



CosmoVerse Արկածներ

Մեծ պայթյունի
պատմությունը



Դասարանում

Ներածություն. տիեզերքը և էնտրոպիան



Ուսուցիչ :

Բարի լույս, դասարան! Բարի գալուստ Կոսմոսվերս արկածների դասին: Մինչ մեր զրույցը սկսելը, ես ձեզ համար տեսանյութ ունեմ:

[Ուսուցիչը մի **տեսանյութ** է ցուցադրում, որտեղ երևում է, թե ինչպես են հարված ձվերը դառնում չհարված:]



Տեսանյութ 1: Այս հատվածը վերցված է Դեյվիդ Քրիստիանի՝ Մեծ պատմության նախագծի մասին TEDx-ի ելույթից:



Աշակերտ Ա :

Ինչո՞ւ մենք հենց նոր դիտեցինք ձվերը հարելու հետ շրջված տեսանյութը:



Ուսուցիչ :

Հիմալի հարց է, Աշակերտ Ա: Որևէ մեկը գաղափար ունի՞, թե ինչպես է այս տեսանյութը կապվում մեր այսօրվա թեմայի հետ:



Աշակերտ Բ :

Արդյո՞ք դա կապ ունի իրերի կազմավորման կամ ստեղծման հետ:



Ուսուցիչ :

Փայլուն է, Աշակերտ Բ: Մենք կուսումնասիրենք բնական տեղի ունեցած ամենամեծ կազմավորումը՝ տիեզերքի ձևավորումը, որը հայտնի է որպես Մեծ Պայթյուն: Այնուամենայնիվ, արդյո՞ք չեք նկատել որևէ տարօրինակ բան այս տեսանյութում:



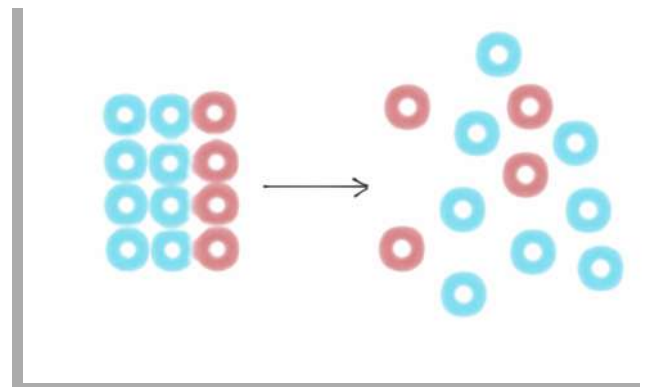
Աշակերտ Գ :

Այո, ձվերն հետ չեն հարվում իրենք իրենցով:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է, Աշակերտ Գ: Իրականում, «վերականգնվելու» այս պրոցեսը հակասում է ֆիզիկայի ամենահիմնական օրենքներից մեկին՝ թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքին կամ **էնտրոպիայի օրենքին**: Ըստ այս օրենքի՝ տիեզերքը հակված է կարգուկանոնից և կառուցվածքի առկայությունից անցնելու դեպի դրանց բացակայության, այն է՝ դեպի խառնաշփոթի: Այդ իսկ պատճառով իրական աշխարհում մենք երբեք չենք տեսնի, որ ձվերը հետ հարվեն: (Տես նկար 1)



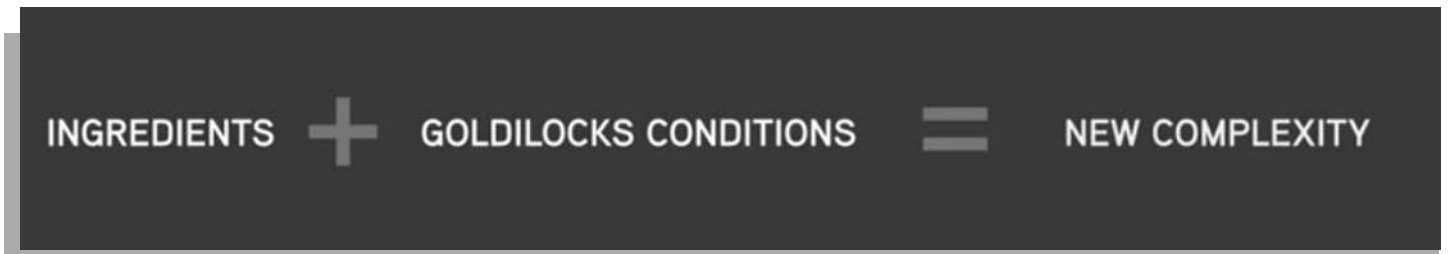
Նկար 1. Ցույց է տրված էնտրոպիայի սլաքը՝ կառուցվածքի առկայությունից անցումը դեպի կառուցվածքի բացակայության:

Աշակերտ Դ :

Սպասեք, ուրեմն դուք ասում եք, որ տիեզերքը ժամանակի ընթացքում ավելի չկարգավորված է դառնում: Բայց ինչպե՞ս է ստացվում, որ մենք տեսնում ենք այս բոլոր բարդ երևույթները, ինչպիսիք են աստղերը, գալակտիկաները և նույնիսկ տեսնում ենք մեզ:

Ուսուցիչ :

Դա ֆանտաստիկ դիտարկում է, Աշակերտ Դ: Չնայած չկարգավորված լինելու ընդհանուր միտումին, տիեզերքն իսկապես կարող է բարդ կառուցվածքներ ստեղծել, բայց դա դժվարն ուրբ պրոցես է: Տիեզերքն ունի հատուկ գրպաններ, որոնցում առկա են «Ոսկեծամիկի պայմանները»՝ ոչ շատ տաք, ոչ շատ սառը. պայմաններ որոնք անհրաժեշտ են բարդ կառուցվածքներ առաջանացնելու համար: Միլիարդավոր տարիների ընթացքում բարդկարգավորումն ընթացել է փուլ առ փուլ հատելով տարբեր սահմաններ: Այս սահմաններից յուրաքանչյուրը իրենից ներկայացնում է նշանակալի քայլ տիեզերքի բարդության զարգացման ճանապարհին: (Տես նկար 2)



Նկար 2. Վերցված է Ոսկեծամիկի և երեք արջերի պատմությունից, որտեղ Ոսկեծամիկի պայմանները հենց այն պայմաններն են, որոնք «անհրաժեշտ» են նոր և ավելի բարդ բանի առաջացման համար: INGREDIENTS-բաղադրիչներ, GOLDILOCKS CONDITIONS-Ոսկեծամիկի պայմաններ, NEW COMPLEXITY- նոր բարդ կառուցվածք

Աշակերտ Դ :

Դա ապշեցուցիչ է: Բայց ինչո՞ւ է պետք սա սովորել: Ինչո՞ւ է մեր տիեզերքի պատմությունն այդքան կարևոր:

Ուսուցիչ :

Դե Աշակերտ Դ, մենք, որպես չափազանց բարդ արարածներ, ապրում ենք աներևակայելի բարդ կառուցվածքով տիեզերքում: Հասկանալը, թե ինչպես է առաջացել այս կառուցվածքը և ինչպես է այն զարգանում, թույլ է տալիս տեսնել մեր սեփական տեղը տիեզերքում, մեր ծագումը և գուցե ապագան: Այս գիտելիքը կարող է օգնել մեզ հասկանալ, թե ինչպես ենք մենք տեղավորվում մեծ տիեզերական պատմության մեջ:

Մեր Տիեզերական ընկեր Քվարկը՝ քվանտային քուոկան կառաջնորդի մեզ տիեզերքում այս ֆանտաստիկ ճանապարհորդության ընթացքում: Մենք կանցնենք տարածության և ժամանակի միջով, կուսումնասիրենք տիեզերքի առաջացումն ու էվոլյուցիան, աստղերի և գալակտիկաների ձևավորումը և նույնիսկ կբացահայտենք, թե ինչպես են մեր մարմինների տարրերը եփվել ու առաջացել աստղերում: Պատրաստ եք այս արկածին:

Ուսանողներ (միաձայն) :

«Այո»:

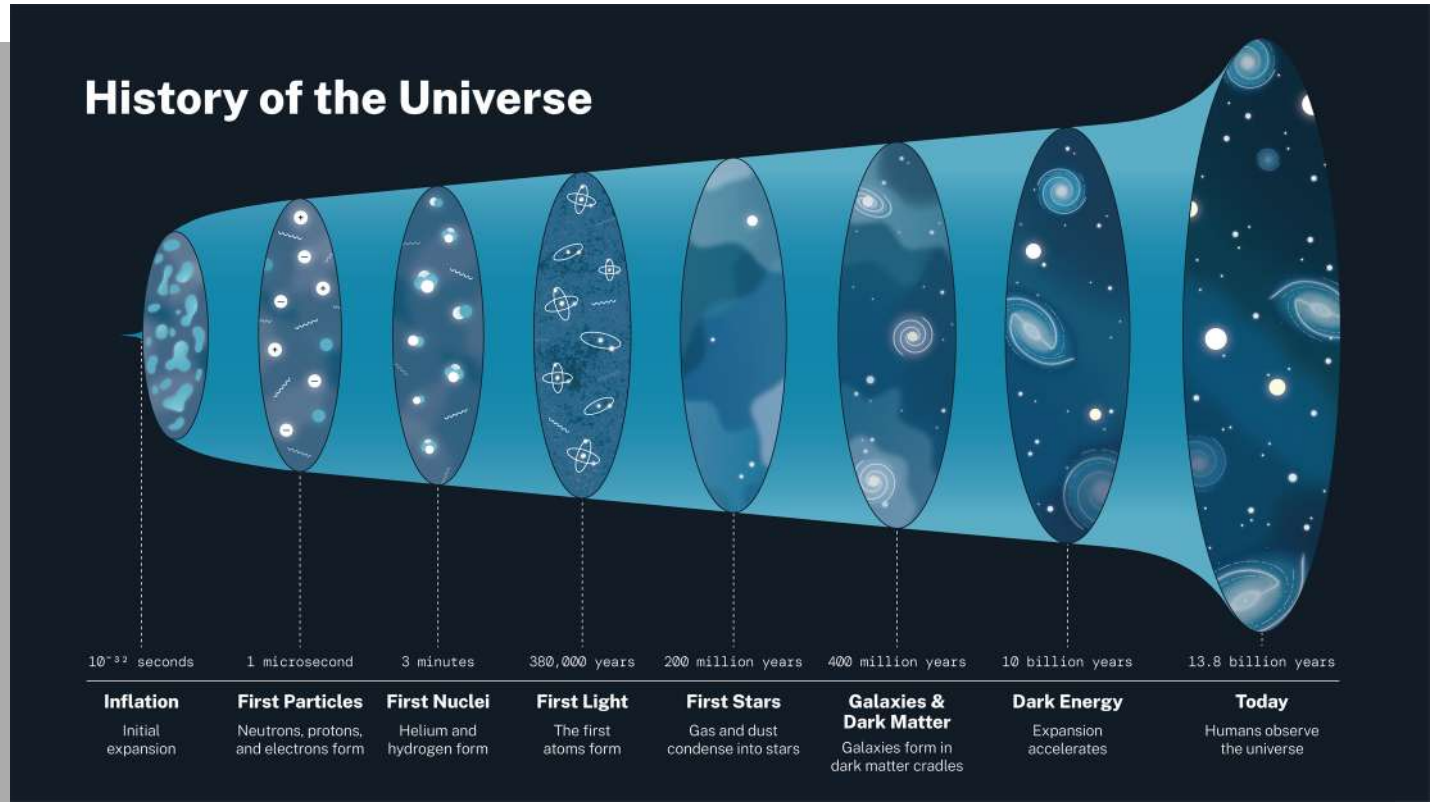
Ուսուցիչ :

Գերազանց: Եկեք բարձրանանք Քվարկի երևակայության տիեզերանավը, քանի որ այսօր մենք հետ ենք պտտում ժամանակը **13,7 միլիարդ տարով** ու հասնում ամեն ինչի սկզբին՝ Մեծ պայթյունին:



Երևակայության տիեզերանավ

Մեծ պայթյունի համառոտ պատմություն



Նկար 3. Այս ինֆոգրաֆիկայում ներկայացված է Տիեզերքի պատմությունը: Աղբյուր՝ NASA



Քվարկ :

Աշակերտներ, հավաքվեք պատուհանի մոտ: Մենք շուտով ականատես կլինենք տիեզերքի ծնունդին: Այն մեր իմացած պատմություններից ամենաապշեցուցիչն է:



Աշակերտ 1 :

Ես միայն խավար եմ տեսնում: Ի՞նչ է կատարվում:



Քվարկ :

Ահ, այդտեղ է հանելուկը: Մեծ պայթյունը՝ տիեզերքի փառահեղ ծնունդը, տեղի է ունեցել բացարձակ խավարի մեջ: Լույսը, ինչպես հասկանում ենք, դեռ գոյություն չուներ:



Աշակերտ 1 :

Բայց ինչպե՞ս ենք տեսնում այն :



Քվարկ :

Դե, մեր երևակայության տիեզերանավը հագեցած է տիեզերական գիշերային տեսողությամբ, որը օգնում է մեզ տեսնել անտեսանելին: Հիշե՛ք, հենց այս պահին չկա տիեզերքից «դուրս»: Միակ գոյությունը «ներսն» է:

(Աշակերտն ապշեց, երբ ճառագայթման ալիքը հանկարծակ լցրեց տեսադաշտը)



Քվարկ :

Ահա այն, տիեզերքի ծնունդը՝ Մեծ պայթյունը: Ինչպես տեսնում եք, դա պայթյուն չէր, պոռթկում չէր, այլ տարածության ընդարձակում ամենուր և միանգամից: Տիեզերքը, որն աստուծոց էլ ավելի փոքր չափ ուներ, ընդլայնվեց՝ դառնալով նարնջի չափ մեկ տրիլիոներորդական վայրկյանից էլ քիչ ժամանակում, գրեթե ակնթարթորեն, տիեզերքը պարզապես ուռճացավ բացվեց, փռվեց, ամեն անցնող վայրկյանի հետ դառնալով ավելի ու ավելի մեծ ու սառը: Հիշեք, որ տիեզերքը ոչ թե ընդարձակվում էր ինչ-որ բանի մեջ, այլ ավելի շուտ, տարածությունն էր ընդարձակվում ինքն իր մեջ: Տիեզերքն այն ամենն է, ինչ կա: Այդ պատճառով էլ, ըստ սահմանման, տիեզերքի «դրսի» մաս գոյություն չունի:



Աշակերտ 3 :

Իսկ ի՞նչ կար այս արագ ընդարձակվող տիեզերքում:



Քվարկ :

Այս տաք, խիտ միջավայրը լցված էր էներգիայով, որը ձևավորում էր տրիլիոնավոր ենթատոմային մասնիկներ: Դրանց կեսը քվարկ կոչվող **մատերիա** (նյութ) էր՝ տարր, որոնցից կազմված ենք մենք: Մյուս կեսը **հակամատերիան** (հականյութ) էր, մատերիայի ճիշտ հակառակը: Երբ այս երկուսը հանդիպում են, ոչնչացնում են միմյանց՝ անջատելով էներգիա:



Աշակերտ 2 :

Մենք հիմա ավելի շատ մատերիա ունենք, քան հակամատերիա, չէ՞ Քվարկ:



Քվարկ :

Իհարկե, Աշակերտ 2: Բարեբախտաբար, մի փոքր ավելի շատ մատերիա կար, քան հակամատերիա: Մեկ միլիարդ մասնիկից միայն մեկը գոյատևեց, և ի ուրախություն մեզ դա այն մնացորդն է, ինչից կազմված է մեր այսօրվա տիեզերքը: Կարելի է ասել, որ մենք ստեղծված ենք մեծ պայթյունի ծխից:



Աշակերտ 3 :

Ի՞նչ եղավ այդ ժամանակ քվարկների հետ:



Քվարկ :

Քվարկները սկսեցին ձևավորել նոր մասնիկներ՝ հադրոններ, ինչպիսիք են պրոտոններն ու նեյտրոնները: Կան բազմաթիվ հնարավոր համակցություններ, որոնցից քչերն են կայուն: Այս պահին ամեն ինչի սկզբից ընդամենը մեկ վայրկյան է անցել:



Աշակերտ 4 :

Այսպիսով, ձևավորվե՞ց առաջին ատոմը:



Քվարկ :

Ճիշտ է, Աշակերտ 4: Քանի դեռ տիեզերքը շարունակում էր սառչել, նեյտրոնների մեծ մասը տրոհվեց պրոտոնների՝ ձևավորելով ատոմի առաջին միջուկը՝ **ջրածինը**: Տիեզերքը, որն այժմ հարյուր միլիարդավոր կիլոմետրեր էր ձգվում, մասնիկների և էներգիայի չափազանց տաք ապուր էր:

Աշակերտ 3 :

Բայց այս պահին աստղեր կամ լույս չկային, չէ՞:

Քվարկ :

Այո, Աշակերտ 1: Չկան աստղեր, չկա տեսանելի լույս շարժվելու համար: Բայց առաջին լույսը տեսնելու համար մենք պետք է տիեզերքի սկզբից 380,000 տարի առաջ տեղափոխվենք, երբ տիեզերքը սառչեց մինչև մոտ 3000 Կելվին, կամ մոտ 2700 աստիճան Ցելսիուս: Այժմ դուք կարող եք տեսնել տիեզերքի առաջին դեղնասպիտակ լույսը: Ուշադրություն դարձրեք ջրածնի ատոմների հսկայական ամպերին, կառուցվածք չունեցող տիեզերական մշուշին: Այո, փոքր տարբերություններն են, որոնք տիեզերքը գազի ամպը դարձրին մի վայր, որը լի է ավելի քան մեկ տրիլիոն գալակտիկաներով՝ պատվող հսկայական քառտիկ պարուն: (Տես նկար 3)

Աշակերտ 3 :

Որո՞նք էին այդ փոքր տարբերությունները:

Քվարկ :

Որպեսզի հասկանանք, թե ինչ եղավ այն ժամանակ, եկեք հանդիպենք Ռոբերտ Վիլսոնին և Առնո Փենզիասին՝ երկու ռադիոաստղագետների, որոնք հայտնաբերեցին Տիեզերական ֆոնային ճառագայթումը, առաջին լույսի սառեցված մնացորդը, որը մի ժամանակ կարող էր ազատորեն ճանապարհորդել ամբողջ Տիեզերքում:





Հանդիպում գիտնականի

Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն



Ռոբերտ Վիլսոն :

Ողջույն, երիտասարդ հետազոտողներ: Մեծ պայթյունից մոտ 380,000 տարի անց տիեզերքը նման էր տաք, խիտ ապուրի, որտեղ պարունակվում էին էլեկտրոններն ու պրոտոնները՝ տիեզերքը դարձնելով փայլող և շիկացած մի վայր: Լույսը չէր կարող գնալ հեռու՝ առանց ցրվելու, ճիշտ այնպես, ինչպես հայելիների սրահում է լույսն անդրադարձնում: Տիեզերքն ընդարձակվելու ընթացքում սառչում էր: Էլեկտրոններն ու պրոտոնները, որոնք նախկինում չափազանց շարժուն էին իրար կապվելու համար, ընկան փոխազդեցության մեջ՝ ստեղծելով չեզոք ջրածնի ատոմներ: Ազատ թափառող էլեկտրոնների նվազման շնորհիվ տիեզերքն ավելի պարզ դարձավ: Ամենուրեք ցատկոտող լույսն այժմ սկսեց իր ճամփորդությունն անձայրածիր տիեզերքով:



Աշակերտ 2 :

Դա նման չէ՞ ամպամած օրվան, երբ մենք կարող ենք պարզ տեսնել երկինքն ու ամպերը, բայց չենք կարող տեսնել թանձր ամպերի միջով:



Առնո Փենզիաս :

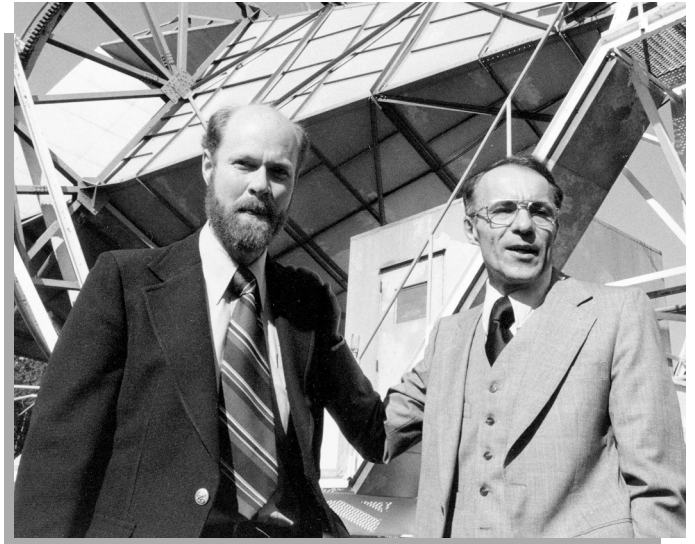
Ճիշտ նույն կերպ. գիտնականները կարող են «հետ նայել» տիեզերքի պատմության միջով, բայց նրանք բախվում են «պատի», երբ փորձում են տեսնել Մեծ պայթյունից ավելի քան 380,000 տարի առաջ տեղի ունեցածը: Այդ «պատը» «վերջին ցրման մակերևույթն է»: Դա այն կետն է, որտեղ տիեզերական լույսը վերջին անգամ ցրվել կամ «ցատկել» է նյութի վրայով, նախքան ազատ ճանապարհորդելը: (տես նկար 5)

Նկարը, որը դուք տեսնում եք (նկ. 6) տիեզերքի պատկերն է Մեծ պայթյունից ընդամենը 380,000 տարի անց: Տեսնում եք այդ կարմիր և կապույտ հատվածները:

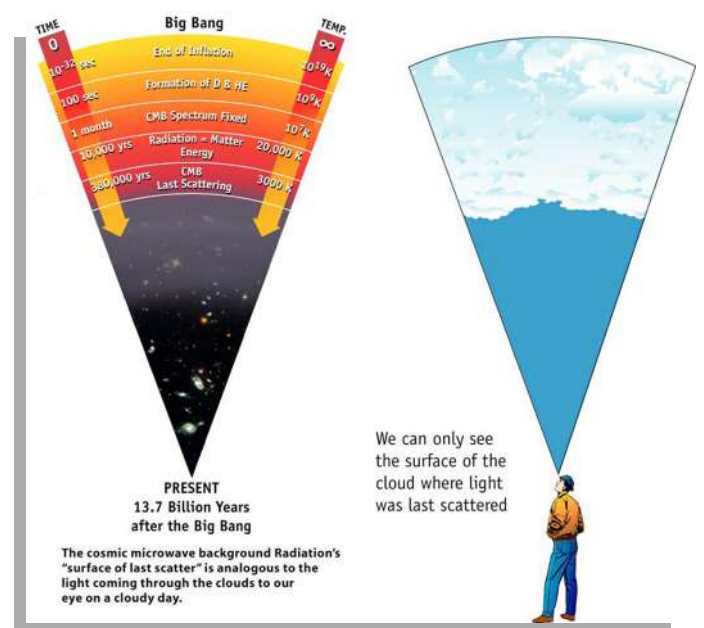


Աշակերտ 2 :

Այո, նրանք գեղեցիկ են: Իսկ ի՞նչ են նշանակում:



Նկար 4. Լուսանկարում Ռոբերտ Վ. Վիլսոնը (ձախից) և Առնո Փենզիասն են իրենց ալեհավաքի կողքին՝ 1978 թվականին Մեծ պայթյունի մնացորդային ճառագայթումը հայտնաբերելու համար Նոբելյան մրցանակի արժանանալուց հետո: (AP)

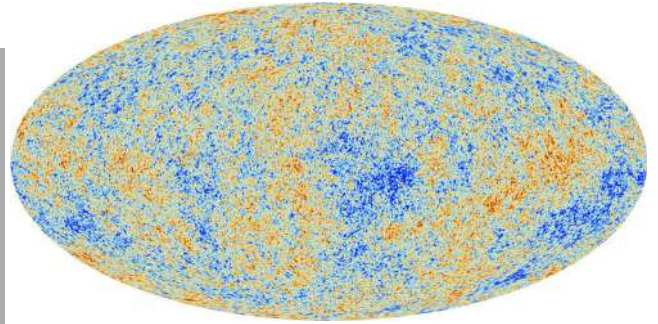


Նկար 5. Վերջին ցրման մակերևույթը: Աղբյուր՝ NASA / WMAP գիտական թիմ



Ռոբերտ Վիլսոն :

Պատկերացրեք մի ընդարձակ, հանդարտ և հարթ ծով: Տիեզերական միկրոալիքային ֆոնը կամ CMB-ն նման է ծովի վրայի ալիքներին: Եվ մինչդեռ մեր տիեզերքը 380,000 տարեկանում թվում էր հանդարտ և պարզ, կային այսպիսի աննշան տատանումներ կամ տարբերություններ: Այսպիսով, COBE-ի, WMAP-ի և Planck-ի նման արբանյակների օգնությամբ մենք պարզեցինք, որ քարտեզի վրա կապույտով նշված տիրույթները մոտ հազարերորդ աստիճանով ավելի սառն են, քան կարմիրով նշվածները: Այսպիսի աննշան տատանումները, ինչպես, օրինակ, լողափի գնդակի վրա բակտերիաների ներգործությունն է, ի վերջո, հանգեցրին այն մեծ տիեզերական կառուցվածքների ի հայտ գալուն, որոնք մենք տեսնում ենք այսօր՝ գալակտիկաներ, աստղեր և շատ ավելին: Դրանք այն սերմերն են, որոնցից ծաղկել է տիեզերքը:



Նկար 6. 2013 թվականի մարտի 21-ին ցուցադրված այս պատկերը ցույց է տալիս տիեզերական միկրոալիքային ֆոնը (CMB), որը դիտվել է Եվրոպական տիեզերական գործակալության Պլանկի տիեզերական աստղադիտարանի կողմից: Աղբյուր՝ ESA և Planck Collaboration



Աշակերտ 1 :

Բայց ինչպե՞ս են ջերմաստիճանի աննշան տատանումներն ի վերջո ստեղծում, այսպես կոչված, ամեն ինչը:



Առնո Փենգիաս :

Պատկերացրեք այս բծերը հողի մեջ թաղված սերմեր են: Այնտեղ, որտեղ սերմերն ավելի խիտ են, նրանք ավելի մեծ և արագ են աճում: Չգորականությունը՝ մեր տիեզերքի այգեպանը, ձգելով միացրեց այս սերմերը կամ որ նույնն է՝ գազային ամպերը: Երբ դրանք ավելի ու ավելի ամուր են սեղմվում միմյանց, կարծես թե տաքանում են, ճիշտ այնպես, ինչպես ձեռքերդ են տաքանում միմյանց շփելիս: Երբ նրանք բավականաչափ տաքացան՝ մոտ 10 միլիոն աստիճանով, պրոտոնները սկսեցին միաձուլվել՝ արտազատելով հսկայական էներգիա: Եվ ահա այդպես մեր առաջին աստղերը հայտնվեցին՝ Մեծ պայթյունից մոտավորապես 200 միլիոն տարի անց:



Աշակերտ 4 :

Այսպիսով, աստղերը նման են... ծաղիկների, որոնք բողբոջում են այդ սերմերից:



Ռոբերտ Վիլսոն :

Ճիշտ այդպես: Եվ ամենամեծ, ամենագեղեցիկ ծաղիկները՝ մեր մեծ զանգված ունեցող աստղերը, ավելի կախարդական շունչ ունենին: Երբ նրանք «մահանում էին», նրանք այնքան բարձր ջերմաստիճաններ էին ստեղծում, որ միաձուլվում էին պրոտոններին տարբեր համակցություններով, տիեզերքով մեկ շաղ տալիս պարբերական աղյուսակի բոլոր տեսակի տարրերը, ինչպես, օրինակ, ոսկին է: Այս իրադարձությունները մենք անվանում ենք Գերնորեր: Պատկերացրեք մի մեծ հրավառության եզրափակում, որտեղ յուրաքանչյուր պայթյունի արդյունքում առաջանում էր հատուկ աստղային փոշի: Այս աստղային փոշին պտտվում էր, պարում և ի վերջո միահյուսվում՝ ձևավորելով մոլորակներ և արբանյակներ նոր աստղերի շուրջ:



Աշակերտ 1 :

Մեր արեգակնային համակարգը այդպե՞ս ձևավորվեց:



Ռոբերտ Վիլսոն :

Ճիշտ է, Աշակերտ 1: Այժմ նայեք Երկրին. այն կատարյալ է իր հեղուկ ջրի օվկիանոսներով: Այդ օվկիանոսների խորքերում սկսեց տեղի ունենալ ֆանտաստիկ քիմիա: Ատոմները միավորվեցին հնարավոր բոլոր տեսակի յուրօրինակ համակցություններում: Այդտեղից էլ սկսվեց կյանքը:



Աշակերտ 2 :

Ուրեմն, ահա թե ինչպե՞ս մարդկությունն առաջացավ:



Առնո Փենգիաս :

Այո, Աշակերտ 2: Մարդիկ առաջացել են մոտ 200,000 տարի առաջ: Մեզ առանձնացնում է մեր լեզուն: Հաղորդակցվելու և գիտելիքներով կիսվելու մեր կարողությունն է հենց նշանակում, որ այդ գիտելիքը կարող է փոխանցվել ժամանակի ընթացքում՝ սերնդե-սերունդ:



Աշակերտ 2 :

Բայց դուքտոր Փենգիաս, ի՞նչ կասեք հենց ամենասկզբի մասին: Ի՞նչ տեղի ունեցավ Մեծ պայթյունի ժամանակ և դրանից առաջ:



Առնո Փենգիաս :

Օհ, Աշակերտ 2, ամենից ամենամեծ հարցը: Մենք դեռ լիովին վստահ չենք: Սա հասկանալու համար մեզ անհրաժեշտ է տեսություն, որը միավորում է էյնշտեյնի հարաբերականությունն ու քվանտային մեխանիկան, ինչի վրա գիտնականներն ակտիվորեն աշխատում են: Մենք չգիտենք, թե ինչն է առաջացրել Մեծ պայթյունը, կամ արդյոք եղել են տիեզերքներ մինչ մերը: Այս պահին մենք ավելի շատ հարցեր ունենք, քան պատասխաններ:



Աշակերտ 3 :

Կարելի է ասել, որ մենք այս տիեզերական ճանապարհորդության մի մա՞սն ենք:



Ռոբերտ Վիլսոն :

Իսկապես, Աշակերտ 3: Հիշեք, որ մենք բոլորս ստեղծված ենք աստղային փոշուց: Մենք տիեզերքից կտրված չենք. մենք դրա մի մասն ենք: Դուք նույնիսկ կարող եք ասել, որ մենք տիեզերքի ինքն իրեն զգալու միջոցն ենք: Այլ հարցեր ունե՞ք:



Աշակերտ 1 :

Այո, ես կցանկանայի իմանալ, թե ինչու է այն կոչվում «Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն» (CMB):



Առնո Փենգիաս :

Հիանալի հարց, Աշակերտ 1: Պատկերացրեք տիեզերքը որպես հսկայական, զարգացող կտավ: Սկզբում այս կտավը լցված էր բոցավառ, փայլուն լույսով, ինչպես վառ գույները, որոնք դուք տեսնում եք թարմ նկարի վրա: Երբ տիեզերքը ընդլայնվում էր միլիարդավոր տարիների ընթացքում, այս լույսը ձգվում և սառչում էր, ճիշտ այնպես, ինչպես գույները խամրում և ձգվում են հին, քայքայված նկարի վրա:



Ռոբերտ Վիլսոն :

Լույսի սկզբնական բոցավառ փայլը, որը վառ տեսանելի գույների է նման, ձգվել և դարձել է ավելի երկարալիքային: Այսպիսով, լույսը դեղնավուն-սպիտակ տեսնելու փոխարեն, այժմ այն հայտնվում է սպեկտրի միկրոալիքային մասում, որը գտնվում է կարմիր սահմանից այն կողմ: Դա ինֆրակարմիրն է, որը մեր աչքերը չեն կարող ընկալել: Հետևաբար, մենք այն անվանում ենք «Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն», քանի որ այն տիեզերքի ստեղծման հետփայլ (after-glow) է, որն այժմ նկատելի է միկրոալիքային հաճախականության տիրույթում:



Քվարկ :

Շնորհակալություն, պրոֆ. Փենգիաս և պրոֆ. Վիլսոն: Իրականում մենք վերադառնում ենք դարոց՝ դեպի «Գործնական լաբորատորիա», որտեղ ուսուցիչը փորձ է պատրաստել , որը թույլ կտա աշակերտներին պատկերացնել ձգում հասկացությունը և դրա ազդեցությունը լույսի վրա: Փորձը ավելի հստակ պատկերացում կտա այն մասին, թե ինչու է տիեզերքի երբեմնի բոցավառ լույսն այժմ դիտվում որպես միկրոալիքներ:





Գործնական լաբորատորիա

Գործնական աշխատանք. ընդարձակվող տիեզերքը և ձգվող սպեկտրը



Նպատակ :

Աշակերտներին տալ ակներև պատկերացում այն մասին, թե ինչպես է տիեզերքի ընդլայնումը ձգում լույսի ալիքները, ինչն էլ իր հերթին բերում է տիեզերական միկրոալիքային ֆոնի առաջացմանը:



Նախապատրաստման ժամանակ : 5 րոպե



Գործնական աշխատանքի ժամանակ : 10 րոպե



Պահանջվող նյութեր :

- Ռեզինե նեղ շերտակտորներ (մոտ 30 սմ երկարությամբ)
- Գրիչ կամ մարկեր
- Քանոն կամ չափիչ ժապավեն
- Էլեկտրամագնիսական սպեկտրի տեղեկատու աղյուսակ



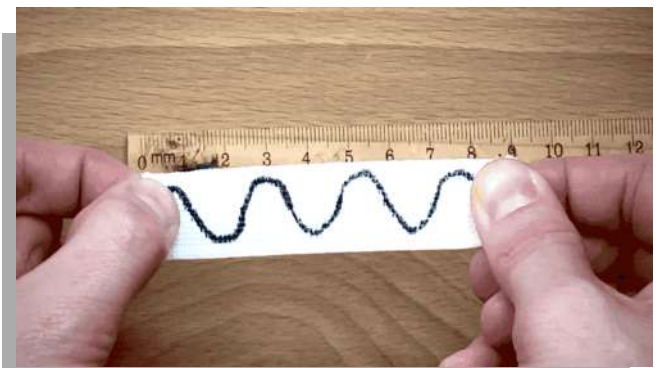
Ընթացակարգեր :

1. Ալիքի գծագրում :

- Աշակերտներից յուրաքանչյուրին կամ խմբին անհրաժեշտ է տրամադրել ռեզինե շերտակտորներ:
- Օգտագործելով գրիչ և քանոն՝ աշակերտները պետք է իրարից հավասարաչափ հեռավորության վրա գտնվող կետեր դնեն ռեզինե ժապավենի վրա: Այդ կետերը ներկայացնում են տեսանելի լույսի ալիքի գագաթները:
- Վարժության մեջ բարդություն և խորություն ավելացնելու համար աշակերտներին տեղեկացրեք, որ այս գործունեության համար առաձգական ժապավենի վրա յուրաքանչյուր 1 միլիմետրը նշանակում է 100 նմ: Հետևաբար, նրանք պետք է կետերը տեղադրեն միմյանցից մոտավորապես 5 կամ 6 մմ հեռավորության վրա:
- Օգտագործելով էլեկտրամագնիսական սպեկտրի աղյուսակը՝ աշակերտները պետք է որոշեն և գրանցեն ալիքի երկարությանը համապատասխանող գույնը:



Նկար 7. Նկարեք կետերը միացնող ալիքի հատվածները: Պատկերը NASA/JPL-Caltech-ից



Նկար 8. Առաձգական ժապավենի վրա գծված ալիքի երկարությունը աճում է, երբ ժապավենը ձգվում է: Պատկերը NASA/JPL-Caltech-ից

2. Տիեզերքի ծգում :

- Կետերը դնելուց հետո և դրանք միացնելով աշակերտները պետք է գծեն ալիքի մնացած հատվածը , որպեսզի հնարավոր լինի պատկերավորել ալիքը:
- Մի աշակերտ պետք է բռնի ռեզինե ժապավենի մի ծայրը, մինչդեռ մյուսը պետք է դանդաղ ծգի այն: Կախված նախընտրությունից աշակերտները կարող են ծգել ռետինե ժապավենն ամբողջությամբ կամ միայն մասնակիորեն:
- Մինչ առաձգական ժապավենը ծգված է, անհրաժեշտ է չափել և նշել կետերի (որոնք ներկայացնում են ալիքի գագաթները) միջև հեռավորությունը:



Դիտարկումներ :

- Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել, որ ժապավենը ծգելուց կետերի (կամ ալիքի գագաթների) միջև հեռավորությունը մեծանում է:
- Եթե աշակերտները օգտագործել են 1-ին կետում նշված մասշտաբային չափումները, ապա այժմ պետք է իրենց ծգված ժապավենի չափումները վերափոխեն նանոմետրային սանդղակին համապատասխան: Կրկին օգտագործելով էլեկտրամագնիսական սպեկտրի աղյուսակը, նրանք պետք է պարզեն, թե որ տիրույթում է նոր ծգված ալիքը:



Քննարկում եմ եզրակացություն :

Ուսուցիչ :

Աշակերտներ, այժմ, երբ մենք կատարեցինք այս փորձը, ի՞նչ դիտարկումներ արեցիք ռեզինե ժապավենը ձգելու ընթացքում:

Աշակերտ 1 :

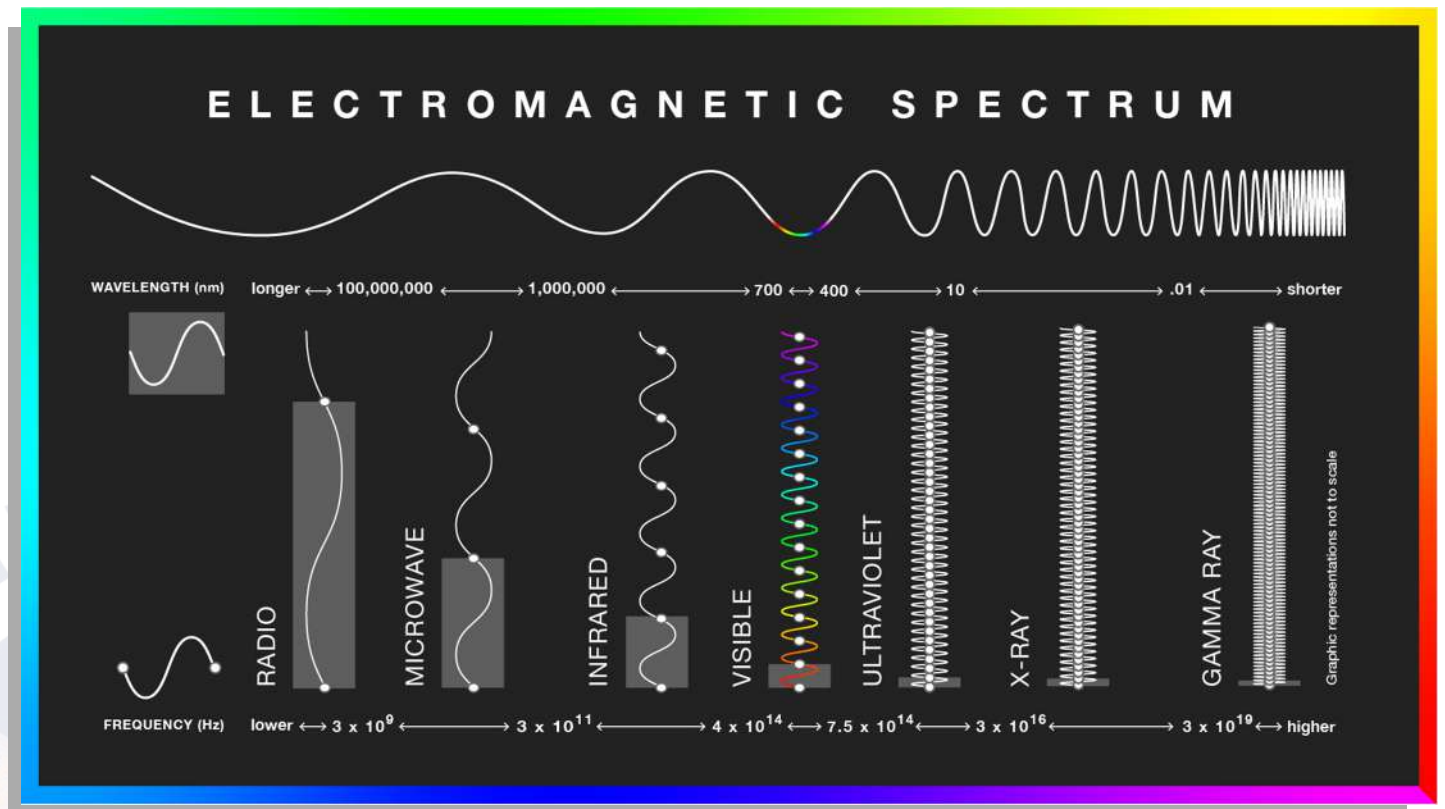
Կետերի միջև հեռավորությունը մեծացավ, երբ մենք այն ձգեցինք:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Եվ ինչպե՞ս կարող է դա կապված լինել տիեզերքի և դրանում գտնվող լույսի ալիքների հետ:

Աշակերտ 2 :

Մեր ռեզինե ժապավենի կետերի պես, լույսի ալիքներն էլ են ձգվում տիեզերքի ընդարձակման ընթացքում:



Նկար 9. Տեսանելի լույսը լույսի տեսակ է, որը մարդիկ կարող են ընկալել իրենց աչքերով, այն էլեկտրամագնիսական սպեկտրի ընդամենը մի փոքր մասն է: Այս աղյուսակը ցույց է տալիս էլեկտրամագնիսական սպեկտրի յուրաքանչյուր տեսակի ալիքի երկարությունը և հաճախականությունը: Ծանոթագրություն. Գրաֆիկական պատկերները մասշտաբային չեն: Պատկերը NASA/JPL-Caltech-ից |

[+ Expand image](#) | [Download low-ink version for printing](#)

Ուսուցիչ :

Իրավացի ես, Աշակերտ 2: Այժմ, անդրադառնալով էլեկտրամագնիսական սպեկտրի գծապատկերին, սպեկտրի ո՞ր մասում էր գտնվում ձեր սկզբնական ալիքը (կետերը) մինչև ձգվելը:

Աշակերտ 3 :

Մերը տեսանելի լույսի տիրույթում էր և ներկայացնում էր որոշակի գույն:

Ուսուցիչ :

Հիանալի է: Իսկ ձգումից հետո սպեկտրի վրա որտե՞ղ էր տեղավորվում ալիքը:

Աշակերտ 4 :

Ձգվելուց հետո այն շարժվեց դեպի ինֆրակարմիր տիրույթ, և եթե մենք ավելի ձգեինք, ապա լույսը կտեղափոխվեր դեպի սպեկտրի միկրոալիքային տիրույթ: Այսպիսով, կարծես թե լույսը փոխե՞լ էր իր ձևը:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Ճիշտ այնպես ինչպես կետերն ավելի հեռանում էին միմյանցից ձեր ռեզինե ժապավենի վրա՝ ներկայացնելով ավելի երկար ալիքների երկարություն, այնպես էլ վաղ տիեզերքի լույսի ալիքը երկարել էր տիեզերքի ընդարձակման պատճառով: Որևէ մեկը հիշու՞մ է, թե ինչպես ենք մենք անվանում այս երևույթի արդյունքում դիտվող պատկերը:

Աշակերտ 1 :

Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն:

Ուսուցիչ :

Փայլուն է, Աշակերտ 1: Իսկ ինչու՞ է այն կոչվում «միկրոալիքային»:

Աշակերտ 2 :

Քանի որ վաղ տիեզերքի ձգված լույսի ալիքները մեզ տեսանելի են էլեկտրամագնիսական սպեկտրի միկրոալիքային տիրույթում:

Ուսուցիչ :

Հրաշալի: Այսպիսով, ինչպես ձեր առաձգական ժապավենների լույսի ալիքները ձգվեցին և փոխվեցին, այնպես էլ վաղ տիեզերքի լույսը ձգվեց միլիարդավոր տարիների ընթացքում: Այսօր մենք այն գիտենք որպես Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն՝ մեր տիեզերքի վաղ օրերի մնացորդ:

Այսօր մենք ճանապարհորդեցինք տիեզերքի առաջացման պահից սկսած՝ մինչև նրա ներկայիս վիճակը՝ հասկանալով այն հիմնարար գործընթացները, որոնք ձևավորել են այն: Մենք տեսանք, թե ինչպես է լույսն ինքնին զարգացել՝ տալով մեզ պատկերացումներ տիեզերքի անցյալի մասին: Սա հիշեցում է, որ թեև տիեզերքը հսկայական է և անընդհատ փոփոխվող, մենք, մեր հետաքրքրասիրության և բանականության շնորհիվ, կարող ենք հասկանալ նրա մեծ պատմությունը: Միշտ վառ պահեք այդ հրաշքի կայծը, քանի որ դա մեր կամուրջն է դեպի տիեզերք: Մինչև մեր հաջորդ տիեզերական ճանապարհորդությունը շարունակեք վեր նայել և երբեք մի՛ դադարեք հարցեր տալ: Նրանց համար, ովքեր ցանկանում են ավելի խորը սուզվել այս անծայրածիր թեմայի մեջ, Տիեզերական գրադարանն առաջարկում է գիտելիքների գանձարանը, որը սպասում է իր հետազոտողին:



Տիեզերական գրադարան



Տեսանյութեր :

UNDERSTANDING THRESHOLDS OF INCREASING COMPLEXITY

What is the Cosmic Microwave Background?

The Beginning of Everything -- The Big Bang

The Big Bang Theory

The beginning of the universe, for beginners - Tom Whyntie

The Big Bang: Crash Course Big History #1

The Big Bang, Cosmology Part 1: Crash Course

The Evolution of The Universe Explained by Brian Cox

Evidence for the Big Bang Theory

Where Was the Big Bang?

Picture of the Big Bang (a.k.a. Oldest Light in the Universe)

Misconceptions About the Universe

Big Bang: The Theory and the Origin of the Universe

What Emerged from the Big Bang?

Brain Cox explains Entropy in a short video

What is entropy?

Entropy: The Most Misunderstood Concept in Physics



Կայքեր :

The Big History Project

NASA's summary of the latest discoveries made around the Big Bang

Big Bang Theory Teacher Resources



Վավերագրական ֆիլմեր :

Into The Universe with Stephen Hawking the Story of Everything

Origins of the universe, explained



Գրքեր :

A Brief History of time – Stephen Hawking

The First Three Minutes – Steven Weinberg



Հոդվածներ :

[What is the Big Bang Theory?](#)

[Cosmic timeline: What's happened since the Big Bang](#)

[The history of the universe: Big Bang to now in 10 easy steps](#)

[The Big Bang - NASA](#)

[The Big Bang - History of the Universe](#)

[Top 10 Facts About The Big Bang Theory](#)



Վիկտորինա :

[Threshold 1: The Big Bang](#)

[The Big Bang](#)



Խաղեր :

[Escape the Cosmic Microwave Background Maze Activity](#)

[Tour of the Map of the Big Bang](#)



Բառարան

Էնտրոպիա: Համակարգի անկարգավորվածության կամ պատահականության քանակի չափ: Թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքի համաձայն՝ մեկուսացված համակարգի էնտրոպիան ժամանակի ընթացքում հակված է մեծանալու, ինչը նշանակում է, որ համակարգերը կդառնան ավելի չկարգավորված:

Մեծ պայթյուն: Տեսականորեն տիեզերքի սկիզբը նշանավորող իրադարձություն: Ենթադրվում է, որ տիեզերքը առաջացել է չափազանց տաք և խիտ կետից մոտավորապես 13,7 միլիարդ տարի առաջ և այդ ժամանակվանից ընդլայնվում է:

Ոսկեծամիկի պայմաններ: Հենց այն պայմաններն են, որոնք ճիշտ են տվյալ երևույթի առաջացման համար: Այն առաջացել է Ոսկեծամիկի և երեք արջերի պատմությունից, որտեղ Ոսկեծամիկը նախընտրում է այնպիսի բաներ, որոնք չափազանց ծայրահեղ չեն:

Գալակտիկա: Ջանգվածային համակարգ, որը բաղկացած է աստղերից, աստղակույտերից, մոլորակային համակարգերից, միջաստղային ամպերից և մութ մատերիայից, միասին կապված գրավիտացիայի միջոցով:

Կոսմիկ: Երևույթ, որը վերաբերում է տիեզերքին կամ տիեզերական տարածությանը:

Ճառագայթում: Էներգիա, որը տարածվում է ալիքների կամ մասնիկների տեսքով: Այս համատեքստում խոսքը վերաբերում է էներգիային, որն անջատվում է տիեզերքի ձևավորման սկզբնական փուլերում:

ԱՃ (Ինֆլիացիա): Տիեզերքի արագ ընդարձակումն իր սկզբնավորումից ի վեր, երբ այն ատոմից էլ փոքր չափերից գրեթե ակնթարթորեն դարձավ առավել մեծ չափերի:

Ենթատոմային մասնիկներ: Ատոմից փոքր մասնիկներ: Այդպիսիք են քվարկները, էլեկտրոնները և նեյտրինոները:

Քվարկներ: Հիմնարար մասնիկներ, որոնք միանում են տարբեր ձևերով՝ կազմելով ավելի մեծ մասնիկներ, ինչպիսիք են պրոտոնները և նեյտրոնները:

Հականյութ (հականյութաբանություն): Նյութի «հակառակը»: Երբ հականյութը և նյութը հանդիպում են, նրանք ոչնչացնում են միմյանց:

Հադրոններ: Քվարկներից կազմված մասնիկներ: Պրոտոններն ու նեյտրոնները հադրոնների օրինակներ են:

Պրոտոններ: Ատոմի միջուկում գտնվող դրական լիցքավորված մասնիկներ:

Նեյտրոններ: Լիցք չունեցող մասնիկներ, որոնք նույնպես հանդիպում են ատոմի միջուկում:

Միջուկ: Ատոմի կենտրոնական մասը, որը կազմված է պրոտոններից և նեյտրոններից:

Ջրածին: Տիեզերքի ամենապարզ և թեթև տարրը: Նրա ատոմը բաղկացած է մեկ պրոտոնից և մեկ էլեկտրոնից:

Կելվին: Ջերմաստիճանի միավոր. 0 Կելվինը (բացարձակ զրո) հնարավոր ամենացածր ջերմաստիճանն է, այդ ջերմաստիճանում մոլեկուլային բոլոր շարժումները դադարում են:

Տիեզերական միկրոալիքային ֆոն (CMB): Մեծ պայթյունի այսպես կոչված «հետփայլը»: Այն նման է տիեզերքի լուսանկարին, երբ վերջինս շատ երիտասարդ էր, և որը ցույց է տալիս ջերմաստիճանի աննշան տարբերությունները վաղ տիեզերքում:

Վերջին ցրման մակերևույթ: Տիեզերքի պատմության այն պահը, երբ լույսը վերջին անգամ ցրվել է նյութի վրա նախքան ազատ ճանապարհորդելը:

Սուպերնովա: Աստղային պայթյուն, որը տեղի է ունենում, երբ զանգվածային աստղը հասնում է իր կյանքի ցիկլի ավարտին, ինչը հանգեցնում է տարրերի ցրման:

Պրոտոնների միաձուլում: Էներգիայի անջատումով ուղեկցվող պրոտոնների միավորման պրոցես, որի արդյունքում ձևավորվում են ավելի ծանր միջուկներ:

Պարբերական աղյուսակ: Քիմիական տարրերի աղյուսակ՝ դասավորված ատոմային համարի հերթականությամբ:

Հարաբերականություն: Էյնշտեյնի տեսությունը, որը նկարագրում է տարածության և ժամանակի կապը:

Քվանտային մեխանիկա: Ֆիզիկայի ճյուղ, որն ուսումնասիրում է ատոմային և ենթատոմային մասշտաբում ամենափոքր մասնիկների և ալիքների վարքը:

Աստղային փոշի: Մահացող աստղերի մնացորդը կամ փոշին, որը կարող է ձևավորել նոր աստղեր, մոլորակներ և այլ երկնային մարմիններ:

Էլեկտրամագնիսական սպեկտր: Բոլոր տեսակների էլեկտրամագնիսական ճառագայթման տիրույթը՝ ռադիոալիքներից մինչև գամմա ճառագայթներ:

Ալիքների գազաթնք: Ալիքի այն կետերը, որոնք ունեն առավելագույն արժեք:

Ալիքի երկարություն: Իրար հաջորդող ալիքների գագաթների միջև հեռավորությունը:

Հաճախականություն: Տրված ժամանակահատվածում ֆիքսված կետով անցնող ալիքների քանակը:

Նանոմետր (նմ): Չափերի մետրական համակարգում երկարության միավոր, որը հավասար է մետրի մեկ միլիարդերորդականին:



This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

