena između 3. i 5. stoljeća, a nije postojala škola koja bi nastavila njegove ideje. Stoga se kroz čitav srednji vijek o Demokritu ne zna gotovo ništa, ne povezuje ga se s atomizmom, oko njegovih učenja se ispredaju legende i pripisuju mu se tuđa učenja, napose u medicini i alkemiji te je općenito smatran botaničarem i liječnikom.

Ipak, u srednjem vijeku atomizam nije posve zaboravljen, a doživljava se uglavnom kroz nauk Epikura i njegovih sljedbenika. No kršćanstvo je bilo nesklono Epikuru, prije svega zbog njegove etike. Epikurov atomizam je kršćanstvu bio neprihvatljiv iz više razloga: zbog općenitog materijalizma, zbog stava o Bogu, zbog učenja da je svijet nastao slučajnim sudarima atoma, zbog odbacivanja besmrtnosti duše itd. Napadi na epikurejce su bili

posebno žestoki jer su se njihove škole zadržale do 5. stoljeća, a imali su dosta pristaša u Rimskom Carstvu.

Od 4. stoljeća na zapadu Europe se pod utjecajem kršćanstva učvršćuju platoničke ideje, a aristotelizam uzmiče i naposljetku biva zaboravljen. Platonov *Timej* i djela pisana u platoničkom i novoplatoničkom duhu su temelj filozofije prirode u zapadnoj Europi u ranome srednjem vijeku (o tome ćemo više reći u sljedećem tekstu).

U ranom srednjem vijeku (od oko 500. godine do oko 1000. godine) je napisano vrlo malo rasprava o filozofiji prirode, a najvažnije su one koje su napisali Izidor Seviljski i Venerable Bede, ljudi čija su imena postala sinonimi za ranosrednjovjekovnu filozofiju prirode i srednjovjekovnu sliku svijeta. Oni su bili ljudi Crkve i njihova su istraživanja bila poduzeta isključivo u vjerske svrhe. Opći i neupitan stav koji dijele jest da je glavna svrha znanosti podupiranje kršćanske objave.

Izidor i Bede su predstavnici tradicije popularizacije i očuvanja znanja, ljudi koji su nastojali očuvati ostatke klasične učenosti i prenijeti ih dalje u uporabivom obliku. Za njih nema mjesta u povijesti fizike koja bi bila naprosto kronika velikih otkrića i misli. No njihov pothvat ima važno mjesto u istraživanju povijesnih strujanja koja su nas dovela do sadašnjega stanja. Ni jedan od njih nije obogatio znanost, ali su obojica sabrali i iznova izrazili postojeće znanstveno znanje u dobu u kojem je istraživanje prirode bilo krajnje sporedna djelatnost. Time su održali kontinuitet filozofije prirode kroz opasno i teško doba i tako za mnoga stoljeća snažno utjecali na ono što su Europljani znali o prirodi i kako su o njoj mislili.

U njihovim djelima atomizam zauzima krajnje sporedno mjesto, ali ga Izidor Seviljski ipak ponekad usput spominje. Izidor Seviljski (oko 560. – 636.) je odrastao u Španjolskoj. Obrazovao ga je stariji brat, vjerojatno u samostanskoj ili biskupskoj školi. Godine 600. naslijedio je brata na mjestu seviljskoga nadbiskupa. Njegov primjer pokazuje da je u Španjolskoj tog doba bio dostupan, ali vjerojatno ne i uobičajen, relativno visok stupanj učenosti i kulture. Pisao je o Bibliji, teologiji, liturgiji i povijesti.

Za povijest znanosti važna su dva njegova djela: *O naravi stvari* i *Etimologije*. Ta su djela utemeljena na poganskim i kršćanskim izvorima, uključujući Lukrecija, Marcijana Kapelu i Kasiodora. Ona prenose sažetu, površnu verziju grčke filozofije prirode. *Etimologije* su jedna od najpopularnijih knjiga čitavog srednjega vijeka i očuvana je u više od tisuću rukopisa. To je enciklopedijski prikaz stvari putem etimološke raščlambe njihovih imena. Pokriva sedam slobodnih umijeća, medicinu, pravo, mjerenje vremena i kalendar, teologiju, antropologiju, zemljopis, kozmologiju, mineralogiju i poljodjelstvo.

Izidorov svemir je geocentričan, načinjen od četiri elementa, u biti platonički. Izidor navodi kuglastost Zemlje i pokazuje elementarno razumijevanje gibanja planeta. Daje prikaz zona nebeske sfere, godišnjih doba, naravi i veličine Sunca i Mjeseca, govori o uzroku pomrčina. Razlikuje prirodnu astrologiju od praznovjerja. Odbacivši praznovjerje, priznaje astrologiji status znanosti, kao znanosti koja izučava utjecaj nebeskih tijela na zemaljske pojave. No astrologija se mora osuditi ako hoće »čitati proročanstva na nebu« i proricati »iz toka zvijezda horoskope i sudbine ljudi«. Takav je stav omogućio opstanak astrologije, što je kasnije bilo važno za

filozofiju prirode. Za našu je temu važno da u svojim djelima usputno spominje atome. U djelu *Etimologije* daje definiciju atoma, a u djelu *O naravi stvari* prenosi neke Lukrecijeve ideje. Epikura kritizira iz etičkih razloga, a spominje i Demokrita, ali ga smatra magom.

I u nastavku srednjega vijeka neki autori spominju atomizam, premda rijetko, kao primjerice Vincent iz Beauvaisa (oko 1190. – oko 1265.), a neki ga čak u svojim djelima ozbiljno razmatraju i preuzimaju neke atomističke zamisli, primjerice Guillaume iz Conchesa (oko 1080. – oko 1155.) i Adelard iz Batha (oko 1080. – oko 1152.). No atomizam se u srednjem vijeku dominantno doživljava kao kuriozitet, kao promašena ideja (poput ideje da se Zemlja vrti oko Sunca) i nema gotovo nikakav utjecaj na razvoj filozofije prirode.

Zanimanje za atomizam je oživjelo početkom renesanse kad je Giovanni Francesco Poggio Bracciolini (1380. – 1459.) 1417. godine u knjižnici nekog njemačkog samostana otkrio primjerak izgubljenog i zaboravljenog Lukrecijeva spjeva *O naravi stvari* (Poggio je tragajući po samostanskim knjižnicama otkrio mnoštvo izgubljenih i zaboravljenih klasičnih latinskih tekstova). No to zanimanje je bilo više literarno, a mnogo manje filozofsko. Ni tijekom renesanse nema ozbiljnijeg razmatranja atomizma. Premda je teorija atomista tada postala mnogo bolje poznata nego tijekom srednjega vijeka, ona je općenito imala slab utjecaj, a na prirodoslovlje gotovo nikakav.

Tek mislioci 17. stoljeća, poput Galileija, Descartesa, Gassendija, Boylea, Newtona i drugih, odbacujući Aristotelovu metafiziku prirode, okvir promišljanja prirode utemeljen na pojmovima tvari i forme, bivstva, možnosti i zbiljnosti, četiriju kvaliteta i četiriju uzroka (o Aristotelovoj filozofiji prirode ćemo više reći u kasnijim tekstovima), oživljavaju i preoblikuju korpuskularnu filozofiju antičkih atomista. To je urodilo korjenitim konceptualnim pomakom, koji je razorio temelje filozofije prirode kakva je prakticirana gotovo dvije tisuće godina. Razmotrimo neke od posljedica takve promjene:

- i) Umjesto svrhovitog, organiziranog i u biti organskog svijeta aristotelske filozofije prirode, nova atomistička metafizika nudi sliku mehaničkoga svijeta beživotne tvari, neprestanoga gibanja i nasumičnih sudara.
- ii) Nova atomistička metafizika rastače osjetne kvalitete, koje u aristotelskoj filozofiji prirode zauzimaju središnje mjesto, i stavlja ih u poziciju drugorazrednih svojstava, u smislu sekundarnih kvaliteta, ili ih čak svodi na osjetilni privid.
- iii) Umjesto tvari i forme, kao temeljnih aristotelskih metafizičkih pojmova za objašnjenje prirodnih predmeta i zbivanja, nova metafizika nudi veličinu, oblik i gibanje nevidljivih čestica, uzdižući gibanje na povlašteno mjesto u odnosu na druge vrste promjene i svodeći cjelokupnu uzročnost na tvarni i djelatni uzrok.
- iv) Na mjesto aristotelske teleologije, koja otkriva svrhu unutar prirode, nova metafizika stavlja svrhe Boga stvoritelja, koje su prirodi nametnute izvana.

Štoviše, nova je metafizika imala dalekosežne posljedice po druge vidove filozofije prirode, uključujući metodologiju. Može se opravdano reći da

su korijeni mnogih metodoloških novina u 17. stoljeću upravo u novoj metafizici. Očigledno je, primjerice, da je napuštanje aristotelskog pojma naravi, koje se mogu spoznati jedino istraživanjem stvari u njihovom prirodnom, nesputanom stanju, ohrabrilo manipulativniji, eksperimentalni pristup prirodnim pojavama. Isto tako nema sumnje da je naglasak na nevidljivim čestičnim mehanizmima iznudio ozbiljno promišljanje o naravi hipoteza i o njihovu spoznajnoteorijskom statusu. Konačno, pomicanje pozornosti s aristotelskih kvaliteta na geometrijska svojstva čestica, poput njihova oblika, veličine i gibanja, ohrabrio je primjenu matematike na prirodu.