

# Temna snov v vesolju

✍ Franc Cvelbar



*Ko zvečer gledamo v nebo, posuto s svetlečimi zvezdami, se pogosto sprašujemo, ali so med njimi tudi take, ki ne svetijo, ali pa svetijo premalo, da bi bile vidne. V šoli so nas učili, da zvezde svetijo zato, ker jih jedrske reakcije razžarijo do visokih temperatur. Po tem pravilu je naše sonce za oddaljenega opazovalca npr. iz Rimske ceste, svetleča zvezda, naša hladna zemlja pa ne bi veljala za zvezdo, tudi če bi bila veliko večja. Morda bi bila opazna le v času, ko bi bila ustrezno obsijana od sonca.*

Dokler so astronomi preštevali in v računih upoštevali le tisto, kar so videli s svojimi teleskopi, čeprav izpopolnjenimi tako, da so lahko prepoznali tudi očem nevidno svetlobo, infrardečo (od rjavih pritikavk, infrardečih galaksij in meglic), radijske valove (npr. od kvazarjev) in zelo pogoste rentgenske žarke iz različnih smeri, so se zavedali, da njihova slika opazovanega vesolja ni popolna. Tolažili so se s predpostavko, da je masa nesvetlečih teles relativno majhna. Pred približno 80-imi leti, ko so s teleskopi opazovali jate rimskih cest, pa so naleteli na presenečenje. Pri natančnejšem opazovanju kroženja zvezd okrog središča galaksije so opazili, da se njihova hitrost pri večjih razdaljah ne manjša, kot so pričakovali, ampak je približno konstantna. Rezultati so se z računi ujemali, če so predpostavili, da je v središču ali v njegovi okolici dodana

nevidna masa in to približno 9-krat večja od mase središča galaksije. Ta rezultat je sprožil pri astronomih cel plaz vprašanj. Vedeli so samo, da gre za dodano maso, niso pa imeli nobenega podatka o njeni vrsti ali njenem izvoru. Čeprav so v osmih desetletjih za reševanje tega vprašanja vložili veliko truda, še danes nimamo popolnoma prepričljivega odgovora.

Kot prvi korak k sistematičnemu proučevanju novega odkritja so dodatno maso imenovali *temna snov*, ki pa mora biti izvor gravitacijske sile. Seveda so se kot prvi taki kandidati ponudili hladni planeti, ugasle zvezde in plinske meglice, vendar vse to lahko pokrije le okrog 1/4 manjkajoče (temne) snovi.

Za odprto vprašanje so se začeli zanimati predvsem fiziki visokih energij, ki so odkrivali nove elementarne delce. Vendar je problem temne snovi ostal vsaj delno nerešen še danes. Dokaj dobro poznani osnovni masni delci – nevtroni, protoni, elektroni – za novo temno snov niso prišli v poštev, saj sestavljajo navadno vesoljsko snov.

Medtem ko teoretiki, fiziki, astronomi in tudi drugi iščejo razlago za temno snov, pa skupine z modernimi teleskopi odkrivajo temno snov tudi v prostoru med galaksijami in gručami galaksij. Pri tem izrabljajo pojav, da se svetloba, ki prihaja npr. iz daljnega kvazarja, v prostoru, napolnjenem s temno snovjo, ukrivlja – podobno kot v velikanski leči.

Ko so raziskovalci mislili, da vedo o vesolju že skoraj vse, je vanje treščilo novo spoznanje (Nobelova nagrada 2011), da se vesolje širi (napihuje) in to vse hitreje. Vzrok temu nenavadnemu pojavu še ni znan, ima pa ime *temna energija*. Za razliko od temne snovi, ki vleče navadno maso skupaj v nebesna telesa, jih temna energija razriva na-

razen. Poleg tega se deli vesolja vedno hitreje oddaljujejo eden od drugega.

Po zdaj znanih podatkih je v vesolju delež navadne snovi, iz katere so zgrajene zvezde, planeti, lune, le za 4 % vsega, kar je v vesolju. Večino drugega predstavlja temna energija (73 %) in pa temna snov, ki zapolnjuje preostalih 23 % vesolja. Če je hipoteza o obstoju temne energije pravilna, se bo vesolje vedno hitreje napihovalo in ohlajevalo.

Kdo so kandidati za temno snov?

Kot možni kandidat za nosilca temne snovi je med prvimi vzbudil zanimanje električno nevtralni delec, *nevtrino*, ki se sprosti pri razpadu beta, ko nevtron, prost ali v atomskem jedru, razpade v proton in elektron. Ker nevtrino tudi v gosti snovi preleti velike razdalje brez sodelovanja s snovjo, in je torej težko ulovljiv, dolgo o njem niso veliko vedeli. O njegovi primernosti, da bi bil vsaj skromni udeleženec v temni snovi, so veliko razpravljali še predno so ga eksperimentalno zaznali oz. vedeli, ali je to sploh masni delec. Kolikšna je njegova (majhna) masa še danes ne vedo natančno. Predvidevajo pa, da masa nevtrinov predstavlja vsaj del temne snovi.

O drugih kandidatih za nosilce temne snovi je na razpolago nekaj teoretičnih napovedi standardnega modela osnovnih delcev, ki ima dodano zahtevo po super simetriji (super simetrični model osnovnih delcev), po kateri vsakemu navadnemu delcu pripada 'super simetrični delec – partner'. Med temi delci iz skupine WIMP (Weakly Interacting Massive Particles, šibko interagirajoči masivnih delcev) so poleg že omenjenih nevtrinov še nevtralini in aksioni.

*Nevtralini* so (zelo verjetno) stabilni in najlažji delci iz WIMP. Ker (verjetno) ne razpadajo in ne interagirajo z

navadno snovjo, naj bi bili kandidati za velik del temne snovi. Vse od velikega poka dalje naj bi bili 'juha', v kateri plavajo vesoljska telesa.

*Aksioni* so tretji dokaj obetavni, pa tudi zahtevni kandidati za temno snov. Za njihovo obravnavo je treba v super simetričnem modelu teorije močne interakcije razrešiti močni CP problem, kjer C v računu pomeni zamenjavo delcev z antidelci (konjugacija naboja), P pa zamenjavo pozitivnih koordinat delcev z negativnimi. Račun močne interakcije, ki združuje nevtrone in protone v atomska jedra, daje isti rezultat, če opravimo kate-rokoli od obeh zamenjav. Pravimo, da je močna interakcija invariantna na CP simetrijo. Nasprotno pa se pri šibki interakciji rezultat računa spremeni pri zamenjavi C ali P. Pravimo, da šibka interakcija krši CP zamenjavo. Teoretiki pričakujejo, da bi tudi močna interakcija morala v računih kršiti CP. Iz poskusov pa vedo, da to do desete decimalke natančno ne drži. Problem lahko rešijo z vpeljavo novih delcev. Taki delci naj bi bili *aksioni*, ki imajo zelo majhno maso, tako da jih šele okoli 200 milijard ustreza enemu elektronu ali pozitronu. Zaradi slabega sodelovanja s snovjo naj bi bili zelo stabilni in njihov razpadni čas veliko daljši, kot je današnja starost vesolja. Kot stabilni delci so možni kandidati za temno snov, a jih zaradi šibke sklopitve v eksperimentih na zemlji tudi še niso odkrili. Najtežja uganka je njihova masa. O tem priča že problem detekcije nevtrinov. Ti se v velikem številu sproščajo v jedrskih reaktorjih, vendar jih je težko zaznati. Še veliko težje pa je dovolj natančno določiti njihovo maso.

Mednarodna skupina raziskovalcev je v zadnjem času na Havajih z analizo posnetkov okrog 10 milijonov galaksij v globini vesolja 6 milijard svetlobnih let (kar je približno polovica starosti vesolja) na štirih različnih področjih neba opazovala ukrivljene poti svetlobe, potujoče mimo temne snovi. Ugotovila je, da temna snov v vesolju ni porazdeljena zvezno, ampak se pojavlja v velikih skupkih, katerih slike so na našem nebu v velikosti približno štirikrat pomanjšane podobe lune. Re-

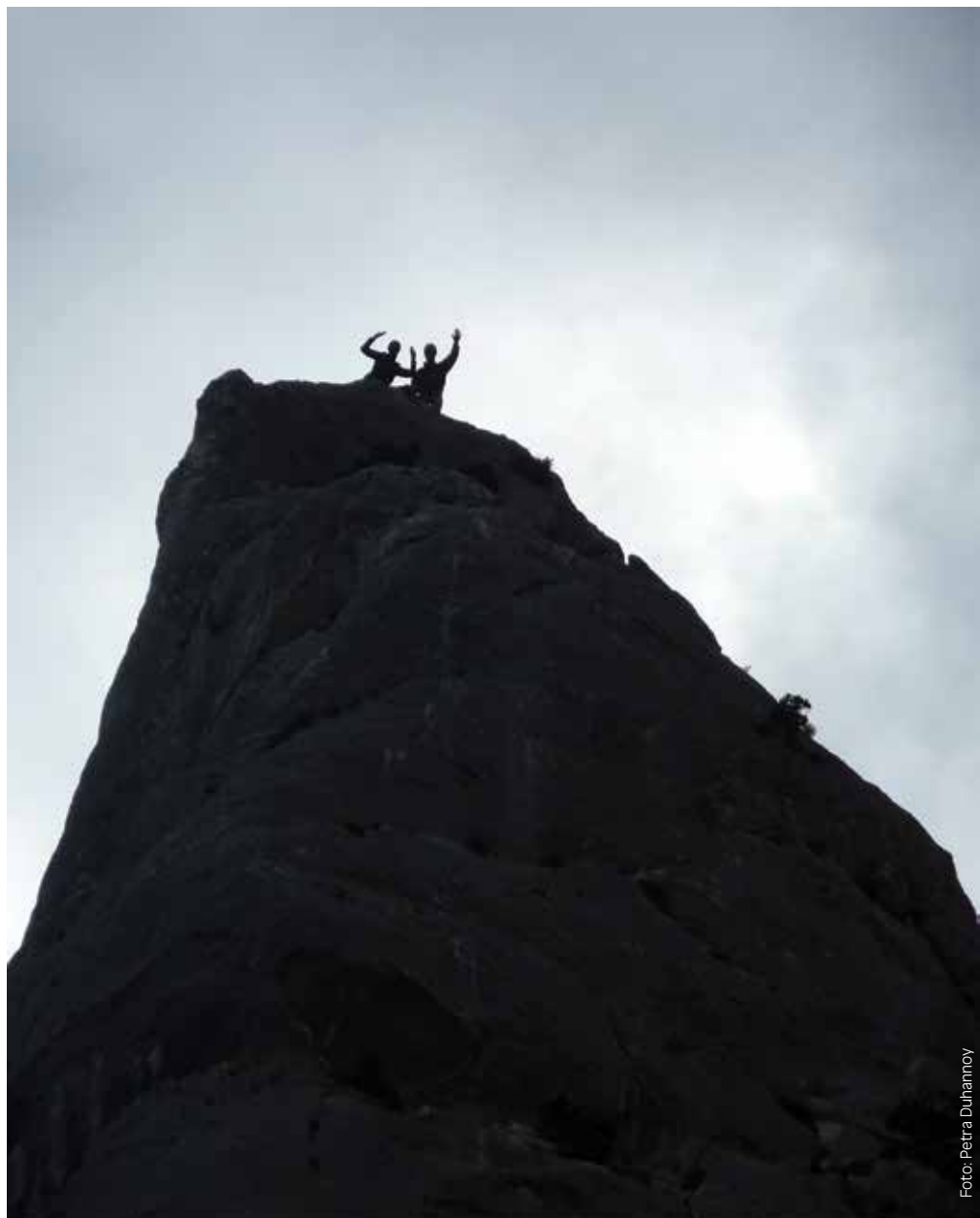


Foto: Petra Duhannoy

zultat meritve je torej ugotovitev, da je temna snov vsaj v štirih smereh vesolja porazdeljena kot mreža.

Skupina teh raziskovalcev načrtuje, da bo v prihodnjih treh letih posnela 10-krat večje področje kot z dosedanjo raziskavo (v petih letih). Upajo, da bodo s kartiranjem še večjih območij prišli korak bliže k razumevanju temne snovi, ki daje galaksijam njihovo maso, strukturo in vzdržuje njihovo gibanje. Poleg tega jo lahko razumemo kot lepilo, ki drži skupaj jate galaksij.

Računi puščajo za seboj kar nekaj temeljnih vprašanj, predvsem o masah delcev, ki čakajo na rezultate raziskav

z visoko energijskimi pospeševalniki. Med njimi je eden vodilnih evropski pospeševalnik v inštitutu CERN v Ženevi, pri katerem sodelujejo tudi slovenski raziskovalci.

“Ne moremo je videti, ne moremo je občutiti, ne moremo se niti zaleteti vanjo ... a vendarle je mogoče, da je temna snov ena od glavnih fizikalnih sestavin vesolja. Ogromna količina te snovi – karkoli že je – je tisto, kar astrofiziki sumijo, da daje galaksijam njihovo maso, strukturo in je odgovorna za njihovo gibanje. Poleg tega pa deluje kot ‘lepilo’, ki drži skupaj jate galaksij v razsežnih kozmičnih mrežah” (neznani avtor). ■