SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio

El Vol. 24 n-ro 5(103) 20.10.1973.

NIGRAJ KAVOJ AŬ KIEL MORTAS STELOJ?

(M.DEMIAŃSKI, VARSOVIO, POLLANDO)

Sekretoj de la nokta ĉielo absorbis homojn de la nememorebla tempo. Multajn el ili oni sukcesis deĉifri dank' al pli kaj pli novaj observo-metodoj kaj dank' al ĝenerala scienco-progreso. Sinsekvantaj tago kaj nokto, fazoj de la Luno, eklipsoj de la Suno kaj Luno estas fundamentaj fenomenoj, kies mekanismon ni jam precize ekkonis. Rigardante dum bela vetero la ĉielon, ni vidas antaŭ ĉio stelojn. La plej proksima, kaj la plej bone esplorita estas nia Suno. Multe da tempo forfluis, antaŭ ol oni konvinkiĝis, ke ĝi estas tipa stelo, unu el tiuj, da kiuj milojn ni vidas per la senarmita okulo.

Unua demando, kiu sin altrudas dum ni varmiĝas en la sunradioj koncernas ĝiajn energio-fontojn. En la geologia historio de la Tero, kiu kalkulas miliardojn da jaroj, ekzistas multaj pruvoj pri tio, ke la Suno dum tiu periodo pli malpli samkvante elradiadis la energion. Plena klarigo de la energetika bilanco de la Suno, ebliĝis nur fine de la tridekaj jaroj, kiam oni esploris bazajn nukleo-

-reakciojn, dum kiuj hidrogeno kaj heliumo transformiĝas en pli pezajn elementojn. Konante ĝeneralan teorion de la nukleo-reakcioj oni povas antaŭvidi pluan evoluo-vojon de la Suno. Konforme al la forbrulita hidrogenô la diametro de la Suno kreskos, por fine, kiam la hidrogeno restos preskaŭ tute foruzita, komenciĝu denova kuntiriĝo-procezo. Se la denseco en la centraj partoj kreskos tiom, ke la meza distanco inter la elektronoj iĝos komparebla kun radiusoj de la elektrono, la voĉon prenos novaj, kvantumaj efektoj. Konforme al la bazaj leĝoj de la kvantum-teorio, du elektronoj ne povas troviĝi precize en la sama stato. Tio ĉi kaŭzas kreon de la kroma premo kiu kontraŭagas pluan kuntiriĝadon kaj sistemo restas en la stato de t.n. blanka nano. Oni povas supozi, ke post kelkaj bilionoj da jaroj la Suno finos sian evoluo-vojon lante malvarmiĝante kiel blanka nano.

Esplorante pli precize la strukturon de la blankaj nanoj S. Chandrasekhar ekrimarkis, ke se la maso de tia stelo estas pli granda ol 1,2 de la maso de la Suno, tiam la premo de la elektrona gaso en ĝia interno, ne povos ekvilibrigi fortojn de la gravita altiro. Tia stelo plu kuntiriĝas, kio kaŭzas iompostioman kreskon de la temperaturo en la zonoj en la proksimo de ĝia centro. Ĉe sufiĉe alta temperaturo komenciĝos intensaj nukleo-reakcioj, kondukantaj al eligado de grandegaj kvantoj de energio. Ordinara procezo de la transdono de energio elinterne-eksteren, sur la surfacon de stelo, ne kapablas forkonduki tiom grandajn kvantojn de la energio. Sekvas do eksplodo dum kiu grava parto de la stelo-maso estas disĵetita, lasante nur malgrandan densan nukleon.

La steloj antaŭviditaj

Konforme al plua kuntiriĝ-procezo, ĝi kreos novan stabilan sistemon - la neŭtronan stelon. La premo de la neŭtrona gaso en la interno de tiu stelo kontraŭagas pluan kuntiriĝon. Kompare kun normalaj steloj ekz. kun la Suno la neŭtrona stelo estas tre densa kaj malgranda; ĝia radiuso estas apenaŭ kelkdekkilometra. Unu kuba centimetro de tia neŭtrona materio pezus sur la Tero dek milionojn da tunoj!

Ekzisto-eblecon de la neŭtronaj steloj oni antaŭvidis jam antaŭ kvardek jaroj, kaj pri ilia vera ekzisto ni sciiĝis tute hazarde. En la 1968. oni malkovris tre strangajn objektojn, sendantajn en la samaj tempo-periodoj radio-ondojn. Oni nomis ilin pulsaroj. Pli precizaj informoj montris, ke tiuj ĉi periodaj signaloj estas emitataj ne nur en la radia spektrozono. La plej precize esplorita pulsaro, kiu troviĝas en la nebulozo de la Krabo emitadas ekz. en la zono de la videblaj ondoj. Ĉar en kelkaj kazoj oni ekrimarkis pulsarojn en la teritorioj, kie iam ekestis eksplodo, oni ĝenerale supozas, ke pulsaroj estas simple neŭtronaj steloj, kies periodaj signaloj rezultiĝas de ilia rotacio.

Detala priskribo de la proprecoj de la neŭtronaj steloj postulas precizan konon de la nukleaj fortoj, pri kiuj ni ankoraŭ tre malmulte scias. Depende de tio, kiun varianton de la teorio pri la nuklea reago ni konsideros, ni ricevas diversajn maksimumajn masojn de tiaj steloj, kiuj enestas en la intervalo de 0,1 ĝis 3 Suno-masoj. La neŭtrona stelo en plimalgranda maso povas ekzisti stabile.

Kio okazos se restinta post la eksplodo nukleo, el kiu normale kreiĝas neŭtrona stelo, havos la mason pli grandan ol la maksimuma? La premo de la neŭtrona gaso ne sufiĉos por kontraŭstari la gravitan kuntiriĝon. Tamen antaŭ ol la stelo kuntiriĝos tiom, ke ĝia meza denseco fariĝos infinita, ĝi trairos etapon en kiu ĝia radiuso estas egala al $rs-2GM/C^2$, kie "M"-signifas mason de la stelo, "C"-lumrapidon kaj "G" gravitan konstanton. Konforme al la leĝo de la ĝenerala gravito, por ke oni povu elĵeti tiam el la surfaco de tia stelo ian-ajn provkorpon, tiel por ke ĝi alvenu laŭplaĉe malproksimen, oni devas doni al ĝi lumrapidon. Se pravaj estas do la postuloj de la specifa relativec-teorio, tiam la globforma surfaco kun radiuso rs ludos specialan rolon. Por la Suno aŭ por la Tero, ĝi kuŝas interne en la profundo /rs estas konforme milion- kaj bilionfoje malpli granda de iliaj radiusoj/. Por la neŭtrona stelo, kies maso egalas al la Suno-maso kaj kies radiuso estas 10 km, tiu ĉi kriza surfaco kuŝas jam sub la surfaco de la stelo.

Limo de la ekkono

En la pluaj konsideroj ni limigos nin al la glob-simetriaj steloj kun masoj

pli grandaj ol la maksimuma maso de la neŭtrona stelo. Tiam laŭ la Newton-teorio la stelo kuntiriĝos ĝis la dimensioj pli malgrandaj ol la globo kun radiuso rs. Tiu globforma surfaco kreas en la spaco du zonojn.

Ekstere de ĝi la prov-korpo ekz. raketo povas dank' al kromaj fortoj esti tenata en la konstanta distanco de la centro, kontraŭe se ĝi troviĝos en la interna zono, sendepende de tio ĉu la raket-motoro funkcios aŭ ne, ĝi komencos alproksimiĝadi al la centra punkto. La gravita kampo en interna zono de la globo estos tiom forta, ke eĉ lumradio sendita eksteren iĝos kurbigita ĝis tioma grado, ke ĝi ne trairos tiun ĉi surfacon kaj retroire atingos post kelka tempo mezon de la globo.

Tiel do nenia informo pri tio kio okazas en la interno de tiu surfaco, povas eliĝi eksteren. Oni povas do diri, ke tiu surfaco kreas limon de nia ekkono - horizonton. Ĝi estas ankaŭ nomita horizonto de Schwarzschild. Ni diras ke la stelo kuntiriĝante "eniras" en la staton en kiu ni ne povas observi ĝian brilon /la lumradioj ne forlasas horizonton de Schwarzschild./

La observanto esploranta de malproksime tiun procezon, neniam ekrimarkos momenton de la trairo de stela surfaco ekster la horizonton. Dum iompostioma alproksimiĝado al la horizonto el la vidpunkto de la malproksima observanto, la stelo brilos pli kaj pli malforte, tiel ke ĝi malaperos el la vidkampo, antaŭ ol ĝi kaŝos sin post la horizonto. Tian stelon kaŝitan ekster la horizonto ni nomas nigra kavo. Globforman, simetrian, nigran kavon karakterizos la maso egala al maso de la malaperinta stelo, el kiu ĝi formiĝis.

Se la stelo havis komence certan diversan de la nulo ŝargon, tiam konforme al la principo de la ŝargokonservo, ĝi ne povas sin malŝargi en la malaper--procezo. Do, resumante la nigra kavo povas krome posedi certan diversan de la nulo ŝargon. En la lastaj monatoj oni pruvis, ke se dum la gravita stelomalapero, kreiĝos horizonto, tiam post la "fumofalo" restos nigra kavo, priskribebla per la tri parametroj: maso, ŝargo kaj tuteca momanto de movokvanto. Kun ĉirkaŭantaj ĝin korpoj, ĝi reagos nur gravite. El la interno de la nigra kavo eliĝos neniaj aliaj informoj.

El la supre priskribita procezo de la kreo de la globforma simetria nigra kavo, oni povus supozi, ke la nigra kavo kreiĝas tiam, kiam estas tre grandaj densecoj, pli grandaj ol la denseco de la neŭtrona gaso. Tiel estas nur tiam, kiam ni prenas stelojn kun masoj kompareblaj kun la Suno-maso. Se ni tamen konsideras sistemojn kun tre granda maso, nombranta kelkmilionojn da Suno-masoj, tiam denseco, ĉe kiu eblas kreiĝo de la nigra kavo, estas pli malgranda ol la akvo-denseco. Kaj se ni volus krei nigran kavon el la galaksio, ni devus premi ĝin ĝis la denseco de la aero. Je la observanto moviĝanta proksime al la horizonto de la konforma masiva nigra kavo agas fortoj de la sama valoro, kiel en la proksimo de la tera surfaco.

Ĉu ili ekzistas?

La nigraj kavoj estas kiel ĝis nun nur pure teoriaj kreitaĵoj. Ĉio tamen montras ke ili ekzistas en la Universo. La malkovro de la neŭtronaj steloj konvinkigis nin pri tio, ke la hipotezoj kiuj koncernas la lastajn evoluo-etapojn de la steloj estis ĝustaj. Ĉar ekzistas steloj kun masoj kelkdekoble pli grandaj ol la Suno-maso, oni devas konjekti ke certaj el ili ne sukcesos, sur sia evoluo-vojo, perdi tro grandan parton de la maso kaj en la gravita malaper-procezo ili transformiĝos en la nigrajn kavojn.

La malkovro de nigra kavo estas ege malfacila. Ĉefe pro tio, ke nigran kavon oni ne povas senpere ekvidi, oni povas nur serĉi perajn efektojn, kiajn devus kaŭzi ilia ekzisto. Ĉi tie kandidatiĝas ĉiuj strangaj astronomiaj objektoj. Esploro de la netipaj sistemoj de la duoblaj steloj en kiuj unu elemento estas videbla, povas doni pruvojn pri ekzisto de nigra kavo. La historio de la astronomiaj malkovroj estas plena da pruvoj, ke la naturo tre bone gardas siajn misterojn kaj malkovras ilin tute neatendite.

Fine oni povas demandi, kiamaniere nigraj kavoj povas influi la evoluo-procezojn de la stelaj kaj galaksiaj sistemoj. La rotaciantaj nigraj kavoj povas esti energio-fontoj. En certaj procezoj ili povas redoni parton de sia rotacia energio.

Du nigraj kavoj troviĝantaj unu apud la alia, reciproke sin altiras. Tiu reago povas konduki al unuiĝo. En la unuiĝa procezo multaj kvantoj da energio estas elradiotaj en formo de la gravitaj ondoj. Tiu energio egalas al duona ripoz-energio de unu el ili. La nigra kavo certe entirados la ĉirkaŭantan materion. En tiu procezo la materio estos akcelota ĝis grandaj rapidoj, kio kaŭzos elradiadon de multa parto de la ripoz-energio /ĝis 50%/ en formo de la gravitaj ondoj kaj rentgena aŭ gama radioj.

Surbaze de tiu mekanismo naskiĝas hipotezoj, kiuj provas klarigi radiadon de la kvazaroj, supozante ke la procezoj, kiuj okazas en la proksimo de nigra kavo estas fonto de la fantaziaj energi-kvantoj, emitataj de tiuj objektoj.

+

+ +

Rigardante la noktan ĉielon, kiu brilas per miloj da steloj, valoras memori, ke certaj el ili finos sian evoluovojon kiel nigraj kavoj - tute novaj, ĝis nun ne konataj al ni kreitaĵoj, antaŭviditaj de la ĝenerala relativec-teorio.

Laŭ pola monatrevuo "Wiedza i Życie"

/Scienco kaj Vivo/

trad. JERZY BANACKI