



CosmoVerse Աղկաճմունք

Մուլթ Էներգիա



Դասարանում

Ներածություն: Տիեզերքի մութ կողմը



Ուսուցիչ :

(Բռնում է օդում նետված խնձորը) Բարի՛ լույս, դասարան: Որևէ մեկը կարո՞ղ է ինձ ասել, թե ինչու է այս խնձորը վեր նետելուց հետո ներքև ընկնում :



Աշակերտ 1 :

Դա ձգողությունն է, որի շնորհիվ այն վայր է ընկնում, այնպես չէ՞:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Ձգողականությունը այն հետ է քաշում դեպի Երկիր: Բայց եթե ես կարողանայի այս խնձորը բավական արագ նետել՝ վայրկյանում մոտ 11 կիլոմետր արագությամբ, ապա այն կհասներ փախուստի արագության և այլևս հետ չէր իջնի: Այն կշարունակեր գնալ այնտեղ, որտեղ Երկրի գրավիտացիոն ձգողականությունը մոտ կլինի զրոյին:



Աշակերտ 2 :

Այսինքն՝ դա կարծես նույնն է, ինչ տիեզերք հրթիռ արձակենք:



Ուսուցիչ :

Այո՛: Հիմա եկեք սա կապենք մեր տիեզերքի հետ: Մեծ պայթյունից ի վեր տիեզերքն ընդարձակվում է: Մենք նախկինում մտածում էինք, որ բոլոր գալակտիկաների և մութ նյութի ձգողականության հետևանքով ընդարձակումը կարող է սկսել դանդաղել:



Աշակերտ 3 :

Մութ նյութ: Դա այն նյութն է, որը մենք չենք կարող տեսնել, բայց որն ունի գրավիտացիոն ազդեցություն, այնպես չէ՞:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Բայց զարմանալին հետևյալն է: Գիտնականները պարզել են, որ տիեզերքը չի փոքրանում, առավել ևս, ընդարձակումը չի դանդաղում: Նրա ընդարձակման արագությունը մեծանում է:



Աշակերտ 1 :

Սպասեք, արագանում է: Ինչպե՞ս է դա հնարավոր:



Ուսուցիչ :

Դա նույնն է, որ խնձորը վեր նետելուց հետո փոխանակ ցած իջնի, արագանալով հեռանա դեպի տիեզերք: Գիտնականները կարծում են, որ կա մի հատուկ տեսակի էներգիա, որն առաջացնում է այս արագացումը: Այն կոչվում է մութ էներգիա:



Նկար 1. Գիտնականները ցնցվեցին՝ իմանալով, որ տիեզերքը արագանում է: Դա նման է խնձորն օդ նետելուն, որն արագանում է դեպի վեր:

Աշակերտ 2 :

Մութ էներգիան տարբերվում է մութ նյութից:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Մութ նյութն անտեսանելի զանգվածն է, որն ավելացնում է գրավիտացիոն ձգողականությունը: Այն ավելի շատ նման է ցանցի, որը դանդաղեցնում է խնձորի թռիչքը:

Աշակերտ 2 :

Որքա՞ն մութ էներգիա կա:

Ուսուցիչ :

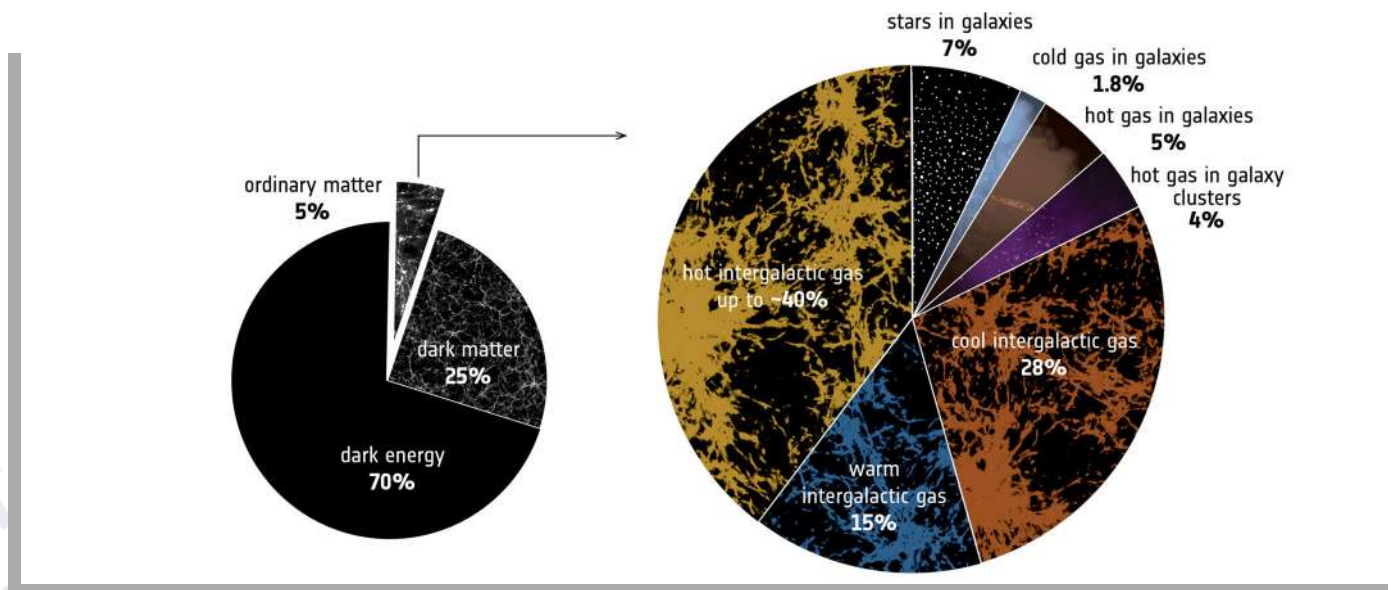
Երբ գիտնականները գումարեցին տիեզերքում եղած ամեն ինչը, նրանք հասկացան, որ այն, ինչը մենք ուղղակիորեն չենք կարող տեսնել, կազմում է 95%-ը: Ապշեցուցիչ է: Եվ դրա մոտ 70%-ը՝ երկու երրորդը, մութ էներգիան է: Այն այնքան հզոր է, որ կանխորոշում է մեր տիեզերքի ճակատագիրը:

Աշակերտ 3 :

Հետևաբար տիեզերքը կշարունակի՞ ընդարձակվել ընդմիշտ:

Ուսուցիչ :

Դա մեծ հարց է: Դա պարզելու համար մենք նայում ենք տիեզերքի կառուցվածքին և այն հանգամանքին, թե արդյո՞ք կա բավարար նյութ՝ ընդարձակումը կանգնեցնելու համար: Եթե հաշվի առնենք եղած մութ էներգիայի քանակությունը, պատասխանը կարող է լինել դրական . տիեզերքը կարող է ընդմիշտ ընդարձակվել:



Նկար 2. Մութ նյութը և մութ էներգիան կազմում են տիեզերքի 95 տոկոսը. մնացած 5 տոկոսը սովորական նյութն է՝ բարիոնները: Դրա մեծ մասը մինչև վերջերս բացահայտված չէր: Գիտնականներն այժմ հայտնաբերել են միջգալակտիկական նյութի մեծ մասը, որը նրանք նախկինում չէին տեսել: Պատկերը՝ ESA-ից:

ordinary matter-սովորական նյութ, dark matter-մութ նյութ, dark energy-մութ էներգիա, hot intergalactic gas-տաք միջգալակտիկական գազ, warm intergalactic gas-ջերմ միջգալակտիկական գազ, cold intergalactic gas-սառը միջգալակտիկական գազ, hot gas in galaxy clusters-տաք գազ գալակտիկական կլաստերներում, hot gas in galaxies-տաք գազ գալակտիկաներում, cold gas in galaxies-սառը գազ գալակտիկաներում, stars in galaxies-աստղեր գալակտիկաներում:

Ուսուցիչ :

Սա ավելի լավ ուսումնասիրելու համար եկե՛ք միանանք Քվարկին իր տիեզերանավում, որպեսզի ուսումնասիրենք մեր տիեզերքի ճակատագիրն ու միգուցե ականատես լինենք հենց ժամանակի ավարտին:



Երևակայության տիեզերանավ

Տիեզերքի ճակատագիրը



Քվարկ :

Բարի՛ վերադարձ, տիեզերագնացներ: Տիեզերքի անցյալի միջով ճամփորդելուց հետո ժամանակն է ուղևորվել դեպի ապագա, և խորհել, թե ինչպիսի ավարտ կարող է ունենալ մեր տիեզերքը:



Աշակերտ 1 :

Ես միշտ մտածել եմ՝ որո՞նք են ավարտի հնարավոր սցենարները:



Քվարկ :

Ա՛հ, տիեզերքի ավարտի մասին պատմությունները որքան բազմազան են, նույնքան էլ՝ հուզիչ: Եկեք երևակայության տիեզերանավով ճանապարհորդենք ժամանակի մեջ դեպի հեռավոր ապագա:

(Նավը շարժվում է, աստղերն անցնում են նրա կողքով, երբ այն արագանում է դեպի ապագա):



Քվարկ :

Այժմ մեր պատմությունը ծավալվում է երեք սցենարով, որոնցից յուրաքանչյուրը որոշվում է գլխավոր հերոսի՝ Օմեգա (Ω)-ի կողմից: Այն ամբողջ նյութի և էներգիայի հարաբերակցությունն է կրիտիկական խտությանը և նկարագրում է հարթ տիեզերքի կատարյալ հավասարակշռությունը:



Աշակերտ 2 :

Օմեգա անվանվել է հունական այբուբենի վերջին տառի անունով:



Քվարկ :

Այո՛: Մեր առաջին սցենարում Օմեգան մեկից փոքր է: Տիեզերքը նման է մի ամանի, որը չափազանց մեծ է իր պարունակության համար: Տարածությունը կորացած է տիեզերական թամբի պես՝ ընդմիշտ բաց և ընդարձակվող: Սա Մեծ սառցակալման պատմությունն է, որտեղ գալակտիկաները, շնորհիվ հանելուկային մութ էներգիայի, հեռանում են իրարից՝ թողնելով մեզ սառը, անվերջ տարածության մեջ:



Աշակերտ 4 :

Դա... բավականին անհարմարավետ է:



Քվարկ :

Իրոք: Երկրորդ սցենարում, երբ Ω -ն գերազանցում է մեկը, մենք հայտնվում ենք տիեզերքում, որը սֆերայի պես է: Այն չափազանց փոքր է իր իսկ պարունակության համար: Այստեղ տիեզերքի ընդարձակումը դանդաղում է, կանգ է առնում և հետո հետ է ընթանում: Տիեզերքը նորից փլուզվում է և վերածվում է եզակի կետի: Սա Մեծ փլուզումն է:

Աշակերտ 3 :

Դա կարծես տիեզերքի վերջին շունչն է:

Քվարկ :

Վերջին հոգոց, երիտասարդ աստղաֆիզիկոս: Բայց մեր երրորդ սցենարում, որտեղ Օմեգան հավասար է մեկի, մենք ունենք կատարյալ հավասարակշռված, հարթ տիեզերք: Այնուամենայնիվ, նույնիսկ այս հավասարակշռությունը հակված է անդադար ընդարձակվելու:

Աշակերտ 1 :

Այսպիսով, մութ էներգիան հաղթում է տիեզերական պարան-քաշքշուկ խաղում:

Քվարկ :

Ճիշտ է: Այս տիեզերական սցենարում մութ էներգիան նման է թաքնված խաղացողի: Այն մղում է տիեզերքին ավելի արագ ընդարձակվելու՝ ճնշելով մնացած ամեն ինչի գրավիտացիոն ձգողականությունը: Սա հնարավոր է դարձնում «Մեծ սառցակալման» սցենարը. տիեզերքը սառչում է, քանի որ ընդարձակվում է: Սա ամենահավանական ավարտն է:

Աշակերտ 2 :

Արդյո՞ք մենք ականատես ենք լինելու այս Մեծ սառցակալմանը:

Քվարկ :

Ոչ տեսանելի ժամանակաշրջանում: Բայց մի օր մեր տեսահորիզոնի եզրին գտնվող գալակտիկաները կանհետանան, կկորչեն անընդհատ աճող տիեզերական հորիզոնում՝ թողնելով մեզ դատարկության մութ, ընդարձակ ծովում: Պարադոքսալ ճակատագիր, որտեղ մեր տիեզերքը մեծանում է, բայց ժամանակի ընթացքում ավելի քիչ է բացահայտում ինքն իրեն:

Աշակերտ 4 :

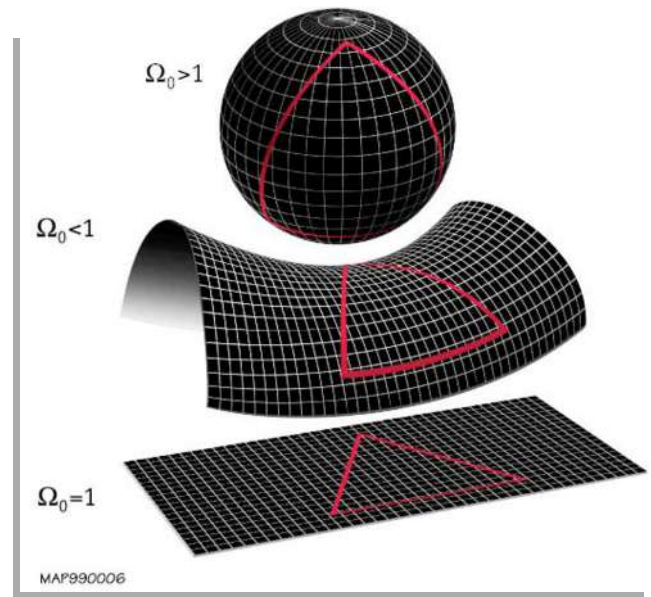
Իսկ եթե մութ էներգիան ժամանակի ընթացքում ավելի ուժեղանա՞:

Քվարկ :

Եթե մութ էներգիան ուժեղանա, դա կարող է հանգեցնել «Մեծ պատռվածքի»: Ամեն ինչ, նույնիսկ գալակտիկաներն ու ատոմները, կարող են պատռվել, քանի որ տիեզերքն անվերահսկելիորեն կարագանա:

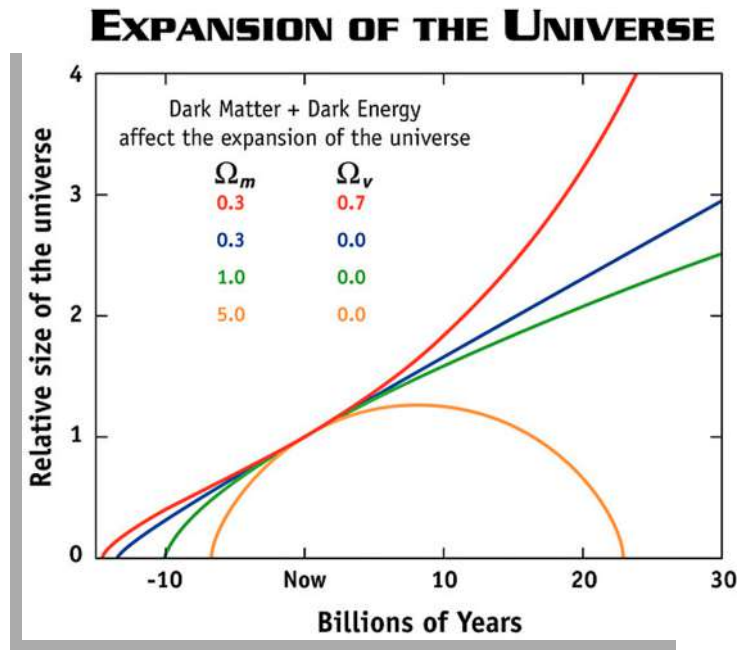
Աշակերտ 1 :

Կարո՞ղ է մութ էներգիան ավելի թուլանալ:



Նկար 3. Տիեզերքի երկրաչափությունը որոշվում է նրանով, թե արդյոք Ω հարաբերական խտությունը փոքր է, հավասար կամ մեծ է 1-ից: Վերևից ներքև. կրիտիկականից մեծ խտությամբ գնդաձև տիեզերք ($\Omega > 1$, $k > 0$); հիպերբոլիկ, թերխիտ տիեզերք ($\Omega < 1$, $k < 0$); և հարթ տիեզերք՝ ճշգրիտ կրիտիկական խտությամբ ($\Omega = 1$, $k = 0$): Տիեզերքի տարածաժամանակը քառաչափ է, ի տարբերություն արված գծապատկերների: Պատկերը՝ NASA-ից:

Նկար 4. Տիեզերքի ճակատագրի հնարավոր սցենարներ. ստորին նարնջագույն կորը ներկայացնում է փակ, բարձր խտությամբ տիեզերք, որն ընդարձակվում է մի քանի միլիարդ տարի, սակայն, ի վերջո, փլվում է իր իսկ քաշի տակ: Կանաչ կորը ներկայացնում է հարթ, կրիտիկական խտությամբ տիեզերք, որտեղ ընդլայնման արագությունը շարունակաբար դանդաղում է (կորերը դառնում են ավելի հորիզոնական): Կապույտ կորը ցույց է տալիս բաց, ցածր խտության տիեզերք, որի ընդլայնումը նույնպես դանդաղում է, բայց ոչ այնքան արագ, որքան նախորդ երկուսինը, քանի որ ձգողականության ուժն այնքան էլ ուժեղ չէ: Վերևի (կարմիր) կորը ցույց է տալիս տիեզերք, որտեղ նյութի մեծ մասը «մութ էներգիան» է, որն առաջացնում է տիեզերքի ընդարձակման արագացում (արագացում): Ապացույցներ թիվը, որ մեր տիեզերքը հետևում է կարմիր կորին, աճում է: Ω_m (Ω_m) և Ω_v (Ω_v) պարամետրեր են, որոնք տիեզերաբաններն օգտագործում են տիեզերքի բովանդակությունը նկարագրելու համար: Ω_m -ը վերաբերում է տիեզերքի նյութի խտությանը, որը ներառում է սովորական և մութ նյութը: Ω_v -ն վերաբերում է մութ էներգիայի խտությանը: Նկատի ունենալ, որ դրանց տոկոսները բաժանված են 100-ի: Պատկերը՝ NASA / WMAP գիտական թիմից:



Քվարկ :

Հնարավոր է: Եթե այն թուլանա, մենք դեռևս կարող ենք տեսնել Մեծ սառցակալումը: Եթե այն բացասական դառնա, կարող է հանգեցնել Մեծ փլուզման, որտեղ տիեզերքը փլուզվում է ինքն իր վրա: Թեև եթե որևէ փոփոխություն տեղի ունենա, դրա համար տիեզերքի ներկայիս տարիքից ավելի շատ ժամանակ կպահանջվի:

Աշակերտ 3 :

Այսպիսով, մենք ժամանակի հետ տիեզերական մրցավազքի մեջ ենք:

Քվարկ :

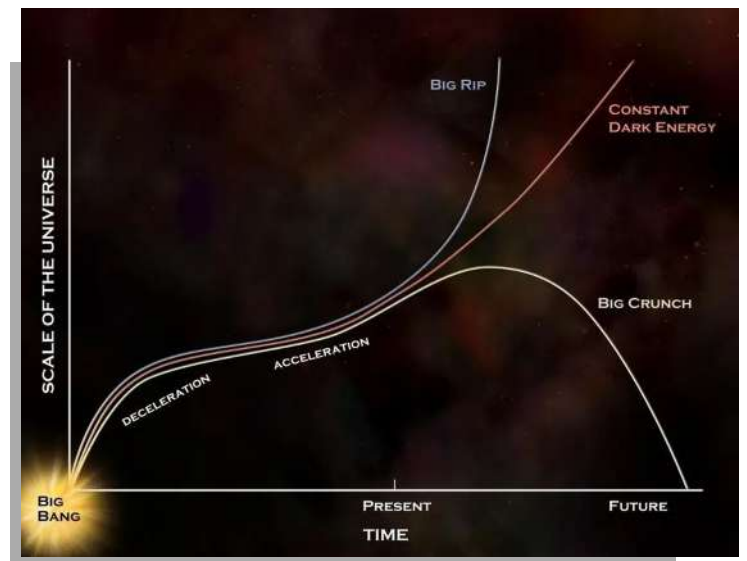
Մեր տիեզերքի պատմությունը դեռ գրվում է, և մենք ունենք առաջին շարքի նստատեղեր: Եկե՛ք բաց պահենք մեր աչքերը: Առայժմ եկե՛ք առավելագույնս օգտվենք մեր տիեզերական ճանապարհորդությունից, քանի դեռ աստղերը շարունակում են փայլել մեր վերևում:

Աշակերտ 4 :

Ես դեռ զարմանում եմ, թե ինչպես են գիտնականները իրականում հայտնաբերել մութ էներգիան:

Քվարկ :

Դա հիանալի հարց է: Մութ էներգիայի հայտնաբերման պատմությունը բացահայտելու համար եկեք հանդիպենք մի փայլուն գիտնականի, որը խորությամբ ուսումնասիրել է այս տիեզերական առեղծվածները: Ժամանակն է, որ մենք միանանք հայտնի տիեզերաբան Սթիվեն Հոքինգին, որը կարող է լույս սփռել այս մութ հանելուկի վրա:

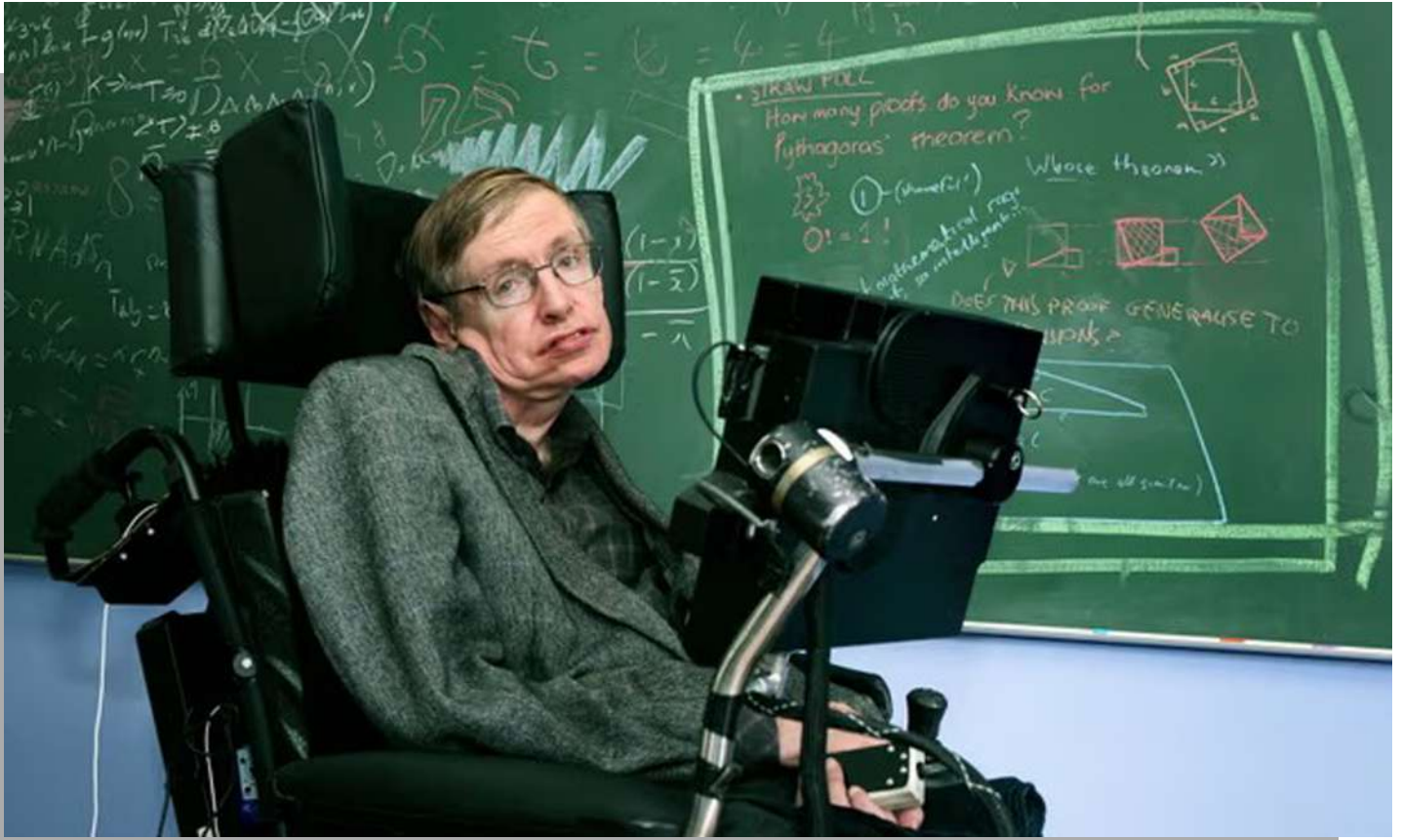


Նկար 5. Տիեզերքի վերջնական ճակատագիրը կախված է մութ էներգիայի ազդեցությունից: Եթե այն շարունակի գերակշռել հաստատուն մակարդակներում, տիեզերքը կարող է մեծանալ առանց սահմանափակումների: Եթե մութ էներգիայի ուժը չափազանց մեծանա, տիեզերքը կարող է «Մեծ պատռվածքով» քանդվել: Եթե մութ էներգիան թուլանա, և եթե տիեզերքը պարունակում է բավականաչափ զանգված, ապա այն կարող է ի վերջո փլուզվել «Մեծ փլուզմամբ»: Պատկերը՝ NASA/CXC/M. Վայսից:



Հանդիպում գիտնականի հետ

Մութ էներգիայի բացահայտումը



Նկար 6. Սթիվեն Հոքինգը Քեմբրիջի համալսարանի կիրառական մաթեմատիկայի և տեսական ֆիզիկայի բաժնի իր գրասենյակում 2005թ.: Լուսանկարը՝ Մերդո Մակլենոյ/The Guardian-ից:



Քվարկ :

Բարի՝ գալուստ, երիտասարդ հետազոտողներ: Այսօր մենք պատիվ ունենք հանդիպելու պրոֆեսոր Սթիվեն Հոքինգին՝ տիեզերագիտության մեծագույն ուղեղներից մեկին:



Աշակերտ 3 :

Հաճելի է հանդիպել Ձեզ, պրոֆեսոր: Հետաքրքիր է, թե ինչպես է չափվել տիեզերքի ընդարձակումը՝ հանգեցնելով մութ էներգիայի հայտնաբերմանը:



Հոքինգ :

Լավ է այստեղ լինել: Տիեզերքի ընդարձակումը հասկանալու բանալին գտնվում է մեզ հասնող լույսի յուրաքանչյուր ֆոտոնում: Երբ տիեզերքն ընդարձակվում է, այն ձգում է լույսը՝ մեծացնելով նրա ալիքի երկարությունը և առաջանելով տիեզերական կարմիր շեղումը:



Աշակերտ 1 :

Այսպիսով, որքան շատ է տարածությունն ընդարձակվում, այնքան ավելի՞ է կարմիր շեղումը մեծանում:



Հոփնգ :

Ճիշտ է: Եվ չափելով կարմիր շեղումն ու լույսի անցած հեռավորությունը՝ մենք կարող ենք հասկանալ տիեզերքի ընդարձակման պատմությունը:



Աշակերտ 2 :

Բայց ինչպե՞ս ենք չափում լույսի անցած ճանապարհը:



Հոփնգ :

Մենք օգտագործում ենք այսպես կոչված կարմիր շեղում-հեռավորություն կոչվող կապը:

Կարմիր շեղումը ցույց է տալիս, թե ինչքան է տարածությունն ընդարձակվել, իսկ հեռավորությունն այն ֆիզիկական ճանապարհն է, որ լույսն անցել է:



Քվարկ :

Ընդարձակման պատմությունը հասկանալու համար մեզ անհրաժեշտ էր չափել տարբեր կարմիր շեղումներ և հեռավորություններ: Սակայն հեռավորությունը դժվար է չափել, հատկապես հեռավոր օբյեկտներին:



Հոփնգ :

Ահա այստեղ են հայտնվում ստանդարտ մոմերը: Դրանք մարմիններ են, որոնց իրական, ներքին պայծառությունը հայտնի է: Նրանց թվացյալ թույլ պայծառությունը մեզ ցույց է տալիս նրանց հեռավորությունը:



Աշակերտ 3 :

Հեռավոր մարմիններն ավելի թույլ են փայլում, քան մոտակայքում գտնվողները:



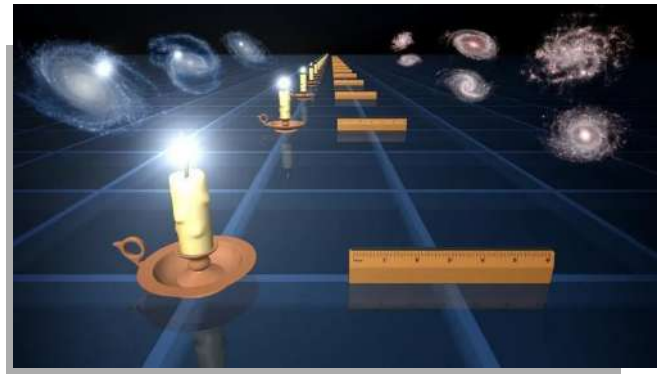
Հոփնգ :

Այո՛, հենց այդպես: 1990-ականներին գիտնականների երկու թիմեր օգտագործում էին աշխարհի ամենամեծ աստղադիտակները՝ հնարավորինս խոր հայացք նետելու Տիեզերքի մեջ՝ փնտրելով “Ia” տիպի կոչվող գերնորեր: Սրանք սպիտակ թզուկներ են, որոնք պայթում են որոշակի զանգվածի դեպքում: Այս հանգամանքը նրանց պայծառությունը դարձնում է գրեթե միատեսակ:



Աշակերտ 4 :

Այսպիսով, իմանալով, թե որքան պայծառ դրանք պետք է լինեն, մենք կարող ենք ասել, թե որքան հեռու են գտնվում:



Նկար 7. «Ստանդարտ մոմեր» հայեցակարգի գեղարվեստական պատկերումը: Դրանք աստղադիտական առարկաներ են՝ հայտնի պայծառությամբ, ինչը նշանակում է, որ դրանց իրական պայծառությունը լավ հասկացված է: Համեմատելով նրանց հայտնի պայծառությունը և այն, թե որքան պայծառ են նրանք երևում Երկրից, աստղագետները կարող են հաշվարկել նրանց հեռավորությունը մեզանից:



Նկար 8. “Ia” տիպի գերնոր 1994D-ն պայթել է NGC4526 գալակտիկայի ծայրամասի մոտ: Գերնորը ներքևի ձախ անկյունում գտնվող պայծառ մարմինն է: Պատկերը՝ NASA/ESA, The Hubble Key Project Team և The High-Z Supernova Search Team-ից:



Հոփնգ :

Ճիշտ այդպես: Համեմատելով ակնկալվող պայծառությունը մեր տեսած պայծառության հետ՝ կարող ենք հաշվել դրանց գտնվելու հեռավորությունը: Եվ չափելով դրանց կարմիր շեղումը՝ կիմանաք՝ որքան է տիեզերքն ընդարձակվել լույսի արձակումից հետո:



Քվարկ :

Բայց ինչ-որ անսպասելի բան է տեղի ունեցել, չէ՞, պրոֆեսոր Հոփնգ:



Հոփնգ :

Իրոք, գերնոր աստղերը սպասվածից ավելի թույլ էին, ինչը ենթադրում է, որ դրանք ավելի հեռու են: Սա նշանակում է, որ տիեզերքն այժմ ավելի արագ է ընդարձակվում, քան անցյալում:



Աշակերտ 1 :

Այսինքն՝ տիեզերքի ընդարձակումն արագանում է:



Հոփնգ :

Ճիշտ է: Մենք ակնկալում էինք, որ այն կդանդաղի ձգողականության պատճառով: Բայց բացահայտումը, որ ընդարձակումն արագանում է, հանգեցրեց այն եզրակացության, որ կա անհայտ ուժ, որը մենք անվանեցինք մութ էներգիա: Եվ այդ ուժը վերջին 5 միլիարդ տարվա ընթացքում հանգեցնում է այս արագացմանը:



Աշակերտ 2 :

Հենց այսպե՞ս մենք իմացանք մութ էներգիայի մասին:

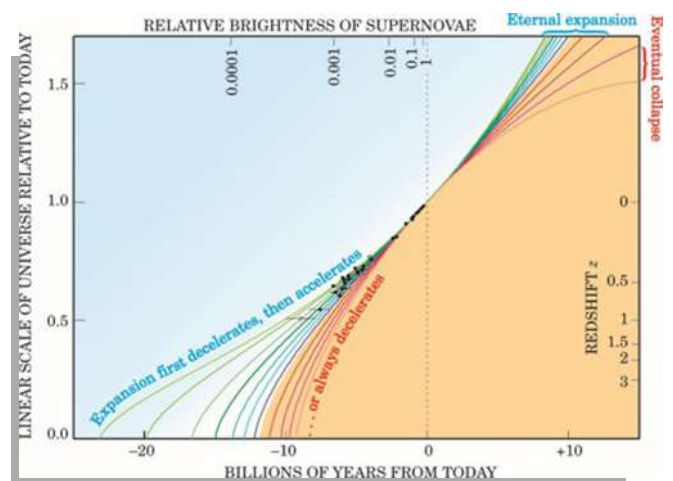


Հոփնգ :

Այո՛, այս բեկումնային բացահայտումը վերափոխեց մեր պատկերացումները տիեզերքի մասին և արժանացավ Նոբելյան մրցանակի: Սա վառ օրինակ է, թե ինչպես է մեր տիեզերքն անընդհատ զարմացնում մեզ այն ուսումնասիրելու ընթացքում՝ բացահայտելով ավելի խոր առեղծվածներ:

Նկար 9. Այս գրաֆիկը ներկայացնում է ժամանակի ընթացքում տիեզերքի ընդարձակումը՝ որոշված “Ia” տիպի գերնոր աստղերի դիտարկմամբ: Հորիզոնական առանցքը ցույց է տալիս ժամանակը՝ անցյալը դեպի ձախ, ապագան՝ աջ, իսկ ուղղահայաց առանցքը ցույց է տալիս տիեզերքի իարաբերական չափը: Երկու առանցքների հատման կետը ներկայացնում է տիեզերքի ներկա չափը: Գունավոր շերտերը նկարագրում են տիեզերքի ընդարձակման տարբեր մոդելները: Կապույտ շերտի մոդելները ցույց են տալիս որ տիեզերքի ընդարձակումը ժամանակի ընթացքում արագանում է խորհրդավոր ուժի պատճառով, որը կոչվում է մութ էներգիա կամ վակուումային էներգիա: Շերտի կորերը ցույց են տալիս այս էներգիայի տարբեր քանակություն՝ վերևում շատ, ներքևում՝ ավելի քիչ: Դեղին շերտի մոդելները ցույց են տալիս, որ տիեզերքն ընդարձակման ընթացքում դանդաղում է՝ նրանում առկա մեծ զանգվածի պատճառով: Այս շերտի աջ կողմում գտնվող մոդելների ամենածայրահեղ դեպքերում տիեզերքի ընդարձակումը նույնիսկ կանգ է առնում և հետ է ընթանում՝ հանգեցնելով փլուզման: Սև կետերը գերնոր աստղերի իրական չափումներն են: Համեմատելով այս գերնոր աստղերի ակնկալվող և

չափվող պայծառությունները՝ մենք կարող ենք տեսնել, թե որքան արագ է տիեզերքն ընդարձակվում ժամանակի տարբեր կետերում: Այս չափումները ցույց են տալիս, որ տիեզերքի ընդարձակումը սկզբում դանդաղել է, իսկ հետո սկսել է արագանալ, ինչը համահունչ է մութ էներգիա պարունակող կապույտ շերտի մոդելներին: Պատկերի վարկ՝ Perlmutter S., Physics Today-ից:





Գործնական լաբորատորիա

Ցուցադրություն. ընդարձակվող տիեզերք



Նպատակը :

Հասկանալ մութ էներգիայի հայեցակարգը և դրա ազդեցությունը ընդարձակվող տիեզերքի վրա:



Ն ա խ ա պ ա տ ր ա ս տ մ ա ն

Ժամանակ : 5 րոպե



Գործնական աշխատանքի

Ժամանակ : 5 րոպե



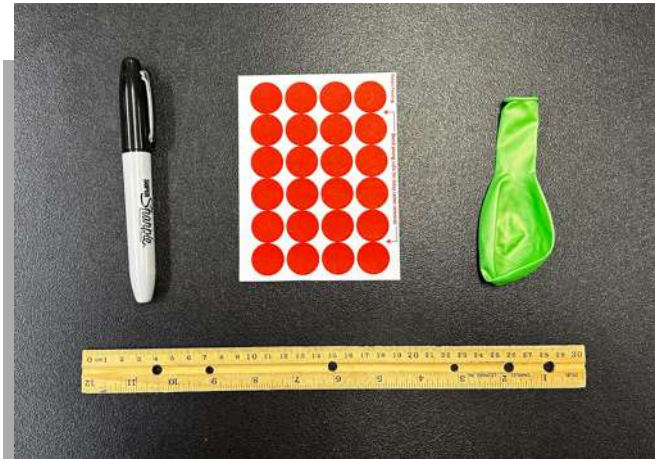
Անհրաժեշտ նյութեր :

- Փուչիկներ
- Փոքր կլոր կաշուն պիտակներ
- Մարկերներ
- Քանոն կամ չափիչ ժապավեն
- Ստվարաթուղթ

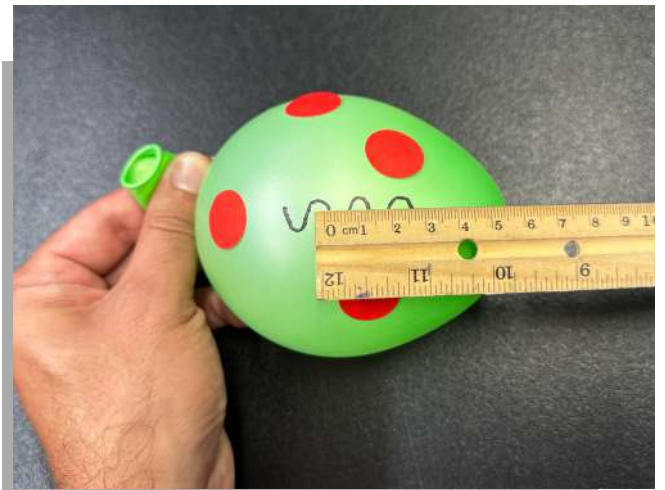


Ընթացակարգեր և դիտարկումներ :

- Աշակերտներին բաժանե՛ք երկու կամ երեք հոգանոց խմբերի:
- Աշակերտները պետք է փչեն փուչիկներն՝ առանց դրանք կապելու: Փուչիկը ներկայացնում է տիեզերքը:
- Յուրաքանչյուր խումբ պետք է հինգից տասը կաշուն պիտակներ կացնի փուչիկի վրա: Եթե կաշուն պիտակներ չկան, աշակերտները կարող են մարկերով գծեր նշել:
- Հանձնարարե՛ք աշակերտներին լուսային ալիք նկարել փուչիկի վրա՝ որպես գալակտիկաների միջով անցնող լույս:
- Աշակերտները պետք է չափեն և գրանցեն երկու կաշուն պիտակների և իրենց գծած ալիքների երկու գագաթների միջև եղած հեռավորությունը: Այս նախնական չափումը ներկայացնում է նրանց տիեզերքի մեկնարկային կետը:
- Հանձնարարե՛ք աշակերտներին մի փոքր ավելի շատ փչել փուչիկը՝ առանց այն կապելու: Նրանք պետք է նորից չափեն նույն երկու կաշուն պիտակների և ալիքային գագաթների միջև եղած հեռավորությունները:

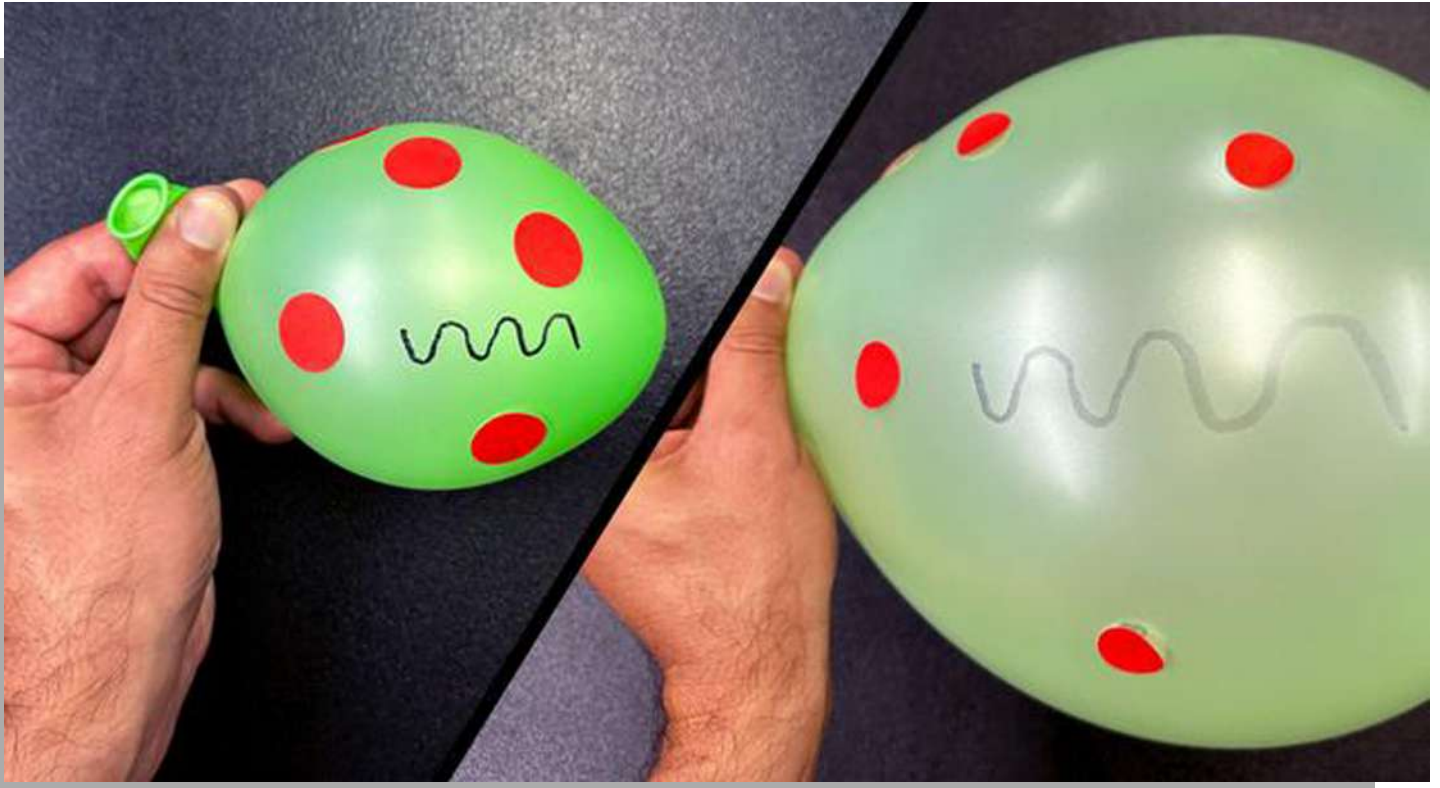


Նկար 10. Պատկերը՝ NASA/JPL-Caltech-ից



Նկար 11. Պատկերը՝ NASA/JPL-Caltech-ից

- Աշակերտները պետք է շարունակեն այս գործընթացը՝ ամեն անգամ մի փոքր ավելի շատ փչելով փուչիկը և գրանցելով իրենց չափումները: Նրանք պետք է նկատեն, թե ինչպես է մեծանում կաշուն պիտակների (գալակտիկաների) և ալիքների զազաթների (լույսի ալիքների) միջև եղած հեռավորությունները, երբ փուչիկը (տիեզերքը) ընդարձակվում է:



Նկար 12. Աշակերտները օգտագործում են փուչիկը՝ ընդարձակվող տիեզերքը մոդելավորելու համար: Պատկերը՝ NASA/JPL-Caltech-ից:





Ցուցադրում և քննարկում :



Ուսուցիչ :

Այսօր մենք կներկայացնենք մութ էներգիայի մասին առաջատար տեսություններից մեկը, որն ինքնին տիեզերքի հատկությունն է:



Աշակերտ 1 :

Ինչպե՞ս ենք դա անելու:



Ուսուցիչ :

Մենք կօգտագործենք այս փուլիկները որպես մեր «տիեզերք»: Երբ փչում եք փուլիկը, նկատեք, թե ինչպես են կաշուն պիտակներն իրարից հեռանում: Սա նման է գալակտիկաների միմյանցից հեռանալուն մեր ընդարձակվող տիեզերքում: Ձեր գծած լույսի ալիքները նույնպես ձգվում են՝ ներկայացնելով կարմիր շեղման երևույթը: Նրբանկատ եղեք և խուսափե՛ք ձեր տիեզերքը թափահարելուց:



Աշակերտ 3 :

Այսպիսով, քանի որ մենք ավելի շատ ենք փչում, հեռավորությունները շարունակում են աճել: Արդյո՞ք սա նման է ժամանակի ընթացքում տիեզերքի ընդարձակվելուն:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Եվ ձեր կաշուն պիտակների միջև ավելացող հեռավորությունը պարզ միջոց է՝ պատկերացնելու, թե ինչպես մութ էներգիան կարող է տիեզերքի ավելի արագ ընդարձակման պատճառ դառնալ:



Աշակերտ 4 :

Փաստորեն մութ էներգիան նմա՞ն է օդի, որը լցնում է փուլիկը:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Ենթադրվում է, որ մութ էներգիան տարածության հատկությունն է: Քանի որ տարածությունն ընդարձակվում է, մութ էներգիայի ավելի մեծ քանակություն է հայտնվում՝ մղելով տիեզերքին ավելի արագ ընդարձակվելու: Սա էյնշտեյնի՝ 1917 թվականին առաջարկած գաղափարն է, որը կոչվում է տիեզերական հաստատուն:



Աշակերտ 2 :

Ինչի՞ մասին էր դա:



Ուսուցիչ :

Էյնշտեյնն միտք առաջ քաշեց, որ տիեզերքում այս խորհրդավոր էներգիան հակակշռում է գրավիտացիային՝ կանխելով տիեզերքի փլուզումը: Այդ ժամանակ նա կարծում էր, որ տիեզերքը կայուն էր և անփոփոխ, և կոսմոլոգիական հաստատունը կարծես բացատրում էր դա:

Աշակերտ 3 :

Բայց տիեզերքը կայուն չէ, չէ՞:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: 1929 թվականին Հաբլը հայտնաբերեց, որ տիեզերքը ընդարձակվում է, ինչը հակասում էր էյնշտեյնի հաստատուն տիեզերքի գաղափարին: Դա ստիպեց էյնշտեյնին՝ վերանայելու իր կոսմոլոգիական հաստատունը՝ նույնիսկ այն անվանելով իր ամենամեծ սխալը:

Աշակերտ 3 :

Բայց ինչ-որ կերպ էյնշտեյնի «սխալը» նոր կյանք է գտել մութ էներգիայի մեր ընկալման մեջ:

Ուսուցիչ :

Հիմա եկեք խոսենք այլ գաղափարների մասին: Որոշ գիտնականներ կարծում են, որ մութ էներգիան կարող է առաջանալ տիեզերքում հայտնվող և անհետացող ժամանակավոր վիրտուալ մասնիկներից: Մեկ այլ գաղափարի համաձայն մութ էներգիան կարող է լինել այսպես կոչված «Քվինտեսենցիան»: Այն անհայտ տեսակի դինամիկ էներգիայի հեղուկ կամ դաշտ է, որը թափանցում է ամբողջ տիեզերքի մեջ, բայց ինչ-որ կերպ հակառակ ազդեցությունն է ունենում տիեզերքի վրա, քան սովորական էներգիան և նյութը:

Աշակերտ 1 :

Կա՞ որևէ սահմանափակում այս տեսությունների վրա:

Ուսուցիչ :

Այս տեսություններից արված հաշվարկները լավ չեն համընկնում մեր դիտումներին: Նրանք մեզ կա՛մ չափազանց շատ էներգիա են տալիս, կա՛մ առաջարկում են ժամանակի ընթացքում մութ էներգիայի փոփոխություններ, ինչը չի համապատասխանում այն ամենին, ինչ մենք հիմա տեսնում ենք տիեզերքում:

Աշակերտ 2 :

Այսպիսով, մենք դեռ փորձում ենք հասկանա՞լ սա:

Ուսուցիչ :

Այո՛, և հենց դա է գիտությունը դարձնում հետաքրքիր: Միշտ ավելի շատ բան կա բացահայտելու և հասկանալու մեր տիեզերքի մասին: Ինչպես մի անգամ ասել է Ալբերտ էյնշտեյնը, «Ամենագեղեցիկ բանը, որը կարող ենք զգալ, առեղծվածայինն է: Դա է ողջ արվեստի և գիտության աղբյուրը: Նա, ում այս զգացմունքն օտար է, ով այլևս չի կարող կանգ առնել զարմանալու և հիանալու համար, արդեն մեռածի պես է, նրա աչքերը փակ են»:



Տիեզերական գրադարան



Տեսանյութեր :

[The Dark Side Of The Universe – Brian Green](#)

[What Is Dark Energy?](#)

[What is Dark Matter and Dark Energy?](#)

[Unraveling the Mysteries of Dark Energy with NASA's WFIRST](#)

[What is Dark Energy made of? Quintessence? cosmological constant?](#)

[Dark Energy, Cosmology part 2: Crash Course Astronomy](#)

[Will the Universe Expand Forever?](#)

[Why the Universe Needs Dark Energy](#)

[What Does Dark Energy Really Do?](#)

[Neil deGrasse Tyson: What is Dark Matter? What is Dark Energy?](#)

[Mapping the universe: dark energy, black holes, and gravity](#)



Ինտերակտիվ եվ ինֆոգրաֆիկա :

[Dark Energy simulation](#)

[Dark Matter and Dark Energy Explained \(infographic\)](#)



Կայքեր եվ հոդվածներ :

[The Five Ways The Universe Might End](#)

[Different articles and news about Dark Energy](#)

[Four Ways That Our Universe Might End](#)

[Dark Energy, Dark Matter - NASA](#)

[Accelerating the Expansion of the Universe](#)

[Dark Matter and Dark Energy – National Geographic](#)

[Dark Energy: The Biggest Mystery in the Universe](#)



Դասագրքեր :

[physics-for-21st-century-dark-energy-online-textbook](#)



Վավերագրական ֆիլմեր :

[Dark Energy: The Biggest Mystery In The Universe](#)

Most of the Universe is Missing



Վիկտորինա :

Dark Energy Quiz

The Mystery of Dark Energy



Բառարան

Մեծ պայթյուն: Տիեզերքի ծագումը նկարագրող տեսություն: Տիեզերքը սկսվում է սինգուլյար կետից և ընդարձակվում է ժամանակի ընթացքում:

Մեծ փլուզում: Հիպոթետիկ սցենար, որի դեպքում տիեզերքի ընդարձակումը հետ է ընթանում, ինչը հանգեցնում է տիեզերքի փլուզման, և այն վերածվում է սինգուլյար կետի:

Մեծ սառցակալում: Տիեզերքի հնարավոր ճակատագիր, որի դեպքում այն կշարունակի ընդարձակվել՝ հասնելով բացարձակ սառը վիճակի՝ իրարից հեռու գալակտիկաներով:

Մեծ պատռվածք: Տեսություն տիեզերքի վերջի մասին, երբ մութ էներգիան ժամանակի ընթացքում ուժեղանում է՝ ստիպելով ամբողջ նյութին, նույնիսկ գալակտիկաներին ու աստղերին, մասնատվել:

Բարիոններ: Մասնիկներ, ինչպիսիք են պրոտոնները և նեյտրոնները, որոնք էլեկտրոնների հետ միասին կազմում են աստղեր և ձևավորում են տիեզերքի սովորական նյութը:

Տիեզերական հաստատուն: Էյնշտեյնի կողմից ներկայացված մեծություն, որը տարածությունը միանման լցնող էներգիայի հաստատուն խտությունն է:

Տիեզերական կարմիր շեղում: Հեռավոր գալակտիկաներից լույսի կարմիր շեղումը (ալիքի երկարության երկարացում), որը ցույց է տալիս տիեզերքի ընդարձակումը:

Մութ էներգիա: Էներգիայի խորհրդավոր տեսակ, որն առաջացնում է տիեզերքի ընդարձակման արագացում:

Մութ նյութ: Նյութի անտեսանելի տեսակ, որը լույս չի արձակում կամ կլանում, բայց գրավիտացիոն ազդեցություն է թողնում տեսանելի նյութի վրա:

Փախուստի արագություն: Նվազագույն արագություն, որն անհրաժեշտ է, որպեսզի օբյեկտն ազատվի մարմնի գրավիտացիոն ձգողականությունից:

Գալակտիկաներ: Աստղերի, փոշու և գազերի մեծ համակարգեր, որոնք կապված են գրավիտացիայի միջոցով: Օրինակ՝ Ծիր Կաթինը:

Ձգողականություն: Այն ուժը, որով մոլորակը կամ մարմինը դեպի իր կենտրոն է ձգում ուրիշ մարմինների:

Օմեգա Օ: Տիեզերական պարամետր, որը ներկայացնում է տիեզերքի իրական խտության և կրիտիկական խտության հարաբերությունը:

Քվինտեսենցիա: Մութ էներգիայի հիպոթետիկ ձև, որը նկարագրվում է որպես դինամիկ էներգիայի հեղուկ կամ դաշտ:

Ստանդարտ մոմեր: Աստղագիտական օբյեկտներ, ինչպիսիք են “Ia” տիպի գերնոր աստղերը, որոնց պայծառությունը հայտնի է, և կարող են օգտագործվել տիեզերքում հեռավորությունները չափելու համար:

Գերնորներ: Պայթուցիկ իրադարձություններ աստղի կյանքի ցիկլի վերջում, մասնավորապես “Ia” տիպի գերնոր աստղերը, որոնք օգտագործվում են տիեզերական հեռավորությունները չափելու համար:

“Ia” տիպի գերնորներ: Գերնոր աստղերի ենթադաս, որոնք առաջանում են երկուական համակարգում սպիտակ թզուկային պայթյունից:

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

