

Աստղային էվոլյուցիա: Աստղերի ծնունդը, կյանքը և մահը

Ջոն R. Պերսի

*Միջազգային աստղագիտական միություն
Տորոնտոյի համալսարան, Կանադա*



Աստղերի Էվոլյուցիա

- Աստղային էվոլյուցիայի մասին խոսելիս նկատի ունենք այն փոփոխությունները, որոնք կատարվում են աստղի հետ, երբ այն «վառելիք» է սպառում՝ սկսած իր ծնունդից մինչև մահը:
- Աստղերի էվոլյուցիայի մասին պատկերացումն օգնում է աստղագետներին հասկանալ՝
 - Մեր Արեգակի բնույթը և ճակատագիրը
 - Արեգակնային համակարգի առաջացումը
 - Թե ինչպես համեմատել մեր Արեգակնային համակարգն այլ մոլորակային համակարգերի հետ
 - Արդյոք կյանք կա՞ այլ մոլորակի վրա

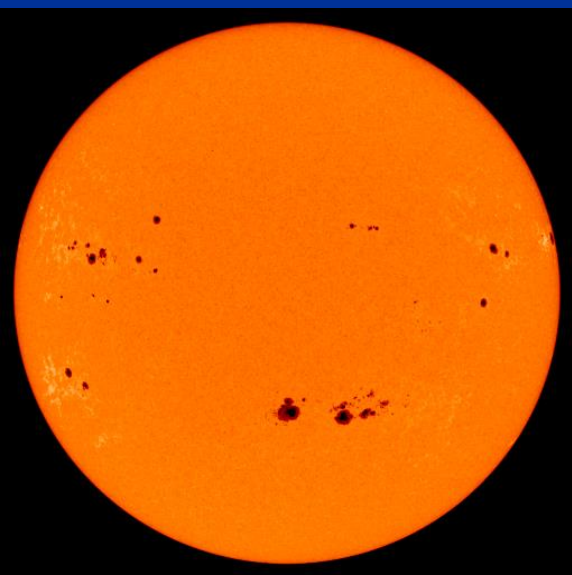


The Ring Nebula, a dying star.
Source: NASA



Արեգակի հատկանիշները: ամենամոտ աստղը և ինչպես են աստղագետները չափում դրանք (կարևոր է իմանալ)

- Հեռավորություն՝ 1.5×10^{11} մ՝ արտացոլելով Մերկուրիի և Վեներայի radar waves
- Չանգված՝ 2×10^{30} կգ՝ չափելով Արեգակի շուրջ պտտվող մոլորակների շարժումը
- Տրամագիծ՝ 1.4×10^9 մ՝ Արեգակի և դրա հեռավորության անկյունային տրամագծից (անկյուն)
- Ուժ՝ 4×10^{26} Վտ՝ հեռավորությունից և ուժի՝ Երկրից կատարված չափումների
- Քիմիական կազմությունը՝ 98% Ջրածին և Հելիում՝ ուսումնասիրելով դրա սպեկտրը



Արեգակ.

Source: NASA SOHO Satellite



Աստղի հատկանիշները. հեռավոր արեգակներ, ինչպես են աստղագետները դրանք չափում (կարևոր է իմանալ)

- Հեռավորություն՝ Պարալաքսի կամ տեսանելի պայծառության միջոցով, եթե ուժը հայտնի է
- Ուժ՝ հեռավորության և տեսանելի պայծառության միջոցով
- Մակերևութային ջերմաստիճան՝ սպեկտրի գույնի միջոցով
- Ռադիո՝ ուժի և մակերևութային ջերմաստիճանի միջոցով
- Չանգված՝ կրկնակի աստղերի ուսումնասիրություններն օգտագործելու միջոցով
- Քիմիական կազմություն՝ աստղային սպեկտրերից

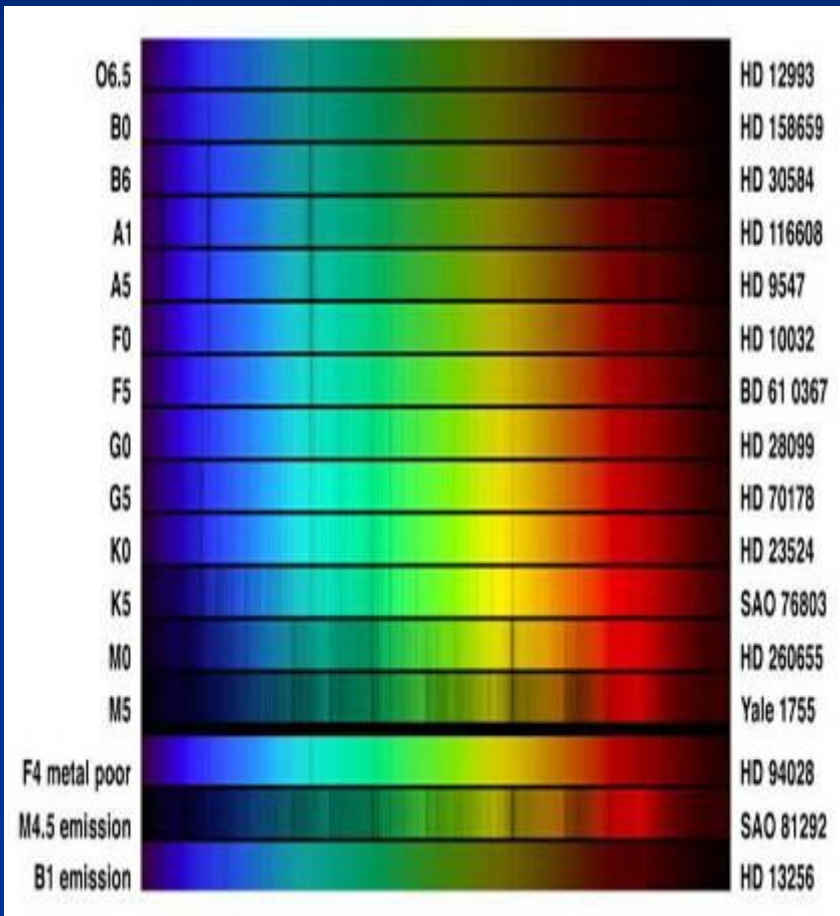


Օրիոնի համաստեղություն.
Source: Hubble, ESA, Akira Fujii



Աստղերի սպեկտրեր աստղի լույսը՝ գույների տեսքով ներկայացված

- Աստղագետներն ը գտնում են աստղագիտական աղբյուրներ ուսումնասիրելով դրանց արձակած լույսը
- Սպեկտրի միջոցով կարելի է տեղեկատվություն ստանալ աստղերի կազմության, ջերմաստիճանի և այլ հատկանիշների մասին



Չափս՝ աստղերի առաջին 13 սպեկտրերը տարբեր մակերևութային ջերմաստիճաններով (վերևում ամենաբարձրն է), վերջին երեք սպեկտրերը վերցված են արտասովորական հատկանիշներ ունեցող աստղերից

Աստղային սպեկտրեր

Source: US National Optical Astronomy Observatory



Հերցեյրունգ-Ռասելի դիագրամ Աստղերի հատկանիշներն ունեն հաջորդականություն

■ Հերցեյրունգ-Ռասելի դիագրամը ցույց է տալիս ուժը (պայծառությունը) որպես ջերմաստիճանի գործառույթ (սպեկտրալ դաս). հորիզոնական հեռավորության «բացարձակ աստղային մեծություն» -ը ուժի լոգարիթմական չափն է:

- Աստղերի մեծ մասն ընկած է «հիմնական հաջորդականության» վրա. խոշոր աստղերը տաք են և ունեն մեծ ուժ (ձախ կողմի վերևում), մինչդեռ փոքր աստղերն ունեն փոքր զանգված, սառն են և ունեն փոքր ուժ (աջ կողմի ներքևում)
- Հսկա աստղերն ընկած են դիագրամի աջ կողմի վերևի հատվածում, այն դեպքում, երբ սպիտակ թզուկները գտնվում են ձախ կողմի ներքևում:

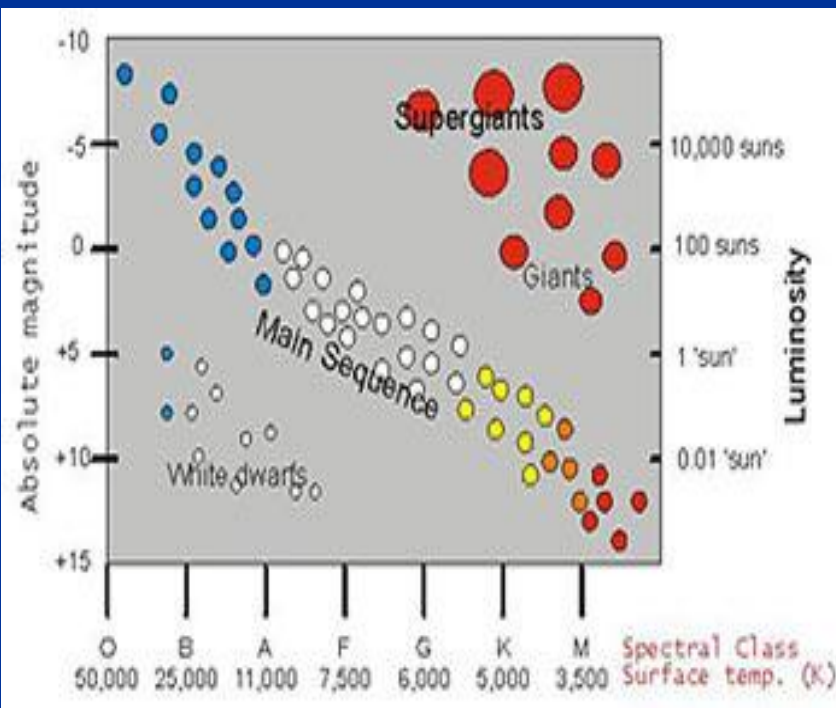
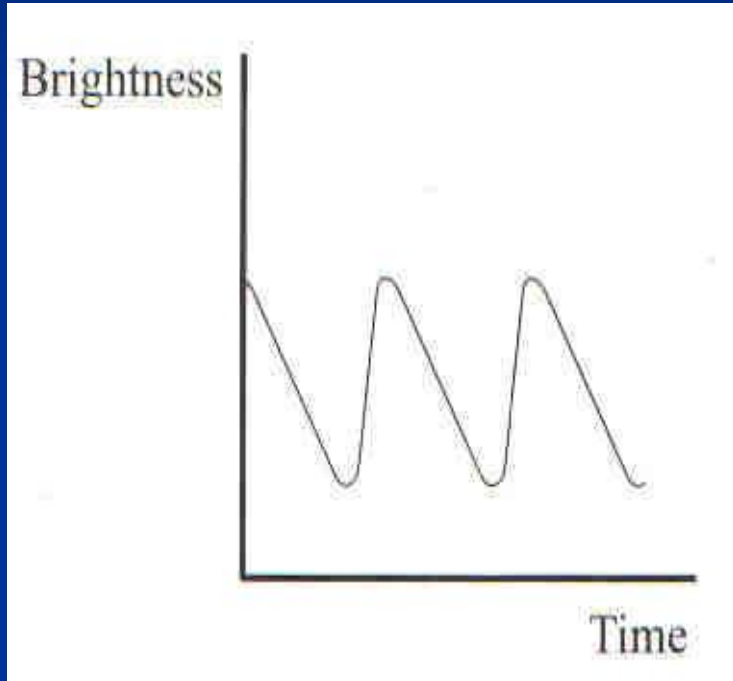


Diagram HR Source: NASA



Փոփոխական աստղեր

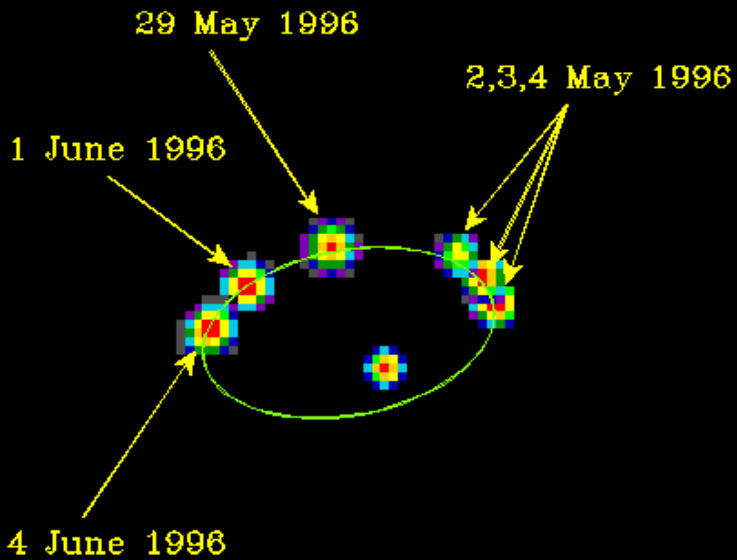


Լույսի կոր՝ պայծառություն-ժամանակ

- Փոփոխական աստղերն այն աստղերն են, որոնց պայծառությունը ժամանակի ընթացքում փոխվում է:
- Աստղերի մեծ մասը փոփոխական է: Դրանք կարող են տարբերվել, քանի որ տատանվում են, ավելի պայծառ են շողում, ժայթքում կամ պայթում են կամ էլ ծածկվում են զույգ աստղի կամ որևէ մոլորակի կողմից:
- Փոփոխական աստղերը աստղերի բնույթի և էվոլյուցիայի մասին տեղեկատվության կարևոր աղբյուր են:

Կրկնակի և բազմակի աստղեր

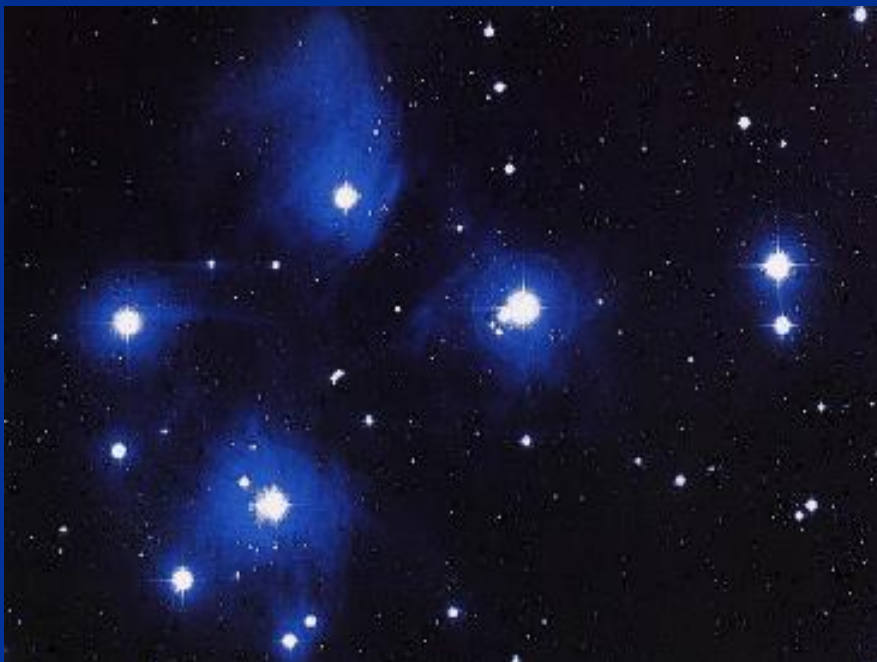
- Կրկնակի աստղերը աստղերի զույգեր են, որոնք ձգողականության ուժի շնորհիվ գտնվում են իրար մոտ, և պտույտ orbit են կատարում իրենց շուրջ: Դրանց կարելի է անիջապես տեսնել (ինչպես պատկերված է ձախ կողմի նկարում) կամ գտնել իրենց սպեկտրի կամ էլ աստղերի միջև խավարման միջոցով:
- Դրանք ամենակարևոր գործիքներն են աստղերի զանգվածները չափելու համար:
- Բազմակի աստղերը կազմված են 3 և ավելի աստղերից, որոնք կապված են իրար ձգողականության ուժի միջոցով:



Orbital movement of Mizar, in Osa Major.
Source: NPOI Group, USNO, NRL



Աստղակույտեր «Բնության փորձերը»



Open Cluster The Pleiades.
Source: Mount Wilson Observatory

- Աստղակույտը աստղերի խումբ է, որոնք մոտ են իրար ձգողականության ուժի պատճառով և միասին են տեղաշարժվում տիեզերքով
- Դրանք ձևավորվել են միևնույն վայրում միևնույն ժամանակ նույն նյութից և նույն հեռավորության վրա , իսկ տարբերվում են միայն զանգվածով
- Աստղակույտը տարբեր զանգվածներով , բայց նույն տարիքի աստղերի նմուշն են:



Ի՞նչ կազմություն ունեն Արեգակն ու աստղերը



Քիմիական տարրերի
առատությունը Տիեզերքում.
Թռչնի կեր H (90%), բրինձ He
(8%), լոբի C, N և O և մի քանի
այլ տարրեր (2%):

- Կիրառելով սպեկտրոսկոպիա և այլ տեխնիկաներ՝
աստղագետները կարողանում են նույնականացնել «գլխավոր
նյութերը», որոնք ընկած են աստղերի կազմության հիմաքում:
- Ջրածինը (H) և Հելիումը (He) ամենաառատ տարրերն են և
առաջացել են տիեզերքի ձևավորմանը զուգընթաց:
- Ավելի ծանր տարրերն առկա են միլիոնավոր կամ
միլիարդավոր անգամ ավելի քիչ քանակությամբ: Դրանք
ձևավորվել են աստղերի ներսում ջերմամիջուկային
ռեակցիաների արդյունքում:



1 H																	2 He				
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg															13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba			72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
87 Fr	88 Ra			104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 UUp	116 Lv	117 Uus	118 Uuo			
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu					
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr					



Elements created at the Big Bang



Elements produced by nucleosynthesis, in the core of the stars



Elements produced by supernovas



Աստղի կազմության օրենքները

- Եթե աստղի ներսում ավելի խորը հատվածները ուսումնասիրենք, կնկատենք ճնշման բարձրացում, ինչի պատճառը վերին շերտերի ծանրությունն է:
- Համաձայն գազերի օրենքների՝ ճնշման մեծանալուն պես ջերմաստիճանը և խտությունը մեծանում են:
- Ճառագայթման և ջերմափոխապման պատճառով Էներգիան ներքին ավելի տաք հատվածից դուրս կհոսի արտաքին ավելի սառը հատված:
- Էներգիան աստղից դուրս հոսելու դեպքում վերջինս կսառչի, եթե ներսում կրկին Էներգիա չարտադրվի:
- *Աստղերը կառավարվում են ֆիզիկայի այս պարզ և համընդհանուր օրենքներով:*



Օրինակ՝ ինչո՞ւ Արեգակը չի կործանվում կամ չի սեղմվում



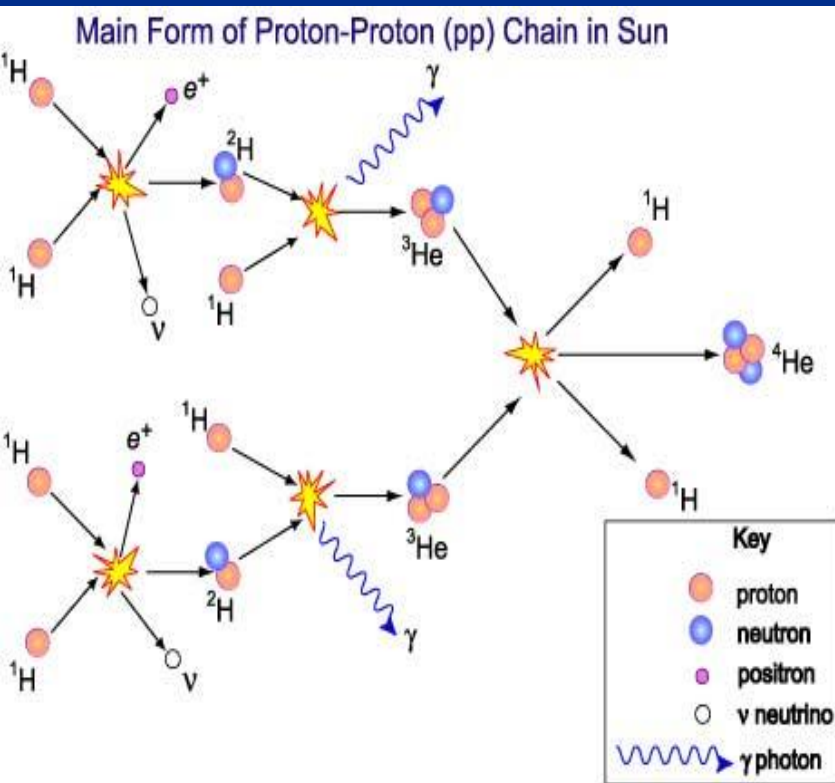
- Փչեք փուչիկը, ինչպես ցույց է տրված ձախ կողմի նկարում:
- Մթնոլորտային ճնշումը փուչիկը դեպի ներս է «հրում»: Այն չի սեղմվում, քանի որ փուչիկի ներսի գազը «հրում» է այն դեպի դուրս:
- Արեգակի ներսում ձգողականության ուժը ձգում է նյութը դեպի ներս, ինչը հավասարակշռության է բերվում գազի ճնշման միջոցով:

Արեգակի և աստղերի էներգիայի աղբյուրը

- Գազի, նավթի կամ ածխածնի քիմիական այրո՞ւմ: Այս գործընթացն այնքան անարդյունավետ է, որ Արեգակին ապահովում է էներգիայով միայն մի քանի հազար տարի:
- Դանդաղ ձգողականության սեղմո՞ւմ: Այն կարող էր Արեգակին էներգիայով ապահովել միլիոնավոր տարիներ, սակայն Արեգակն արդեն միլիարդավոր տարիներ է, ինչ գոյություն ունի:
- Ռադիոակտիվությո՞ւն (միջուկի ճեղքում)
Արեգակի և աստղերի ներսում գրեթե գոյություն չունեն ռադիոակտիվ իզոտոպներ:
- Թեթև տարրերի միջուկների ձուլո՞ւմ ավելի ծանր տարրեր: Այո՛, սա շատ արդյունավետ գործընթաց է, և թեթև տարրերը, ինչպիսիք են Ջրածինը և Հելիումը կազմում են Արեգակի և աստղերի 98%-ը:



Պրոտոն-պրոտոն պարբերաշրջանը Արեգակի ներսում կատարվող միաձուլման հիմնական գործընթացն է



Proton-proton cycle

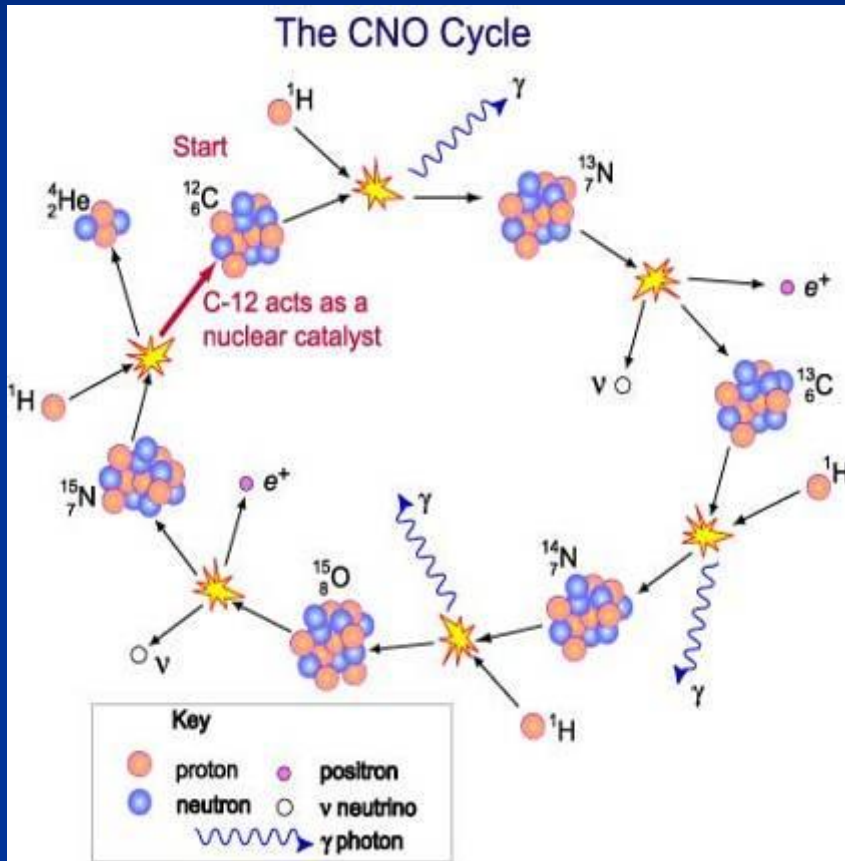
Source: Australia National Telescope Facility

- Բարձր ջերմաստիճանի և խտությունների դեպքում աստղերի ներսում, ինչպիսին մեր Արեգակն է, պրոտոնները (նշված կարմիրով) հաղթահարում են իրենց միջև գոյություն ունեցող էլեկտրաստատիկ վանողությունը և կազմում ^2H (Դեյտերիում) և Նեյտրինո (ν):
- Ավելի ուշ մեկ այլ պրոտոն միանում է Դեյտերիումի հետ՝ կազմելու համար ^3He :
- Այնուհետև ^3He միջուկները միանում են իրար՝ ձևավորելու ^4He միջուկ՝ բաց թողնելով երկու պրոտոն:
- Արդյունքում 4 պրոտոն միանում են՝ ձևավորելու Հելիում և էներգիա (զամմա ճառագայթներ և կինետ էներգիա):



Ածխածին-Ազոտ-Թթվածին շրջափուլ

- Այն խոշոր աստղերում, որոնք ունեն շատ տաք միջուկ, պրոտոնները (կարմիր) կարող են բխվել ^{12}C (Ածխածին) միջուկի հետ (ձախ կողմի վերևի հատված):
- Այն սկսում է շրջանաձև հաջորդականություն, որտեղ 4 պրոտոններ վերջապես միաձուլվում են կազմելու համար Հելիումի միջուկ (ձախ կողմի վերևի հատված):
- ^{12}C միջուկը վերականգնվում է շրջափուլի վերջում, այսինքն՝ այն ոչ ստեղծվում է, ոչ ոչնչանում: Այն գործում է որպես միջուկային կատալիզատոր:



CNO cycle

Source: Australia National Telescope Facility



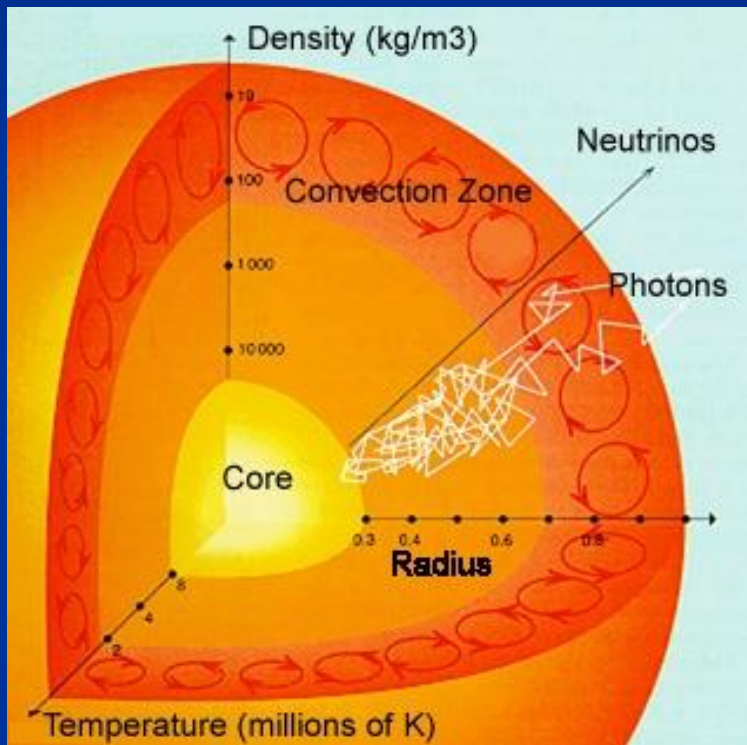
Մտեղծել աստղային «մոդելներ»

- Աստղերի կառուցվածքը նկարագրող օրենքները արտահայտված են հավասարումների միջոցով և լուծվում են համակարգչի միջոցով:
- Համակարգիչը Արեգակի կամ աստղի յուրաքանչյուր կետի համար հաշվում է ջերմաստիճանը, խտությունը, ճնշումը և ուժը: Մա կոչվում է մոդել:
- Արեգակի կենտրոնում խտությունը ջրի խտությունից 150 անգամ մեծ է , սիկ ջերմաստիճանը հավասար է ~15,000,000 K!



Արեգակի ներքին հատվածը Հիմնված է Արեգակի համակարգչով պատրաստված «մոդելի» վրա

- Տաք միջուկում միջուկային ռեակցիաների արդյունքում արտադրվում է էներգիա՝ միաձուլելով Ջրածինը և Հելիումը:
- Ճառագայթող գոտում, որը գտնվում է միջուկից վեր, էներգիան դուրս է հոսում ճառագայթման մեխանիզմի միջոցով:
- Ջերմափոխանցող գոտում՝ ճառագայթող գոտու և մակերևութային գոտու միջև, էներգիան դուրս է հոսում ջերմափոխանցման արդյունքում:
- Լուսուղորտը (մակերևութի վրա) այն շերտն է, որտեղ աստղը դառնում է թափանցիկ:



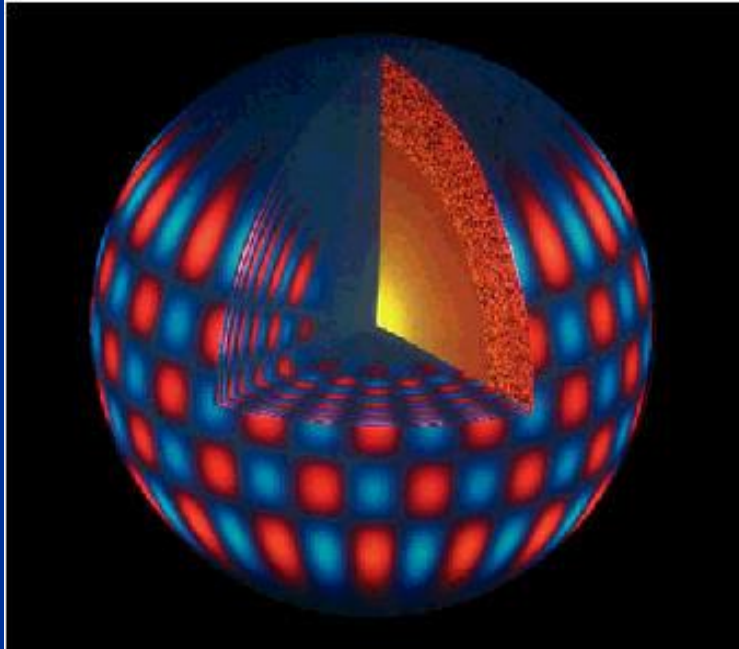
Արեգակի մոդելը

Source: Institute of Theoretical Physics,
University of Oslo



Արեգակնաստեյսամոլոգիական մոդելի փորձարկումը

- Արեգակը հազարավոր ձևերով (նմուշներ) մեղմ տատանվում է: Դրանցից մեկը պատկերված է ձախ կողմի նկարում:



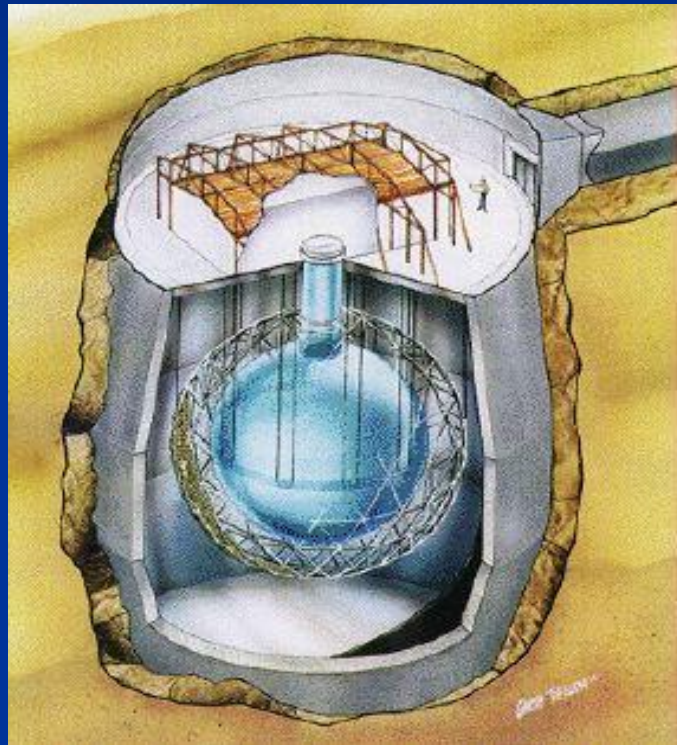
- Այս տատանումները հնարավոր է դիտել, և դրանք օգտագործելով մենք կարող ենք եզրակացություն կազմել Արեգակի ներքին կառուցվածքի մասին, ուստի փորձարկում ենք Արեգակի կառուցվածքի գոյություն ունեցող մոդելները: Այս գործընթացը հայտնի է արեգակնաստեյսամոլոգիա անունով:

Artistic conception of the solar vibration.
Source: US National Optical Astronomy
Observatory

- Նմանատիպ տատանումներ կան նկատել այլ աստղերում ևս աստղաստեյսամոլոգիա:



Արեգակի նեյտրինո մոդելի փորձարկում



- Միջուկային ձուլման ռեակցիաները ստեղծում են նեյտրինո կոչվող տարրական մասնիկներ:
- Դրանք ունեն շատ փոքր զանգված և նյութի հետ հազվադեպ են փոխազդում:
- Դրանց զանգվածը հայտնաբերվում և չափվում է հատուկ աստղադիտարանների շնորհիվ, ինչպես օր. Sudbury Neutrino Observatory (տես նկարում): Արդյունքները համընկնում են մոդելների միջոցով ստացված կանխատեսումների հետ:

Observatory of neutrino, Sudbury
Source: Sudbury Neutrino Observatory



Աստղի կյանքի տևողությունը

- Աստղի կյանքի տևողությունը կախված է նրանից, թե որքան միջուկային վառելիք (Ջրածին) այն ունի և թե որքան արագ է այն սպառում (ուժ):
- Մեր Արեգակից ավելի քիչ խոշոր աստղերը ամենից տարածվածն են: Դրանք ունեն ավելի քիչ վառելիք, շատ ավելի փոքր ուժ հետևում է՝ ավելի երկար կյանք:
- Արեգակից ավելի խոշոր աստղերը ավելի քիչ տարածված են: Դրանք ունեն ավելի շատ վառելիք, շատ ավելի ուժ, ուստի ասպրում են ավելի քիչ:



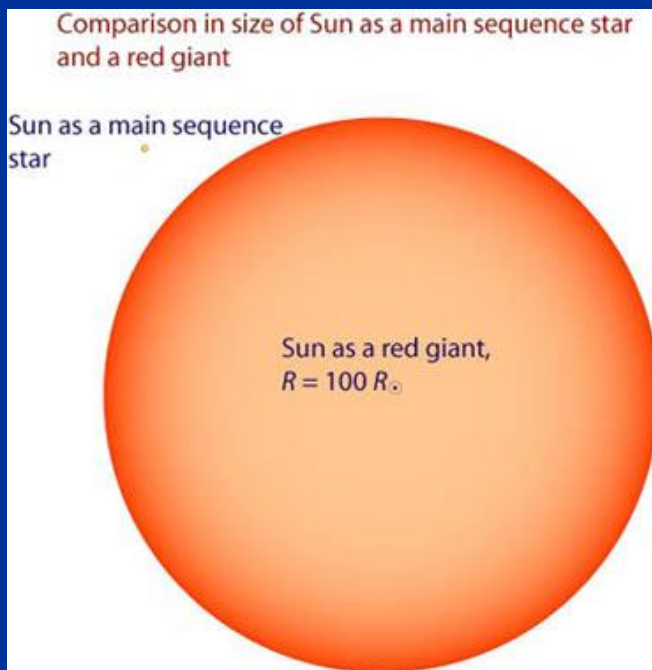
Ինչպե՞ս են աստղագետներն ուսումնասիրում աստղերի էվոլյուցիան

- Աստղերըն իրենց կյանքի տարբեր փուլերում ուսումնասիրելով և դասավորելով դրանց տրամաբանական հաջորդականությամբ
- Համակարգչային մոդելների պատրաստմամբ՝ կիրառելով ֆիզիկայի օրենքները և հաշվի առնելով աստղերի կազմության փոփոխությունները, որոնք կատարվում են միջուկների ձուլման պատճառով
- Ուսումնասիրելով աստղակույտերը և/կամ տարբեր զանգված ունեցող, բայց նույն տարիքի աստղերի խմբերը
- Ուսումնասիրելով աստղերի կյանքի արագ և տարօրինակ փուլերը (օր. գերնորեր և նորեր)
- Ուսումնասիրելով փոփոխական բաբախող աստղերը, չափելով բաբախման ժամանակ էվոլյուցիայի պատճառով կատարվող դանդախ փոփոխությունները



Արեգակնանման աստղերի էվոլյուցիան

- Արեգակնանման աստղն իր կյանքի առաջին 90%-ի ընթացքում շատ մեծ փոփոխությունների չի ենթարկվում, եթե ունի բավականաչափ վառելիք (Ջրածին) շարունակելու համար ջերմամիջուկային ռեակցիաները: Այն կոչվում է հիմնական հաջորդականության աստղ:



- Երբ դրա վառելիքը՝ ջրածինը, սպառվում է, այն ընդարձակվում է՝ դառնալով կարմիր հսկա աստղ:
- Միջուկում ջերմաստիճանը կարող է այնքան բարձրանալ, որ Ջրածնի և Ածխածնի միաձուլման միջոցով սկսի արտադրել էներգիա:
- Երբ հելիումից ստացված վառելիքը սպառվում է, աստղը ուռչում է դառնալով շատ ավելի մեծ կարմիր հսկա՝ Արեգակից հարյուրավոր անգամ մեծ:

Comparison of size: Sun - red giant
Source: Australia National Telescope Facility



Արեգակնանման աստղերի մահը



Helix Planetary Nebula.
Source: NASA

- Երբ աստղը վերածվում է կարմիր հսկայի, այն սկսում է բաբախել (թրթռալ/pulsate): Այն կոչվում է Միրա:
- Բաբախելու պատճառով աստղի արտաքին շերտերն առանձնանում են ստեղծելով գեղեցիկ մոլորակային միգամածություն (տես՝ նկարում):
- Աստղի միջուկը թզուկն է՝ փոքր, խիտ, սպիտակև առանց վառելիք:



Մպիտակ թզուկներ

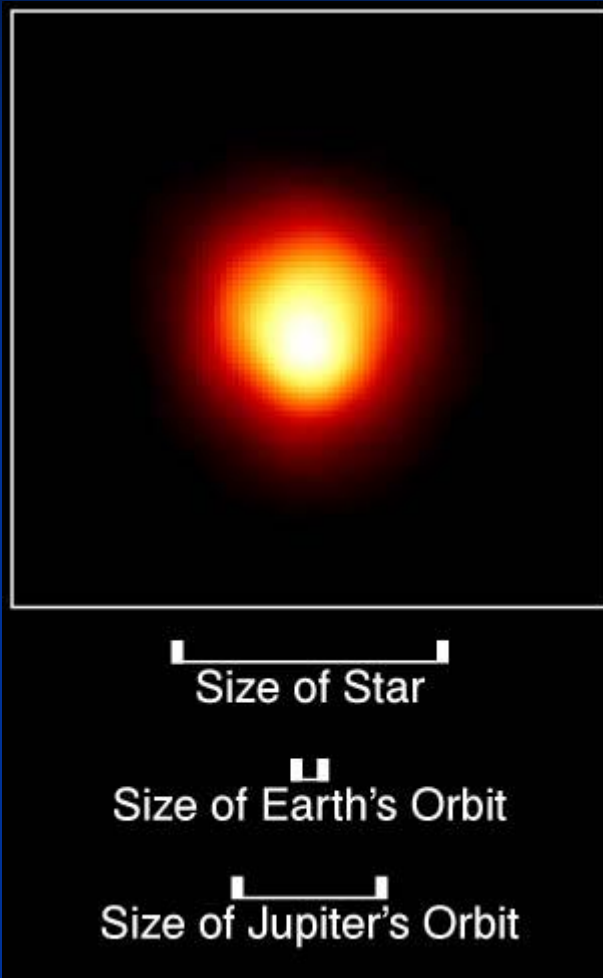


The white dwarf companion (below) of Sirius (above). Source NASA

- Մպիտակ թզուկը հանդիսանում է Արեգակնանման աստղի մահացած միջուկը:
- Մպիտակ թզուկի զանգվածը գրեթե հավասար է Արեգակի զանգվածին, ծավալը՝ Երկրի ծավալին, իսկ խտությունը միլիոնավոր անգամ ավելի մեծ է ջրի խտությունից:
- Մպիտակ թզուկում կենտրոնամետ ձգողականության ուժը հավասարակշռված է իր ներսի էլեկտրոնների արտաքին քվանտային ճնշմամբ:
- Հարևան շատ աստղեր՝ այդ թվում Սիրիուսը (ձախ կողմում) և Պրոկիոնը, որպես զույգ ունեն սպիտակ թզուկների:



Խոշոր աստղերի էվոլյուցիան



- Խոշոր աստղերը հազվադեպ են ու հզոր: Դրանք վառելիքը ծախսում են շատ արագ՝ մի քանի միլիոն տարվա ընթացքում:
- Վառլիքը ծախսելուց հետո դրանք they ուռչում և դառնում են կարմիր գերհսկա աստղեր:
- Դրանց միջուկը շատ տաք է, այնքան որ բավական է Երկաթի պես ծանր տարրեր արտադրելու համար:
- Օրիոնի համաստեղությունում գտնվող Բետելգեյզեն (տես նկարում) պայծառ, կարմիր գերհսկա է: Այն շատ ավելի մեծ է քան Երկրի ուղեծիրը:

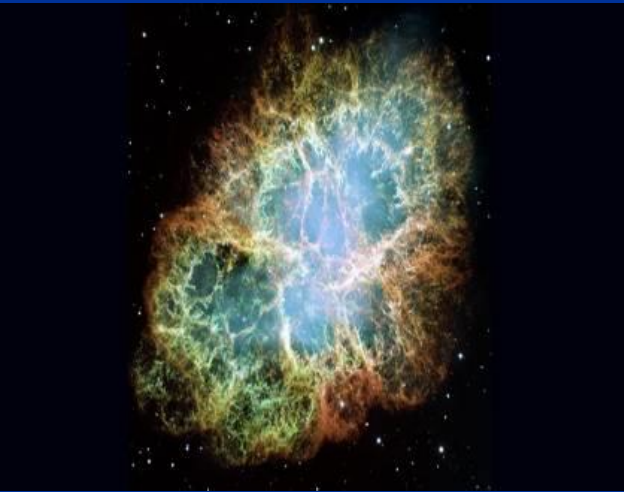
Betelgeuse.

Source: NASA/ESA/HST



Խոշոր աստղերի մահը

- Երբ խոշոր աստղի միջուկի կազմության մեջ մնում է միայն Երկաթ, դա նշանակում է, որ այն այլևս վառելիք չունի միաձուլումը շարունակելու համար և չի կարող մնալ տաք:
- Չգողականությունը փշրում է միջուկը՝ դարձնելով այն նեյտրոնային աստղ, արտանետելով հսկայական քանակությամբ ճգողականության էներգիա և տանելով աստղը դեպի գերնորի պայթյունի: (տես նկարում):
- Գերնորերը ստեղծում են Երկաթից ծանր տարրեր և դուրս մղում դրանք և շատ այլ տարրեր տիեզերք, ինչը դառնում է նոր աստղի, մոլորակի կյանքի մի մասը:



The Crab nebula, the remnant of an explosion of supernovae observed in 1054 AD. Source: NASA



Նեյտրոնային աստղ



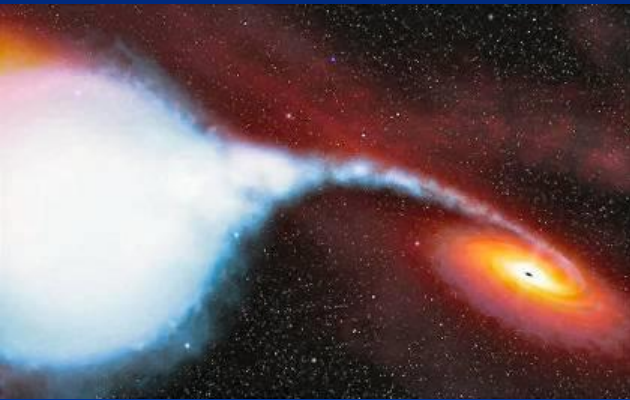
- Արեգակի զանգվածից 1,5 -3 անգամ մեծ զանգված ունեցող աստղային միջուկները աստղի կյանքի վերջում քախվում են և դառնալով նեյտրոնային աստղ:
- Դրանք ունեն շուրջ 10կմ երկարության տրամագիծ և ջրի խտությունից տրիլիոն անգամ ավելի մեծ խտություն:
- Դրանք կազմված են նեյտրոններից և ավելի արտասովոր մասնիկներից:
- Երիտասարդ նեյտրոնային աստղերը արագ են պտտվում և արտանետում են ռադիոճառագայթման կանոնավոր իմպուլսներ: Դրանք հայտնի են ինչպես Պուլսարներ:

Pulsar, neutron star in the heart of the Crab Nebula The rotational energy that emits energized Nebula.

Source: NASA/ESA/HST



Մև խոռոչ



Artistic conception of Cygnus X-1, a visible star (left) with a black hole (right) in a center of accretion disk. Source: NASA.

- Մև խոռոչը աստղագիտական մարմին է, որի ձգողականության ուժն այնքան մեծ է, որ ոչինչ չի կարող փախչել դրանից նույնիսկ լույսը:
- Արտասովոր խոշոր աստղերի միջուկները (ավելի քան 30 անգամ ավելի մեծ զանգվածքով քան Արեգակը) վառելիքը վերջանալուն պես վերածվում են սև խոռոչների:
- Մև խոռոչ կարելի հայտնաբերել մի քանի եղանակով, օրինակ՝ երբ տեսանելի աստղը պտտվում է դրա շուրջ: (Տես նկարում)

Փոփոխական աստղերի հատուկ

դեպքեր

- Աստղային շատ մնացորդներ՝ սպիտակ թզուկներ, սև խոռոչներ կամ նեյտրոնախյն աստղեր, ունեն իրենց շուրջը պտտվող մի սովորական աստղ:
- Եթե սովորական աստղից գազն անցնի աստղային մնացորդ, հնարավոր է դրա շուրջը ձևավորվի աճանստվածքային ակրեցիոն սկավառակ: (ձախ կողմ):
- Երբ գազն ընկնում է աստղային մնացորդի վրա, այն կարող է պայթել կամ ժայթքել: Սա կոչվում է ժայթքումային փոփոխական աստղ:



A pair of normal star (left) and a white dwarf star with an accretion disc stealing gas from the companion (right).
Source: NASA



Աստղերի ծնունդը

- Աստղերը ձևավորվում են մոլեկուլային ամպերի (միգամածությունների) ներսում, որոնք կազմված են սառը գազից և փոշուց:
- Միջաստղային փոշին և գազը կազմում են Մեր Գալակտիկայի նյութի շուրջ 10%-ը:
- Երիտասարդ աստղեր հիմնականում կարելի է գտնել այն միգամածության ներսում կամ կողքին, որից դրանք առաջացել են:
- Աստղերի ձևավորման ամենամոտ և պարզ գոտու օրինակ է Օրիոնի միգամածությունը (տես ձախ կողմում), որը գտնվում է մեզանից 1500 լուսատարի հեռավորության վրա:



Orion Nebula
Source: NASA



Միջաստղային գազ Աստղերի միջև առկա գազը



- Միջաստղային գազը (ատոմներ և մոլեկուլներ) կարող է ակտիվանալ մերձակա աստղից եկող գերմանուշակագույն լույսի պատճառով՝ առաջացնելով արտանետման միգամածություն (տես ձախ նկարում):
- Աստղերի միջև առկա սառը գազը արտադրում է ռադիոալիքներ, ինչը հնարավոր է հայտնաբերել ռադիոաստղադիտակների օգնությամբ:
- Միջաստղային գազի 98%-ը կազմված է Ջրածնից և Հելիումից

The Orion nebula. The gas is energized by ultraviolet light from the stars in the nebula.

Source: NASA

Միջաստղային փոշի Փոշի աստղերի միջև



M16

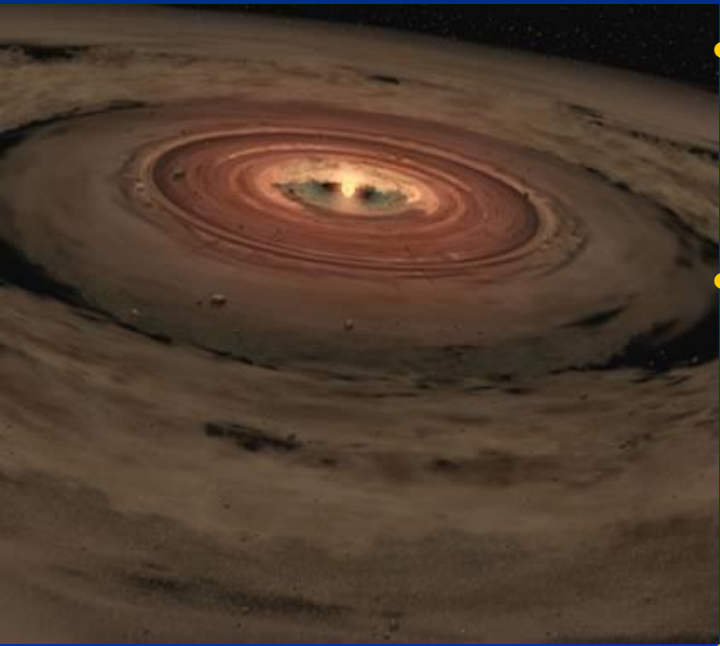
Soruce: NASA/ESA/HST

- Պայծառ աստղերին մոտ գոյություն ունեցող փոշին կարելի է հայտնաբերել սպեկտրերի տեսանելի հատվածներում:
- Փոշին կարող է փակել աստղերից առկայծող լույսը և գազը (տես նկարում): Աստղերը ձևավորվում են այս ամպերում:
- Աստղերի միջև առկա նյութի միայն 1% -ն է փոշի: Փոշու մասնիկները մի քանի հարյուր նանոմետր են և հիմնականում սիլիկատներ կամ գրաֆիտներ են:



Աստղի ձևավորումը

- Աստղերը ձևավորվում են միգամածության այն հատվածներում, որոնք կոչվում են միջուկներ, վերջիններս խիտ կամ սեղմված են:
- Չգոդականության ուժը պատասխանատու է միջուկների ձգողականության համար:
- Անկյունային արագացման պահպանումը մեծացնում է միջուկների պտտումը, որի արդյունքում դրանք դառնում են հարթ և ի վերջո փոխակերպվում սկավառակների:
- Աստղերը ձևավորվում են սկավառակների կենտրոնում: Մոլորակները կազմավորվում են սկավառակի արտաքին, ավելի սառը, հատվածներում:



Artistic conception of a planetary system in the formation process.

Source: NASA



Պրոտոմոլորակային սկավառակներ Proplyds Մոլորակային համակարգերը կազմավորման ժամանակ



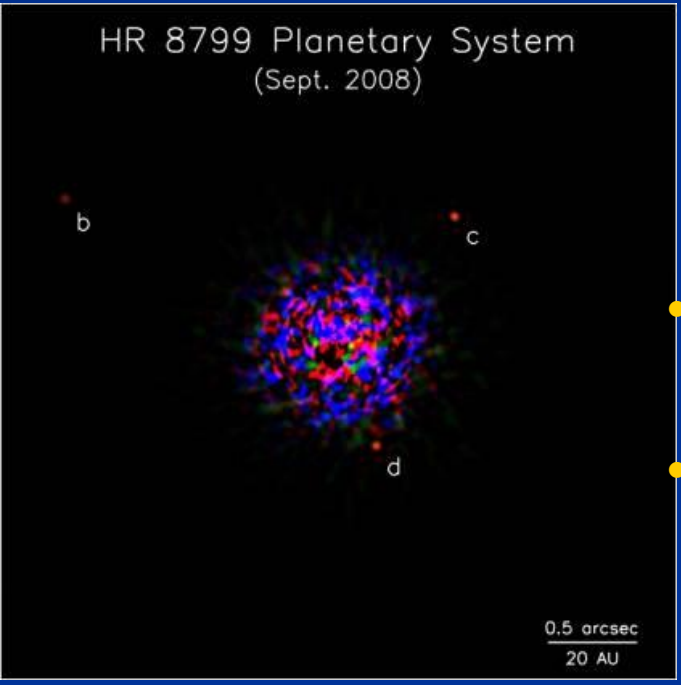
- Պրոտոմոլորակային սկավառակներ դիտվել են Օրիոնի միգամածության մեջ: (տես նկարում)
- Աստղը սկավառակի կենտրոնում հագիվ է երևում:
- Փռշու սկավառակը ծածկել է լույսը:
- Այս և այլ դիտումներ ապահովում են մոլորակային համակարգերի կազմավորման մասին անմիջական ապացույց ներ:

Proplyds

Source: NASA/ESA/HST



Էկզոմոլորակներ = արտարեգակնային մոլորակներ Այլ աստղերի շուրջն առկա մոլորակներ



System exoplanet HR 8799
Source: C. Marois et al., NRC Canada

- Էկզոմոլորակները սովորաբար հայտաբերվում և ուսումնասիրվում են ձգողականության ազդեցության միջոցով, որ ունենում են աստղի վրա, կամ աստղի լույսի ադոտանալու միջոցով, ինչը լինում է տարանցման ժամանակ:
- Շատ քչերն անմիջապես կլանվել են (տես նկարում):
- Ի տարբերություն մեր Արեգակնային համակարգի մոլորակների՝ շատ էկզոմոլորակներ ունեն հսկա չափեր և մոտ են գտնվում իրենց աստղերին: Սա թույլ է տալիս աստղագետներին փոփոխել/շտկել իրենց տեսություններն այն մասին, թե ինչպես են մոլորակա համակարգերը ձևավորվում:



Ամփոփիչ նկատառումներ

- «Զգոդականությունը առաջ է բերում աստղի ձևավորումը, կյանքը և մահը», - պրոֆ Ռ.Լ. Բիշոփ
- Աստղի ծնունդը բացատրում է մեր Արեգակնային համակարգի և այլ մոլորակային համակարգերի ծագումը:
- Աստղի կյանքը թույլ է տալիս հասկանալ էներգիայի աղբյուրը, որը հնարավոր է դարձնում կյանքը Երկրի վրա:
- Աստղի ծնունդն ու մահը ստեղծում է ավելի ծանր քիմիական տարրեր քան Ջրածինը, ինչից կազմված են աստղերը, մոլորակները և ինչի շնորհիվ կա կայնք:
- Աստղի մահանլու պահին ձգոդականության ուժը ստեղծում է տիեզերքի ամենատարօրինակ մարմինները՝ սպիտակ թզուկներ, նեյտրոնային աստղեր և սև խոռոչներ:



Շնորհակալություն ուշադրության համար

