

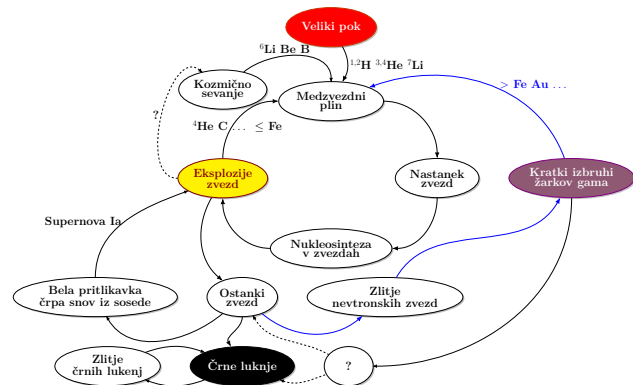


## Prehajanje snovi v vesolju

### Uvod

Civilizacije so od nekdaj cenile obstojno nerjavečo svetlečo se rumeno kovino, ki jo v slovenščini imenujemo *zlato*. Slovenska beseda *zlato* izvira iz slovanske besede *žolto*, ki pomeni rumeno barvo. Beseda je indoevropskega izvora, PIE koren je *\*ghel*, kar pomeni svetel. V germanskih jezikih najdemo različice besede *gold*, ki je istega izvora.

Kako je nastalo zlato in ostali elementi iz periodične tabele kemijskih elementov, bomo govorili v nadaljevanju.



Kroženje snovi v vesolju

### Širjenje vesolja

Kako se je razvijala teorija o nastanku kemijskih elementov? Kmalu zatem, ko je Albert Einstein (1879–1955) leta 1915 zapisal enačbe splošne teorije relativnosti, je ruski kozmolog Aleksander Aleksandrovič Friedmann (1888–1925) leta 1922 našel rešitve enačb, ki so ponudile model širjenja vesolja. Leta 1926 je Edwin Hubble (1889–1953) z opazovanjem oddaljenih galaksij ugotovil, da se vesolje širi. Belgijski katoliški duhovnik in teoretični fizik Georges Henri Joseph Édouard Lemaître (1894–1966) je postavil teorijo o nastanku vesolja iz praatoma, iz katerega naj bi se razširilo celotno vesolje. Ruski fizik George Gamow (1904–1968), ki je leta 1933 emigriral v Združene države, je proučeval nukleosintezo ob velikem poku. Prišel je do zaključka, da so ob velikem poku lahko nastali le lahki elementi. Britanski astrofizik Fred Hoyle (1915–2015) je postavil temelje in razložil nukleosintezo v zvezdnih sredicah. Ni verjel v veliki pok, kljub temu je izraz big bang skoval on sam.

### Zlivanje atomskih jeder

Zlivanje atomskih jeder, nukleosinteza, se dogaja v plazmi atomskih jeder in prostih elektronov. Pri nizkih temperaturah zlivanje jeder preprečuje odbojna električna sila med jedri. Pri dovolj visokih temperaturah imajo

jedra dovolj kinetične energije, da premagajo odbojno električno silo in se približajo tako, da začne med njimi delovati privlačna jedrska sila, ki drži atomska jedra skupaj, kljub odbojni sili med pozitivno nabitimi protoni, ki jih sestavljajo.

Zaradi kvantnomehanskega tunelskega pojava se zlivanje začne že pri temperaturi 14 milijonov stopinj, medtem ko za nuklearno fuzijo na zemlji potrebujemo temperature 150 milijonov stopinj, ker je prispevek tunelskega učinka premajhen za praktično uporabo. Pri zlitju se sprošča energija med drugim v obliki elektromagnetnega sevanja, žarkov gama.

Kljub visokim temperaturam je bilo ob velikem poku premalo časa, da bi nastalo kaj več kot vodik, helij in v sledovih litij. Trije najlažji elementi.

Ostali elementi so nastali ob rojstvu, v teku življenja in ob smrti zvezd. Pri zlivanju lažjih elementov se sprošča energija, ki se upira gravitacijskemu tlaku zvezdne mase.

Ko zmanjka goriva, se zvezda ne more več upirati gravitacijskemu tlaku in se sesede v belo pritlikavko, večja zvezda v nevtronsko zvezdo, še večje zvezde končajo svoje življenje kot črne luknje.

Nukleosinteza elementov, ki so lažji od železa, je eksotermni proces, pri tem se sprošča energija, medtem ko je nukleosinteza elementov, ki so težji od železa, endotermni proces, energija se porablja.

Eksplodirajoče zvezde nov in supernov raztresejo snov, ki je nastala pri nukleosintezi, po vesolju. Iz te snovi nastanejo nove zvezde s svojimi planetnimi sestavi. Torej vsa snov v nas, ki ni vodik ali helij, je nastala ob eksploziji zvezd. Lahko rečemo, da smo sestavljeni iz zvezdnega prahu oziroma zvezdnega pepela, kakor je komu ljubše.

### Nastanek težjih elementov

Novi elementi nastanejo z zlivanjem jeder obstoječih elementov. Prvi korak je združevanje vodikovih jeder (protonov) v helijeva jedra (dva protona in dva nevtrona).

Zlivanje lažjih elementov se dogaja v zvezdnih sredicah.

Kaj pa elementi, težji od železa, kot je na primer zlato? Kje nastanejo?

Do sedaj nismo imeli zadovoljive razlage, kje nastanejo elementi, težji od železa. Dogodek, ki so ga opazili detektorji za gravitacijsko valovanje, nam je marsikaj razjasnil.

Zlato in drugi težji elementi so nastali v dramatičnem vesoljskem ognjemetu, ko se zlijeta dve nevtronski zvezdi.

Po potovanju, dolgem 130 milijonov let, so gravitacijski valovi, ki so nastali pri zlitju dveh nevtronskih zvezd, prispeli v detektorje LIGO v Hanfordu in Livingstonu v Združenih državah ter v detektor Virgo v Italiji 17. avgusta 2017. Pojav je trajal 100 sekund. Masa obeh zvezd je ocenjena med 1.36 in 2.2 Sončeve mase. Masa končnega objekta je ocenjena na 2.74 Sončeve mase. Zvezdi sta pripadali galaksiji NGC4993.

# V A B I L O

Vabimo vas na redni mesečni sestanek Astronomskega društva Javornik, ki bo v torek 16.05.2023 ob 18<sup>h</sup>. Sestanek bo potekal na daljavo prek povezave <https://private.vid.arnes.si/ykak-zn4p-prif>. Glavni del sestanka bo predavanje:

## Ali živimo v črni luknji?

Pogledali si bomo prispevek, ki se ukvarja z vprašanjem, ali je mogoče, da živimo v ogromni črni luknji.

V aprilskem Mesečniku smo si že lahko prebrali Borutov članek o tem, tokrat pa si bomo pogledali kratek video.

Prispevek najdete na povezavi <https://www.youtube.com/watch?v=A8bBhkhZtd8>.

Vabljeni!

*Bernard Ženko*

Dodatne informacije o tem in preteklih predavanjih najdete na <http://www.adj.si>.

Nevtronske zvezde so, za razliko od črnih lukenj, sestavljene iz dejanske snovi z obilico nevtronov (od tod njihovo ime). Zato zlitje nevtronskih zvezd spremlja močno elektromagnetno sevanje, ki ga pri zlitju črnih lukenj ni. Elektromagnetno sevanje, ki pri tem nastane, ima vse valovne dolžine, od žarkov gama do radijskih valov.

Nevtronske zvezde so dovolj masivne, da pri zlitju ustvarijo tudi gravitacijsko valovanje.

Naše razumevanje izvora kemijskih elementov se je čez noč spremenilo. Brž, ko so zaznali gravitacijske valove, so določili mesto na nebu in pričeli opazovati, kaj se dogaja na elektromagnetnem področju.

Izbruh žarkov gama so zaznali 1.7 sekunde potem, ko so zaznali gravitacijske valove.

Ugotovili so, da zlitje nevtronskih zvezd ustvarja velik del elementov, ki so težji od železa, kot so zlato, platina, uran in drugi. Masa zlata, ki je nastalo pri tem, je primerljiva z maso Zemlje. Skrivnost kratkih izbruhov žarkov gama je vsaj delno razkrita. Študije so potrdile, da je zlitje nevtronskih zvezd vir vsaj nekaterih, če že ne vseh kratkih izbruhov žarkov gama.

*Borut Jurčič Zlobec*

Planeti:

- ★ **Merkur** se konec meseca prikaže na jutranjem nebu, ko v ozvezdju Ovna vzhaja slabo uro pred Soncem.
- ★ **Venera** je maja Večernica in zahaja okoli polnoči. Sredi meseca se iz ozvezdja Bika preseli v ozvezdje Dvojčka.
- ★ **Mars** je sprva na nebu do pol dveh zjutraj, nato pa zahaja vse bolj zgodaj in konec meseca zaide še uro prej. Sredi meseca se iz ozvezdja Dvojčkov preseli v ozvezdje Raka.
- ★ **Jupiter** v ozvezdju Ovna opazujemo v drugem delu meseca, ko vzhaja okoli štirih.
- ★ **Saturn** v začetku meseca vzhaja okoli pol štirih, konec meseca pa je na nebu že pred drugo. Giblje se v ozvezdju Vodnarja.
- ★ **Uran** maja ni viden.

*Urška Pajer*

## Efemeride maj 2023

(Efemeride si lahko ogledate tudi v reviji Življenje in tehnika.)

datum	Sonce		Luna		čas
	vzhod	zahod	vzhod	zahod	
01.05.	05:49	20:10	15:32	04:19	CEST
05.05.	05:43	20:15	20:16	05:28	CEST
10.05.	05:36	20:21	01:07	09:05	CEST
15.05.	05:30	20:27	03:43	15:41	CEST
20.05.	05:25	20:33	05:33	21:55	CEST
25.05.	05:20	20:38	09:57	01:15	CEST
30.05.	05:16	20:43	15:29	02:56	CEST

## Napišite prispevek!

Mesečnik potrebuje prispevke. Zato pozivam vse, ki želite kaj objaviti, da mi po elektronski pošti pošljete svoj prispevek. Prispevki so lahko raznovrstni: poročilo o opazovanju, slika, risba, zanimiva astronomska novica, predstavitev domačega observatorija ali teleskopa, skratka – karkoli, kar bodo ostali člani društva z zanimanjem prebrali.

*Aram Karalič*

Javorniški Mesečnik izdaja Astronomsko društvo Javornik, Ljubljana / ISSN 1581-1379 / urednik Aram Karalič / izhaja v prvi polovici meseca / prejemajo ga brezplačno vsi člani Astronomskega društva Javornik / prispevke pošljite na naslov [info@adj.si](mailto:info@adj.si) / **ROK ZA ODDAJO PRISPEVKOV JE 7. DAN V MESECU** / prispevkov praviloma ne lektoriramo / stavljeno v L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>U</sub>