




OSNOVE KOZMOLOGIJE


UVOD

U ovom ćemo poglavlju istražiti osnove danas iznimno prodorne mlade znanstvene discipline **kozmiologije** i to, prije svega, s geokemijskog aspekta sustava planetarne ili Sunčeve sustavne skale, pa bi tu disciplinu mogli nazvati i **kozmiokemija**, što je također čest izraz u znanstvenoj uporabi. Kada se govori o razvoju svemirskih tijela, govori se i jezikom **kozmiogenije**. Mogli bi upotrijebiti i tradicionalni izraz **astronomija** kao povijesno ime za znanost o svemiru. Međutim, geokemičari koji proučavaju svemir najčešće upotrebljavaju termin ***kozmiologija***.

Kozmiologija ujedinjuje poglede na svemir u cjelini tumačeći bit fizičkih globalnih procesa kao što je nastanak elemenata i ekspanzija svemira, ali i kemijski sastav planetarne i međuplanetarne tvari.



A zašto onda geokemičari studiraju kozmologiju? S geokemijske perspektive planeti i druga izvanzemaljska tijela su zajedno jedan veliki laboratorij za studiranje kemijskog ponašanje našeg planeta. Povijesno gledano, studij kozmologije i kozmokemije paralelan je (a u nekim slučajevima i potpuno isprepleten) s razvojem geokemije kao znanstvene discipline, a i uključuje i iste znanstvenike. Značajno je spomenuti da je vodeći časopis iz geokemije također i osnovni časopis iz kozmokemije (*Geochimica et Cosmochimica Acta*). U ovom ćemo poglavlju istražiti nekoliko značajnih problema koji privlače geokemičare da studiraju svemir, i uočiti kako neki od odgovora mogu poboljšati naše znanje o svijetu koji nas okružuje.




Sunčev se sustav sastoji od pojedinačne zvijezde okružene s devet planeta i velikim brojem manjih tijela, uključujući njihove satelite, kao i asteroide, komete i brojne male ostatke čvrstih tijela. Kao geokemičare nas prvenstveno zanimaju kemijske različitosti i sličnosti između tih tijela. *Do kojeg su se stupnja oni razvili samostalno, a koje su karakteristike naslijedili iz zajedničkog prouzročitelja? Koji su procesi jedinstveni za pojedina tijela, a koji procesi su zajednički i djeluju na sve? Kako je nastao Sunčev sustav i kako je on dostigao današnje stanje?*

STAROST SVEMIRA

Astronome i geokemičare podjednako interesira rana povijest Svemira i Planeta Zemlje znanstveno otkrivajući faktore i događaje koji su doveli do današnjeg njihovog stanja. Da bi to postigli, oni uređuju podatke opažanja u vremensku skalu događaja. Na prvi pogled, taj se zadatak čini laganim jer točni podatci o kozmičkim dimenzijama i datiranju na osnovama radioaktivnog raspada radionuklida u stijenama daju privid o točnom povijesnom satu. Ali pažljiviji pogled u povijest svemira i Zemlje otkriva i brojne prepreke koje treba svladati i brojne probleme koje treba riješiti. I taj nam se zadatak više ne čini tako laganim. Dok se starost Zemlje može utvrditi s preciznošću od ne više od nekoliko desetaka milijuna godina na oko 4,53 Ggod (Ggod = giga godina = milijardu tj. 10^9 godina), a početak stvaranja Sunčevog sustava na 4,53 Ggod, svemir je stariji svega za oko dva do četiri puta. Ipak se prvo ne uočava apsolutna vrijednost starosti svemira već relativno veliki raspon pretpostavljene starosti.

Problem koliko je velik i koliko star svemir problem je koji zanima znanstvenike već duže vrijeme. Otkrićem recesije izmaglice (nebule) V. M. SLIPHERA iz 1917. dana je prva naznaka nestacionarnog karaktera, barem dijela svemira. U idućih desetak godina niz novih podataka potvrđivao je ovu teoriju, ali je tek sa pojavom velikana astronomije i astrofizike, Edwina HUBBLEA, u potpunosti saživjela teorija o ekspandirajućem, a ne statičnom svemiru. Njegova su otkrića dala i nove poticaje za utvrđivanje starosti svemira. Čuveni Hubbleov zakon (koji većina povjesničara znanosti smatraju jednim od najvećih otkrića dvadestog stoljeća uz bok s Einsteinovom teorijom relativiteta ili Heisenbergovim principom neodređenosti) kaže da je brzina V recesije galaktike proporcionalna njezinoj udaljenosti D od nas. Na temelju tih opažanja i tzv. **Hubbleova vremena** dobivena je minimalna starost svemira u rasponu od oko **5 do 10 Ggod**. To se izračunavanje smatra tzv. **prvim pristupom (metodom)** određivanju starosti svemira.



Drugi pristup ili metoda izračunava starost svemira iz evolucije zvjezdanog sadržaja globularnih klastera. Starosti najstarijih globularnih klastera su od 10 do gotovo 20 Ggod. Imajući u vidu da se globularni klasteri razvijaju relativno brzo i to unutar prvih milijardu godina nakon Velikog praska, najstarije se zvijezde moraju starošću blisko poklapati sa starošću svemira.

Treći pristup ili metoda je metoda apsolutnog datiranja koja se temelji na omjeru određenih teških jezgri nađenih u meteoritskom ili lunarnom materijalu. Terestrički materijal nije pogodan za utvrđivanje primordijalnog omjera izotopa jer su sve stijene diferencijacijski produkti, a i, prema sadašnjem znanju, postoji praznina od oko 700 milijuna godina između nastanka Zemlje i nastanka najstarijih stijena na Zemlji. Najpogodniji elementi - nukleokronometri - za određivanje starosti svemira su oni nastali *r*-procesom koji očito djeluju samo u supernovi (vidi poglavlje o nastanku elemenata). Takvi elementi uključuju ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{187}Re , i ^{187}Os . Starost svemira određena nukleokronometrima je oko **$12 \pm 3/2$** Ggod.

U zaključku možemo reći da se starost svemira određena trima neovisnim tehnikama kreće u rasponu od 10-20 Ggod. Ako prihvatimo samo starosti obuhvaćene sa sve tri metode (što je naravno dvojbeni pristup) tada bi mogli utvrditi da je **svemir nastao prije 10 - 15 Ggod.**, što je raspon starosti koji se u literaturi i najčešće spominje.