

## TEMNA SNOV IN ENERGIJA

Izziv v letu astronomije 2009

*Mislec, znanstvenik, je dejal: «Vse, kar občudujem, je zvezdno nebo in moralni zakon v meni.» Najbrž ni človeka na tem planetu, ki ne bi občudoval vsaj zvezdnega neba. Pred vsemi pa to velja za astronome, ki bodo vse leto praznovali kot praznik astronomije. Proglasili so ga Združeni narodi, UNICEF in Mednarodna zveza astronomov (International Astronomical Union - IAU) po geslom Vesolje je nad tabo. Odkrij ga!*

Zvezdno nebo je naš pogled v vesolje. V vseh časih ni navdihovalo samo pesnikov, ampak tudi mislece. V ne tako daljni preteklosti je bil to tudi edini stik z vesoljem. Vendar so že v davnih velikih civilizacijah (Babilonci, Egipčani, Indijci, Kitajci, Maji) vedeli, da se v občudovanja vrednem vesolju skriva tudi marsikatera razložljiva skrivnost. Ko so odkrili posebna gibanja nekaterih zvezd (planetov), so hoteli iz njihovega trenutnega položaja izvedeti prihodnost, predvsem državnih sistemov, ki so, prav zaradi tega, opazovanje vesolja podpirali. Rodila se je astrologija. Mnogi še danes verjamejo v njeno napovedno moč.

Rezultate astroloških opazovanj pa so začeli uporabljati tudi za iskanje zakonitosti, po katerih se gibljejo zvezde. Občudovanja nočnega neba so tako pripeljala do astronomije. Že v antični dobi so si ustvarili sliko, po kateri množica zvezd stalnic pripetih na nebesno kroglo, kroži proti vzhodu. Poleg evidentnega kroženja Sonca in Lune pa so poznali tudi bolj zamotano kroženje planetov Merkurja, Venere, Marsa, Jupitra in Saturna. Zaradi njihovega posebnega gibanja so jih šteli za božanstva. Od tod izhajajo v evropskih jezikih še dandanašnji uporabljena nekatera imena dni v tednu.

Za astronome je bilo torej že tedaj, danes pa je še bolj, vesolje velikanski laboratorij, v katerem neprestano potekajo poskusi. Nekateri se ponavljajo (npr. kroženja), drugi pa so enkratni (npr. eksplozije zvezd). Treba jih je »samo« skrbno opazovati in nato prej ali slej opisati njihov potek z matematičnim znanjem.

Vse to se lepo sliši, v resnici pa je razumevanje kozmičnih pojavov vezano na zelo hude miselne preskoke. Tako so se morali odpovedati vsakdanji izkušnji, da Sonce kroži okrog Zemlje (geocentrični sistem) in sprejeti trditev, ki se upira zdravi pameti, da namreč Zemlja kroži okoli Sonca (heliocentrični sistem). Za Luno tak miselni preskok ni potreben. V resnici kroži okrog Zemlje, kot vidi vsak otrok. Sprejetje heliocentričnega modela, za kar sta bili potrebni kar dve tisočletji kulturne zgodovine, pa se je bogato obrestovalo. Odprlo je razvoj današnje astronomije.

Med vsemi znanostmi postaja astronomsko (astro-fizikalno) raziskovanje vse bolj zahtevno, čeprav uporabljajo visoko dognane teleskope in druge raziskovalne naprave. Astronomi namreč segajo po skrivnostih v vse večjih dolžinskih in časovnih globinah vesolja. Se bolj kot pri mnogih drugih trdih naravoslovnih znanostih, (npr. v fiziki) se ob novih odkritjih, po pravilu, pojavi vse več novih vprašanj.

Dogaja se podobno kakor leta 1930, ko so kot velik dosežek znanosti odkrili planet Pluton, ki naj bi, kot so kazali računi, motil gibanje sosednjega planeta Neptuna. Odkritje v svoji pesnitvi Jerala opeva celo Oton Župančič:

*Videl sem misleca, pisal je zakone  
ljudstvu ne zemskemu - zvezdam je kazal pot,  
pa nesoglasje v vsemirju zasledil je,  
novih svetov je zahteval njegov račun,  
»Bodi!«, je rekel - in noč mu je dala nov svet.*

Vendar Plutonu rojenice niso bile naklonjene. Kmalu se je izkazalo, da je premajhen, da bi mogel povzročati tako veliko motnjo, kot jo je pokazal »njegov račun«. Se več! V novi astronomski sistematiki kaže, da Pluton sploh ne bo več planet. Skupaj z nekaterimi svojimi sosedi naj bi ga uvrstili v novo, manjšo, družčino, med pritlikave planete.

Vedno pa le ni bilo tako. Župančičevi verzi bolje ustrezajo odkritju Neptuna, ki so ga v resnici odkrili (leta 1846). po tem, ko je njegov obstoj zahteval račun.

V astronomiji (astrofiziki) je danes največ prečutih noči namenjeno vprašanju, kako se je vesolje razvijalo po velikem poku, katerega meritve in računi postavljajo v davnino 13,5

milijarde let. To pa je neposredno povezano z vprašanjem, koliko snovi in koliko energije je v vesolju. Čeprav gre le za ocene, vse kaže, da bi morala biti vsota teh dveh količin (pri čemer je masa preračunana v energijo po Einsteinovi enačbi  $E = mc^2$ ) približno 24-krat večja, kot jo dobimo s seštevkem mas in energij vidnih vesoljskih teles in medzvezdne plina.

Manjkajočo snov (22%) imenujejo temna snov, manjkajočo energijo (74%) pa temna energija. Od opazljive mase-energije (4%) pripada zvezdam le ena desetina, ostalo (3,6%) pa medzvezdnemu plinu in medzvezdnemu prahu.

## Temna snov

Prvi glasovi o tem, da bi v vesolju 'moralo' biti snovi veliko več, so stari že tričetrstoletja, vendar jih astronomi (astrofiziki) dolgo časa niso jemali resno. Dejstvo, da so dali temu računskemu primanjkljaju ime (temna masa), pa kaže na to, da so vsaj nekateri videli v njem pomembno vprašanje, čeprav o manjkajoči snovi niso imeli nikakršnega podatka. Vedeli so samo za ugotovitev, da v nekaterih jatah galaksij oddaljene galaksije krožijo s preveliko hitrostjo okrog središča in bi se po računih morale med seboj že davno oddaljiti. Za to, da se to ni zgodilo, je morala poskrbeti gravitacijska privlačna sila dodatne, (neznane) snovi.

Prve prepričljive meritve, ki kažejo na to, da temna snov ni izmišljotina, ampak res snov, ki deluje na telesa samo z gravitacijsko silo, so šele iz zadnjih let. (Pri nedavnih takih meritvah je sodelovala tudi slovenska raziskovalka Maruša Bradač). Opazovali so ukrivljanje poti svetlobnih žarkov (fotonov, ki jim po zgoraj navedeni Einsteinovi enačbi  $E=mc^2$  pripada masa  $m$ ) ob prehodu skozi vmesni prostor, ob trku med dvema galaktičnima jata, ter pojav razložili s privlakom med neznano maso in fotoni. Iz poznejših podobnih meritev danes s precejšnjo gotovostjo vemo, da je temna snov zares snov in je njen delež v celotni snovi vesolja okrog 90 %.

Seveda pa ni dovolj vedeti, da je temna snov res snov. Radi bi vedeli tudi kaj o njenih osnovnih gradnikih. Imeti morajo samo maso, ne pa naboja. Če bi imeli naboj, bi oddajali svetlobo, ki bi jo lahko neposredno opazovali. Biti morajo tudi časovno stabilni. Prosti nevtroni npr. ne pridejo v poštev, saj v kratkem času razpadejo. Od takih delcev, ki jih poznamo iz radioaktivnih razpadov in iz raziskav z do-današnjimi pospeševalniki, pride v poštev nevtrino. Vendar analize kažejo, da nevtrini lahko, zaradi zelo majhne mase,

prispevajo k temni snovi v vesolju le neznamen delež. Zanimljivo naj bi bil tudi prispevek črnih lukenj, ki so ostanek izgorelih zvezd. Zdaj so s tem v zvezi oči astronomov uprte v novi pospeševalnik v evropski organizaciji za jedrske raziskave CERN. Z njim bodo zdaj začeli raziskovati. Morda bodo odkrili nevtrino, nevtralni delec z maso, ki je približno 200-krat večja, kot je masa protona (enaka masi atoma živega srebra), in je kandidat za gradnika temne snovi.

Ocena za delež temne snovi v vesolju (90 % celotne mase) sloni na domnevi, da v vsem vesolju in pri vseh razdaljah strogo velja Newtonov gravitacijski zakon, po katerem je gravitacijska sila med masama sorazmerna produktu obeh mas in obratno sorazmerna s kvadratom medsebojne razdalje. Ta kvadratično-obratna sorazmernost, ki pomeni, da je pri 2x, 3x večji razdalji sila natančno 4x, 9x manjša, je pri obravnavi omenjenih anomalij najpomembnejša. Vemo, da pri laboratorijskih pogojih ta zakon natančno velja. Iz nedavnih meritev sledi tudi, da zakon velja natančno za privlačno silo med Zemljo in Luno. Raziskovalci ta čas gradijo na prepričanju, da pri galaktičnih razdaljah ni drugače. Od tega, ali je pri teh razdaljah odvisnost kvadratično-obratna ali kako drugačna, bo v prihodnje odvisna morebitna nova ocena za delež temne snovi v vesolju. Dejstvo, da pa taka snov v resnici obstaja, sledi iz opazovanja opisanega uklona svetlobnih žarkov ob prehodu skozi galaktični in med galaktični prostor.

## **Temna energija**

Na osnovi opazovanj (uklona svetlobe) vemo o temni snovi v vesolju vsaj nekaj. Temna energija vesolja pa je skoraj popolna neznanka. Vpeljati so jo morali za razlago merske ugotovitve, da se vesolje ne širi enakomerno, ampak vse hitreje, vse bolj pospešeno. Za pospeševanje pa je potrebna energija. Samo se ponuja, da jo po zgledu imena »temna snov\*« imenujemo »temna energija«.

V zvezi s tem je zanimiva zgodba o Einsteinovi splošni relativnostni teoriji. Z namenom, da bi jo prilagodil za opis stacionarnega vesolja, (ki se ne širi, kot so takrat mislili), je v enačbo dodal člen, opremljen s konstanto ( $\lambda$ ) kot faktorjem. Vendar se je na koncu računa izkazalo, da je za opis stacionarnega vesolja ustrezna vrednost te konstante enaka nič. Zaradi tega je Albert Einstein dodatni člen izpustil in je njegovo nasilno vgradnjo obžaloval kot

največjo napako svojega življenja. Ko pa so pozneje ugotovili, da se vesolje širi, so se spomnili tudi na pozabljeno konstanto  $\lambda$  in jo priredili eksperimentalno ugotovljeni (ocenjeni) vrednosti gostote snovi - energije v vesolju. Konstanta  $\lambda$  torej napoveduje temno energijo v vesolju, pravzaprav njeno porazdelitev, ki naj bi bila enakomerna in časovno konstantna. Pozneje so se pojavile še druge teorije, katere za temno energijo napovedujejo neenakomerno porazdelitev, ki je lahko celo časovno odvisna. Kdo ima prav, bo pokazala prihodnost.