

DIDYSIS SPROGIMAS

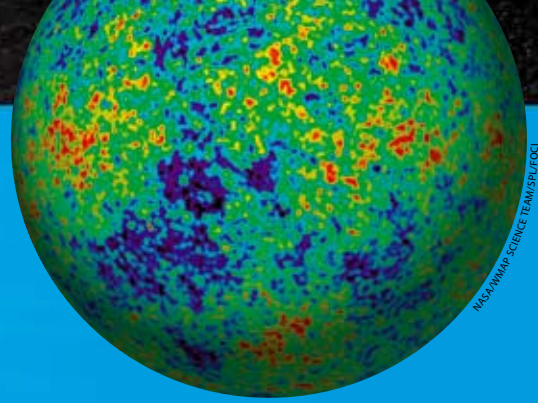
0 metų: APVAISINIMAS

Pirmą didžiojo sproginio skilimo sekundę atsirado erdvė ir laikas ir susikūrė visata.

Susidarė pirmosios elementariosios dalelės (elektronai ir kvarkai). Dienos šviesą taip pat išvydo protonai ir neutronai.

400 000 metų: VAISIUS ĮŠČIOSE

Pasirodė pirmieji cheminiai elementai. Tai atsitiko, kai protonai ir elektronai susiporavo į vandenilio atomus. Šitaip atsirado kosminė foninė spinduliuotė, o ją šiandien stebi WMAP palydovas.



Žvilgsnis į nežinomą visatos vaikystę

Iki šiol svarbi visatos istorijos dalis mums buvo nežinoma. Beveik milijono metų visatos vaikystės laikotarpis dar nebuvo atskleistas, kadangi nebuvo aptikti šviesos šaltiniai, kuriuos galime matyti šiandien. Vandenilio dujos erdvėje vis dėlto šiek tiek švytėjo, tačiau radioteleskopais jas bus bandoma tyrinėti tik dabar.

Astronomų visatos stebėjimas priena fotoalbumus, kuriuose sudėtos įvairios nuotraukos: pirmosios ultragarso nuotraukos, kuriose matyti motinos iščiose besivystantis vaisius, ir daugybė nuotraukų, kuriose įamžintos akimirkos nuo paauglystės iki pat brandaus amžiaus. Jeigu iš šių vaizdų bandytume nuspėti, kaip žmogus vystėsi vaikystėje, galėtume labai apsirikti – mat vaikas, galima sakyti, yra arba padidintas embrionas, arba sumažintas suaugęs žmogus. Vaikystės metai yra nepaprasti ir neabejotinai labai svarbūs tolesnei raidai.

Kalbant apie visatą, vaisiaus ultragarso nuotrauka atitinka kosminį foninį spinduliavimą, kuris atsirado tik praėjus 400 000 metų po didžiojo sproginio. Spindu-

liuotė pasklido, kai visata tapo tokia didelė ir šalta, kad protonai susijungė su neutronais į neutralius vandenilio atomus.

Pirmosios didelės galaktikos susidarė tik po milijardo metų, o „Hubble“ teleskopu padarytos senesnių galaktikų nuotraukos atitinka paauglio nuotrauką šeimos fotoalbume. Tačiau visatos vaikystė, kai iš tamsių medžiagų ir vandenilio dujų susidarė pirmosios nykštukinės galaktikos, astronomams iki šiol buvo neatrasta žemė, nes to laikotarpio spinduliuotės niekada neaptikome. Vis dėlto yra žinoma, kad tais vaikystės metais visata vystėsi ypač sparčiai. Kai atsirado foninė spinduliuotė, visos vandenilio dujos visatoje buvo neutralios, tačiau vaikystės laikotarpiu jos jonizavosi, o labiausiai tikėtinas jonizacijos ener-

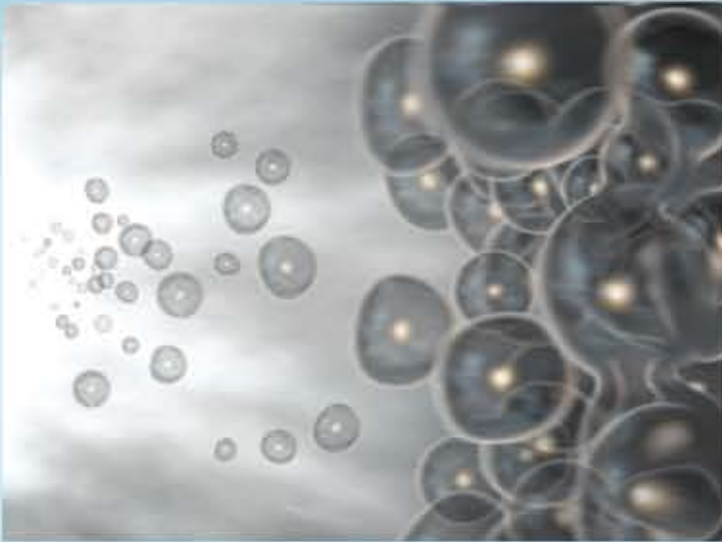
400 000–1 000 000 000 metų:

VAIKYSTĖ

Šiandien nieko negalime pamatyti iš šio laikotarpio. Astronomams rūpi atskleisti, kaip vandenilio debesys suformavo pirmąsias galaktikas, o paskui ir mūsų dabartinę visatą. Dvi teorijos aiškina tai skirtingai. Pirmoji jų turi daugiau šalininkų.

TEORIJA NR. 1 **Mažosios galaktikos jonizavo vandenilio dujas**

Galimas dalykas, kad mažos nykštukinės galaktikos su pirmosiomis žvaigždėmis jonizavo neutralias vandenilio dujas, kuriomis buvo užpildyta visata. Visas vandenilis pamažu jonizavosi – iš pradžių sudarydamas burbulus, kurie augo ir jungėsi.



TEORIJA NR. 2 **Juodosios skylės jonizavo vandenilio dujas**

Gali būti, kad procesą pradėjo kelios juodosios skylės. Skaičiavimai rodo, kad jeigu juodosios skylės sugertų bent truputį vandenilio dujų, pradėtų skleisti galingus spindulius, o šie galėtų jonizuoti neutralų vandenilį visoje visatoje.



1 000 000 000 metų iki dabar:
JAUNYSTĖ

Kai visatai buvo maždaug 1 000 000 000 metų, susidarė seniausios didžiosios galaktikos, kurias matome šiandien. Po aštuonių milijardų metų susikūrė Saulė ir Žemė.



gijos šaltinis buvo pirmosios žvaigždžių kartos šviesa senesnėse nykštukinėse galaktikose. Kas tada nutiko, galima tik teoriškai spėti, tačiau naujos kartos radioteleskopai gali atskleisti visatos vaikystės paslaptį. Jei stebėjimas bus sėkmingas, astronomai galės sukurti trimatį visatos raidos žemėlapi, o šis padės suprasti, kaip jungiantis tūkstančiams nykštukinių galaktikų pradėjo formotis pirmosios didžiosios galaktikos ir susidarė žvaigždės, nušvietusios dangų.

Iš tamsių medžiagų gimė nykštukinės galaktikos

Prieš ketverius metus ištyrę WPAM palydovu užfiksuotus duomenis, astronomai gavo pirmąsias žinias apie iki šiol neatskleistą visatos gyvenimo etapą. ▶

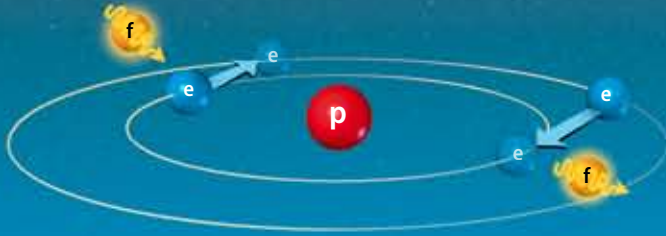
TAIP GAUNAMAS VAIKYSTĖS LAIKOTARPIO VAIZDAS

Visatos vaikystėje nebuvo jokių energijos šaltinių, kurių užtektų vandenilio spinduliuotei. Norėdami pamatyti to laikotarpio vaizdą, turime pagauti keletą labai silpnų vandenilio išsiųstų fotonų.

NEĮMANOMA

Pakeitus elektrono būseną, išspinduliuojamas didelės energijos fotonas

Normaliomis sąlygomis vandenilio atomas fotono energiją sugeria ir išspinduliuoja tokiu būdu: daug energijos turintis fotonas (f) pastumia elektroną (e) virš protono. Kai elektronas grįžta į savo pradinę būseną, išspinduliuojamas fotonas, turintis tiek energijos, kiek sugėrė atomas.



ĮMANOMA

Pakeitus elektrono kryptį, išspinduliuojamas mažos energijos fotonas

Atomo protonas ir elektronas turi priešingus sukinius. Foninės spinduliuotės fotonai turi energijos, kurios užtenka pakeisti elektrono sukinio kryptį. Kai sukinyvis grįžta į pradinę būseną, išspinduliuojamas tiek pat mažai energijos turintis 21 cm bangų ilgio fotonas.



Teleskopas su 25 000 antenų

Visatos vaikystės laikotarpio radiospinduliuojamą išmatuoti labai sudėtinga dėl silpno vandenilio dujų spinduliuojimo. Su viena paraboline antena to padaryti neįmanoma, tam reikia viso jų tinklo. Jau pradėti vykdyti du matavimo projektai Kinijoje ir Australijoje. Kinijoje projektas jau įsibėgėjęs, o Australijos dykumose pirmosios 32 iš 500 parabolių bus pastatytos tik šiemet. Olandijoje

statomas kitos rūšies teleskopas, jis turėtų turėti 25 000 antenų, 350 km skersmens teritorijoje išdėstytų spiralės forma.

LOFAR teleskopo pagrindas yra labai greitai informaciją perduodantis šviesolaidžiais bei labai galingais kompiuteriais, galintis analizuoti didelius informacijos kiekius, tiksliai atskirdamas visatos vaikystės signalus nuo radijo triukšmo, sklindančio iš aplinkos.

Netoli Exloo miestelio šiaurinėje Olandijos dalyje tūkstančiai antenų nukreipta į visatos vaikystę.



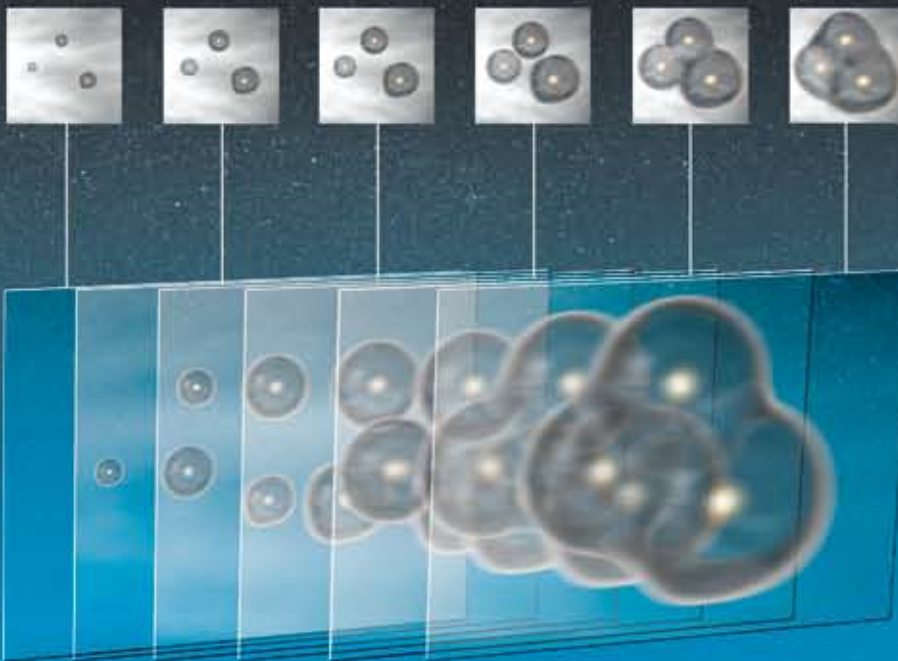
► Remiantis palydovo duomenimis, buvo nustatyta, kad foninė spinduliuotė yra poliarizuota, tačiau neutralios vandenilio dujos, atsiradusios tuo pačiu metu kaip ir ši spinduliuotė, negali jos poliarizuoti. Tai gali padaryti tik jonizuotas vandenilis, o poliarizacijos mastas rodo, kad vandenilio dujų jonizacija prasidėjo po didžiojo sprogo praėjus tik 100–200 milijonų metų. Astronomai dar neatsakė į klausimą, kas lėmė jonizaciją. Labiausiai tikėtina, kad tamsiosios medžiagos prisitraukė vandenilio dujų ir šitaip atsirado pirmosios mažosios visatos galaktikos ir pirmosios žvaigždės.

Vandenilio atomo jonizacijai, t. y. elektronui atskirti nuo atomo branduolio, reikia 13,6 elektronvoltų energijos, atitinkančios vieną ultravioletinį fotoną. Toks energijos kiekis yra kur kas mažesnis už tą, kuris išspinduliuojamas, kai vandenilis susijungia su žvaigždžių heliu. Astrofizikai apskaičiavo, kad, jei nors viena milijonoji vandenilio dujų dalis visatoje susijungtų su žvaigždėmis, būtų išspinduliuota tiek energijos, jog per visą visatos vaikystės laikotarpį užtektų jonizuoti visas vandenilio dujas.

Juodosios skylės spinduliuoja milžinišką energiją

Kita alternatyvi teorija teigia, kad energija jonizacijai buvo gauta iš vandenilio

Visatos amžius: 290 mln. metų 370 mln. metų 460 mln. metų 540 mln. metų 620 mln. metų 710 mln. metų
 Fotonų bangų ilgiai: 3,3 m 2,8 m 2,4 m 2,1 m 2,0 m 1,8 m



REZULTATAS

Laiko sluoksniai sudedami į trimačius vaizdus

Visatai plečiantis, praeities spinduliuotės šaltiniai tolo nuo mūsų. Toks nutolimas reiškia, kad spinduliuotės bangos buvo „ištrauktos“. Kuo senesnis fotonas, tuo didesni bangų ilgiai. Matuojant tam tikro ilgio bangas turinčius fotonus, atkuriamas vieno ar kito laikotarpio visatos paveikslas, o surinkus kelis tokius vaizdus – trimatis raidos vaizdas.

dujų, kurias sugeria juodosios skylės. Kai tai atsitinka, išspinduliuojama labai daug energijos, tad jeigu juodosios skylės sugertų bent vieną dešimt milijoną visatos vandenilio dalį, išskirtos energijos pakaktų jonizuoti visam likusiam visatos vandeniliui.

Šiandien mažųjų galaktikų ir žvaigždžių atsiradimą astrofizikai laiko pagrindiniu jonizavimo energijos šaltiniu, nes kosmologiniai modeliai kol kas negali paaiškinti, kaip praėjus keliems šimtams milijonų metų po didžiojo sproginimo galėjo atsirasti gana didelės juodosios skylės. Manoma, kad iš pradžių mažosios galaktikos jonizavo vandenilį į burbulus aplink save, o tamsiuoju laikotarpiu burbulai išaugo ir susiliejo, ir šitaip jonizavosi visas vandenilis.

Seniausių fotonų energija mažiausia

Iki šiol visatos istorija buvo atkuriamą remiantis tik teoriniais skaičiavimais, tačiau dabar astronomai stebėdami ketina tirti vandenilio dujų dalijimąsi tamsiuoju periodu. Anksčiau buvo manyta, kad tai neįmanoma, nes visatos vaikystėje nebuvo jokių šviesos šaltinių, kurie suteiktų vandenilio dujoms pakankamai energijos skleisti šviesą visoje. Tokiu atveju vandenilio atomas sugeria vieną matomą šviesos fotoną, kuris sužadina

atomo elektroną, o kai elektronas grįžta į pagrindinį energetinį lygmenį, vandenilio atomas išspinduliuoja tam tikros energijos fotoną. Tačiau ir visiškoje tamsioje vandenilio dujos gali silpnai spindėti dėl atomų sąveikos su fonine spinduliuote. Abiejų procesų metu gali būti išspinduliuojami mažos energijos fotonai, jų bangų ilgis 21 centimetras.

Spinduliai sklinda todėl, kad tiek neutraliame vandenilio atome esantis protonas, tiek elektronas turi sukinių, t.y. jie sukasi. Sukinys gali būti dviejų krypčių. Kai protono ir elektrono sukiniai yra priešingi, vandenilio atomas yra mažiausios energijos būsenos. Foninės spinduliuotės fotonai, kurių bangų ilgis 21 cm, turi kaip tik tiek energijos, kiek pakanka pakeisti elektrono sukinių, o kai sukinyje grįžta į pradinę padėtį, vandenilio atomas išspinduliuoja fotoną. Būtent šiais silpnais 21 cm bangų ilgio spinduliais astronomai nori pasinaudoti tirdami visatos vaikystę.

Dėl visatos išsiplėtimo per pastaruosius 13 milijardų metų spindulių bangų ilgis pasislinko nuo 21 cm į didesnio bangų ilgio pusę. Nuo visatos vaikystės laikotarpio pradžios 21 cm ilgio bangos dėl visatos plėtimosi pailgėjo iki 210 m, o vaikystės laikotarpiui baigiantis bangos ilgis siekė apie vieną metrą.

Tikimasi, kad naujosios kartos radio-

teleskopai galės skenuoti bangų spektrą ir ištirti vandenilio dujų pasklidimą visatos vaikystės laikotarpiu. Remiantis teorija, ten, kur dujų tankis buvo didžiausias, susidarė pirmosios nykštukinės galaktikos ir žvaigždės.

Trimačiai vaikystės laikotarpio vaizdai

21 cm spinduliai suteikia daugiau informacijos apie ankstesnę visatą nei kosminė foninė spinduliuotė. Foniniai spinduliai buvo skleidžiami tik trumpą laikotarpį, todėl iš jų galima gauti tik dvimatį visatos vaizdą. 21 cm spinduliai buvo skleidžiami beveik milijardą metų, todėl astronomai, matuodami įvairius spindulių bangų ilgius, gauna daugybę pjūvių, ir gali iš jų sudaryti trimatį vandenilio dujų pasklidimo vaizdą. Taikydami tokį metodą astronomai galės paaiškinti, kas jonizavo vandenilio dujas – žvaigždės ar juodosios skylės.

Jeigu techniškai sudėtingi stebėjimai pavyktų, atverstume dar nežinomus kosmologinio fotoalbumo puslapius ir pamatytume, kaip visata, apsigaubusi vandenilio ūku, žengė pirmuosius kūdikio žingsnelius, kol danguje įsižiebė pirmosios didelės galaktikos ir atsirado dabartinė visata.

www.iliustruotasismokslas.lt