



CosmoVerse Արկածներ

Տիեզերքի
ընդարձակում.
Տիեզերական
կարմիր շեղում



Դասարանում

Ներածություն. Դոպլերի էֆեկտ



Ուսուցիչ :

Բարի լույս, աշակերտներ: Այսօր փոքրիկ անակնկալ ունեն ձեզ համար: Նախ ուզում եմ, որ փակեք ձեր աչքերը և ուշադիր լսեք:

[Շտապօգնության արագընթաց **մեքենայի** **ազդանշանի ձայնը** մոտենում և, այնուհետև, հեռանում է]



Ուսուցիչ :

Լավ, հիմա բացեք աչքերը: Որևէ մեկը կարո՞ղ է նկարագրել լսածը:



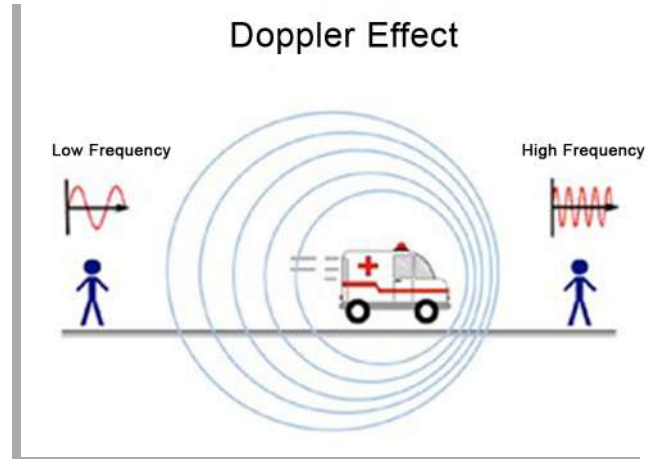
Աշակերտ 1 :

Այն հնչում էր շտապօգնության ազդանշանի պես, սակայն ձայնն ընթացքում փոխվեց:



Աշակերտ 2 :

Այո, սկսվեց բարձր ձայնով, իսկ հետո գնալով ցածրացավ, երբ մեքենան հեռանում էր:



Նկար 1. Ինչպես են ձայնային ալիքների հաճախականությունները ազդում (և ընկալվում) երբ ձայնային ազդանշանը մոտենում կամ հեռանում է մարդուց: Doppler Effect - Դոպլերի էֆեկտ, Low frequency - Ցածր հաճախականություն, High frequency - Բարձր հաճախականություն



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Բայց շտապօգնության մեքենայի ձայնի հնչողությունը երբեք չի փոփոխվել: Այն, ինչ դուք լսեցիք, ձայնի ընկալված շեղում էր, որը լինում է Դոպլերի էֆեկտի պատճառով:



Աշակերտ 3 :

Ի՞նչ էֆեկտ:



Ուսուցիչ :

Դոպլերի էֆեկտ: Այն ալիքի հաճախականության փոփոխությունն է, որն առաջանում է ալիքի աղբյուրի և դիտորդի միջև հարաբերական շարժման հետևանքով: Երբ ալիք արձակող առարկան շարժվում է դեպի դիտորդ, ալիքները հավաքվում են, ինչի արդյունքում ավելի բարձր հաճախականություն է առաջանում: Երբ այն հեռանում է, ալիքները ձգվում են՝ ստեղծելով ավելի ցածր հաճախականություն:



Աշակերտ 4 :

Դա՞ էր պատճառը, որ շտապօգնության ազդանշանը մեր կողքով անցնելիս այլ կերպ հնչեց:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Ավելի պարզ բացատրեն: Պատկերացրեք ջրափոսում միջատ կա: Ամեն անգամ, երբ այն շարժում է ձեռքերն ու ոտքերը, ալիք է առաջացնում: Եթե միջատը մնում է անշարժ, ալիքները միատեսակ են տարածվում: Բայց եթե միջատը շարժվում է, ալիքները հավաքվում են այն ուղղությամբ, որով նա շարժվում է և տարածվում հակառակ ուղղությամբ: Դա տեսանելի Դոպլերի էֆեկտն է:

Աշակերտ 3 :

Հետաքրքիր է: Բայց ինչո՞ւ է կարևոր:

Ուսուցիչ :

Հիանալի հարց: Դոպլերի էֆեկտը վերաբերում է ոչ միայն շտապօգնության մեքենաներին: Այն ունի բազմաթիվ այլ կիրառություններ: Օրինակ, ուստիկանությունը օգտագործում է ռադարային ատրճանակ՝ շարժվող մեքենաների արագությունը որոշելու համար: Այն ուղարկում է միկրոալիքային հաճախականություններ, որոնք անդրադառնում են մեքենաներից: Անդրադարձած ալիքի հաճախականությունները կարող են տարբեր լինել մեքենայի շարժման պատճառով: Այս տարբերությունն օգնում է որոշել մեքենայի արագությունը:

Աշակերտ 2 :

Այսինքն նրանք օգտագործում են Դոպլերի էֆեկտը արագության խախտումներ գրանցելու համար:

Ուսուցիչ :

Ճիշտ այդպես: Եվ ահա մի գվարձալի փաստ: Առավել ճշգրիտ արդյունքի գրանցման համար ուստիկանները պետք է կանգնեն մոտեցող մեքենային դեմ դիմաց: Եթե նրանք կողքի վրա են, նրանք կարող են մի փոքր այլ արագություն ստանալ, քանի որ ոչ բոլոր մեքենաների շարժումն է ուղղված դեպի ռադարային ատրճանակը:

Ուսուցիչ :

Դոպլերի էֆեկտն ունի նաև բժշկական կիրառություն, քանի որ այն օգտագործվում է էխոկարդիոգրաֆիայում՝ արյան հոսքի արագության և ուղղության գնահատման համար:

Աշակերտ 2 :

Սպասեք, ձայնը պարզապես ալիք է, չէ՞: Այսպիսով, արդյո՞ք սա նշանակում է, որ Դոպլերի էֆեկտը վերաբերում է նաև լույսին:

Ուսուցիչ :

Փայլուն դիտարկում: Այո, այդպես է: Եվ այստեղ է, որ էֆեկտը տիեզերական հետաքրքրություն է ձեռք բերում: Հասկանալու համար միանանք Քվարկին նրա «Երևակայության տիեզերանավում»: Պատրա՞ստ եք միջաստղային արկածների:

Աշակերտներ :

Այո՛:



Երևակայության տիեզերանավ

Տիեզերական կարմիր շեղում

[Տիեզերանավի շարժիչներն աղմկում են, հետո՝ լռում]



Քվարկ :

Նայեք ներքև: Մենք սավառնում ենք մայրուղու վերևում: Տեսնու՞մ եք այդ աղմկոտ մեքենան:

[Մեքենայի շարժիչի ձայնը աղմկում է և հեռանում]



Աշակերտ 1 :

Այո: Ճիշտ այնպես, ինչպես շտապօգնության մեքենան դասարանում: Մոտենալով ձայնը բարձրացավ, իսկ հեռանալով՝ իջավ:



Քվարկ :

Դա Դոպլերի էֆեկտն էր: Բայց ի՞նչ, եթե ասեն, որ նույն բանը տեղի է ունենում լույսի հետ: Հանդիպեք «Լյումինոսկոպին»:

[Սարքն ակտիվանում է]



Աշակերտ 1 :

Օ՛, աչքերս... ամեն ինչ այնքան պայծառ է թվում:



Քվարկ :

Լյումինոսկոպը մեծացնում է ձեր աչքերի զգայունությունը լույսի նկատմամբ: Փորձեք հիմա նայել մեքենային:



Աշակերտ 3 :

Այն թեթևակի կապույտ է, երբ գալիս է դեպի մեզ և թեթևակի կարմիր՝ երբ հեռանում է:



Քվարկ :

Այո: Ինչպես ձայնային ալիքները, լույսի ալիքները նույնպես կարող են սեղմվել և ձգվել: Դրա հետևանքով փոխում է լույսի գույնը: Հիմա վերև նայեք՝ այդ գեղեցիկ ծիածանին:



Քվարկ :

Ձեր տեսած յուրաքանչյուր գույն ներկայացնում է էլեկտրամագնիսական սպեկտրի որոշակի հաճախականություն: Կապույտը ավելի բարձր հաճախականություն ունի, իսկ կարմիրն՝ ավելի ցածր:



Նկար 2. Ինչպես են փոխվում լույսի ալիքների հաճախականությունները (գույները), երբ մեքենան մոտենում կամ հեռանում է: «Տիեզերքի մեջ» (Discovery Channel) վավերագրական ֆիլմից:

Երբ տիեզերքում ինչ-որ բան շարժվում է դեպի մեզ, մենք տեսնում ենք կապույտ շեղում, մեզնից հեռանալիս երևում է կարմիր շեղում:

Աշակերտ 3 :

Այսպիսով, մեզնից հեռացող գալակտիկաները կարմիր կերևա՞ն:

Քվարկ :

Ճիշտ այդպես: Եկեք ձանապարհորդենք տիեզերքով:

[Տիեզերանավի շարժիչները աղմկում են, աստղերը մնում են հեռվում]

Քվարկ :

Ուր էլ որ նայեք, գալակտիկաների մեծ մասը կարմիր շեղում ունեն: Դուրսորդ եղվին Հաբլի կողմից առաջին անգամ արված այս դիտարկումը ասում է այն մասին, որ նրանք հեռանում են մեզանից: Որքան հեռու է գալակտիկան, այնքան ավելի արագ է այն հեռանում: Ինչը նշանակում է, որ տիեզերքը ընդարձակվում է, ինչպես գիտենք մեր նախորդ արկածներից:

Աշակերտ 3 :

Բայց... սպասեք: Այնտեղ, այն գալակտիկան կարմիր չէ, կապույտ տեսք ունի:

Քվարկ :

Ահ, Անդրոմեդան գէ, ձեր հարևան գալակտիկան: Մինչ հեռավոր գալակտիկաների մեծ մասը հեռանում է տիեզերքի ընդարձակման պատճառով, հարևան գալակտիկաները, ինչպիսին է Անդրոմեդան, կապված են ձգողության ուժով, կարող են շարժվել դեպի մեզ այնպես, որ դեպի մեզ շարժվելու արագությունն ավելի մեծ լինի, քան տիեզերքի ընդլայնման արագությունը: Հետևաբար շեղումը կապույտ է:

Աշակերտ 1 :

Ի՞նչ կլինի ապագայում:

Քվարկ :

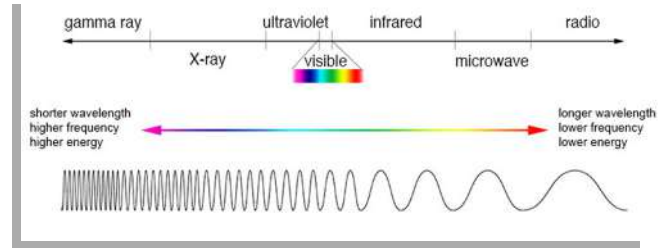
Մոտ հինգից յոթ միլիարդ տարի հետո Անդրոմեդան կբախվի Շիր Կաթինին: Պատկերացրեք երկու հոյակապ պարուհիների՝ պարուրածն և պտտվող, նրանց աստղերը միախլում են, բայց հազվադեպ են հավում: Լույսի և գրավիտացիայի տիեզերական բալետ կլինի: Այս տիտանական պարը կծնի նոր գալակտիկա՝ երկու տիեզերական օբյեկտների միությանը:

Աշակերտ 4 :

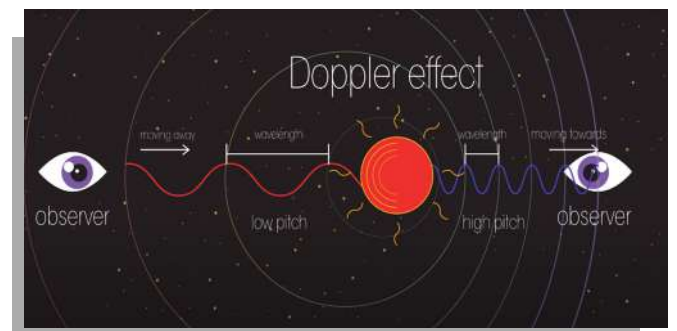
Ապշեցուցիչ է... Բայց ինչպե՞ս են գիտնականները տեսել այս գույներն առանց լյումինոսկոպի:

Քվարկ :

Հիմնալի հարց է: Հասկանալու համար պետք է հանդիպենք սպեկտրոսկոպիան ստեղծող փայլուն հանձարներին:



Նկար 3. Էլեկտրամագնիսական սպեկտրի ալիքի երկարության, հաճախականության և էներգիայի համեմատություն: (Պատկերը՝ NASA-ի Imagine the Universe): Gamma ray - զամնա ճառագայթ, X-ray - ռենտգենյան, Ultraviolet - ուլտրամանուշակագույն, Visible - տեսանելի, Infrared - ինֆրակարմիր, Microwave - միկրոալիքային, Radio - ռադիոալիք, Shorter wavelength | higher frequency | higher energy - կարճ ալիքի երկարություն | բարձր հաճախականություն | բարձր էներգիա, Longer wavelength | lower frequency | lower energy - երկար ալիքի երկարություն | ցածր հաճախականություն | ցածր էներգիա



Նկար 4. Դոպլերի էֆեկտը: Պատկերը՝ Bing Rijper-ից: Doppler effect - Դոպլերի էֆեկտ, Observer - Դիտորդ, Moving away - Հեռանալով, Moving forward - Մոտենալով, Wavelength - Ալիքի երկարություն, Low pitch - Ցածր տոն, High pitch - Բարձր տոն



Հանդիպում գիտնականի հետ

Սպեկտրոսկոպիա եվ տիեզերական կարմիր շեղում



Քվարկ :

Բարի գալուստ Լուսավոր հանձարների սրահ, որտեղ մենք հանդիպում ենք բոլոր ժամանակների մեծագույն գիտնականներին: Այսօր մենք ունենք երկու շատ հատուկ հյուրեր՝ Ռոբերտ Բունսենը և Գուստավ Կիրխոֆը՝ սպեկտրոսկոպիայի առաջամարտիկները:



Բունսեն :

Ողջույններ, երիտասարդ հետազոտողներ:



Կիրխոֆ :

Ուրախ եմ բոլորիդ հանդիպել:



Աշակերտ 1 :

Պարոնայք, մենք սովորել ենք, թե ինչ է կարմիր շեղումը և մեզ հետաքրքրում է՝ ինչպե՞ս է գիտնականներին հաջողվել տեսնել այդ էֆեկտը:



Բունսեն :

Ահ, փայլուն հարց է: Հասկանալու համար նախ պետք է խորանանք ատոմի կառուցվածքի մեջ: Ատոմները նյութի բյուրեղներն են՝ բաղկացած պրոտոններից, նեյտրոններից և էլեկտրոններից:



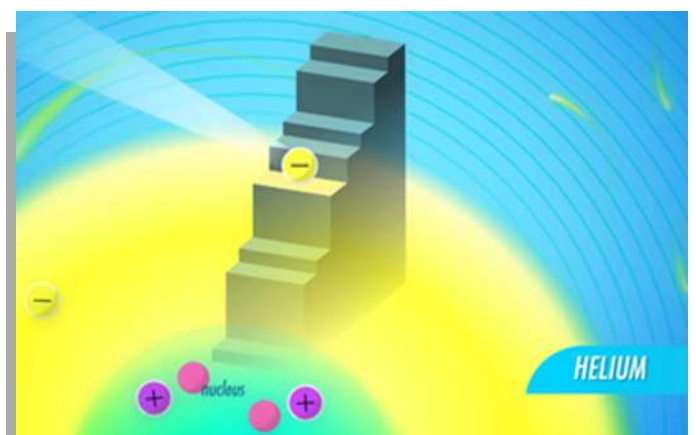
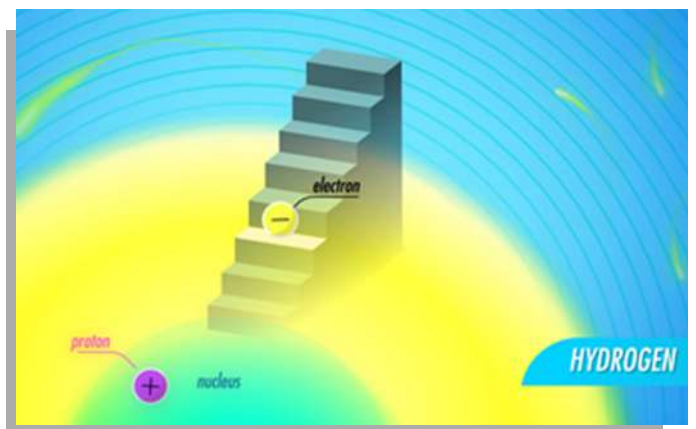
Կիրխոֆ :

Այո, և մինչ պրոտոններն ու նեյտրոնները մնում են միջուկում, էլեկտրոնները շարժվում են դրանց շուրջ: Այնուամենայնիվ, նրանք չեն կարող գտնվել ցանկացած վայրում: Նրանք գոյություն ունեն շատ հատուկ էներգետիկ վիճակներում՝ սանդուղքի աստիճանների նման:



Աշակերտ 2 :

Այսպիսով, էլեկտրոնները կարո՞ղ են շարժվել այս աստիճանների միջև:



Նկար 5. Ջրածնի և հելիումի ատոմային կառուցվածքների սանդուղքի անալոգիան: Պատկերը՝ PBS Digital Studios-ից: Hydrogen - ջրածին, Helium - Հելիում, Electron - էլեկտրոն, Proton - Պրոտոն, Neutron - Նյուտրոն, Nucleus - Միջուկ



Բունսեն :

Դա անելու համար, սակայն, նրանց անհրաժեշտ է էներգիայի ճշգրիտ քանակ: Լույսն ապահովում է այդ էներգիան: Եթե լույսն ունի ճիշտ քանակի էներգիա, էլեկտրոնը կկլանի այն և կտեղափոխվի ավելի բարձր աստիճան:



Աշակերտ 3 :

Իսկ ի՞նչ է տեղի ունենում, երբ այն շարժվում է հետո՝ ներքև:



Կիրխոֆ :

Այն արձակում է որոշակի գույնի կամ էներգիայի լույս: Տարբեր ատոմներ ունեն տարբեր աստիճաններ, ուստի դրանք տարբեր գույներ են արձակում:



Քվարկ :

Տարբեր տարրերի արձակած գույները որոշելու այս ունակությունը սպեկտրոսկոպիայի հիմքն է:



Աշակերտ 4 :

Բայց ինչպե՞ս է դա կապված կարմիր շեղման հետ:



Բունսեն :

Հասկանալու համար հարկավոր է պատկերացնել կլանման սպեկտրները: Քիմիական տարրերն ունեն գույների յուրահատուկ նախշեր. այսպես կոչված, սպեկտրալ գծեր: Երբ երկնային մարմինների լույսը, ինչպիսին է մեր Արեգակինը, հասնում է Երկիր, այն միատեսակ չէ: Որոշ ալիքների երկարություններ կամ գույներ բացակայում են:



Կիրխոֆ :

Ճիշտ է: Բացակայող ալիքների երկարությունները սպեկտրի վրա երևում են որպես մուգ գծեր: Մուգ գծերի այս նախշը յուրաքանչյուր տարրի համար եզակի է, ինչպես մատնահետքը:



Աշակերտ 2 :

Այսինքն, մուգ գծերը աստղի քիմիական կազմի մասին են ասո՞ւմ:



Բունսեն :

Ճիշտ այդպես: Օրինակ, Արևը լույս է արձակում տարբեր երկարություններ ունեցող ալիքներով: Բայց դրա մեջ առկա տարրերի շնորհիվ, ինչպես օրինակ ջրածինը, որոշակի երկարությամբ ալիքները կլանվում են: Ինչն էլ հանգեցնում է Արեգակի սպեկտրում այդ բնորոշ մուգ գծերի առկայությանը:



Աշակերտ 3 :

Ինչպե՞ս է սա կապված այլ աստղերի կամ գալակտիկաների հետ:



Կիրխոֆ :

Հիանալի հարց է: Դիտարկենք ջրածինը, որով հարուստ է Արեգակը: Ջրածինն արձակում է շատ կոնկրետ երկարությամբ ալիքի լույս: Երբ մենք Երկրից դիտարկում ենք Արեգակը, տեսնում ենք այս հատուկ ալիքի երկարությունները: Բայց, երբ նայում ենք հեռավոր գալակտիկաներին, որոնք նույնպես ունեն ջրածնից կազմված աստղեր, նկատում ենք մի տարօրինակ բան:



Աշակերտ 3 :

Ալիքի երկարությունները տեղաշարժված են:



Բունսեն :

Ճիշտ այդպես: Օրինակ, եթե համեմատենք մեր Արեգակից ստացած ջրածնի սպեկտրը հեռավոր աստղից ստացած սպեկտրի հետ, կնկատենք գծերի նույն օրինաչափությունը, բայց հեռավոր աստղերի դեպքում դրանք շեղված կլինեն դեպի սպեկտրի կարմիր հատված:



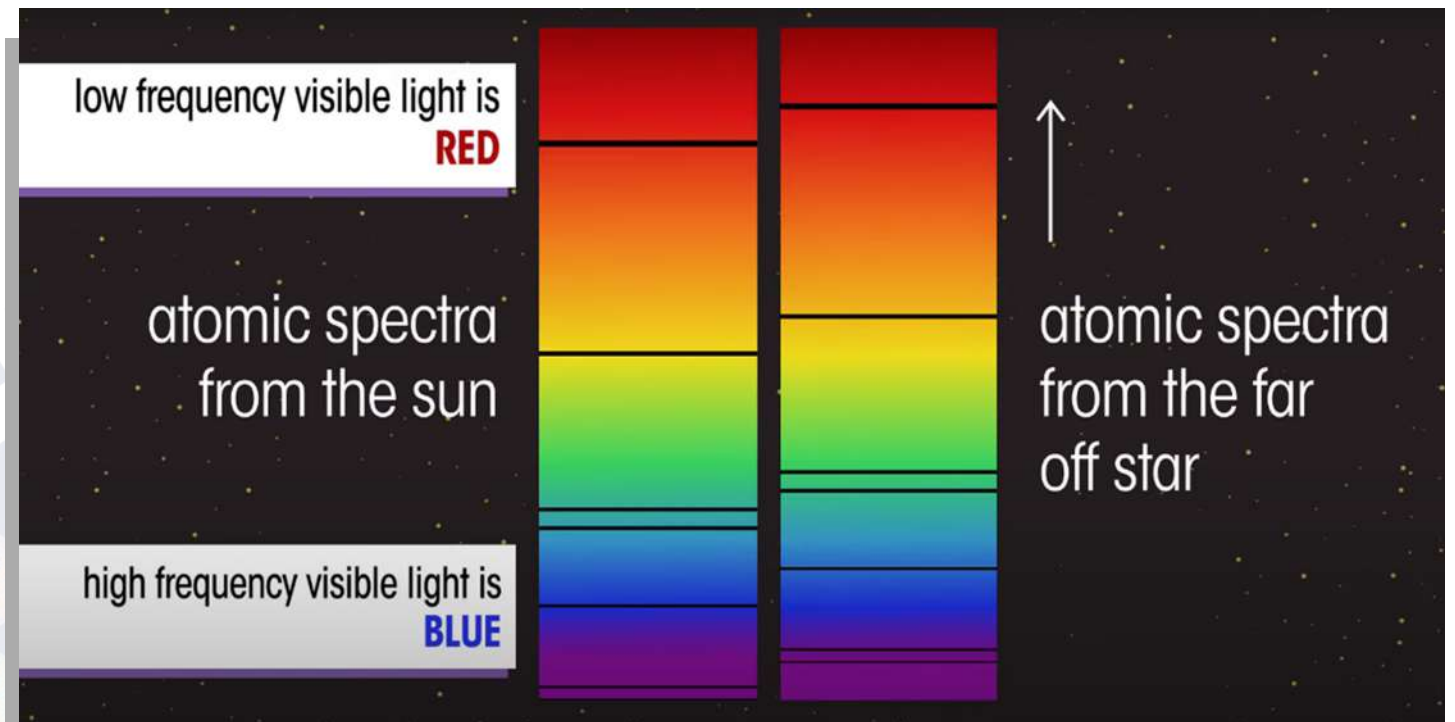
Աշակերտ 3 :

Այսպիսով, այդ հեռավոր գալակտիկայի ջրածինը նույն լույսն է արձակում, բայց երբ այն հասնում է մեզ, այն կարմիր շեղում ունի:



Կիրխոֆ :

Ճիշտ է: Այստեղ հիմնական պատճառը շարժումն ու տարածության ընդարձակումն է: Քանի որ լույսն անցնում է հսկայական տիեզերական տարածություններ, տիեզերքի ընդարձակումը ձգում է նրա ալիքների երկարությունը՝ դարձնելով դրանք ավելի երկար և, հետևաբար, ավելի կարմիր:



Նկար 6. Արեգակի և հեռավոր աստղի ատոմային սպեկտրների համեմատությունը: Պատկերը՝ Bing Rijper-ից: Low frequency visible light is RED - ցածր հաճախականությամբ տեսանելի լույսը ԿԱՐՄԻՐ է, High frequency visible light is BLUE - բարձր հաճախականությամբ տեսանելի լույսը ԿԱՊՈՒՅՏ է, Atomic spectra from the sun - ատոմային սպեկտրները արևից, Atomic spectra from the far off star - ատոմային սպեկտրները հեռավոր աստղից

Աշակերտ 4 :

Կարծես տիեզերքը պատմում է մեզ իր պատմությունը այս սպեկտրալ գծերի միջոցով:

Աշակերտ 1 :

Հետաքրքիր է: Բայց ինչպե՞ս եք կարողացել ճշգրիտ որոշել այդ գույները:

Բունսեն :

Մենք օգտագործել ենք սպեկտրոմետր կոչվող գործիքը, որը կարող է տարբերակել և որոշել ատոմների կողմից ճառագայթված կամ կլանված հատուկ գույները կամ ալիքների երկարությունները: Աստղադիտակին միացնելով սպեկտրոմետր՝ մենք կարող ենք որոշել հեռավոր աստղերի, գալակտիկաների և միգամածությունների բաղադրությունը:

Աշակերտ 4 :

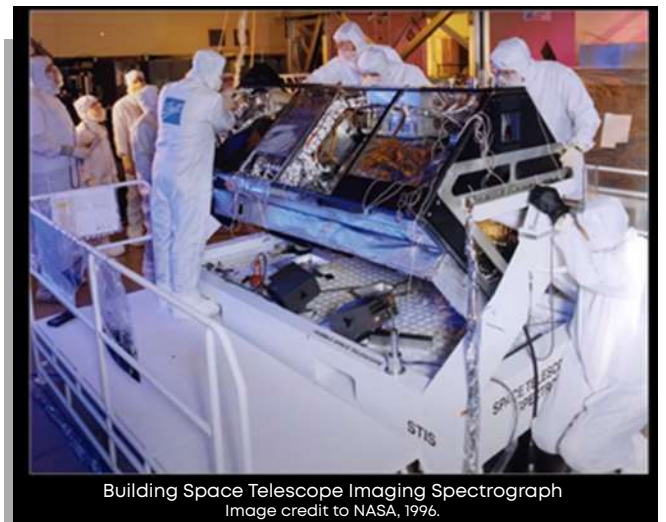
Այսպիսով, սպեկտրոսկոպիայի միջոցով մենք կարո՞ղ ենք «համտեսել» տիեզերքը:

Կիրխոֆ :

Դա պատկերացնելու հիմնալի ձև է: Այո, մենք իսկապես կարող ենք համտեսել տիեզերական հացաբուլկեղենը և փորձել դրա բազմազան համերը:

Բունսեն :

Միշտ հիշեք, որ տիեզերքը խոսում է գույներով և ալիքի երկարություններով: Ճիշտ գործիքներով և հետաքրքրասիրությամբ դուք կարող եք լսել և վերծանել նրա պատմությունները:



Building Space Telescope Imaging Spectrograph
Image credit to NASA, 1996.

Նկար 7. Տիեզերական աստղադիտակի պատկերման սպեկտրոգրաֆի կառուցում: Պատկերը՝ NASA-ից, 1996 թ.



Գործնական լաբորատորիա

Գործնական աշխատանք. պարզ սպեկտրոմետր



Նպատակը :

Օգտագործելով կենցաղային նյութեր՝ կառուցել պարզ սպեկտրոմետր լույսի տարբեր աղբյուրներ դիտարկելու համար: Վերցրած [Exploratorium](#)-ից:



Նախապատրաստման ժամանակ : 10 րոպե



Գործնական աշխատանքի ժամանակ : 45 րոպե



Պահանջվող նյութեր :

- Սկավառակ (CD)
- Ստվարաթղթե խողովակ, որն ունի առնվազն 12 դյույմ երկարություն (մոտ 30 սանտիմետր) և 3-ից 4 դյույմ (7,5-ից 10 սանտիմետր) տրամագիծ
- Ստվարաթղթե խողովակի երկու կափարիչ. մենք առաջարկում ենք երկու հարթ ստվարաթուղթ, բավականաչափ մեծ, որպեսզի ծածկի խողովակի յուրաքանչյուր ծայրը, կամ կարող եք նաև օգտագործել պլաստմասե գլխամաններ, որոնք լինում են ստվարաթղթե փաթեթավորման խողովակի հետ:
- Ածելի դանակ, ինչպիսին է X-ACTO դանակը
- Կաշուն ժապավեն (սկոչ)
- Լյումինեսցենտային լույս
- Սղոց
- Կտրման ուղեցույց (3 դյույմանոց խողովակի համար չափված) — [ներառված է PDF-ը](#)
- Տափչ սարք



Ընթացակարգեր :

- Տպագրած կտրման ուղեցույցը փաթաթեք խողովակի շուրջ: Մենք այն չափել ենք ստանդարտ 3-դյույմանոց փաթեթավորման խողովակի համար: Անհրաժեշտության դեպքում դուք կարող եք չափել ուղեցույցը, որպեսզի համոզվեք, որ այն փաթաթվում է ձեր խողովակի շուրջ առանց բացվածքի կամ վերածածկման (տես նկար 8):



Նկար 8.

- Սղոցով կտրեք խողովակը ուղեցույցի կոր գծի երկայնքով՝ անկյան տակ(տես ստորև): Կտրվածքը թույլ կտա թեքել սկավառակը խողովակի ծայրից մոտավորապես 30 աստիճանի անկյան տակ (տես նկար 9):



Նկար 9.

- Օգտագործեք ածելի՝ ուղղանկյուն դիտման անցքը կտրելու համար (կտրման ուղեցույցի սև քառակուսին): Այժմ կարող եք հեռացնել ուղեցույցը (տես նկար 10):



Նկար 10.

- Այնուհետև հարթ ստվարաթղթի կտորներից մեկում (կամ պլաստմասե գլխամանում) անհրաժեշտ է անել 1 մմ-ից պակաս լայնությամբ և 5 սմ երկարությամբ բացվածք: Կաշուն ժապավենով կպցրեք կտրված հարթ ստվարաթուղթը խողովակի մյուս ծայրին: Խողովակը պահեք այնպես, ինչպես ցույց է տրված ստորև. ձեղքը պետք է լինի հորիզոնական:



Նկար 11.

- Կաշուն ժապավենով ամրացրեք ստվարաթղթի երկրորդ հարթ կտորը (կամ խողովակի պլաստմասե երկրորդ գլխամանը) խողովակի ներքևի ծայրին, այն կլինի սկավառակի հետևում, որպեսզի բացառվի ցանկացած ներս թափանցող լույս:

- Տեղադրեք CD սկավառակն իր համար նախատեսված բացվածքում, որպեսզի այն անդրադարձնի վերևի բացվածքից դեպի ձեր աչք եկող լույսը (տես նկար 11):

⚠ ԱՆԵՂ ԵՎ ՆԿԱՏԵՂ :

- Ուղղահայաց պահված խողովակի վերևի ձեղքը պահեք լյումինեսցենտային լույսի ուղղությամբ:
- Նայեք դիտման անցքով:
- Սկավառակի վրա փնտրեք լույսի հստակ, հոծ գիծ, որը բաժանված է գունավոր շերտերի: Սա լյումինեսցենտային լույսի անդրադարձն է սկավառակի վրա:
- Պտտեք խողովակը՝ գտնելու համար այն անկյունը, որով տեսանելի է լույսի սպեկտրի լավագույն տեսքը:
- Կարող եք նաև ձեղքն ուղղել տարբեր լույսի աղբյուրների վրա (օրինակ՝ շիկացած լամպեր, լուսադիֆուզային լույսեր, պատուհանից ներս ընկնող արևի լույս) և դիտեք սպեկտրի տարբերությունները:



Դիտարկում եվ քննարկում:



Ուսուցիչ :

Լյումինեսցենտային լույսի սպեկտրը դիտելիս, արդյո՞ք նկատեցիք տարբերություններ, երբ սպեկտրումետրն ուղղեցիք լույսի այլ աղբյուրների վրա:



Աշակերտ 1 :

Շիկացած լամպի սպեկտրը ավելի տաք էր թվում, նրա գույներն ավելի կարմիր ու դեղին էին:



Ուսուցիչ :

Ճիշտ է: Շիկացած լամպերը լույս են արձակում՝ տաքացնելով մետաղալարը, որոնք էլ ավելի տաք գունային սպեկտր են հաղորդում: Ի՞նչ կասեք LED լույսերի մասին:



Աշակերտ 2 :

LED լույսը դիտելիս սպեկտրում նկատեցի ավելի շատ կապույտ և կանաչ շերտեր:



Ուսուցիչ :

Դա հիմնալի դիտարկում է: LED լույսերը տարբեր կերպ են գործում և հաճախ ունենում են ավելի սառը գունային սպեկտր: Իսկ ի՞նչ եք նկատել արևի լույս համար:



Աշակերտ 3 :

Արևի լույսը թվում էր ամենահավասարակշռվածը: Ես տեսնում էի գույների լայն տեսականի՝ կարմիրից մինչև մանուշակագույն:



Ուսուցիչ :

Արևի լույսը կամ բնական լույսը հաճախ համարվում է «սպիտակ լույս», քանի որ այն պարունակում է գույների հավասարակշռված սպեկտր: Օգտագործելով մեր սպեկտրոմետրը, մենք կարող ենք կոտրել այս լույսը և տեսնել դրա առանձին բաղադրիչները:



Աշակերտ 4 :

Ջարմանալի է, թե ինչպես տարբեր լույսի աղբյուրներ կարող են ունենալ այդքան բազմազան սպեկտրներ:



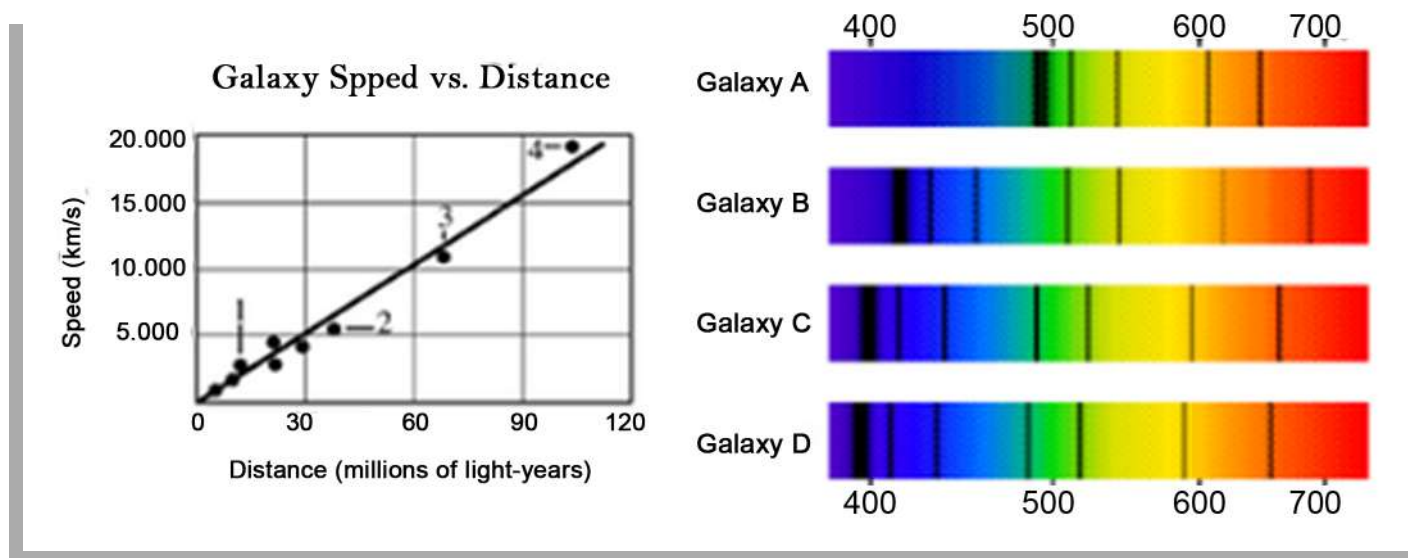
Ուսուցիչ :

Իսկապես, և ինչպես մենք նկատեցինք այս տարբերությունները Երկրի վրա, աստղագետներն օգտագործում են նմանատիպ սկզբունքներ աստղերի և գալակտիկաների լույսը ուսումնասիրելու համար՝ օգնելով մեզ վերծանել տիեզերքի առեղծվածը:

Եզրակացություն :

Ուսուցիչ :

Մինչ կամփոփենք, թե ինչ ենք սովորել այսօր, կարո՞ղ է ինչ-որ մեկը ինձ ասել (տես նկար 12), թե որն է Գալակտիկա A-ի դիրքը «Գալակտիկայի արագությունն ընդդեմ հեռավորության» գրաֆիկում և ինչու է այն գտնվում այդտեղ ի տարբերություն մյուս գալակտիկաների:



Նկար 12. Galaxy speed vs distance - Գալակտիկայի արագություն և հեռավորություն, Speed (km/s) - Արագություն (կմ/վրկ), Distance (millions of light-years) - Հեռավորություն (միլիոնավոր լուսային տարիներ), Galaxy A | B | C | D - Գալակտիկա Ա | Բ | Գ | Դ

Աշակերտ 1 :

Ճիշտ պատասխանն է՝ Գալակտիկա A-ն կլինի 4-րդ տեղում: Գալակտիկա A-ն ամենաշատ «կարմիր շեղումն ունցողն է» է, քանի որ համեմատած մյուս գալակտիկաների սպեկտրի կլանման՝ սև գծերը ավելի շատ են շեղված դեպի սպեկտրի կարմիր հատված: Հետևաբար, Գալակտիկա A-ն ամենաշատն է հեռանում Երկրից:

Ուսուցիչ :

Փայլուն պատասխան, Աշակերտ 1: Այսօր CosmoVerse-ի մեր արկածի ընթացքում մենք դասասենյակի ծանոթ հնչյուններից ձանապարհորդեցինք դեպի հսկայական տիեզերք՝ բացահայտելով տիեզերական կարմիր շեղման առեղծվածները: Քվարկի երևակայության տիեզերանավով, հանձարներ Բունսենի և Կիրխհոֆի հետ միասին մենք ուսումնասիրեցինք Դոպլերի էֆեկտը, էլեկտրոնների պարը սպեկտրոսկոպիայում և գալակտիկաների եզակի լուսային նշանները: Դիտման և գործնական փորձերի միջոցով մենք տեսանք, որ նույնիսկ տիեզերքի անսահմանության մեջ՝ հետաքրքրասիրությամբ և ճիշտ գործիքներով, մենք կարող ենք վերծանել նրա ամենաբարդ գաղտնիքները:



Տիեզերական գրադարան



Տեսանյութեր :

[How the Doppler effect works](#)

[What is Doppler Effect? Ambulance siren and Police Radar Gun](#)

[What is REDSHIFT?](#)

[Red shift | Astrophysics](#)

[Doppler Effect, Red Shift & The Big Bang Theory](#)

[GCSE Physics - What is Red Shift?](#)

[Red shift | Scale of the universe Khan Academy](#)

[Light: Crash Course Astronomy](#)

[Introduction to spectroscopy | Khan Academy](#)

[Spectroscopy, Explained](#)

[Redshift: Motion and colour](#)



Ինտերակտիվ :

[Analyzing Light: Spectrum of the Star Altair](#)

[Cosmological RedShift Simulator](#)

[Readymag: Redshift](#)



Կայք :

[Spectroscopy: Reading the Rainbow](#)

[Spacebook: Redshift](#)



Վավերագրական ֆիլմեր :

[Journey to the Edge of the Universe](#)

[Everything and Nothing](#)

[Atom: Clash of Titans](#)



Հոդվածներ :

[What is cosmological redshift?](#)

[ESA: What is 'red shift'?](#)



Ինֆոգրաֆիկա :

[What is Cosmological RedShift?](#)

Բառարան

Դոպլերի էֆեկտ: Դիտորդի նկատմամբ ալիքի հաճախականության կամ ալիքի երկարության փոփոխություն՝ կապված ալիքի աղբյուրի և դիտորդի միջև հարաբերական շարժումով:

Կապույտ շեղում: Մոտեցող երկնային մարմնից արձակվող լույսի ալիքի երկարության նվազում, որը ցույց է տալիս շարժում դեպի դիտորդը:

Տիեզերական կարմիր շեղում: Երկնային մարմիններից արձակվող լույսի տեղաշարժը դեպի սպեկտրի կարմիր հատված, որը ցույց է տալիս օբյեկտի հեռանալը դիտորդից:

Էլեկտրամագնիսական սպեկտր: Էլեկտրամագնիսական ճառագայթման ալիքների երկարությունների կամ հաճախականությունների ողջ տիրույթը, ներառյալ ռադիոալիքները, միկրոալիքները, ինֆրակարմիրը, տեսանելի լույսը, ուլտրամանուշակագույնը, ռենտգենյան ճառագայթները և գամմա ճառագայթները:

Կլանման սպեկտր: Լույսի ալիքի երկարությունների (կամ գույների) տիրույթ, որը կլանվում է նյութի կողմից: Այն առաջացնում է մուգ գծեր անընդհատ սպեկտրի վրա:

Ճառագայթման (էմիսիոն) սպեկտր: Լույսի ալիքի երկարությունների (կամ գույների) տիրույթ, որն արձակվում է նյութի կողմից:

Քվանտային մեխանիկա: Ֆիզիկայի հիմնարար տեսություն, որը նկարագրում է նյութի և էներգիայի վարքը ատոմների և ենթատոմային մասնիկների մասշտաբում:

Սպեկտրոմետր: Սարք, որն օգտագործվում է էլեկտրամագնիսական սպեկտրի որոշակի հատվածում լույսի հատկությունները չափելու համար:

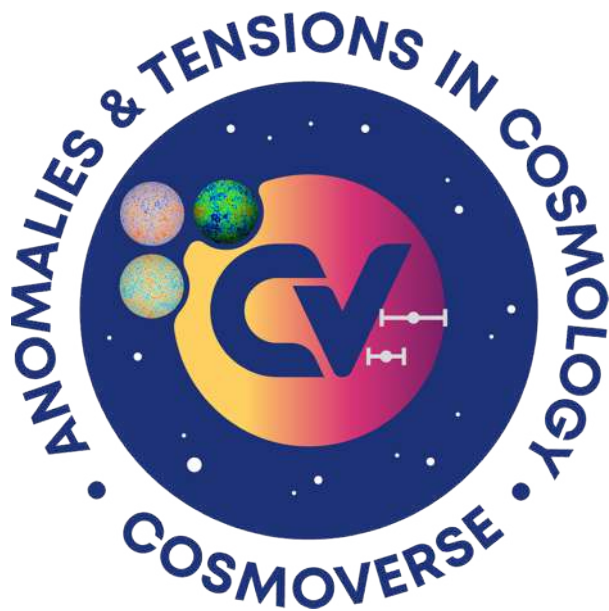
Սպեկտրոսկոպիա: Նյութի և էլեկտրամագնիսական ճառագայթման փոխազդեցության ուսումնասիրություն, որը հաճախ օգտագործվում է նյութերի քիմիական բաղադրությունը որոշելու համար:



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



www.cosmoversetensions.eu/