

Vesolje v mojem žepu

Visokoenergijsko vesolje



Mimoza Hafizi

Univerza v Tirani



V ozvezdju Kasiopeje pet najsvetlejših zvezd tvori obliko črke 'W'. Te zvezde so do tisočkrat svetlejše od našega Sonca. Vendar ne oddajajo v visokoenergijskem območju.

Posebni instrumenti, ki se uporabljajo za visokoenergijsko astrofiziko, lahko zaznajo UV, X in gama žarke, ki jih oddajajo določeni objekti. Fotometri merijo količino svetlobe, ki prihaja iz teh objektov, in nam zagotavljajo natančno meritev celotne energije, ki jo oddajajo.

Veliko objektov, ki oddajajo pri visokih energijah, ni mogoče zaznati v vidni svetlobi.

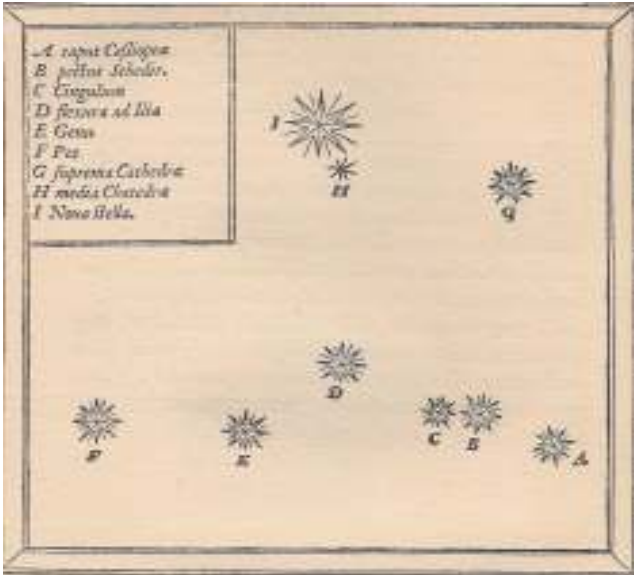
Že s prostim očesom lahko vidimo, da so nekatera nebesna telesa svetlejša od drugih. So nam bližje in zato izgledajo svetlejša? Ali pa oddajajo več energije?

Astronomi znajo izmeriti razdalje mno-gih nebesnih teles, zato lahko ocenijo energijo, ki jo oddajajo v vidni svetlobi.

Z uporabo posebnih detektorjev, ki delujejo v visokoenergijskem območju, lahko izmerijo tudi energijo, ki je očem nevidna, saj jo oddajajo visokoenergijski fotoni (UV, X in gama žarki*), visokoenergijski delci (nevtrini, kozmični žarki) in gravitacijski valovi.

Nekateri objekti, ki oddajajo v visokoenergijskem območju, kot so supernove, nevtronske zvezde, črne luknje ali aktivna galaktična jedra, oddajajo izjemne količine energije. Sevanje je milijarde krat večje od sevanja našega Sonca.

*glej TUIMP 2



Levo: Na zvezdnem zemljevidu Kasiopije je astronom Tycho Brahe z 'I' označil 'novo rojeno zvezdo' 11. novembra 1572, kasneje imenovano Tychova supernova. 'F', 'E', 'D', 'C', 'B', 'A', 'G' so dolgotrajne zvezde in jih je mogoče videti na fotografiji Kasiopije na strani 2, vendar zvezde 'I' ni več videti.

Ko se je pojavila, je bila Tychova supernova tako svetla kot Venera, čeprav se je eksplozija zgodila približno 9 svetlobnih let stran. Dan za dnem je bledela in po približno dveh letih je ni bilo več mogoče videti s prostim očesom.



Levo: Supernova 2010lt, ki jo je odkrila desetletna deklica Kathryn Gray. Eksplozija se je zgodila 240 milijonov svetlobnih let stran.

Supernove

Kakšno presenečenje, če opazujete nebo in nenadoma opazite novo zvezdo, ki sije na mestu, ki je bilo prej prazno! Morda bi vzkliknili: Rodila se je nova zvezda! *Nova*, v latinščini. Ali pa *supernova*, če je nova svetloba izjemno močna! Prvi tak primer je bila “gostujoča” zvezda, ki so jo leta 1054 opazili kitajski astronomi*.

Pravzaprav ta svetloba ne napoveduje rojstva nove zvezde: Supernova je eksplozija obstoječe zvezde. Izbruh je tako izjemen, da v nekaj minutah sprosti toliko energije kot naše Sonce v svoji življenjski dobi 10 milijard let! Potem izbruh oslabi in zvezda spet postane nevidna. Kar ostane, je nevtronska zvezda, oziroma črna luknja. Teleskopi kažejo veliko količino snovi, ki se oddaljuje.

*glej TUIMP 10



Levo: Diagram, ki prikazuje trčenje med dvema črnima luknjama. Valovi, ki se širijo kot valovi v bazenu, predstavljajo gravitacijske valove.

Prvi gravitacijski val, ki so ga ljudje zaznali 14. septembra 2015, nas je obvestil o takšnem trčenju, ki se je zgodilo pred 1,3 milijarde let med parom črnih lukenj s 36 in 29 sončnimi masami. Moč, sproščena med takšnim trčenjem, je dosegla raven, ki je večja od svetlobe, ki jo sevajo vse zvezde v vesolju!

Desno: Fotografija lokacije LIGO Hanford, enega od observatorijev, kjer se zaznavajo gravitacijski valovi. Opazovana valovna oblika se ujema z napovedmi splošne teorije relativnosti, ki jo je razvil Albert Einstein.

Črne luknje

Ko zvezda z maso nad 30 sončnih mas eksplodira kot supernova, se v njenem središču, znotraj območja nekaj kilometrov, oblikuje črna luknja, ki ima več sončnih mas.

Zakaj to nenavadno ime? Ker ima črna luknja tako močno gravitacijo, da nič ne more uiti iz nje. Ne svetloba, ne delci!

Kako jih potem lahko opazujemo? Po njihovem vplivu na okolico!

Njihova gravitacijska energija je ogromna, ker je njihova masa skoncentrirana v zelo majhnem območju. Ta energija se lahko sprosti v obliki gravitacijskih valov.

Gravitacijski valovi so bili prvič opaženi septembra 2015. Oddal jih je trk dveh črnih lukenj.

Nevtrini

Nevtrini so osnovni delci brez naboja in z majhno, še neizmerjeno maso. Z drugimi snovmi zelo šibko interagirajo, zato jih je težko zaznati. Na Zemlji je bilo vzpostavljenih nekaj velikanskih poskusov za zaznavanje nevtrinov.

Nevtrini nastanejo z jedrskimi reakcijami, kot so tiste, ki potekajo v jedru zvezde ali v jedrskih poskusih. V eksplozijah supernov se lahko več kot 99 % energije sprosti preko nevtrinov.

Kljub majhni masi naj bi bili nevtrini tako številni, da lahko vplivajo na zgodovino vesolja.

Desno: Observatorij nevtrinov IceCube. Na tisoče senzorjev je nameščenih pod antarktičnim ledom, razporejenih na kubični kilometer za zaznavanje nevtrinov.



Ko zvezda z maso med 8 in 30 sončnimi masami eksplodira kot supernova, nastane nevtronska zvezda. Je tako gosta, da bi ena čajna žlička njene snovi tehtala milijardo ton!

Nevtronske zvezde so sestavljene iz nevtronov, in se vrtijo do nekaj sto krat na sekundo, pospešujejo delce v svoji atmosferi do skorajšnje hitrosti svetlobe in ustvarjajo ozek sevalni žarek. V nekaterih primerih ta žarek prečka Zemljo, zaradi česar so te zvezde zaznavne kot pulzarji*. Najhitrejši pulzar, PSR J1748-2446ad, se zavrti 716-krat na sekundo!

Med izbruhom supernove, ki vodi do nastanka nevtronske zvezde, poleg svetlobe ogromen tok nevtrinov zapusti zvezdo s skorajšnjo hitrostjo svetlobe. Nekatero od teh opazujemo na Zemlji.

* Glej TUIMP 10

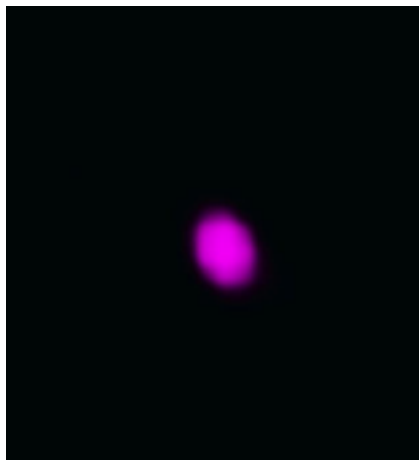


Levo: Vesoljski teleskop Fermi, ki zaznava gama žarke, najbolj energično obliko sevanja, milijonkrat bolj energični

kot vidna svetloba.

17. avgusta 2017 je teleskop Fermi zaznal kratek izbruh gama žarkov (GRB), le 1,7 sekunde po tem, ko je signal gravitacijskega valovanja dosegel zemeljske observatorije. Oba signala sta izvirala iz istega dogodka, trka dveh nevtronskih zvezd, oddaljen 130 milijonov svetlobnih let. Kasneje je bil ta dogodek opazovan v rentgenskih žarkih, ultravijolični svetlobi in drugih pasovih elektromagnetnega spektra.

Desno: Isti GRB, viden v rentgenskih žarkih s strani vesoljskega observatorija Chandra, 9 dni po izbruhu.



Izbruhi gama žarkov

Izbruhi gama žarkov (GRB) so najmočnejši elektromagnetni dogodki, za katere vemo, da se dogajajo v vesolju. Njihova energija, ki se večinoma sprošča v obliki gama fotonov*, lahko tisočkrat preseže energijo supernove. Odkriti pred petdesetimi leti, njihova fizika še ni popolnoma razumljena.

GRB so lahko kratkotrajni (od desetink milisekunde do nekaj sekund) ali dolgotrajni (od sekund do ur). Dolgi GRB so povezani z izbruhom med eksplozijo supernove. Menijo, da kratki GRB izvirajo iz trka dveh nevtronskih zvezd ali nevtronske zvezde in črne luknje.

Satelitski teleskopi odkrijejo približno en GRB na dan.

*glej TUIMP 2



Umetnikov pogled na vpliv kozmičnih žarkov na Zemljino atmosfero. Ob interakciji z atmosferskimi molekulami nastane 'ploha' osnovnih delcev. Del teh delcev lahko doseže nekatere od tisočih detektorjev, ki so jih znanstveniki razporedili v mrežah, pokrivajoč več tisoč kvadratnih kilometrov.

Po stoletju številnih poskusov znanstveni podatki do danes vodijo do zaključka, da znaten del kozmičnih žarkov izvira izven naše Galaksije, iz eksplozij supernov ali iz aktivnih galaktičnih jeder*.

*glej TUIMP 6

Iz vesolja do nas ne prihajajo samo fotoni, nevtrini in gravitacijski valovi. Visokoenergijsko vesolje nam pošilja tudi nabite delce, večinoma protone, pa tudi elektrone in atomska jedra; te imenujemo kozmične žarke. Iz vesolja vsako sekundo Zemljo bombardirajo milijarde in milijarde delcev kozmičnih žarkov.

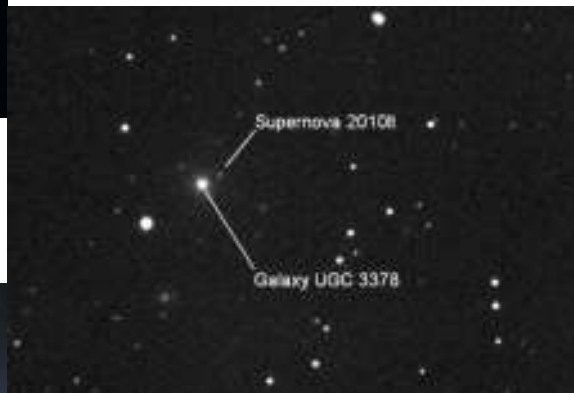
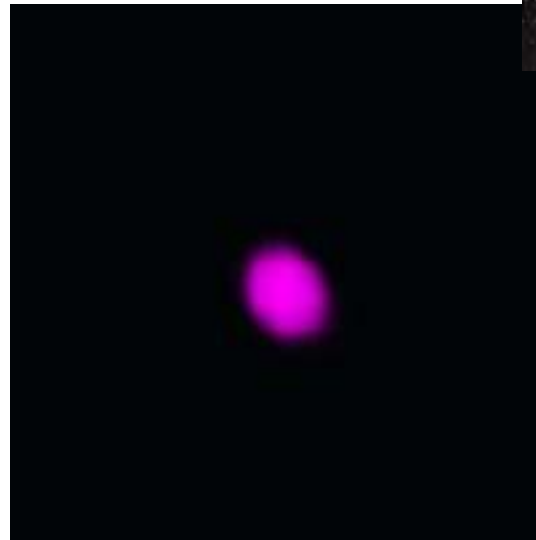
Odkrili so jih v začetku 20. stoletja, njihov izvor pa je še vedno negotov.

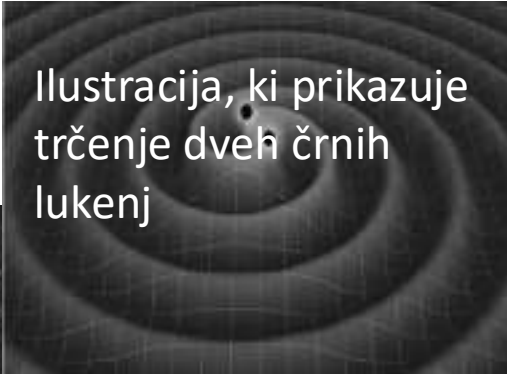
Delci kozmičnih žarkov lahko prenašajo ogromne energije in potujejo skoraj s svetlobno hitrostjo. V ekstremnih primerih je njihova kinetična energija lahko milijarde in milijarde krat večja od njihove mirovne energije.

Kviz

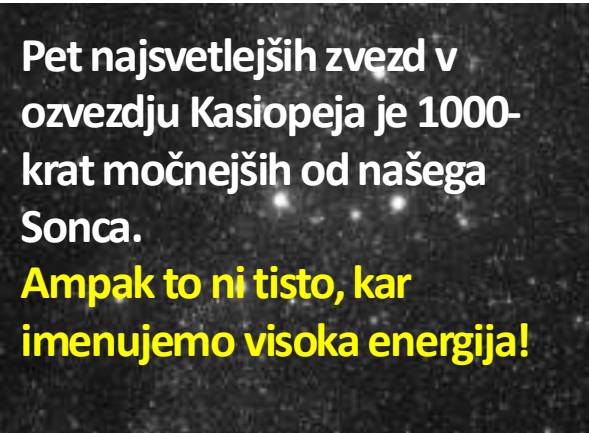
Katera od teh slik ni
povezana z
visokoenergijskimi pojavi v
vesolju?

Odgovori na hrbtni strani





Ilustracija, ki prikazuje
trčenje dveh črnih
lukenj



Pet najsvetlejših zvezd v
ozvezdju Kasiopeja je 1000-
krat močnejših od našega
Sonca.

Ampak to ni tisto, kar
imenujemo visoka energija!

Dogodek
GW170817, ki ga je
opazoval vesoljski
observatorij
Chandra v
rentgenskih žarkih.

Supernova 2010lt.



Supernova 2010lt

Galaxy UGC 3378



Vpliv kozmičnih žarkov na
Zemljino atmosfero

Vesolje v mojem žepu št. 9

To knjižico sta leta 2018 napisala Mimoza Hafizi z Univerze v Tirani (Albanija) in jo pregledal Stan Kurtz z Inštituta za radio astronomijo UNAM v Morelii (Mehika).

Slika na naslovnici: Umetniška ilustracija dveh nevtronskih zvezd, ki se združujeta. [Vir: NSF/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet]



Če želite izvedeti več o tej seriji in o temah, predstavljenih v tej knjižici, obiščite <http://www.tuimp.org>

Prevod: Jerome Novak
TUIIMP Creative Commons

