

SN1987A Supernobaren 5. urtebetetzean

Jesus Arregi

Aspaldian ez dugu SN1987A supernobari buruzko berririk eman, baina gizakiaren urtemugak ospatzeko ohitura dela eta, aipatutako supernobaren 5. urtebetetzea aitzakiatzat hartuz, aldizkari tekniko batzuk ikerketen gaur egungo egoerari buruz artikulua argitaratu dituzte. Lan interesgarri hauen berri emango dugu hemen, aldi berean "Elhuyar. Zientzia eta Teknika" aldizkarian gai honi buruz argitaratu diren artikuluei erreferentzia eginez.

Lehenbizi egin behar dugun aipamena supernobaren hondakin trinkoari buruzkoa da. 30 eta 31 aleetan J. Kristian eta bere laguntzaileek leherketaren ondorioz us-tez eratu zen pultsarearen aurkuntzaren berri ematen zuen lanari buruz aritu ginen. Bertan bi berezitasun nabarmen eta harrigarri atxikitzen zitzaizkion balizko pultsareari: biraketa-abiadura itzela, 2.000 hertzekoa (bira/segundo); eta erradiazioaren maiztasunaren aldaketa sinusoidala. Biraketa-abi-

aduraren balioak, ordurarte aurkitutako pultsare bizkorren abiadura hirukoiztu egiten zuen. Balio hau onargaitza zen, baina orduan azaldu genuenez, gaiari buruzko teoriak ez dute erabat galerazten. Hori dela eta, astrofisikariak pultsare ultra-azkarren izateaz espekulatzen hasi ziren. Zalantzarik gabe ahalegin horiek ez dira alfer-lanak izango, baina gaur egun badakigu J. Kristianek 1989ko urtarrilean eginitako behaketak teleskopioko teledu-bista-kamerak sortutako interfe-

SN 1987A supernoba Magallaes-en hodeian. Hasieran bezala gaude, supernobaren hondakin trinkoaren izaerari buruzko arrasto handiegirik gabe, neutroi-izarra ala zulo beltza izan behar duela badakigu ere.





**SN 1987A
supernoba
leherku
aurretik.**

eratortzen da: SN 1987A supernoba 170.000 argi-urtera dago. Beraz, neutrinoek gutxienez 170.000 urteko bizia dute. Bestela ezin izango zuketean iritsi ere.

Beste xehetasun bat kargari dagokiona da. Kargarik balute galaxiaren eremu magnetikoak sakabianatu egingo lituzke. Ikusi denaren arabera neutrinoen kargak elektroiarena baino mila bilioi (10^{12}) aldiz txikiagoa izan beharko luke. Kargari ezezik, neutrinoen masari ere muga bat jarri zaio. Neutrinoek masarik balute beren energiak mugatuko luke bakoitzaren abiadura. Ondorioz, azkarrenak aurreratu egingo liraterke eta hauen eta motelenen detekzio arteko epea segundo gutxi batzuetakoa baino luzeagoa izango litzateke. Neurtutako 12 segundoko epean, 170.000 urteko bidaiaren ondoren, neutrinoaren masak oso txikia izan behar duela adierazten du. Azken kalkuluen arabera goi-muga 16 elektroi voltetan legoke, hau da, elektroiaren masaren 30 milioirenean edo. Emaitza hau fisikarien artean zabalduen dagoen iritziarekin bat dator, hots, neutrinoak masa nulua duela eta argiaren abiaduraz higitzen dela (fotoia bezala) dioen iritziarekin.

Masaren muga garrantzi handikoa da kosmologi arloan ere. Unibertsoa Big Bang-ak sortutako neutrinoz beteta dago. Beraz, txikia izan arren masarik balute, beren erakarpen grabitatorioak Unibertsoaren hedapena gerazteko adinakoa izango litzateke. Lehentxeago eman dugun masaren muga berriak ordea, ez du horrelakorik onartzen.

Berriro ere supernobara itzuliz, beste arazo bat aztertuko dugu; 15. alean azalpenik gabe utzi behar izan genuena eta ikerlariak argitu berri dutena. Gakoa supernoba sortu zuen izarraren izaeran datza. Jakina denez, supernobei buruzko teoriak bi supernoba-mota bereizten ditu: I eta II motak SN1987A bigarren (II) motakoen artean sailkatu zen, talde horretakoen espektroen antzekoa agertzen zuelako, hau da, hidrogenoaren lerro nabariarekin. Ustegabea jatorrizko izarraren (Sanduleak -69°222ren) argazkiak aztertzean sortu zen (Zer esanik ez, hau da astronomoek supernoba sortu duen izarraren argazkiak dituzten lehenengo aldian). Eskuarki onartua zegoen II motako

rentziak zirela. Hutsegite honen ondoren, bada, hasieran bezala gaude, supernobaren hondakin trinkoaren izaerari buruzko arrasto handiegirik gabe, neutroi-izarra ala zulo beltza izan behar duela bada-kigu ere.

Jakina denez, supernoba aurkitu bano 20 ordu lehenago, leherketak sortutako neutrinoen sorta neurtu zen Lurrean. Zehazki, 6 eta 39 MeV (megaelektroi volt) bitarteko energia zuten 20 neutrino detektatu ziren 12 segundoko epean. Energiaren balioak, sortaren iraupena bezala, leherketaren egoerari oso ondo egokitzen zaizkio, neutrinoak segundo batzuetan 50.000 milioi K-eko tenperaturaren egondako eskualdean sortuak direla adierazten dutelako. Azken baldintza hauek dira, hain zuzen ere, supernoba sortera duen izarraren uzkurpenak eragiten dituenak. Detekzioa EEBBetan eta Japonian gertatu zen, oso sakon lurperatuta dauden bi urontzitan. Azken hauek pro-

toiaren desintegrazioa agerian jartzeko zatiki-detektoreak dira. Neurtu diren 20 zatikiak ez dira Lurrak jasan duen neutrino-zaparradaren adierazgarri, neutrinoak oso detektagarriak direlako. Supernobaren argi ikuskorraren igorpena leherketan askatutako energia guztiaren % 0,01 baino ez da. Beste guztia neutrinoen bidez kanporatzen da. Leherketan sortutako energia gutxi gorabehera $1,5 \cdot 10^{51}$ ergekoa izan zen. Energia hori gure Galaxiako izarrak hilabete batzuetan pizturik iraun erazteko adinakoa dela kontutan hartzen badugu, begi-bistakoa da neutrinoak detektatu ziren egunean horietako milaka milioik zeharkatu gintuztela.

Utz ditzagun supernobari lotutako arazoak une batez, eta aipa ditzagun zatikien fisikaren arloan lan egiten duten zientzilariek (detekzioaren bereiztasunetan oinarriturik) neutrinoen izaerari buruz lortu dituzten ondorioak. Lehenengo nabaritasuna detekzio hutsetik

UZTAILEKO EFEMERIDEAK

EGUZKIA: uztailak 22an, 14 h 8 min-tan Eguzkia Leo konstelazioan sartzen da.

ILARGIA

	ILGORA	ILBETE	ILBEHERA	ILBERRI
eguna	7	14	22	29
ordua	21 h 43 min	19 h 6 min	22 h 12 min	19 h 35 min

PLANETAK

MERKURIO: nahiz eta hilaren 6an elongazio maximoan izan, zaila izango da ikustea, berandu iluntzen duelako. Hilaren bigarren erdian ezingo da ikusi, konjuntziara hurbilduz doalako.

ARTIZARRA: uztailean elongazioa oraindik oso txikia izango da ikusi ahal izateko.

MARTITZ: bere ortoa gero eta goizago gertatzen da. Hilaren bukaerarako gauerdia (UT) baino pixka bat geroago agertuko da.

JUPITER: oraindik ikusi ahal izango dugu ilundu ondoren, baina denbora gutxian. Hilaren amaierarako erabat ilundu baino lehen ezkututzen da.

SATURNO: udan zehar ondoen ikusi ahal izango dugun planeta da. Uztailean, Eguzkia desagertuz doan ordu berean Saturno ekialdetik agertuko da, gau guztian zehar ikuskor izango dugularik.

ABUZTUKO EFEMERIDEAK

EGUZKIA: hilaren 22an, 21 h 10 min-tan Virgon sartzen da.

ILARGIA

	ILGORA	ILBETE	ILBEHERA	ILBERRI
eguna	5	13	21	28
ordua	10 h 58 min	10 h 27 min	10 h 1 min	24 h 42 min

PLANETAK

MERKURIO: abuztuaren 2an behe-konjuntzioan dago. Beraz, ikustezin izango da hilaren bigarren erdia arte. Orduan goizaldera ikusi ahal izango dugu.

ARTIZARRA: hil honetan iluntzean ikusten hasiko da, baina oraindik oso denbora gutxian. Hilaren 23an Jupiterren ondoan izango dugu (17"-ra).

MARTITZ: hilaren lehenengo egunetatik aurrera gauerdia (UT) baino lehen ateratzen hasiko da gauean zehar altuera irabaziz.

JUPITER: gero eta zailagoa izango da ikustea, elongazioa gero eta txikiagoa delako.

SATURNO: abuztuan Eguzkia ezkutatu orduko zeruan izango dugu, gauean zehar altuera irabazten du eta gauerdian (UT) punturik altuenean izango dugu, ikusteko baldintza egokienetan.

supernobak izar erraldoi gorrien leherketen ondorioz sortzen zirela. Sanduleak -69°222 izarra, ordea, erraldoi urdina zen; B3 mota espektralekoa. Bere erradioa, $\sim 3 \cdot 10^7$ km-koa Eguzkiarena baino 50 bat aldiz handiagoa zen, baina superrerraldoi gorri batena baino askoz ere txikiagoa. Masa Eguzkiarena baino 20 aldiz handiagoa zen.

Sortutako egoerak, izar masatsuen eboluzioari buruzko ikerlanak eragin zituen, eta irtenbidea Frantses-Bidearen eta Magallaes-en Hodei Handiaren konposaketen arteko diferentzia kontutan hartuta aurkitu da. Magallaes-en Hodei Handian elementu astunen proportzioa gure Galaxian baino txikiagoa da. Izar arrunt baten kasuan, elementu astunen portzentaia Eguzkiak duenaren herena dela josten da. Elementu astunak izarraren erdigunetik datorren erradiazioaren zurgatzaileak dira. Ondorioz, izarraren kanpo-geruzak berotu eta zabaldu egiten dira. Hedapenarekin berriz, hoztu eta gorritu egiten dira. Magallaes-en Hodei Handiaren kasuan bezala elementu astunen proportzioa txikia bada, erradiazioa errazago kanporatzen da eta orduan superrerraldoi gorri-ranzko urratsa ez da ezinbestekoa. Are gehiago, izarra superrerraldoi gorri bihurtzen bada ere, ondoren erraldoi urdinaren egoerara itzul daiteke berriz, kanpoeneko gas-geruzak galduz. Hain zuzen ere, hori uste da gertatu zitzaiola aztertzen ari garen izarrari lehertu baino 10 bat mila urte lehenago.

Azaldu berri dugun teoria honek, Hubble Space Telescope-k eginiko behaketa batzuk ditu bere alde. Supernobaren inguruan, Lurretik ikus daitekeen eraztun arin bat aurkitu du; argi-urte baten hereneko erradioko eraztuna. Uste denez, eraztuna izarrei darien zati-ki-haizeak eratua da. Superrerraldoi-egoeran haize hau azkarragoa da poloetan ekuatorean baino. Ondorioz, hondar-erloju itxurako materia-egitura bat sortzen du. Izarra erraldoi urdinaren egoerara itzultzean haizea ere aldatu egiten da, arinago eta azkarrago bihurtuz. Haize honek dentsitate handiagoa duen hondar-erlojuaren gerria aurkitzen duenean, gehiago konprimatzen du eraztuna eratuz.

Hurrengo alean SN1987A-ren inguruko beste arazo interesgarri batzuk aztertuko ditugu.