

Տիեզերքի ծագումն ու զարգացումը

Ջուլիետա Ֆիերո, Սուզանա Դոստոլա, Բեատրիս Գարսիա

Միջազգային աստղագիտական միություն

*Մեքսիկայի ազգային ինքնավար համալսարան, Մեքսիկա
Տիեզերական աստղադիտակի գիտական ինստիտուտ, ԱՄՆ
ITeDA և Ազգային տեխնոլոգիական համալսարան, Արգենտինա*



Տիեզերքն ամեն ինչ է

Տարածություն
Նյութ
Էներգիա
Ժամանակ



Դրա զարգացումը շարունակական է:
Ինչպես փոփոխվում է Տիեզերքի յուր. մարմին,
այնպես էլ փոփոխվում են դրանց մասին մեր
ունեցած պատկերացումները:

Մեկ դար էլ չի անցել, որ մենք Տիեզերքը չափորոշելու և այդ ուղղությամբ գիտությամբ զբաղվել փորձելու համար բավականաչափ հետազոտություններ ունենք կատարած:



Վերջին մի քանի տասնամյակներում տեղեկություններ ենք ձեռք բերել տիեզերքի մասին և կարող ենք դրանք ուսումնասիրել: Մինչ այդ դրանք միայն մտորումներ էին:



Տիեզերքի մասին մեր ենթագիտակցական ընկալումը
Մեծ պայթյունի ստանդարտ մոդելը չէ:

Պատության ընթացքում մշակույթները փորձում էին
պատասխանել այն հարցին, թե ինչ է տիեզերքը: Օրինակ՝
բաբելոնացիները կարծում էին, որ Երկիրը հարթ է, ունի
որոշակի ելուստ և դրված է փղերի վրա, որոնք էլ իրենց
հերթին կանգնած են կրիայի վրա՝ շրջապատված օձով:
Նրանք երկրաշարժերը բացատրում էին փղերի
վերադասավորությամբ:



Մոդելի փորձարկումը

Փղի և կրիայի ստվերը
երբեք չի կարող նման
լինել Երկրի և Լուսնի
ստվերներին:



Միայն մի գունդն է, որ ունի
շրջանաձև ստվեր: Լուսնի
խավարման ցուցադրում:



Գիտության նվաճումները

- Արտացոլել
- Մտածել բնության մասին ունեցած հարցերի շուրջ
- Փորձարկել
- Մտածել արդյունքների շուրջ
- Հանրայնացնել նոր գիտելիքները հոդվածների միջոցով
- Երբ այլ մտածողներ դրական են արտահայտվում մեր գաղափարների մասին կամ երբ սովորում ենք մեր սխալների վրա, դրանով հաստատում ենք գիտելիքը:



Մեծ պայթյունի ստանդարտ մոդելը

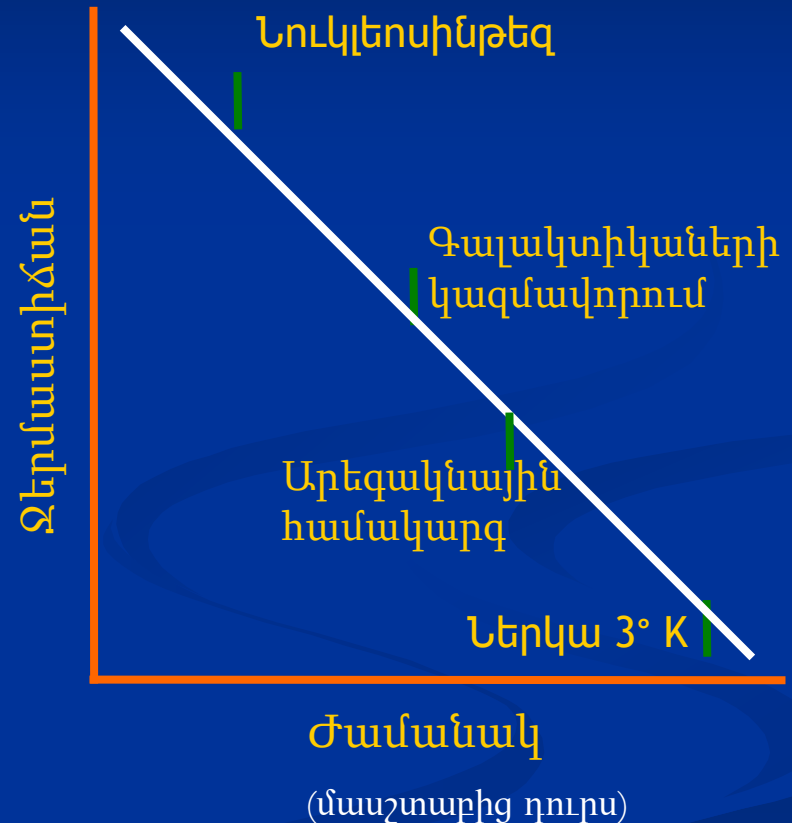
- Սա ամենից պարզ մոդելն է և բացատրում է հետազոտությունները
 - Ընդարձակում
 - Մնացորդային ճառագայթում
 - Քիմիական տարրերի առատություն
 - Իզոտրոպություն
- Կան նաև այլ մոդելներ



- Գիտությունը չի պնդում, որ գիտի ճշմարտությունը. այն անհասանելի է:

Տիեզերքի ընդլայնումը

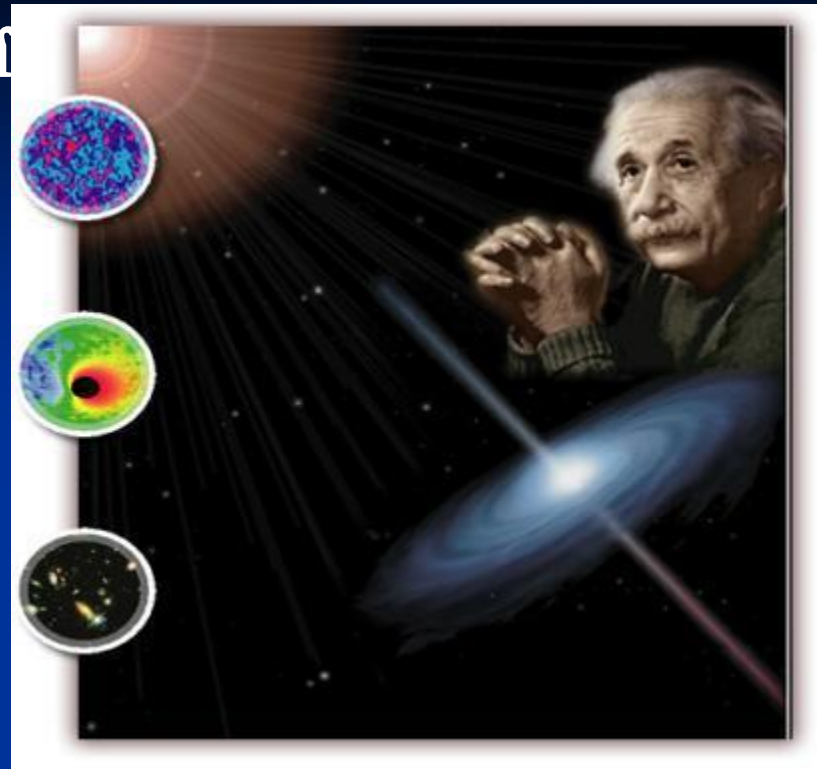
- ❑ Տիեզերքը ձևավորվել է 14,000 մլն տարի առաջ:
- ❑ Ամեն ինչ սկսվեց, երբ էներգիան դուրս եկավ վակուումից:
- ❑ Այն ընդլայնվեց և ընթացքում սառչեց
- ❑ Արդյունքում այս էներգիան փոխակերպվեց նյութի:



Ֆիզիկան, որն ուսումնասիրվում է Երկրի վրա և կիրառվում է Տիեզերքի մնացյալ հատվածում կոչվում է աստղաֆիզիկա:

Ալբերտ Այնշտայնը բացահայտել է, որ էներգիան կարող է փոխարկվել նյութի և հակառակը: Տիեզերքի առաջացման սկզբում վակուումի էներգիան փոխարկվել է նյութի:

Աստղերի ներսում էներգիան փոխարկվում է նյութի, այդ պատճառով էլ դրանք շողում են:



Նյութի և էներգիայի միջև
համարժեքությունը

$$E = mc^2$$

քվարկներ, լեպտոններ

p^+ n e^-

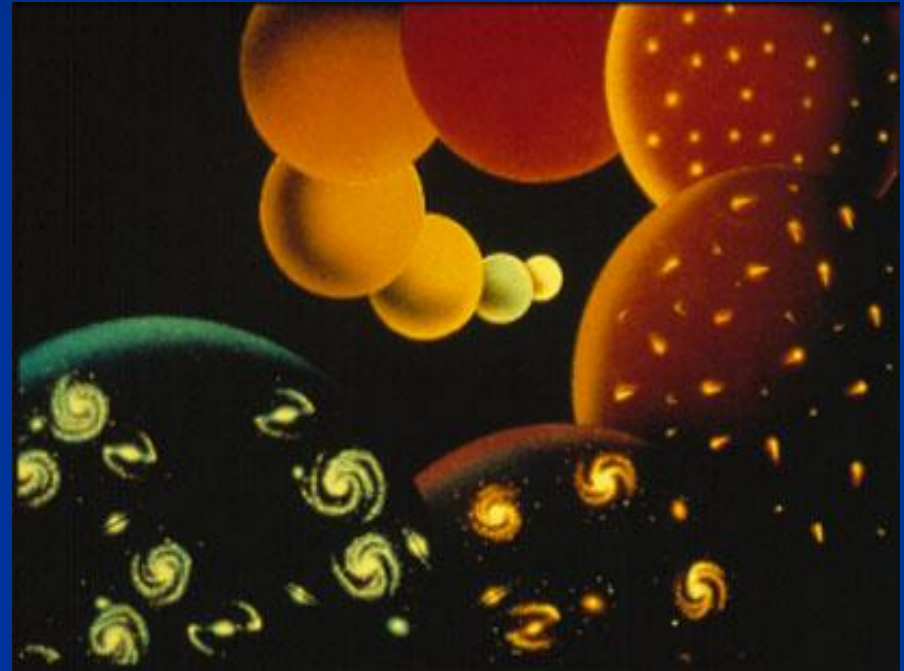


Մկգբում ողջ նյութը իոնացվել էր

Հետազայում այն՝
վերամիավորվեց՝
վերածվելով չեզոք
ատոմների

Ատոմները կազմեցին
ամպեր, իսկ դրանց
ներսում առաջին
գալակտիկաներն էին
առաջին աստղերի հետ:

Հետազայում ձևավորվեցին երկրային խմբի
մոլորակները (ինչպես Երկիրը) և
առաջացավ առաջին կյանքը:



Քիմիական էվոլյուցիա

Պրոտոնները, նեյտրոնները և էլեկտրոնները ձևավորվել են Տիեզերքի առաջացման առաջին րոպեներին: Նրանք կազմեցին ամենապարզ ատոմները՝ H և He:

$$E = mc^2$$

H – կազմված p^+ պրոտոնից

4 H – փոխվում է $\text{He} + 2\nu + 2e^+ + 2\gamma$

- Մնացյալ տարրերը ձևավորվել են աստղերի ներսում՝ ջերմամիջուկային ռեակցիաների արդյունքում:
- Ամենաձանր ատոմները, ինչպիսին ուրանն է, առաջանում են այն ժամանակ, երբ աստղը պայթում է և արձակում մասնիկներ, որոնք բախվում են՝ կազմելով նոր տարրեր:
- Մեծ պայթյունից անցել են հազար միլիոնավոր տարիներ, երբ աստղային էվոլյուցիայի ճանապարհով ջրածնից և հելիումից բացի ձևավորվել են այլ տարրեր:



Տիգիկա և տիեզերաբանություն

Մենք կարող ենք բացատրել ամենօրյա կյանքի նյութը քվարկերով՝ պրոտոնների, նեյտրոնների և լեպտոնների (ամենալավ հայտնին էլեկտրոնն է) բաղադրիչներով և դրանց փոխազդեցություններով, ինչպիսին է էլեկտրամագնիսականությունը:

Ընտանիք			Փոխազդեցություն
Լեպտոն	Էլեկտրոն	Նեյտրինո	Էլեկտրամագնիսական ուժ
Քվարկներ	Վերև	Ներքև	Հզոր ուժ
Բարիոն	պրոտոն	Նեյտրոն	Թույլ ուժ, հզոր ուժ

Մոդելի այս պարզությունն օգնում է հասկանալ, թե ինչպիսին է եղել սկզբնական Տիեզերքը, որտեղ էներգիան փոխակերպվում էր նյութի, իսկ նյութը՝ էներգիայի:



Դիտումների միջոցով հասկանում ենք՝

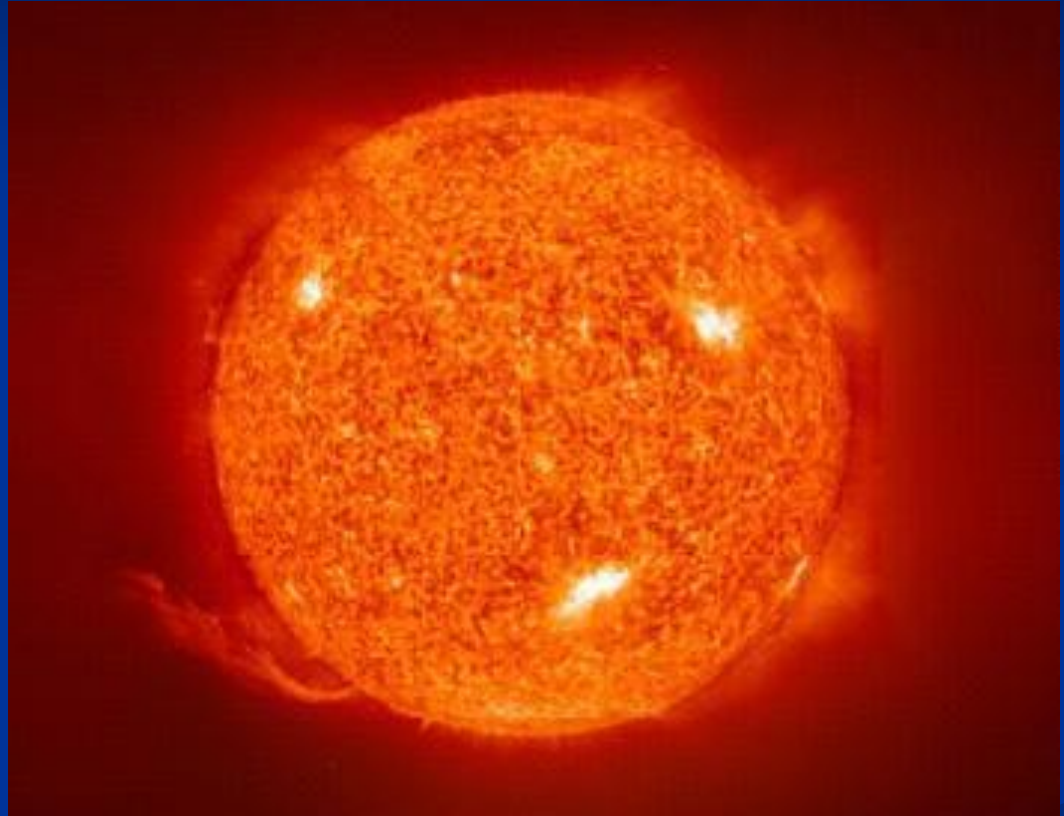
- ☐ երկնային մարմինների ֆիզիկական հատկությունները
- ☐ Չափերն ու հեռավորությունը
- ☐ Ժամանակաշրջանն ու տարիքը
- ☐ Տիեզերքի ընդլայնման արագությունը
- ☐ Մնացորդային ճառագայթման ջերմաստիճանը
- ☐ Քիմիական բաղադրությունը
- ☐ Տիեզերքի կառուցվածքը
- ☐ Թե ինչու է գիշերը մութ
- ☐ Գորշ նյութի ու մութ էներգիայի գոյությունը



Արեգակ

Ամենալավ
ուսումնասիրված
մարմիններն
ամենապայծառ
մարմիններն են.
դրանց
ուսումնասիրությունն
ամենահեշտն է:

Արեգակն ու մյուս
աստղերը
ամենահայտնի
մարմիններն են:



Արտարեգակնային մոլորակներ



Ի լրումն աստղերի՝
վերջին մի քանի տարվա
ընթացքում հարյուրավոր
մոլորակներ են
հայտնաբերվել այլ
աստղերի շուրջ ոչ թե այն
պատճառով, որ դրանք
լույս են ճառագում, այլ
քանի որ դրանք
խաթարում են աստղային
ուղեծրերն ու լույսի
կորերը:



Կյանք



Տիեզերքի մեկ այլ
հատկանիշ է կյանքը:
Մենք Երկրից դուրս որևէ
այլ տեղ կյանք դեռ չենք
հայտնաբերել:
Մենք այն համոզմունքին
ենք, որ կյանքի
զարգացման համար
անհրաժեշտ է ջուր, քանի
որ այն հեշտացնում է
նյութերի
փոխանակությունն ու
բարդ մոլեկուլների
ձևավորումը:



Միջաստղային նյութ

Աստղերի միջև ընկած տարածությունը դատարկ չէ, այն լցված է միջաստղային նյութով: Դա այն նյութն է, որից առաջանում են նոր աստղեր:

Աստղերը ձևավորվում են գազի և փոշու ամպերի մեջ: Ամպերը սեղմվում են ձևավորելով նոր աստղեր: Իրենց կյանքի մեծ մասը դրանք անց են կացնում միջուկի ջրածինը հելիումի և էներգիայի փոխակերպելով:

Այնուհետև ավելի ուշ ձևավորում են ածխածին, ազոտ և թթվածին՝ տարրեր, որոնցից ստեղծված ենք մենք:



Արեգակնաման աստղերի կյանքի պարբերաշրջանը



Երբ աստղերը սպառում են իրենց վառելիքը, դրանք
շրջակա տիեզերական տարածություն են բաց թողնում
մասնիկներ, որոնք ստեղծվել են իրենց ներսում: Յուր.
աստղային սերունդից հետո միջաստղային միջավայրը,
որտեղ նոր աստղեր են ծնվում, ավելի հարուստ է
դառնում այս տարրերով:



Աստղակույտեր

Շատ աստղեր խմբավորված են աստղակույտերում՝ պարունակելով 100-ից մինչև 1,000,000 աստղ:



Զարդաստուի՝ ցրված
աստղակույտ



Օմեգա Կենտավրուսի՝
գնդաձև աստղակույտ



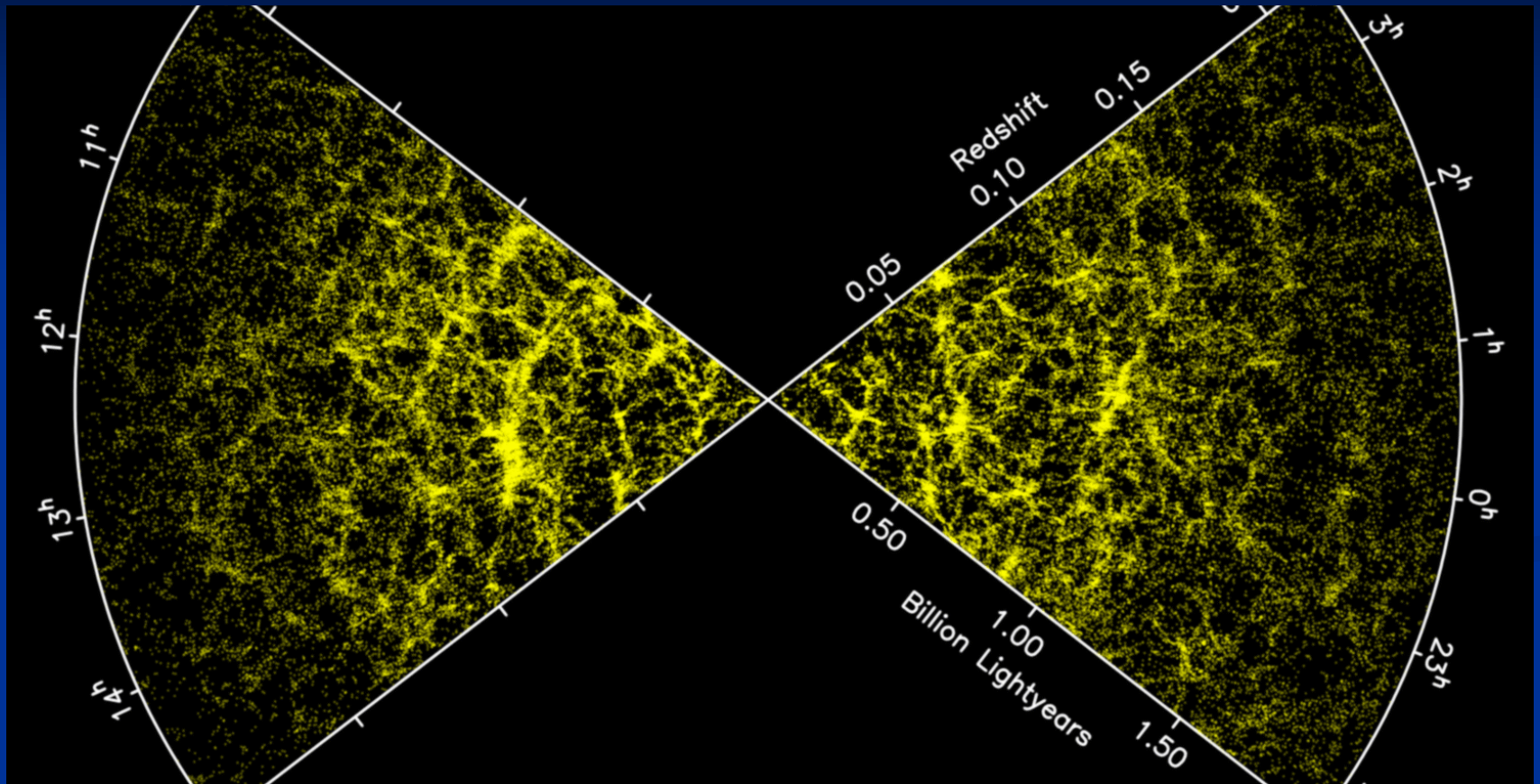


Ջրապտուկտ պարուրաձև գալակտիկա
Աղբյուրը՝ Հաբլի տիեզերական աստղադիտակ

Գալակտիկաներ
Կոնգլոմերատները
գերազանցապես
պարուրաձև
գալակտիկաներ են,
որոնք ունեն >100
միլիարդ աստղ, յուր. իր
մոլորակներով,
արբանյակներով և
գիսաստղերով, գազով,
փոշով և ամենաշատ
այսպես կոչվող «գորշ
նյութով»:



Մանրաթելային տիեզերք



Գալակտիկաների խմբերը դասավորված են այսպես կոչված մանրաթելային տիեզերքում:



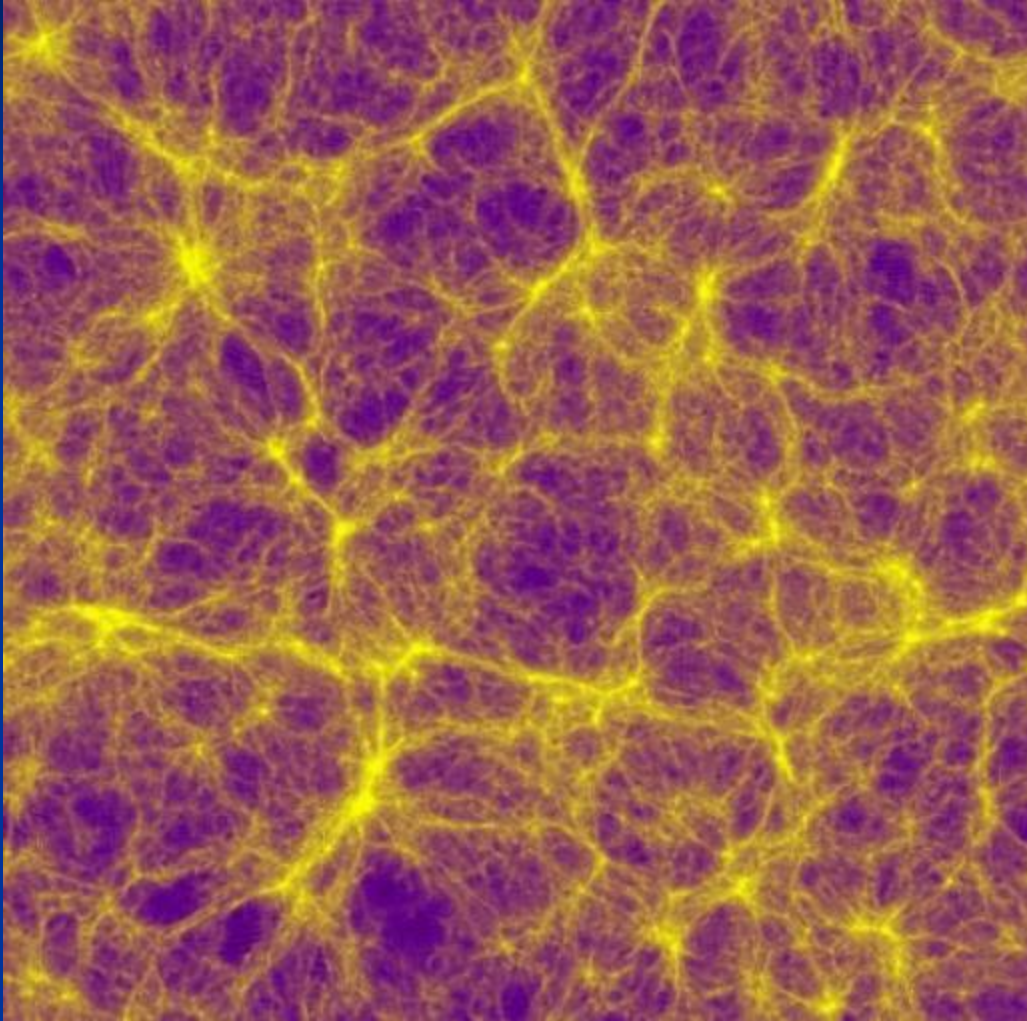
Տիեզերքն ասես փրփուրով վաննա լինի, որտեղ նյութը շրջապատում է գալակտիկաներից զերծ տարածությունը, և ժամանակի ընթացքում նյութով լցված ծավալն աճում է



Երբ Տիեզերքն ընդլայնվում է, գալակտիկաների կուտակումների միջև հեռավորությունը մեծանում է և Տիեզերքն ավելի է նոսրանում



Մանրաթելային տիեզերքի մոդելը



Գալակտիկաների
կույտերն ու
գերկույտերն ընկած
են մանրաթելերի
մեջ, ինչպես
պղպջակի
մասերնույթի վրա:
Այս մոդելը
համընկնում է
դիտումների հետ:

Աղբյուրը՝ Մաքս Պլանկի ինստիտուտի
Հազարամյակի ծրագիր



Տիեզերքի կառուցվածքը՝ սինթեզ

- Աստղերն աստակույտերում են
- Աստղակույտերը գալակտիկաներում
- Գալակտիկաները կազմում են կույտեր, որոնք բաղկացած են մի քանի կամ հազարավոր գալակտիկաներից
- Տիեզերքի ամենամեծ կազմավորումները մանրաթելերն են՝ կազմված գալակտիկաների կույտերից և գերկույտերից



Չափերը Տիեզերքում

Մեկ մետր
երկարությունը
կարող ենք
նմանեցնել երեխայի
չափին, իսկ հազար
անգամ ավելի մեծ
միավորը մեկ
կիլոմետրին:



... հազար անգամ ավելի
մեծ հեռավորությունը,
հազարավոր
կիլոմետրերը կարելի է
հատել ինքնաթիռով մի
քանի ժամվա ընթացքում:

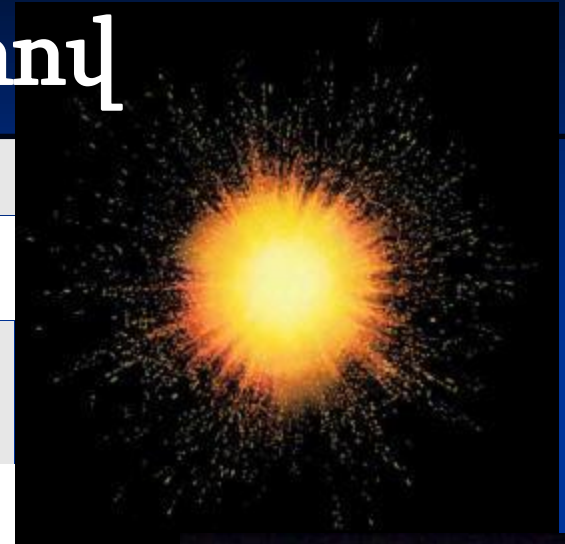
Լուսին հասնելու համար մեզ
պետք է երեք օր, իսկ Արեգակից
Յուպիտեր ընկած
հեռավորության համար մի
քանի օր:

Մոտ աստղերի
հեռավորությունը 1000 անգամ
ավելի է:



Ժամանակը Տիեզերքում՝ արտահայտված տարիներով

Մեծ պայթյուն	14 000 000 000
Գալակտիկայի ձևավորում	13 000 000 000
Արեգակնային համակարգի ձևավորում	4 600 000 000
Երկրի վրա կյանքի առաջացում	3 800 000 000
Բարդ կյանքի առաջացում	500 000 000
Դինոզավրերի առաջացում	350 000 000
Կավճի ժամանակաշրջանի ավարտ	65 000 000
Ժամանակակից մարդու առաջացում	120 000



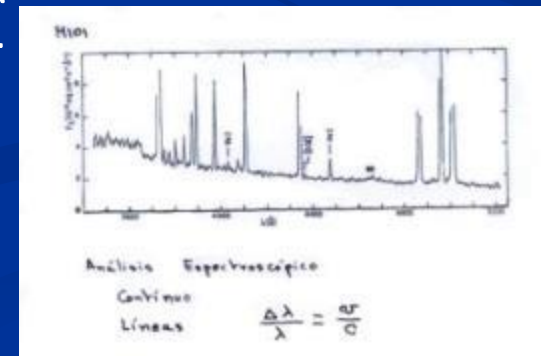
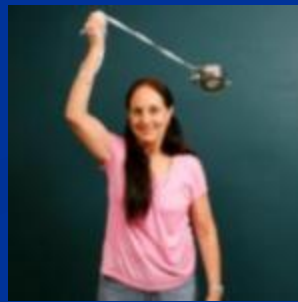
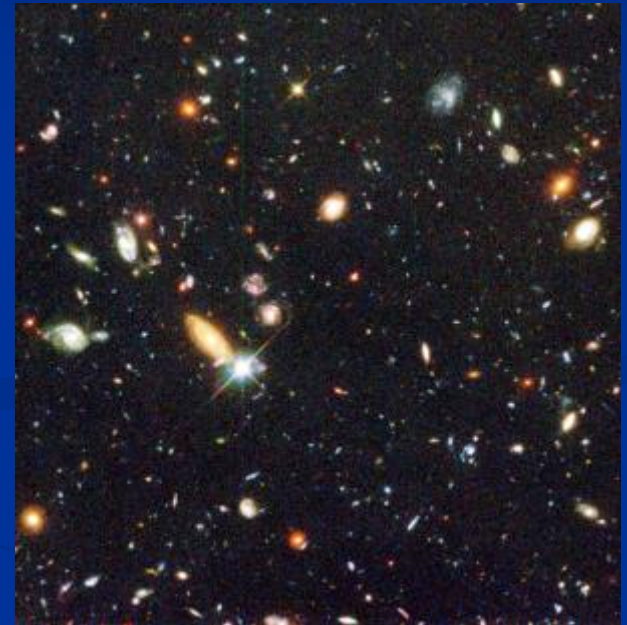
Մարդը վերջերս է առաջացել

Ուսումնասիրելով Տիեզերքը

Աստղի պատկերի դիրքը կամ առաջացումը կամ արձակված լույսի քանակը որոշելու համար կարող եք լուսանկար անել:

Սպեկտրերը կարող են որոշել աստղերի արագությունը: Մա հայտնի է իբրև լույսի Դոպլերի էֆեկտ:

Վերլուծելով ճառագայթումը, որ աստղերն ու գալակտիկաներն արձակում, անդրադարձնում կամ կլանում են բացահայտում ենք դրանց բնույթը:



Ստանդարտ մոդելի հիմնասյուները

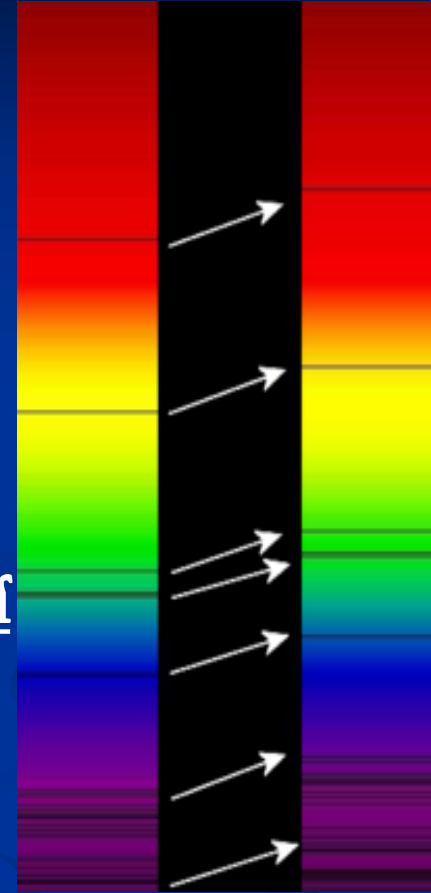
Տիեզերքի ընդլայնումը

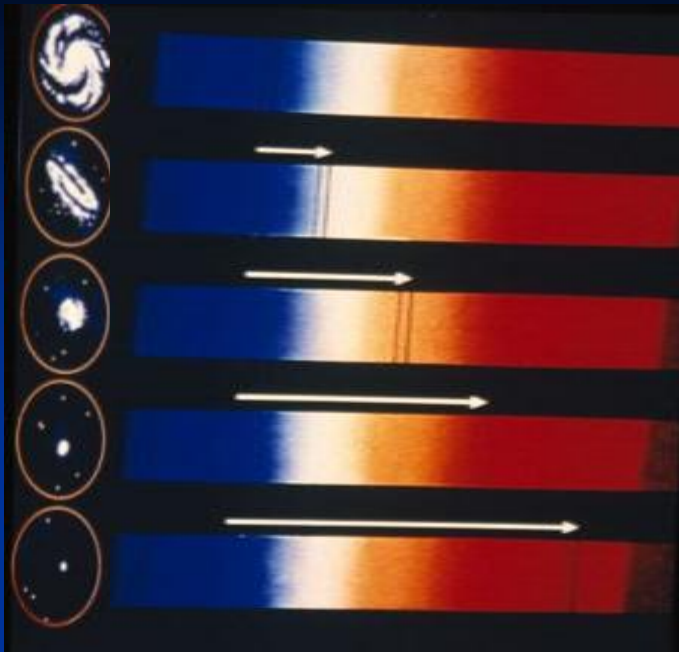
Դոպլերի կարմիր շեղումը ցույց է տալիս ընդլայնումը (եթե աստղերը մոտ են հետազոտողին, ապա լույսը կապտավուն է, իսկ եթե հեռու, ապա կարմրավուն):

Գալակտիկաների խմբերը հեռանում են իրարից, իսկ եթե դրանք հեռու են, ապա հեռանում են իրարից ավելի մեծ արագությամբ:

Քիմիական տարրերի առատությունը Տիեզերքում

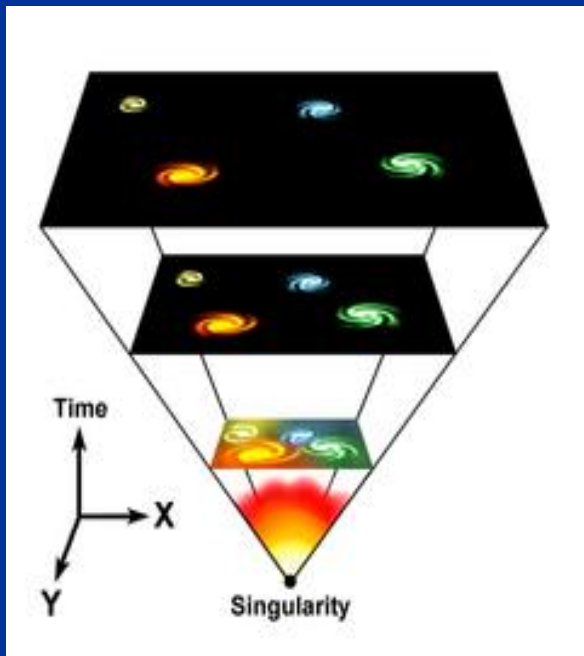
Տիեզերքի առաջացման առաջին րոպեներին ձևավորվել են միայն H և He. ընդլայնումը կանգնեցրեց արտադրությունը ճառագայթումը կորցրեց էներգիան և այլևս անհնարին դարձավ վերափոխումը պրոտոնների և նեյտրոնների: C, N և O-ն ստեղծվել էին աստղերի ներսում և խառնվել միջաստղային միջավայրին աստղերի մահանալուց հետո:





Տիեզերքի ընդարձակում

Տիեզերքն ընդլայնվում է, իսկ ճառագայթման ֆոտոնները ձգվում են: Այն, ինչ անցյալում շատ փոքր ալիքային երկարության գամմա ճառագայթներ էին, այսօր ուսումնասիրվում են որպես ռադիոալիքներ:



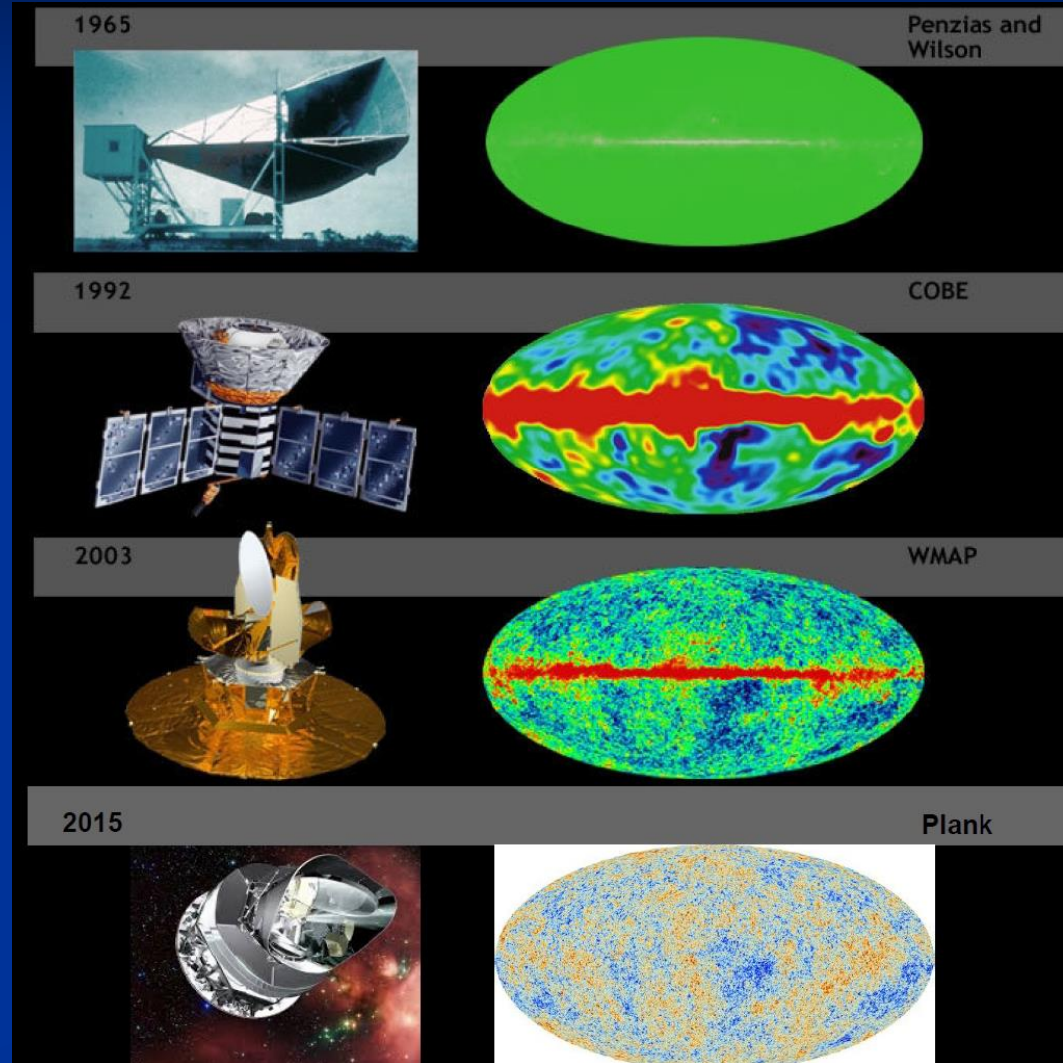
Չափելով Տիեզերքի ընդլայնումը՝ մենք կարող են հաշվել Տիեզերքի տարիքը՝ 14 միլիարդ տարեկան: Սա ավելի մեծ է, քան այն տարիքը, որը ստացվել է ամենաձեր աստղերի տարիքը որոշելիս:



Մնացորդային ճառագայթում (CMB)

■ COBE, WMAP և
PLANCK

արբանյակները երկնքի
մնացորդային
ճառագայթման քարտեզ
են պատրաստել ամեն
անգամ ավելի
մանրամասն
նշմարելով աննշան
տատանումները
հետքերը այն նյութի
կտորից, որից սկսում են
ձևավորվել
գալակտիկաները:



Տիեզերքն եզր ունի՞



Տիեզերքի կայունության համար անհրաժեշտ պայմանը դրա շարունակական ընդլայնումն է: Հակառակ դեպքում այն կդադարի գոյություն ունենալ այնպես, ինչպես մենք հիմա տեսնում ենք: Տիեզերքի ընդլայնումը Մեծ պայթյունի ստանդարտ մոդելի հիմնասյուրներից մեկն է:

սակայն... ընդլայնման
կենտրոն գոյություն չունի



Արդյոք ձգողականությունը գերիշխո՞ւմ է Տիեզերքում



Տիեզերքն ունի
զանգված, ուստի ունի
հսկայական
ձգողականության ուժ:
Չգողականությունը
գրավում է:
Մեծ պայթյունի
ընդլայնումը
փոխհաստոցում է
ձգողականությանը:

Տիեզերքն արագանում է, բայց արագացման
համար պատասխանատու էներգիայի աղբյուրն
անհայտ է:



Հեռավոր գալակտիկաներն ուսումնասիրելիս մենք նայում ենք, թե ինչպիսին են դրանք եղել անցյալում: Մոտ գալակտիկաները տարբերվում են հեռավոր գալակտիկաներից:



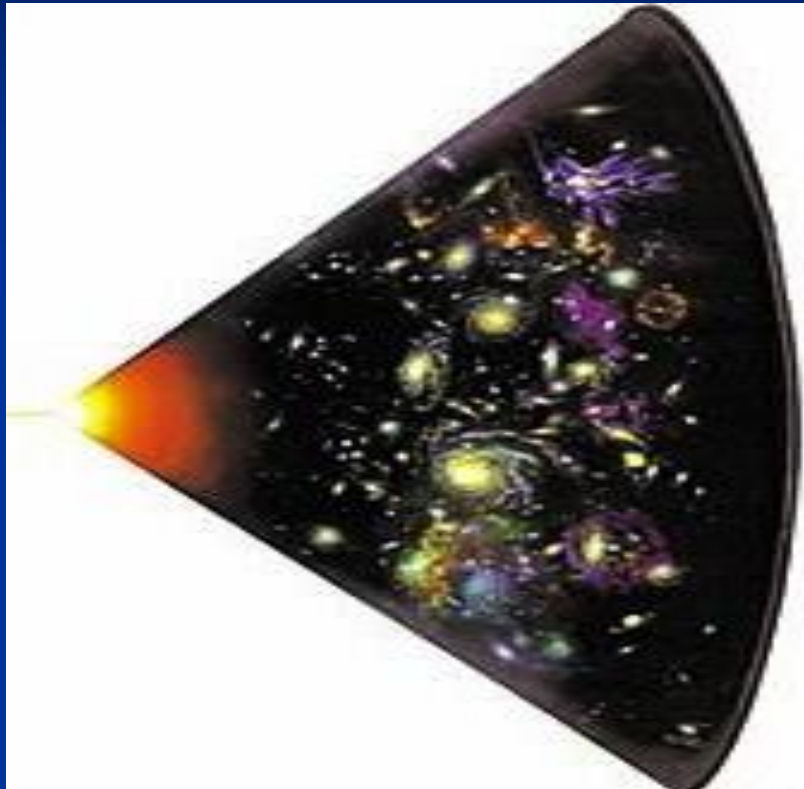
Մոտ պարուրաձև
գալակտիկա



Հեռավոր
գալակտիկաները փոքր
են ու անձն



Էվոլյուցիա



Գոյություն ունի սահման,
որից դուրս Տիեզերքի
մասին տեղեկատվություն
չունենք:

Մենք չենք կարող
ուսումնասիրել այն
աստղերը, որոնց արձակած
լույսը մեզ է հասնում ավելի
քան 14 միլիարդ տարվա
ընթացքում

Եթե մեր Տիեզերքը փոքր լիներ, մենք
տեղեկություններ կունենայինք միայն մի փոքր
հատվածի մասին, իսկ եթե այն լիներ
անձայրածիր, այն շատ չնչին կլիներ:



Տիեզերքի ԱՆՏԵՍԱՆԵԼԻ մասը՝
95% գորշ նյութ և մութ էներգիա,
հայտնաբերվում է ՏԵՍԱՆԵԼԻ
մարմինների վրա դրա կատարած
գործողությունների շնորհիվ:

Մեզ հայտնի չէ նյութի տեսակը,
որից այն կազմված է:



Ծովի մակերևույթ



Ասես

ջրակենսաբանության
մասնագետներ լինենք,
բայց միայն ծովի
մակերևույթն ենք
կարողանում տեսնել:

Ծովի հատակ



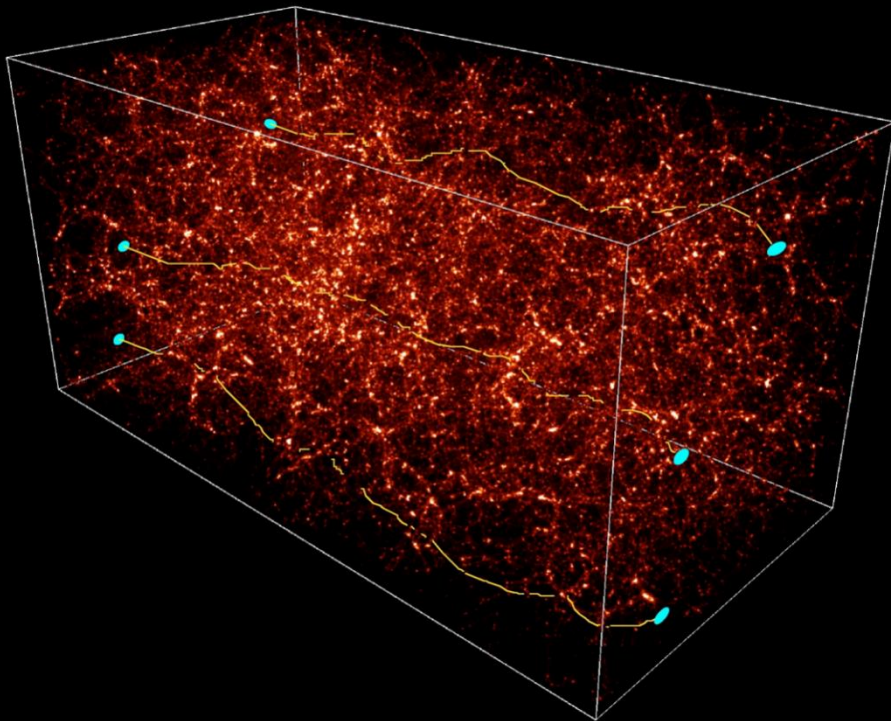
Եթե ուշադիր նայենք,
կարող ենք հայտնաբերել
մեծ բազմազանություն:



Գորշ նյութ

Մենք գիտենք, որ յուրաքանչյուր հայտնաբերված աստղագիտական մարմնի հետ միասին կան հազարավոր մարմիններ, որոնց մասին մեզ ոչինչ հայտնի չէ բացի զանգվածից: Մեզ հայտնի չէ դրանց ձևը և բաշխվածությունը:

DEFLECTION OF LIGHT RAYS CROSSING THE UNIVERSE, EMITTED BY DISTANT GALAXIES



Համարվում է, որ գորշ նյութը բաշխված է թելիկավոր կերպով: Կապույտ պատկերները հեռավոր գալակտիկաներն են: Դեղին գծերը գալակտիկաների արձագած լույսի ճանապարհներն են: Առանց գորշ նյութի դրանք կլինեին ուղիղ:



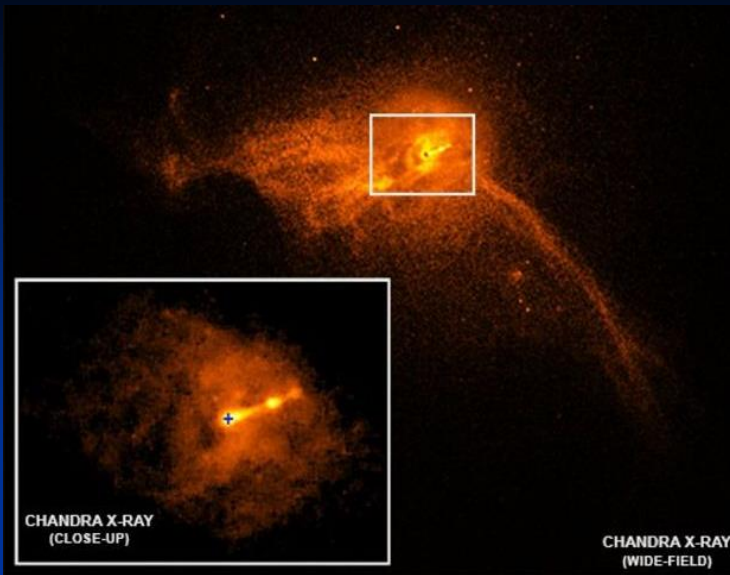
Աստղերը պտտվում են
գալակտիկական կենտրոնի
շուրջ, քանի որ վերջինիս
զանգվածը ձգում է դրանց:
Գալակտիկաների կույտերը
մնում են կապված
ձգողականության ուժի
շնորհիվ:



Գորշ նյութն անտեսանելի
է, սակայն հնարավոր է
այն հայտնաբերել
ձգողականության
միջոցով:



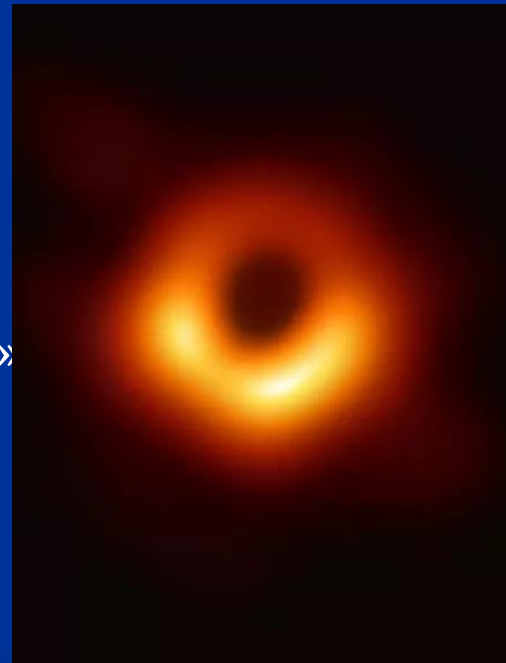
Կան մարմիններ, որ պտտվում են ուրիշների շուրջ,
որոնց մենք չենք տեսնում: Օրինակ՝ կան աստղեր և
աստղերի խմբեր, որ պտտվում են սև խոռոչների շուրջ
գալակտիկայի կենտրոնում:



6 մայրցամաքների 18 երկրների
ավելի քան 200 գիտնականների և
60 հաստատությունների
կոնսորցիումը մասն է կազմում
Իրադարձությունների հորիզոնի
աստղադիտակի՝ 8
ռադիոաստղադիտակ Երկրի վրա:

M87-ի կենտրոնը Արեգակից
53.5 մլն լուսային տարի
հեռավորության վրա (նկարը՝
ՆԱՍԱ/CXC/Villanova University/J.
Neilsen)

Գերհսկա սև խոռոչի «Ստվերը»
և իրադարձությունների
հորիզոնը M87-ի կենտրոնում,
մեր Արեգակից 6.5 միլիարդ,
անգամ ավելի խոշոր (նկարը՝
Իրադարձությունների հորիզոնի
աստղադիտակի)



Գերհսկա սև
խոռոչի երբևէ
առաջին նկարը,
որը
ներկայացվել է
2019թ. ապրիլի
10-ին մամուլի
ասուլիսի
ժամանակ:

Տիեզերքի Էվոլյուցիան

Երկարաժամկետ հեռանկարում Տիեզերքը շանունակելու է ընդլայնվել: Ընդլայնման արագությունը ժամանակի հետ մեծանում է, այն արագանում է: Էներգիան, որը պատասխանատու է այս արագացման համար դեռևս անհայտ է: Մենք կոչում են այն մութ էներգիա:

Տրիլիոնավոր տարիներ հետո ողջ միջաստղային նյութը սպառված կլինի, իսկ աստղաառաջացումը կդադարի:

Պրոտոնները կտարրալուծվեն, իսկ սև խոռոչները կգոլորշիանան:

Տիեզերքը կլինի վիթխարի՝ բնակեցված էկզոտիկ նյութով և ցածր էներգիա ունեցող ռադիոալիքներով:



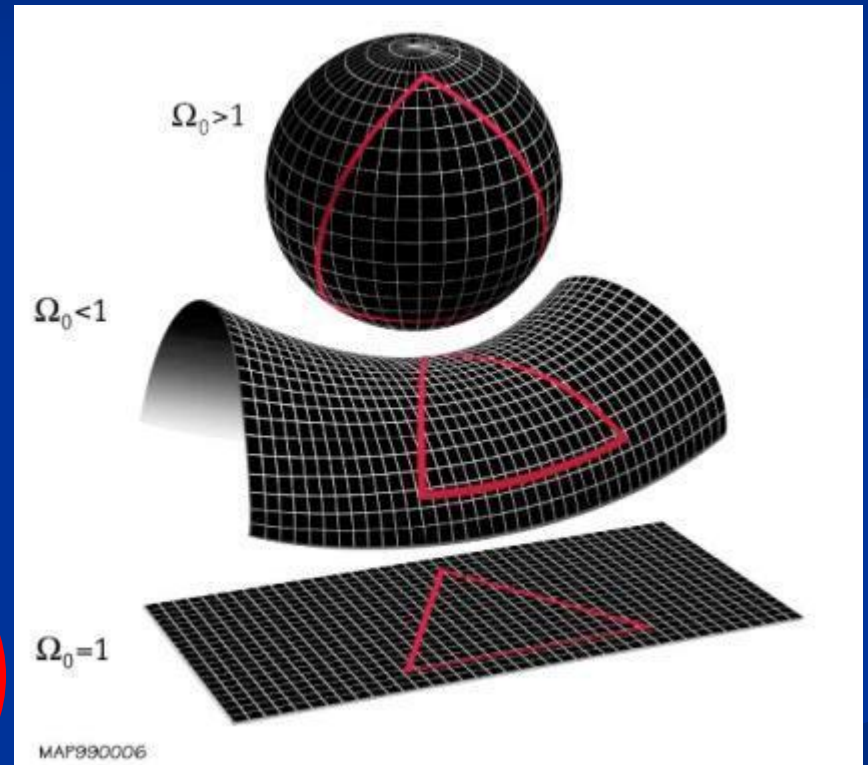
Տիեզերքի երկրաչափությունը՝ կախված տիեզերաբանական հաստատունից

Փակ $\rightarrow \Omega > 1$

Բաց $\rightarrow \Omega < 1$

Հարթ $\rightarrow \Omega = 1$

(կանխատեսված է
ինֆլյացիոն տեսությամբ
և համընկնում է
դիտումների հետ)



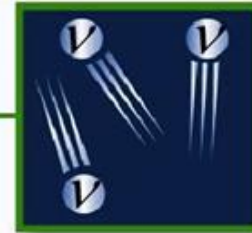
Էվոլյուցիան կախված է Տիեզերքի բաղադրությունից

Տիեզերաբանական
հաստատուն $\Omega_{\text{total}}=1.0$



Ծանր տարրեր

0.03%



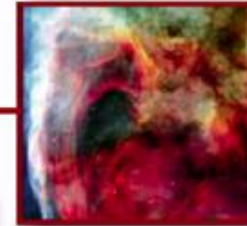
Նեյտրինոներ

0.47%



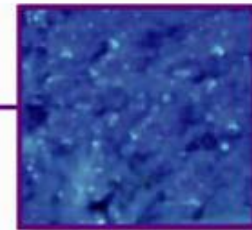
Աստղեր

0.5%



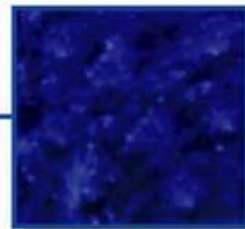
Ազատ H
և He

4%



Գորշ նյութ

25%



Dark Energy:

70%

Հաջող մոդել՝ Մեծ պայթյուն (Կանխատեսումներ - հաստատումներ)

- Ընդարձակում՝
հաստատվել է 20-րդ դարի սկզբին Է. Հաբլի կողմից:
- Մնացորդային ճառագայթում՝
հայտնաբերվել է 20-րդ դարում Ա. Փենզիասի և Ռ. Ուլիսոնի կողմից:
- Քիմիական տարրերի առատություն՝
ցուցադրվել է 20-րդ դարում:
- Խոշոր մասշտաբի կառուցվածք՝ հայտնաբերվել է
20-րդ դարի վերջին:



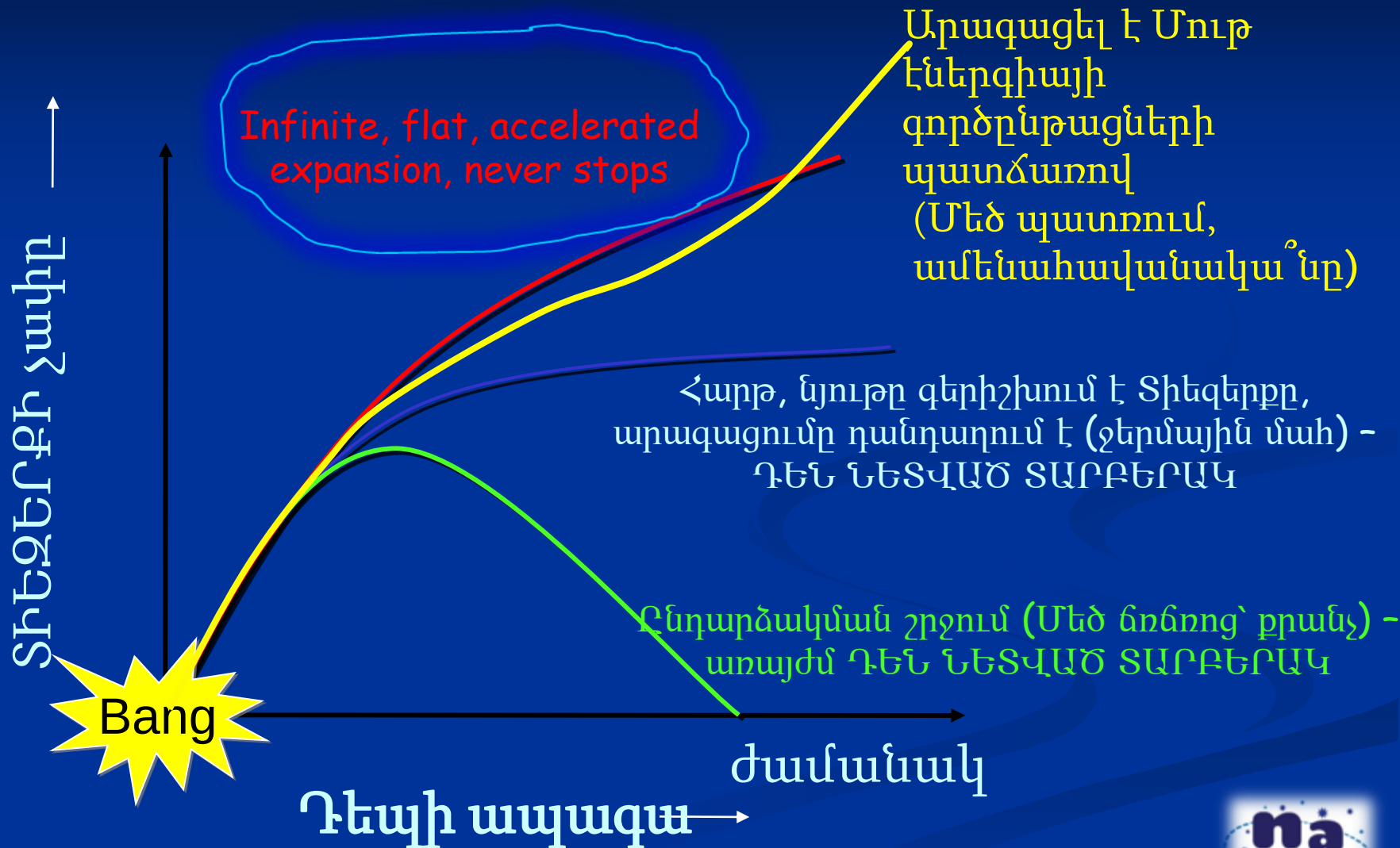
Տիեզերքի վերջնական ճակատագիրը (հավանական սցենարներ)

- Մեծ ճռճոց (քրանչ, ընդարձակման շրջում)
- Հարթ, ջերմային մահ (ընդարձակումը կանգ է առնում)
- Անծայրածիր, հարթ, մշտական ընդարձակման մեջ (սա է ներկայումս ընդունված սցենարը)
- Մեծ պատռում (արագացված ընդարձակում)

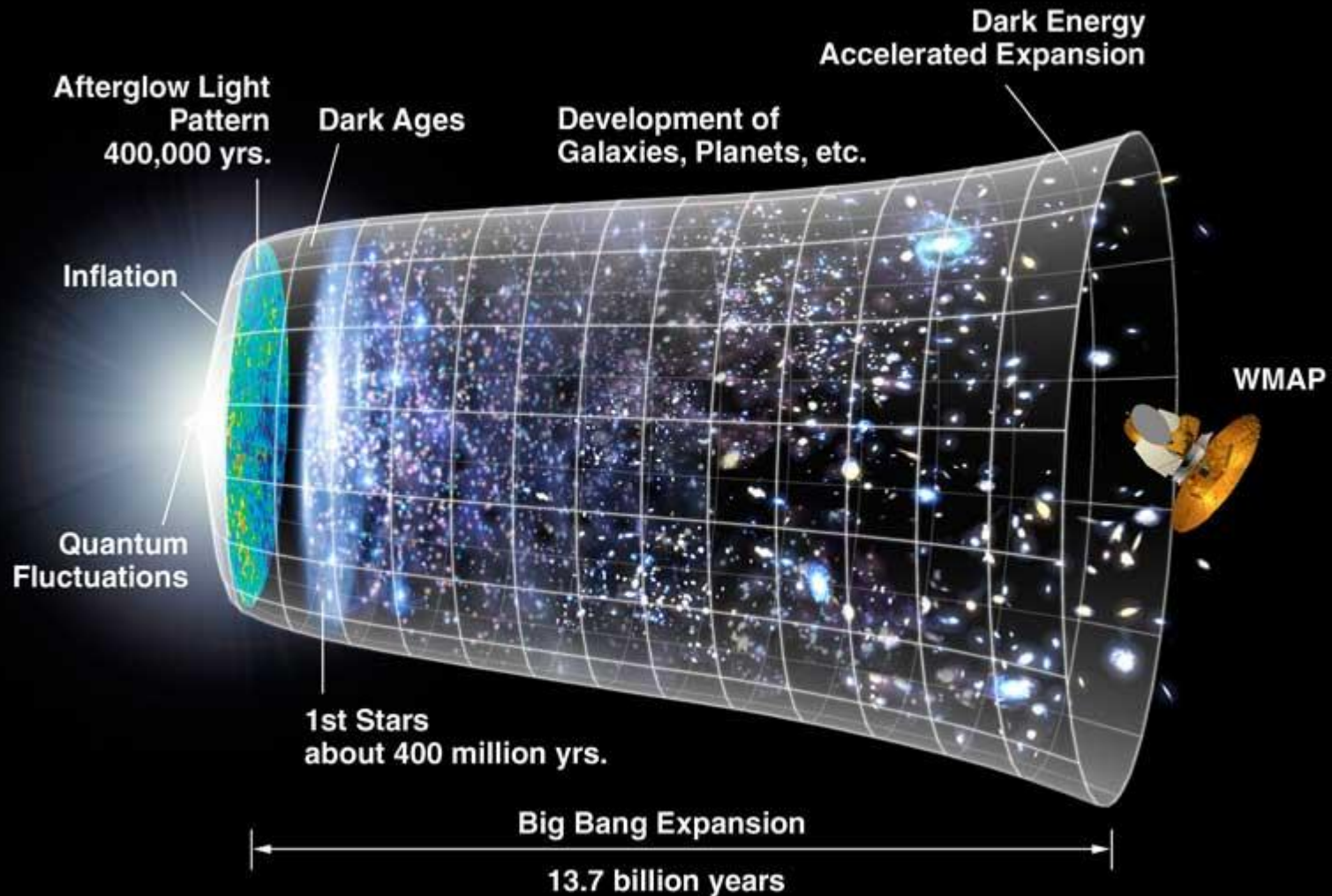
Ապագան կախված է Տիեզերքի
բաղադրությունից, կրիտիկական
խտությունից և Մութ էներգիայի
գոյությունից:



Տիեզերքի ձևը և խտությունը

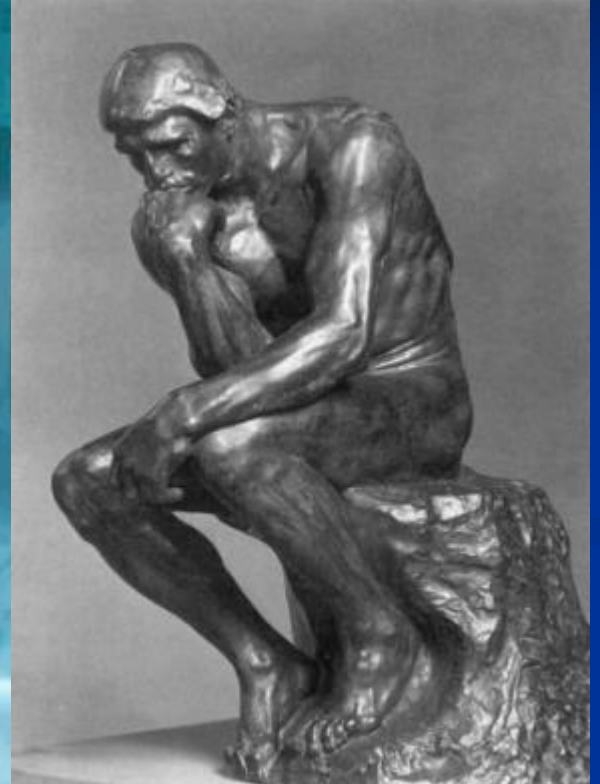


Տիեզերքի պատմությունը



Վերջաբան

Մենք ապրում ենք
մի արտասովոր
դարաշրջանում,
երբ կարող ենք
մտածել Տիեզերքի
մասին
կիրառելով
ֆիզիկայի
օրենքները:



Հնարավոր է, որ ժամանակի ընթացքում մեր
գաղափարները փոխվեն, սակայն գիտությունն
այդպիսին է:

Շնորհակալություն ուշադրության համար