സൗരയൂഥവും നമ്മുടെ ഭൂമിയും

പ്രൊഫ. കെ.പാപ്പൂട്ടി
(ഡയറക്ടർ, സ്റ്റേറ്റ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് എൻസൈക്ലോപീഡിക് പബ്ലിക്കേഷൻസ്)

ഭൂമി സ്വയം കറങ്ങുന്നു, 23 മ. 56 മി.-ൽ ഒരു തവണ. ഭൂമി സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു, 365¼ ദിവസം കൊണ്ട്. എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും സൂര്യനെ (?) ചുറ്റുന്നു. എല്ലാ കറക്കങ്ങളും അപ്രദക്ഷിണ ദിശയിൽ ആണ്. സൂര്യനും അതേദിശയിൽ സ്വയം കറങ്ങുന്നു. ഗ്രഹപരിക്രമണ തലങ്ങളുടെ കൂടിയ ചരിവ് 6^0യ്ക്കടുത്താണ്. ഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്വയംഭ്രമണവും അപ്രദക്ഷിണമാണ്, ശുക്രനും യുറാനസും കഴികെ. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ചുറ്റുന്നതും സ്വയം കറങ്ങുന്നതും ഇതേദിശയിലാണ്. രണ്ടിനും വേണ്ടത് $27^1/_3$ ദിവസം. എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളുടെയും ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ചുറ്റുന്നതും അപ്രദിക്ഷിണമായാണ്, അപൂർവം ചിലതൊഴികെ. ചന്ദ്രൻ മന്ദഗതിയിൽ ഭൂമിയിൽ നിന്നകലുന്നുണ്ട്, ഒരു വർഷം 3 സെ.മീ. എന്ന നിരക്കിൽ സൂര്യനു സമീപമുള്ള 4 ഗ്രഹങ്ങൾ - ബുധൻ, ശുക്രൻ, ഭൂമി, ചൊവ്വ ഇവ ഏതാണ്ടൊരേ സ്വഭാവമുള്ള ചെറുഗ്രഹങ്ങളാണ് പുറത്തു പാറയും കാമ്പിൽ ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ മുതലായ ലോഹങ്ങളും. വിദൂരഗ്രഹങ്ങൾ-വ്യാഴം, ശനി, യുറാനസ്, നെപ്റ്റ്യൂൺ-ഭീമൻ വാതകഗോളങ്ങളാണ്. ചൊവ്വയ്ക്കും വ്യാഴത്തിനും ഇടയിൽ ഛിന്നഗ്രഹങ്ങൾ അനേകായിരമുണ്ട്. നെപ്റ്റ്യൂണിനപ്പുറം പ്ലൂട്ടോയെപ്പോലുള്ള കുള്ളൻ ഗ്രഹങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെ കുയ്പർ ബെൽറ്റ് കിടക്കുന്നു. കുയ്പ്പർ ബെൽറ്റിനപ്പുറം അതിവിസ്തൃതമായ ഊർട്ട്ക്ലൗഡ് ആണ്. അവിടെ വലിയ ഐസ്പിണ്ഡങ്ങൾ - dirty ice- സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു, കോടിക്കണക്കിനെണ്ണം. ഭൂമിയുടെ പുറംതോട്-ഭൂവൽക്കം-പല പ്ലേറ്റുകളായി വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അവ അടിയിലെ മാഗ്മയിൽ ഒഴുകി നടക്കുമ്പോൾ ഭൂകമ്പങ്ങളും അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. അഗ്നിപർവതങ്ങൾ നിരന്തരം ആവർത്തിക്കുന്നു. ഭൂമിക്ക് കാന്തികമണ്ഡലമുണ്ട്. അതിന്റെ ദിശ ഇടവിട്ട് മാറാറുണ്ട്.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ എല്ലാകാര്യങ്ങളും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടവയാണ്. എങ്ങനെ എന്നു പറയാനുള്ള ഒരു ശ്രമമാണിവിടെ നടത്തുന്നത്.

സൗരയൂഥത്തിന്റെ ഉദ്ഭവം

ആകാശഗംഗയിലെ ഒരു നെബുലയിൽ നിന്ന് ഏതാണ്ട് 500 കോടി വർഷം മുമ്പ് സൗരയൂഥം ഉരുത്തിരിഞ്ഞു എന്നാണ് കരുതപ്പെടുന്നത്. അപ്രദക്ഷിണ ദിശയിൽ, സ്വയം മന്ദഗതിയിൽ ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന ഒരു വൻ വാതക-ധൂളി പടലമായിരുന്നു ആ നെബുല. ഭൂരിഭാഗം ഹൈഡ്രജനും 8-10% ഹീലിയവും ബാക്കി മറ്റു പല മൂലകങ്ങളും അതിൽ അടങ്ങിയിരുന്നു. ഇത്തരം നിരവധി നെബുലകൾ ഇപ്പോഴും മാനത്തുണ്ട്. മൂടുപട നെബുല (Veil Nebula), കുതിരത്തല നെബുല(Horse Head Nebula), ഒറയൺ നെബുല, കഴുകൻ നെബുല (Eagle Nebula) തുടങ്ങിയവ ഉദാഹരണങ്ങൾ. മൂടുപടനെബുല വളരെ നേർത്തതാണ്. മറ്റുള്ളവ സാമാന്യം സാന്ദ്രതയുള്ള, നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു ജന്മം നൽകുന്ന, തന്മാത്രാ മേഘങ്ങൾ (Molecular clouds) എന്ന വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം ഒരു തന്മാത്രാ മേഘമായിരുന്നു നമ്മുടെ പ്രാരംഭ നെബുലയും.

തന്മാത്രാ മേഘങ്ങളിൽ ചിലയിടങ്ങളിൽ പ്രാദേശികമായി സാന്ദ്രത കൂടുകയോ താപനില കുറയുകയോ ചെയ്യാനിടയായാൽ ചുറ്റുപാടു നിന്നും അവിടേക്ക് പദാർത്ഥം പ്രവഹിക്കുന്നു. അപ്പോൾ അവിടെ സാന്ദ്രത വീണ്ടും കൂടുന്നു, തന്മൂലം ഗുരുത്വാകർഷണവും കൂടുന്നു, അപ്പോൾ അവിടെ സാന്ദ്രത പിന്നെയും കൂടുന്നു; തന്മൂലം ഗുരുത്വാകർഷണവും കൂടുന്നു. അപ്പോൾ പദാർഥം ഒഴുകിയെത്തുന്നത് കൂടുതൽ ദൂരെ നിന്ന്, കൂടുതൽ ശക്തിയോടെ ആകുന്നു. പദാർഥങ്ങൾ അന്യോന്യം കൂട്ടിയിടിച്ച് (ഘർഷണംവഴി) ചൂടാകുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസം-ഗുരുത്വപതനം (Gravitational Collapse) നിലയ്ക്കാതെ തുടരുന്നു. ഏതാണ്ട് 10 k താപനിലയുണ്ടായിരുന്ന, അത്യധികം തണുത്ത നെബുലയുടെ കാമ്പിലെ താപനില ആയിരങ്ങളും ലക്ഷങ്ങളും ഒടുവിൽ 1-2 കോടിയുമായി ഉയരുന്നു. അതോടെ അവിടെ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്യൂഷൻ-4 ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ കൂട്ടിയിടിച്ച് ഹീലിയം ആകുന്ന പ്രക്രിയ-ആരംഭിക്കുന്നു. വൻതോതിൽ ഊർജം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു നക്ഷത്രം ജനിച്ചുകഴിഞ്ഞു. ഇനിയും നക്ഷത്രത്തിൽ എത്താതെ ബാക്കിനിൽക്കുന്ന നെബുലയ്ക്ക് നക്ഷത്രത്തിൽ വന്നുവീഴാൻ കഴിയില്ല, കാരണം പുറത്തേക്ക് ഊർജം പ്രവഹിക്കുന്നതിന്റെ മർദ്ദം (വികി

രണമർദ്ദം) ഉണ്ട്. നക്ഷത്രത്തിനുചുറ്റുമുള്ള നെബുലയിൽ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ വാതകങ്ങളെ വികിരണങ്ങൾ പുറത്തേക്ക് അതിവേഗം തള്ളിനീക്കുന്നു. ഈ പ്രവാഹം ദൂരെയുള്ള അവശിഷ്ട നെബുലയുമായി സംയോജിച്ച് സാന്ദ്രതകൂടുന്ന മേഖലയിൽ അനേകം ഗ്രഹശകലങ്ങൾ (planetesimals) രൂപപ്പെടുന്നു. നെബുല കറങ്ങിയിരുന്ന ദിശയിൽ ഈ ഗ്രഹശകലങ്ങളും കറങ്ങുന്നു. ക്രമേണ അവ അന്യോന്യം കൂടിച്ചേർന്ന് വലുതായി വലുതായി ഗ്രഹമായി മാറുന്നു. ചിലത് ഈ ഗ്രഹത്തിൽ വീഴാതെ അതിനുചുറ്റും ഉപഗ്രഹങ്ങളായി കറങ്ങുന്നു. സൂര്യന്റെ കാര്യത്തിൽ ആദ്യമായി ഇങ്ങനെ രൂപപ്പെട്ട ഗ്രഹ-ഉപഗ്രഹ വ്യവസ്ഥ വ്യാഴത്തിന്റേതാണെന്ന് പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വ്യാഴത്തിനപ്പുറം ഗ്രഹശകലങ്ങൾ രൂപപ്പെടുകയും അവ കൂടിച്ചേർന്ന് ഗ്രഹ-ഉപഗ്രഹ വ്യവസ്ഥകൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്നു. ശനി, യുറാനസ്, നെപ്റ്റ്യൂൺ ഇവയും ഈവിധം രൂപമെടുത്തു. ഇവയിലെല്ലാം ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം, മീതെയ്ൻ, ജലബാഷ്പം തുടങ്ങിയ വാതകങ്ങളാണ് കൂടുതൽ. അതിലും അകലെ, വാതക സാന്ദ്രത താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ മേഖലകളിൽ രൂപപ്പെട്ട ഗ്രഹശകലങ്ങൾ തമ്മിൽ വളരെ അകലമുണ്ടായിരുന്നതുകൊണ്ട് അവയ്ക്ക് കൂടിച്ചേർന്ന് ഗ്രഹങ്ങളാകാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. അവ ഇപ്പോഴും 'ഊർട്ട് മേഘം' എന്ന മേഖലയിൽ സൂര്യനെ ചുറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു-പതിനായിരം കോടിയിലേറെ എണ്ണം വരും ഇവ. ഈ വിദൂരഗ്രഹശകലങ്ങളിൽ 70% ഐസും ബാക്കി ധൂളികളും പാറക്കഷണങ്ങളുമാണ്. സൂര്യനിൽ നിന്ന് നെപ്റ്റ്യൂണിലേക്കുള്ള ദൂരത്തിന്റെ 500-600 ഇരട്ടിയോളം അകലെവരെ ഇവ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നുണ്ടത്രേ.

ഇനി നമുക്കു സൂര്യനു സമീപത്തേക്കുവരാം. സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ വാതകങ്ങൾ ഏറെയും നഷ്ടപ്പെട്ട ഇവിടത്തെ അവശിഷ്ട നെബുലയിൽ സിലിക്കേറ്റ് ധൂളികളും ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ തുടങ്ങിയ ഭാരമേറിയ തന്മാത്രകളും ആണ് ബാക്കിയുള്ളത്. അളവിൽ കുറേയെങ്കിലും ഇവ സൂര്യസമീപത്തെ ഉയർന്ന താപനിലയിലും കൂടിച്ചേർന്ന് ഖരീഭവിക്കുന്നു. പതുക്കെ ഗ്രഹശകലങ്ങളാകാനും അവയ്ക്കു കഴിഞ്ഞു. ഭൂമിയും ശുക്രനും ചൊവ്വയും ഏറ്റവും ഒടുവിൽ ബുധനും ഈ വിധം രൂപംപ്രാപിച്ചു. സ്വാഭാവികമായും ഇവയെല്ലാം ചെറുതും, വാതകങ്ങൾ കുറഞ്ഞതും ആയിരുന്നു. ഗ്രഹശകലങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് വലുതാകുമ്പോൾ ഉള്ളിൽപ്പെട്ടുപോയ വാതകങ്ങൾ മാത്രമേ ഇവയിലുള്ളൂ. അതുതന്നെ സാന്ദ്രതകൂടിയ Co_2, N_2, H_2O മുതലായവ മാത്രം ബുധന് അന്തരീക്ഷമേയില്ല. കുറഞ്ഞ ഗുരുത്വവും കൂടിയ താപനിലയും ആണ് കാരണം. ശുക്രന് സാന്ദ്രത കൂടിയ CO_2 ആവരണമാണുള്ളത്. ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷം തുടക്കത്തിൽ ഇന്നുള്ളതായിരുന്നില്ല, പിന്നീട് മാറിയതാണ്. എങ്ങനെയെന്ന് വഴിയെ. ചൊവ്വ തീരെ ചെറുതായതുകൊണ്ട് വളരെ നേർത്ത അന്തരീക്ഷമേയുള്ളൂ.

സൂര്യനിൽ നിന്ന് ഗ്രഹങ്ങളിലേക്കുള്ള ഏകദേശം ദൂരം കാണാൻ ലളിതമായ ഒരു സൂത്രം ബോഡ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ നിർദ്ദേശിക്കുകയുണ്ടായി. ബോഡ് നിയമം അനുസരിച്ച് ദൂരം d= (N+4)/10 AU (A.U.= Astronomical Unit അഥവാ സൗരദൂരം=15 കോടി കി.മീ.) N=0, 3, 6, 12, 24, 48, 96.... എന്നിങ്ങനെ വിലകൊടുത്താൽ, d = 0.4, 0.7, 1, 1.6, 2.8. 5.2, 10... AU എന്നു കിട്ടും. ഇത് യഥാക്രമം ബുധൻ, ശുക്രൻ, ഭൂമി, ചൊവ്വ,-, വ്യാഴം, ശനി....എന്നിങ്ങനെ നെപ്റ്റ്യൂൺ വരെയുള്ള ഗ്രഹദൂരങ്ങളാണ്. ചൊവ്വയ്ക്കും വ്യാഴത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള ഒഴിവ് ഏറെക്കാലം ശാസ്ത്രജ്ഞരെ കുഴക്കി. ഒടുവിൽ 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ ഛിന്നഗ്രഹങ്ങളെ (Asteroids) ആ മേഖലയിൽ കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞു. എന്തുകൊണ്ടാണ അവിടെ ഗ്രഹം രൂപീകരിക്കപ്പെടാതെ പോയത് എന്ന് ഇന്ന് ഏതാണ്ട് വ്യക്തമാണ്. ഭൂമിയുടെ 1300 ഓളം ഇരട്ടി വലിപ്പവും 318 ഇരട്ടി പിണ്ഡവുമുള്ള വ്യാഴം ആദ്യമേ രൂപീകരിക്കപ്പെട്ടതിനാൽ ഛിന്നഗ്രഹമേഖലയിൽ പിന്നീട് രൂപപ്പെട്ട ഗ്രഹശകലങ്ങളിൽ ഏറിയപങ്കിനെയും അതു പിടിച്ചെടുത്തു. കുറച്ചെണ്ണം രക്ഷപ്പെട്ടത് വ്യാഴത്തെ ഏറെ സമീപിക്കാത്തവയാണ്. വ്യാഴത്തിനു മുന്നിലും പിന്നിലുമായി നിശ്ചിത അകലത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ലഗ്രാഞ്ചിയൻ സ്ഥാനങ്ങളിൽ, വ്യാഴത്തിനു തുല്യവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ട്രോജൻ ഛിന്നഗ്രഹങ്ങളും ദീർഘവൃത്തത്തിൽ സൂര്യനെചുറ്റുന്ന കുറെയെണ്ണവുമാണ് ഇങ്ങനെ രക്ഷപ്പെട്ടത്. ചൊവ്വ ഇത്ര ചെറുതായി പോയതിനുകാരണവും വ്യാഴത്തിന്റെ പിടിച്ചുപറിയാണ്.

എല്ലാ ഗ്രഹശകലങ്ങളെയും വ്യാഴം പിടിച്ചെടുക്കുക മാത്രമല്ല ചെയ്തത്. കുറെയെണ്ണത്തെ വലിച്ചെടുത്ത്, കശക്കി ദൂരേക്ക് എറിയുകയും ചെയ്തു. കുയ്പ്പർ ബെൽറ്റിലെ വസ്തുക്കളിൽ വലിയൊരു പങ്ക് ഇങ്ങനെ എത്തിയവയാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു.

ഇപ്പോൾ കുറേ കാര്യങ്ങൾ വ്യക്തമാണ്. എന്തുകൊണ്ടാണ് സൗരയൂഥവസ്തുക്കളെല്ലാം അപ്രദക്ഷിണദിശയിൽ കറങ്ങുന്നത്? ആദിമ നെബുലയുടെ കറക്കമാണവയ്ക്കു കിട്ടിയത്. വിശാല നെബുല ചുരുങ്ങുമ്പോൾ കറക്കത്തിന്റെ വേഗം കൂടും (കോണീയ സംവേഗം-angular momentum സംരക്ഷിക്കാൻ). ചില ഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്വയംഭ്രമണദിശ വ്യത്യ

സ്തമായത് പിൽക്കാലത്ത് നടന്ന ഏതോ കൂട്ടിയിടി കാരണമാകാം. വിദൂരഗ്രഹങ്ങൾ വാതകഗോളങ്ങളായതിന്റെയും സമീപഗ്രഹങ്ങൾ പാറയും ഇരുമ്പും മറ്റുമടങ്ങിയ ഉറച്ച വസ്തുക്കളായതിന്റെയും കാരണവും വ്യക്തമാണ്. ഗുരുത്വാകർണം കാരണം നെബുല ചുരുങ്ങുമ്പോൾ, കറക്കത്തിന്റെ ദിശയിൽ അപകേന്ദ്രബലം (Centrifugal force) പ്രവർത്തിക്കുന്നതു കൊണ്ട് വേഗം സങ്കോചം നടക്കുക അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും. അങ്ങനെ നെബുല ഒരു ഡിസ്ക് രൂപം കൈക്കൊള്ളും. തുടർന്നാണ് നക്ഷത്രരൂപീകരണം നടക്കുക. ബീറ്റാ പിക്റ്റോറിസ് എന്ന പ്രാഗ് നക്ഷത്രത്തിനു ചുറ്റും 1000 AU വ്യാസാർധത്തിൽ ഈ ഡിസ്കു കാണാം. അവിടെ ഗ്രഹരൂപീകരണം നടക്കുകയാണ്. സൗരയൂഥം രൂപംകൊണ്ട ഡിസ്കിന്റെ കനവും ഗ്രഹപഥങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ചരിവും (എകദേശം 6^{0} വരെ) തമ്മിൽ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഊർട്ട് ക്ലൗഡ് വസ്തുക്കൾ കറങ്ങുന്നത് ഈ തലത്തിൽ മാത്രമല്ല, എല്ലാ ദിശയിലുമാണ്.

ചന്ദ്രനും ഭൂമിയും.

ചന്ദ്രന്റെ ഉത്ഭവം സംബന്ധിച്ച് ഇപ്പോഴും തീർത്തും സ്വീകാര്യമായ ഒരു സിദ്ധാന്തം ഇല്ല. ഒരേ നെബുലയിൽ നിന്ന് ഇരട്ട പിറന്നതാകാം (പക്ഷേ പദാർഥഘടന വളരെ വ്യത്യസ്തമാണ്). അലഞ്ഞുനടന്ന ഒരു ഗോളത്തെ (ഉദാ: ഛിന്നഗ്രഹത്തെ) പിടിച്ചെടുത്തതാകാം (എങ്കിൽ അതിന്റെ ഗതികോർജം എങ്ങനെ നഷ്ടപ്പെട്ട ഭൂമിയുടെ വരുതിയിൽ വന്നു?) ഇങ്ങനെ പല ആശയങ്ങളും ഉണ്ട്. കൂടുതൽ സ്വീകാര്യമായിട്ടുള്ളത് ഇതാണ്: ചൊവ്വയുടെയത്ര പിണ്ഡമുള്ള ഒരു വസ്തു ഭൂമിയെ സ്പർശിച്ച് കടന്നുപോയി. ഉരുകിയ ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ചിതറിയ പദാർഥങ്ങൾ പരസ്പരം പിടിച്ചെടുത്ത് ഒന്നായി ചന്ദ്രനായിത്തീർന്നു. ഭൂമിയുടെ ഇരുമ്പടങ്ങിയ കാമ്പ് രൂപപ്പെട്ട ശേഷമായതുകൊണ്ടാണ് ചന്ദ്രനിൽ അത്തരം വസ്തുക്കൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നത്.

രൂപംകൊണ്ടത് എങ്ങനെയാണെങ്കിലും രണ്ടുകാര്യങ്ങൾ വ്യക്തമാണ്. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിക്കൊരു ബ്രേക്ക് ആണ്; ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയിൽ നിന്നകലുകയാണ്. രണ്ടിനും കാരണം വേലിയേറ്റ ബലമാണ്. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയുടെ ഏതു ഭാഗത്തിനു മുകളിലാണോ, ആ ഭാഗം കടലാണെങ്കിൽ മീറ്ററുകളോളം ഉയരും; കരയാണെങ്കിൽ 20 സെ.മീ. വരെ ഉയരും. ചന്ദ്രന്റെ അഭിമുഖമായ ഭാഗവും ഉയരും. ഭൂമി കറങ്ങുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ഉയർന്ന ഭാഗത്തെ ചന്ദ്രൻ പിന്നിലേക്ക് വലിക്കും. ഇതുമൂലം ഘർഷണം വഴി ഭൂമിക്ക് ഭ്രമണോർജം നഷ്ടപ്പെടും. കറക്കം പതുക്കെയാകും. ഒരു നൂറ്റാണ്ടിൽ 0.0015 സെ. വച്ച് ദിവസത്തിന്റെ നീളം കൂടും. 44 കോടി വർഷം മുമ്പ് ദിവസത്തിന്റെ നീളം 21.5 മണിക്കൂറും 27 കോടി വർഷംമുമ്പ് 22.8 മണിക്കൂറും (വർഷത്തിന് യഥാക്രമം 407 ദിവസവും 384 ദിവസവും) ആയിരുന്നു എന്നു പവിഴപ്പുറ്റുകളിലെ പഠനം കാണിക്കുന്നു.

ഭൂമിയുടെ വേലിയേറ്റ ഭാഗം കറങ്ങുമ്പോൾ ചന്ദ്രന് കിട്ടുന്നത് മുന്നോട്ട് ഒരു തള്ളൽ (അല്പം ത്വരണം) ആണ്. വേഗം കൂടുമ്പോൾ അകന്നുപോകും. - ഒരു വർഷം 3 സെ.മീ. വെച്ച്. ചാന്ദ്രമാസത്തിന്റെ നീളം നൂറ്റാണ്ടിൽ 0.014 സെ. വെച്ച് വർധിക്കുന്നു.110 കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞാൽ ചന്ദ്രന്റെ പൂർണനിഴൽ ഭൂമിയിലെത്തില്ല, പൂർണ സൂര്യഗ്രഹണം ഉണ്ടാകില്ല, എന്നാണിതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഭൂദിനവും ചാന്ദ്രമാസവും (ഇന്നത്തെ) 47 ദിവസത്തിനുതുല്യമാകുന്ന ഒരു ഘട്ടം ഉണ്ടാകുമെന്നും അപ്പോൾ ചന്ദ്രന്റെയും ഭൂമിയുടെയും ഒരേ മുഖമാവും അന്യോന്യം അഭിമുഖമായി വരിക എന്നും കണക്കാക്കുന്നു. അപ്പോൾ ചന്ദ്രോദയം എന്നൊന്നുണ്ടാവില്ല. ഇതേ വേലിയേറ്റബലം തന്നെയാണ് ചന്ദ്രന്റെ സ്വയംഭ്രമണ കാലവും പരിക്രമണകാലവും തുല്യം ($27\ ^{1}/_{3}$ ദിവസം) ആക്കിയത്.

ഭൂമിയ്ക്കെന്തു സംഭവിച്ചു.

ഇനി നമുക്കു ഭൂമിയുടെ ജീവചരിത്രം ഒന്നു പരിശോധിക്കാം. ധാരാളം ഗ്രഹശകലങ്ങൾ ചേർന്ന ഒരു കൂട്ടമായാണ് ഭൂമി രൂപപ്പെട്ടത്. അവ തമ്മിലിടിച്ചു ചേരുമ്പോൾ ഇടിക്കുന്ന ഭാഗംമാത്രം ഉരുകി ഒന്നാകും; മൊത്തം ഉരുകില്ല. ഭൂമിയുടെ പിണ്ഡം പരിഗണിക്കുമ്പോൾ, പിടിച്ചെടുക്കൽ വഴി എത്താവുന്ന പരമാവധി താപനില 1500 ഡിഗ്രിക്കടുത്താണ്. ഇരുമ്പും സിലിക്കേറ്റും മറ്റും ഉരുക്കാൻ ഇതുപോരാ. ചുരുക്കത്തിൽ, ഭൂമിഉണ്ടായത് ഉരുകിയ അവസ്ഥയിലല്ല. ഉരുകിയതു പിന്നീടാണ്. എങ്ങനെ?

പിടിച്ചെടുത്ത ഗ്രഹശകലങ്ങളിൽ ധാരാളം റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥങ്ങൾ (യുറാനിയം, തോറിയം മുതലായ ആയുസ്സുകൂടിയവയെ കൂടാതെ ആയുസ്സുകുറഞ്ഞ പദാർത്ഥങ്ങളും) ഉണ്ടായിരുന്നു. അവ നിരന്തരം ഊർജം പുറത്തുവി

ട്ടു. ഉള്ളിൽനിന്നാണ് ഭൂമി ഉരുകിത്തുടങ്ങിയത്. ഉരുകിയ ഗ്രഹശകലങ്ങളിലെ ഇരുമ്പു മുതലായ ഭാരമേറിയ വസ്തുക്കൾ കാമ്പിലേക്ക് ഊർന്നിറങ്ങി. ഉപരിമാന്റിലിൽ ഉരുകിയ പാറയും (സിലിക്കേറ്റ്) കുറേയൊക്കെ ഭാരിച്ച മൂലകങ്ങളും അവശേഷിച്ചു. ഏറ്റവും പുറംഭാഗം ഉരുകിയില്ല. ഉള്ളിൽ മർദം കൂടിയപ്പോൾ പുറംഭാഗം പൊട്ടിച്ച് മാഗ്മ പുറത്തുവന്നു. മാഗ്മ മൂടി ഉള്ളിലായ പുറംഭാഗം പതുക്കെ ഉരുകി (മെഴുകുപ്രായത്തിൽ). ക്രമേണ ഭൂവല്ക്കം രൂപപ്പെട്ടു. (മുഖ്യമായും ആഗ്നേയശിലകളും ഭാഗികമായുരുകിയ ഗ്രഹശകലഭാഗങ്ങളും ചേർന്ന്). ഇപ്പോഴും ഭൂവല്ക്കത്തിൽ ഓരോ ഇടത്ത് കുഴിച്ചാൽ ഇരുമ്പ്, അലൂമിനിയം.... മുതലായവയുടെ ധാതുക്കൾ കിട്ടുന്നത് ഇക്കാരണത്താലാണ്.

ഭൂമിയ്ക്കുള്ളിൽ ഇപ്പോഴും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി മൂലമുള്ള താപനം നടക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഇടയ്ക്കിടെ അഗ്നിപർവതങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നത്. പ്ലേറ്റ് ടെക്റ്റോണിക്സിനുകാരണവും ഇതുതന്നെയാണ്. ഭൂവല്ക്കത്തിനുതാഴെ മാന്റിലിന്റെ ഉപരിഭാഗമായ, ഭാഗികമായി ഉരുകിയ അവസ്ഥയിലുള്ള, ഈസ്തനോസ്ഫിയർ ആണുള്ളത് (ഏകദേശം 250 കി.മീ. കനത്തിൽ). റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റിമൂലം ചൂടുപിടിച്ച് ഉരുകിയ ഭാഗം അടിയിൽ നിന്ന് ഉയർന്നുവരികയും താരതമ്യേന തണുത്തഭാഗം ചുവടേക്കുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സംവഹനപ്രവാഹം അഥവാ അപ്‌വെല്ലിംഗ് ആണ് ഭൂവല്കത്തെ പിളർത്തുന്നതും ചലിപ്പിക്കുന്നതും. പ്ലേറ്റുകൾ കൂട്ടിമുട്ടുന്നിടത്ത് ഭൂചലനവും അകലുന്നിടത്ത് അഗ്നിപർവതനിരകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

ഭൂമിയെ ജീവികളുള്ള ഒരു ഗ്രഹമാക്കി മാറ്റിയതിൽ അഗ്നിപർവതങ്ങൾ വലിയ പങ്കാണ് വഹിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഭൂമി ഉണ്ടായ ഘട്ടത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന അന്തരീക്ഷഘടന വ്യക്തമായറിയില്ല. ഒരുപക്ഷേ ഹൈഡ്രജനും മീഥെയ്നും ഒക്കെ ആയിരിക്കാം. തുടർന്ന് സംഭവിച്ച അഗ്നിപർവതങ്ങളിലൂടെ വലിയ അളവിൽ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, നൈട്രജൻ, ജലബാഷ്പം ഇവ പുറത്തുവന്നു. ഇത് outgassing എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ജലബാഷ്പം മഴയായിപെയ്ത് ഭൂമിയെ തണുപ്പിച്ചു; കടലുകളുണ്ടായി. Co_2 ധാരാളം ജലത്തിൽ ലയിച്ചു. ജീവന്റെ ആധാരമായ അമിനോ ആസിഡുകളുടെ രൂപീകരണത്തിൽ ഇടിമിന്നലും അഗ്നിപർവതവുമെല്ലാം പങ്കുവഹിച്ചുകാണുമെന്നും ഊഹിക്കുന്നു. എന്തായാലും ആദ്യകാലത്തുണ്ടായത് അനീറോബിക് ജീവകോശങ്ങളായിരിക്കണം. ഹരിതകത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടെയാണ് Co_2 നെ ഓക്സിജനാക്കിമാറ്റുന്ന പ്രവർത്തനം തുടങ്ങിയതും അന്തരീക്ഷഘടനമാറി 20% ഓക്സിജൻ ആയതും വായുശ്വസിക്കുന്ന ജീവജാലങ്ങൾ ഉരുത്തിരിഞ്ഞുവന്നതും. ഇപ്പോഴും ഭൂമിയുടെ കടലുകൾക്കു ജലം നല്കുന്ന ധർമം അഗ്നിപർവതങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട്. ബാഷ്പീകരണം വഴി അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തുന്ന ബാഷ്പത്തിൽ ചെറിയൊരംശം ബഹിരാകാശത്തേക്കു നഷ്ടപ്പെടുന്നുണ്ട്. (ജലബാഷ്പത്തിനു സാന്ദ്രത വായുവിനേക്കാൾ കുറവാണല്ലൊ) ഈ നഷ്ടം നികത്തുന്നത് അഗ്നിപർവതങ്ങളാണ്. കടലിൽ ആകെയുള്ള ജലത്തിന്റെ 7 ഇരട്ടി ഭൂമിക്കുള്ളിൽ ഉണ്ടെന്നാണു കണക്കാക്കുന്നത്. ഭൂമിയുടെ കാന്തികക്ഷേത്രവും ഭൂമിക്കുള്ളിൽ നടക്കുന്ന ഡയനാമോ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമാണ്. ഭൂമി മൊത്തത്തിൽ സ്വയംഭ്രമണം നടത്തുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഉൾക്കാമ്പും പുറത്തെ കാമ്പും തമ്മിൽ ചെറിയ ഒരു ഭ്രമണവേഗവ്യത്യാസം (Differential rotation) നിലനില്ക്കുന്നതായി കണക്കാക്കുന്നു. അയണീകരിച്ച ലോഹത്തിന്റെ ഈ ആപേക്ഷികപ്രവാഹം (ലക്ഷക്കണക്കിന് ആംപിയർ വൈദ്യുതി) സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഡയനാമോ പ്രഭാവമാണ് ഭൂകാന്തികതയ്ക്കു കാരണം. ഭൂമിയുടെ കാന്തികധ്രുവം ഏതാനും ലക്ഷം വർഷം കൂടുമ്പോൾ ദിശമാറുന്നു (തെക്കും വടക്കും ധ്രുവങ്ങൾ അന്യോന്യം മാറുന്നു). ഭൂഭ്രമണവേഗവ്യത്യാസം തിരിച്ചാവുന്നതാണ് കാരണം. 30,000 വർഷം മുമ്പാണ് ഒടുവിൽ ദിശമാറിയതത്രെ.

സൂര്യൻ ഒരു ഒന്നാം സമഷ്ടി (population-I) താരം

സൗരയൂഥം രൂപംകൊണ്ട നെബുലയിൽ പ്രകൃതിയിലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നതുകൊണ്ടാണല്ലോ ഭൂമിയിലും അതൊക്കെ കാണപ്പെടുന്നത്. എന്നാൽ പ്രപഞ്ച വിജ്ഞാനീയം പറയുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ തുടക്കത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഹീലിയവും മാത്രമേ കാര്യമായി സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടുള്ളു എന്നാണ് മറ്റു മൂലകങ്ങൾ നിർമിക്കപ്പെടുന്നത് നക്ഷത്രക്കാമ്പിലാണ്. ഹൈഡ്രജൻ ഫ്യൂഷൻവഴി ഹീലിയവും, ട്രിപ്പിൾ ഹീലിയം ഫ്യൂഷൻ വഴി കാർബണും ഒരു ഹീലിയവും കൂടിച്ചേർന്ന് ഓക്സിജനും, r-പ്രക്രിയ, s-പ്രക്രിയ ഇവയിലൂടെ മറ്റുമൂലകളും (ഇരുമ്പുവരെയുള്ളവ) സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. സൂപ്പർ നോവ സ്ഫോടനത്തിലാണ് ബാക്കിയുള്ളവ ജന്മമെടുക്കുന്നത്. അവ ചുറ്റും ചിതറി നക്ഷത്രാന്തര ധൂളിയായി മാറുന്നു. അതിഭീമൻ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്യൂഷൻ ആരംഭിച്ച് അധികകാലം കഴിയുംമുമ്പേ പൊട്ടിത്തെറിക്കും. ചിതറിത്തെറിക്കുന്ന നെബുലയിൽ ധാരാളം ഹൈഡ്രജനും എല്ലാമൂലകങ്ങളും ഉണ്ടാകും. ഇതിൽനിന്ന്

പുതിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ ജനിച്ചെന്നുവരാം. നമ്മുടെ സൂര്യൻ അത്തരം ഒരു രണ്ടാം തലമുറ (population-I) നക്ഷത്രമാണെന്നു വേണം കരുതാൻ. നെബുലയിലെ ഓക്സിജൻ ഒരിക്കലും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ നിൽക്കില്ല. കാർബണുമായി ചേർന്ന് CO_2, ഹൈഡ്രജനുമായി ചേർന്ന് H_2O തുടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകും. സൗരയൂഥത്തിൽ (പ്രപഞ്ചത്തിലും) CO_2, H_2O, സിലിക്കേറ്റുകൾ എന്നിവ ധാരാളമായുണ്ട്. സൗരയൂഥത്തിൽ, സൂര്യനിൽ നിന്നകലെയാണ് H_2O ഏറ്റവും കൂടുതൽ.

ധൂമകേതുക്കളും ഉൽക്കകളും

ഊർട്ട് ക്ലൗഡിൽ കറങ്ങുന്ന അശുദ്ധ ഹിമഗോളങ്ങളോ കുയ്പ്പർ ബെൽറ്റിലെ വസ്തുക്കളോ ആണ് ഏറെയും ധൂമകേതുക്കളായി മാറുക. ഏതെങ്കിലും വിക്ഷോഭങ്ങൾ മൂലം (ആ മേഖലയ്ക്കു സമീപത്തുകൂടി ഒരു വലിയ വസ്തു കടന്നുപോയാൽ മതി) ഊർട്ട് ക്ലൗഡിൽനിന്ന് വസ്തുക്കൾ ചിതറിപ്പോകും. ചിലത് സൗരയൂഥത്തിനു പുറത്തേക്ക്, ചിലത് ഉള്ളിലേക്ക്. ചിലത് സൂര്യനിൽ ചെന്നുവീഴാം. ചിലതു വഴിക്ക്, വ്യാഴത്തിന്റെയോ മറ്റു ഭീമൻമാരുടെയോ സ്വാധീനത്തിൽ വഴിമാറി, അതിദീർഘവൃത്തത്തിൽ സൂര്യനെചുറ്റാം. ഇങ്ങനെ ചുറ്റുന്നവ സൂര്യനെ സമീപിക്കുമ്പോൾ, സൗരവാതവും വികിരണവുമേറ്റ് അവയിലെ ഐസ് ബാഷ്പമാവുകയും ധൂളികൾ സ്വതന്ത്രമാവുകയും ചെയ്യും. വികിരണ മർദ്ദമേറ്റ് അവ പിന്നിലേക്ക് (സൂര്യന് എതിർദിശയിൽ) തള്ളപ്പെട്ട് വാലായി മാറുന്നു. ഒരു ഹൈഡ്രോക്സിൽവാലും ഒരു ധൂളിവാലും. ഇതാണ് ധൂമകേതു (വാൽനക്ഷത്രം). സൂര്യനടുത്തെത്തുമ്പോൾ വാലിനു നീളം കൂടും. ഉദാ. ഹാലി ധൂമകേതു 20 കി.മീ. ഓളം വലിപ്പമുള്ള ഐസ് പിണ്ഡമാണ്. അതു സൂര്യനെ ചുറ്റാൻ 76 കൊല്ലം എടുക്കും. സൂര്യനടുത്ത് 9 കോടി കി.മി. വരെയും അകലെ 500 കോടിയിലധികം കി.മീ. വരെയും ആണ് പഥദൈർഘ്യം. വാലിന് അനേകകോടി കി.മി. (ഭൂപഥം വരെ) നീളം കാണും. ധൂമകേതുക്കൾ വാലുമായി സഞ്ചരിക്കുകയല്ല; അവയിൽ നിന്നുള്ള ബാഷ്പപ്രവാഹമാണ് വാല്. ധൂമകേതു പോയ വഴിക്ക് പദാർഥങ്ങൾ ചിതറിക്കിടക്കും. ആ വഴി ഭൂമി കടന്നുപോകുമ്പോൾ അവ ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിച്ച് കത്തും. ഇതാണ് ഉൽക്കാവർഷം. ഓരോ തവണയും 2% ഓളം പദാർഥം നഷ്ടപ്പെടും. ഐസ് തീരുന്നതോടെ വലിയ പാറകളും മറ്റും സ്വതന്ത്രമാകും. ഇവ വലിയ ഉൽക്കകൾ (meteorites) ആയി ഭൂമിയിൽ പതിക്കാം. ചിലപ്പോൾ ധൂമകേതുക്കൾ തന്നെ ഭൂമിയിൽ പതിക്കാം. ഉദാ. റഷ്യയിലെ തുങ്കുഷ്ക.

ഭൗമേതര ജീവന്റെ സാധ്യത

Dr.ഗോഡ്ഫ്രെ ലൂയിസ്

(പ്രോ-വൈസ് ചാൻസിലർ, CUSAT, കൊച്ചി)

നമ്മൾ ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഒറ്റക്കാണോ? ഈ കാണുന്ന ഭൂമിയില്ലാതെ മറ്റു സ്ഥലങ്ങളിൽ ജീവികളുണ്ടോ? ജീവൻ എങ്ങനെയാണ് ഉണ്ടായത്? അത് ഭൂമിയിൽ തന്നെ ഉണ്ടായതാണോ ? അതോ ഭൂമിക്ക് പുറത്ത് നിന്നും വന്നതാണോ? മനുഷ്യൻ എല്ലാക്കാലത്തും ചോദിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതും പൂർണ്ണമായ ഉത്തരം കിട്ടാത്തതുമായ ചോദ്യങ്ങളാണ് ഇതെല്ലാം. ഇതിൽ ഭൂമിക്ക് പുറത്ത് ജീവനുണ്ടോ എന്ന ചോദ്യമാണ് ഇവിടെ പരിശോധിക്കുന്നത്. ഭൂമിക്ക് പുറത്തുള്ള ജീവന്റെ സാധ്യത പരിശോധിക്കുന്നതിന് മുൻപ് ഭൂമിയിൽ കാണുന്ന ജീവനെപ്പറ്റി അല്പം മനസ്സിലാക്കാം. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ വളരെ വൈവിധ്യമാർന്ന തരം ജീവജാലങ്ങളാണ് ഭൂമിയിൽ കാണുന്നത്. സമുദ്രത്തിലെ ഭീമൻ തിമിംഗലങ്ങൾ, കരയിലെ വൻ മൃഗങ്ങൾ, ആകാശത്തിലെ പറവകൾ, കാട്ടിലെ വൻ വൃക്ഷങ്ങൾ, കരയിലും കടലിലും ജീവിക്കുന്ന അനേകതരം ചെറുജീവികൾ, മറ്റ് സസ്യജാലങ്ങൾ ഇവയെല്ലാം മനുഷ്യ നേത്രങ്ങൾക്ക് ഗോചരമായ ജീവികളാണ്. ഇതിനെക്കാൾ അനേകമടങ്ങ് വരുന്നവയാണ് കണ്ണുകൊണ്ട് നേരിട്ട് കാണാൻ കഴിയാത്ത ബാക്ടീരിയ ഉൾപ്പെടെയുള്ള സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ. മരുഭൂമിയിലെ ഉയർന്ന താപത്തിലും ധ്രുവങ്ങളിലെ കൊടുംതണുപ്പിലും ജീവിക്കാൻ പഠിച്ച ജീവികളെ ഭൂമിയിൽ കാണാം.

ഭൂമി ഉണ്ടായിട്ട് ഇപ്പോൾ ഏതാണ്ട് 450 കോടി വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞു എന്നാണ് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളുടെ തുടർച്ചയായപൊട്ടിത്തെറികളും, കിലോമീറ്ററുകൾ വലിപ്പമുള്ള അസ്റ്ററോയിഡ്കളുടെ പതനങ്ങളും കൊണ്ട് കലുഷിതമായിരുന്ന ഭൂമി ഒന്നടങ്ങിയത് ഏതാണ്ട് 400 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പാണ്. 380 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് തന്നെ ഭൂമിയിൽ ജീവൻ ഉണ്ടായിരുന്നു എന്നാണ് ഗ്രീൻലാന്റിൽ കണ്ടെത്തിയ പുരാതനശിലകളിൽ നടത്തിയ കാർബൺ അയ്സോ

ടോപ്പ് പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ആസ്ത്രേലിയയിൽ നടന്ന ചില പുതിയ പഠനങ്ങൾ 400 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് തന്നെ ഭൂമിയിൽ ജീവൻ ഉണ്ടായിരിന്നു എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് ജീവന് അനുകൂലമായ ഒരു സാഹചര്യം ഉണ്ടായപ്പോൾ തന്നെ ഭൂമിയിൽ ജീവൻ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു എന്ന് കാണാം. ഈ ജീവൻ ഭൂമിയിൽ തന്നെ സ്വയം ഉണ്ടായതാണോ അതോ ഭൂമിക്ക് പുറത്ത് നിന്നും വന്നതാണോ എന്ന ചോദ്യം അവശേഷിക്കുന്നു. ആദ്യകാലത്ത് ഭൂമിയിലുണ്ടായിരുന്നത് വെറും സൂക്ഷ്ജീവികൾ മാത്രമാണെന്നാണ് പഠനങ്ങൾ കാണിക്കുന്നത്. ജീവനെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കുന്നതിൽ ഒരു വൻകാൽവെയ്പ്പായിരുന്നു ഡാർവിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തം. ജീവികൾക്ക് നിരന്തരമായി പരിണാമം സംഭവിക്കുന്നു. അങ്ങനെ പുതിയതരം ജീവികൾ ഉണ്ടാകാമെന്നും അവയിൽ ഓരോ സാഹചര്യത്തിലും യോഗ്യമായവ മാത്രം നിലനിൽക്കും എന്നുമാണ് ഡാർവിന്റെ സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത്. ഈ സിദ്ധാന്തം അനുസരിച്ച് കോടിക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ നീണ്ട പരിണാമ പ്രക്രിയയിലൂടെയാണ് സൂക്ഷ്മ ജീവികളിൽ നിന്നും മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള ഭൂമിയിൽ കാണുന്ന എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും ഉണ്ടായത്. ഇപ്പോൾ ഭൂമിയിലുള്ളതിനെക്കാൾ അനേകമടങ്ങ് വിവിധതരം ജീവജാലങ്ങളാണ് ഈ പരിണാമ പ്രക്രിയക്കിടയിൽ ഭൂമിയിൽ വന്നുപോയത്. ജീവനെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവിന്റെ മറ്റൊരു സുപ്രധാന നാഴികക്കല്ലായിരുന്നു ഡി. എൻ.എ-യുടെ കണ്ടുപിടിത്തം. ജീവികളുടെ ഓരോ കോശത്തിലുമുള്ള ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളിൽ സംഭരിച്ചിരിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണ് ജീവികളുടെ ഘടന മാറുന്നതെന്ന് ശാസ്ത്രം കണ്ടെത്തി.

കോശങ്ങൾ വിഘടിച്ച് രണ്ടാകുമ്പോൾ ഡി.എൻ.എ-യുടെ പകർപ്പുകൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെ പുതിയതായി ഉണ്ടാകുന്ന ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രയിൽ ശേഖരിച്ചിരിക്കുന്ന ജനിതകവിവരങ്ങൾക്ക് ചിലപ്പോൾ തെറ്റുകൾ വരാം. ഇത്തരം തെറ്റുകൾ ചിലപ്പോൾ ജീവിക്ക് ഗുണകരമാകുമെങ്കിൽ അത്തരം ജീവികൾ നിലനിൽക്കാൻ സാധ്യത കൂടുന്നു. പരിണാമം ഇത്തരത്തിൽ സംഭവിക്കാം. ജനിതക വിവരങ്ങൾ വൈറസ്സുകൾ വഴിയോ മറ്റു രീതികളിലോ ജീവികൾ തമ്മിൽ കൈമാറുന്നതിലൂടെയും പരിണാമം സംഭവിക്കാമെന്ന് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. അങ്ങനെ ഡാർവിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തത്തിന് ഡി. എൻ.എ-യുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെ കൂടുതൽ ശാസ്ത്രീയാടിത്തറ ഉണ്ടായി.

ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജീവികളും ഒന്നിൽ നിന്ന് പരിണാമം ചെയ്ത് ഉണ്ടായതാണെന്ന വാദത്തിന് ശക്തിയായ തെളിവുകളാണ് ഇപ്പോഴുള്ളത്. എന്താണ് ഈ തെളിവുകൾ എന്ന് പരിശോധിക്കാം. ജീവികളുടെ ജനിതകവിവരങ്ങൾ ഒരു ഗുപ്തഭാഷയിൽ ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇത് വിവർത്തനം ചെയ്താണ് കോശങ്ങളിൽ പല പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ പ്രോട്ടീനുകൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്. പലതരം പ്രോട്ടീനുകളുടെ ഒന്നിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനഫലമായാണ് കോശങ്ങൾക്ക് പലതും ചെയ്യാനാകുന്നത്. ഭൂമിയിലുള്ള എല്ലാ ജീവകോശങ്ങളും ഡി.എൻ.എ-യും പ്രോട്ടീനുമുപയോഗിച്ചുള്ള ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഡി.എൻ.എ-യിൽ ജനിതകവിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചുവെയ്ക്കാൻ പല ഗുപ്തഭാഷകളും ഉപയോഗിക്കാമെന്നിരിക്കെ ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജീവികളും ഒരേ ഗുപ്തഭാഷയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പലതരം അമിനോ ആസിഡ് തന്മാത്രകൾ അടുക്കി ഘടിപ്പിച്ചാണ് ജീവകോശങ്ങളിൽ പ്രോട്ടീനുകൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്. അനേകം അമിനോ ആസിഡുകൾ ഉണ്ടായിട്ടും അതിൽ 20 എണ്ണം മാത്രമേ ഭൂമിയിലെ ജീവൻ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളു.

ഇടത് കൈയും വലത് കൈയും വ്യത്യസ്ഥമായിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒരേ തന്മാത്ര തന്നെ ഇടതുതരവും വലതുതരവും ഉണ്ടാകാം. ഇടതുതരമോ വലതുതരമോ മാത്രമായിട്ടുള്ള അമിനോ ആസിഡ് തന്മാത്രകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രോട്ടീൻ രണ്ടുതരത്തിൽ നിർമ്മിക്കാമെന്നിരിക്കെ ഇടതുതരം മാത്രമാണ് ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജീവനും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതുപോലെ തന്നെ പലതരം ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകൾമാത്രമാണ് ഭൂമിയിലെ ജീവൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതിൽ നിന്നെല്ലാം തെളിയുന്നത് ഭൂമിയിലെ ജീവനെല്ലാം ഏതോ ഒരു സൂക്ഷ്മ ജീവിയിൽ നിന്നും പരിണാമം ചെയ്ത് ഉണ്ടായതാണെന്നാണ്. എന്നാൽ ഈ ആദ്യ ജീവി എവിടെനിന്നുണ്ടായി എന്ന ചോദ്യത്തിന് വ്യക്തമായ ഉത്തരം ഇല്ല. ഈ ആദ്യ ജീവി രാസപരിണാമങ്ങളുടെ ഫലമായി ഭൂമിയിൽ തനിയെ ഉണ്ടായതാണോ? അതോ ഈ ജീവിയോ അതിന്റെ പൂർവ്വികരോ ഭൂമിക്ക് പുറത്ത് നിന്നും ഇവിടെ എത്തിയതാണോ? രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വഴി ജീവൻ എങ്ങനെയുണ്ടാകാമെന്ന് ഇതുവരെ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല. ജൈവ തന്മാത്രകൾ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടാലും അതിസങ്കീർണ്ണമായ ജനിതകവിവരങ്ങൾ എങ്ങനെ തനിയെ ഉണ്ടാകും എന്ന ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരമില്ല. രാസവസ്തുക്കളിൽ നിന്നും ജീവകോശം ഉണ്ടായ പ്രക്രിയക്ക് വളരെ നീണ്ട ചരിത്രമുണ്ടെന്ന് അനുമാനിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. വളരെ ചുരുങ്ങിയ സമയംകൊണ്ട് ഭൂമിയിൽ ജീവൻ തനിയെയുണ്ടാകാനുള്ള സാദ്ധ്യത വളരെ

വളരെ കുറവാണ്. അതുകൊണ്ട് ഭൂമിയിലെ ജീവൻ ഭൂമിക്ക് പുറത്ത് നിന്നും വന്നതാണെന്ന് കരുതേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഭൂമിയിൽ മാത്രമല്ല മറ്റു പലയിടങ്ങളിലും ജീവൻ ഉണ്ടായിരിക്കണം.

ജീവന്റെ ഒരു പ്രധാന സ്വഭാവം പരിതസ്ഥിതികളോട് ഇണങ്ങിച്ചേരാനുള്ള കഴിവാണ്. ഭൂമിയിൽ തന്നെയുള്ള വൈവിധ്യവും കഠിനവുമായുള്ള പരിതസ്ഥിതികളിൽ ഇണങ്ങി ജീവിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികളെ കാണാം. ഭൂമിക്കടിയിൽ ഏതാനും കിലോമീറ്റർ താഴെ മണ്ണിനടിയിൽ ജീവിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മ ജീവികളെ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. കടലിനടിയിലെ അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഹൈഡ്രോ തെർമൽ നിർഗ്ഗമ ദ്വാരങ്ങളിൽ നിന്നും വരുന്ന അതിതാപമുള്ള ജലത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കളെ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇത്തരം അണുക്കൾക്ക് തിളയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിലും വളരാൻ കഴിയും. അതുപോലെ ധ്രുവങ്ങളിലെ മഞ്ഞുപാളികൾക്കടിയിൽ വളരുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കളും ഉണ്ട്. ഈ പുതിയ കണ്ടെത്തലുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മുൻപ് കരുതിയിരുന്നതിലും കൂടുതൽ കഠിനമായ പരിതസ്ഥിതികളിലും ജീവൻ നിലനിൽക്കും എന്നാണ്. ഭൂമിയിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായ പരിതസ്ഥിതികളുള്ള മറ്റു ഗ്രഹങ്ങളിൽ ജീവൻ ഉണ്ടാവാൻ ഇത് സാദ്ധ്യത കൂട്ടുന്നു.

സൗരയൂഥത്തിൽ ജീവന് സാദ്ധ്യതയുള്ള സ്ഥലങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് നോക്കാം. ജീവനുണ്ടാകാൻ വളരെ സാധ്യതയുള്ള ഒരു സ്ഥലം ചൊവ്വാഗ്രഹമാണ്. ചൊവ്വാ ഗ്രഹത്തിന് ഭൂമിയുടേതു പോലുള്ള ഒരു കട്ടിയുള്ള അന്തരീക്ഷമില്ല. അതുകൊണ്ട് ഭൂമിയിലേതുപോലുള്ള ഓക്സിജൻ ശ്വസിക്കുന്ന വലിയതരം ജീവികൾ ചൊവ്വയിലുണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതയില്ല. പക്ഷേ ചൊവ്വയിൽ ജലമുണ്ടെന്ന് പല പര്യവേക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് അവിടെ മണ്ണിനടിയിൽ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ കാണാനുള്ള സാധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്. ചൊവ്വയിൽ ഈയിടെ കണ്ടെത്തിയ മിതെയിൻ വാതകം മണ്ണിനടിയിലെ സൂക്ഷ്മ ജീവികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായുണ്ടാകുന്നതാണെന്ന് വാദിക്കപ്പെടുന്നു.

സൗരയൂഥത്തിൽ ജീവൻ കാണാൻ സാധ്യതയുള്ള മറ്റൊരു സ്ഥലം വ്യാഴ ഗ്രഹത്തിന്റെ ഉപഗ്രഹമായ യുറോപ്പായിലാണ്. യുറോപ്പായുടെ കട്ടിയുള്ള ഹിമപാളികൾ നിറഞ്ഞ ഉപരിതലത്തിനടിയിൽ അനേകം കിലോമീറ്റർ ആഴമുള്ള ജലസമുദ്രം ഉണ്ടെന്നാണ് നിഗമനം. ഈ സമുദ്രത്തിനടിയിൽ അഗ്നിപർവ്വതങ്ങൾ ഉള്ളതായും കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. സമുദ്രത്തിനടിയിൽ ഇത്തരം സാഹചര്യത്തിൽ സൂര്യപ്രകാശം ആവശ്യമില്ലാതെ ജീവിക്കുന്ന ജീവികളെ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. അത്തരം ജീവികൾ യൂറോപ്പായിൽ ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്. ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ള ജലത്തിൽ ജൈവ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ ഊർജ്ജം ചില രാസപദാർത്ഥങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു നേടാൻ സാധിക്കുമെങ്കിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾക്ക് ജീവൻ നിലനിർത്താനാകും. ഈ ജീവികളെ ആശ്രയിച്ച് മറ്റുചില ജീവികൾക്കും അവിടെ ജീവിക്കാനാകും. അങ്ങനെ ഒരു തരത്തിലുള്ള ജീവ സമൂഹം ഈ ഉപഗ്രഹത്തിൽ ഉണ്ടാവാം. വ്യാഴഗ്രഹത്തിന്റെ ശക്തമായ ഗുരുത്വാകർഷണ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവും സൃഷ്ടിക്കുന്ന താപമാണ് ഈ ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ ഉൾഭാഗം ചൂടാകാനുള്ള ഒരു കാരണം.

സൗരയൂഥത്തിൽ ജീവന്റെ സാധ്യതയുള്ള മറ്റൊരു സ്ഥലം വാൽനക്ഷത്രങ്ങളാണ്. ജീവന്റെ വാഹകരായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാദ്ധ്യതയുള്ളവയാണ് വാൽനക്ഷത്രങ്ങൾ. വാൽ നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ജലത്തിന് പുറമേ വളരെയധികം കാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ ഉള്ളതായി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. വാൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ തണുത്തവയാണെങ്കിലും അവയുടെ ഉൾഭാഗത്ത് ചൂട് ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റി മൂലം ഇവയുടെ ഉൾവശം ചൂടാകാം. ചൂട് ജലത്തിന്റെയും കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളുടെയുമെല്ലാം സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ വാൽ നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ഉള്ളിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾ വളരാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്. ഇനിയും ജീവൻ തുടങ്ങുന്ന ഗ്രഹങ്ങളിൽ ജീവൻ തുടങ്ങാത്ത കണികകൾ എത്തിക്കുവാൻ നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് കഴിയുമെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ ആവശ്യമില്ലാതെ തന്നെ സൂക്ഷ്മാണുക്കളുടെ പ്രവർത്തനംകൊണ്ട് വാൽനക്ഷത്രങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ചൂട് നിലനിറുത്താനാകുമെന്നും അഭിപ്രായമുണ്ട്.

ഇനി സൗരയൂഥത്തിന് പുറത്തുള്ള ജീവന്റെ സാധ്യത പരിശോധിക്കാം. സൂര്യനെപ്പോലെ മറ്റ് നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ചുറ്റും ഗ്രഹങ്ങൾ ഉണ്ടോയെന്ന ചോദ്യത്തിന് പണ്ട് ഉത്തരമില്ലായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇന്ന് നൂറിലധികം സൗരയൂഥ ഗ്രഹങ്ങൾ കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞു. വളരെ സമ്പൂർണ്ണമായ പുതിയ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇത്തരം ഗ്രഹങ്ങളെ കണ്ടെത്തിയിരിക്കുന്നത്. എന്നാൽ ഈ ഗ്രഹങ്ങൾ അവയുടെ സൂര്യനിൽ നിന്നും ഒരു നിശ്ചിത അകലത്തിലല്ല എങ്കിൽ അത്തരം ഗ്രഹങ്ങളിൽ ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ള ജലം ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല. ഒന്നുകിൽ ഹിമമായോ അല്ലെങ്കിൽ ആവിയായോ ജലം ഉണ്ടാകുകയുള്ളു. ഒരു നക്ഷത്രത്തിന് ചുറ്റും വാസയോഗ്യമായ മണ്ഡലം എന്നാൽ അത്തരം ദൂരത്തിൽ നിൽക്കുന്ന ഗ്രഹത്തിൽ ദ്രാവക ജലം ഉണ്ടായിരിക്കും എന്നതാണ്. ഇങ്ങനെ ജീവന് വാസയോഗ്യമായ മണ്ഡലത്തിൽ തന്നെ ഇപ്പോൾ ഗ്രഹങ്ങൾ കണ്ടെത്തികഴിഞ്ഞു. പ്രപഞ്ചത്തിൽ ജീവൻ ഒരു അപൂർവ്വ പ്രതിഭാസമല്ലെങ്കിൽ ഇത്തരം ഗ്രഹങ്ങളിലെല്ലാം ജീവികൾ ഉണ്ടാകാം.

നമ്മുടെ ഗാലക്സിയിൽ തന്നെ അനേകം കോടി നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ട്. പ്രപഞ്ചത്തിലാകട്ടെ നമ്മുടേതുപോലുള്ള അനേക കോടി ഗാലക്സികളുണ്ട്. അങ്ങനെ പ്രപഞ്ചം മുഴുവൻ ജീവന്റെ സാധ്യത ഉള്ളതായി കണക്കാക്കേണ്ടിവരും.

ജീവനാവശ്യമായ മൂലകങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തിൽ സുലഭമാണ്. റേഡിയോ അസ്ട്രോണമി വഴിയും, ഇൻഫ്രാറെഡ് അസ്ട്രോണമി വഴിയും അനേകം കാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കിടയിലെ പൊടിപടലങ്ങളിൽ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ജീവന്റെ അടിസ്ഥാനമൂലകമായ കാർബൺ നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. ജീവൻ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഒരു സാധാരണ പ്രതിഭാസമാകാനാണ് സാധ്യത. അങ്ങനെയെങ്കിൽ മനുഷ്യനെപ്പോലെയോ അല്ലെങ്കിൽ കൂടുതൽ ബുദ്ധിയുള്ളതും വികാസം പ്രാപിച്ചതുമായ സംസ്കാരങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തിലുണ്ടാകാം. എന്നാൽ ഇതിനൊന്നും നമുക്ക് ഇതുവരെ തെളിവുകൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ല. അനേകം പ്രകാശവർഷങ്ങൾ അകലേക്ക് ഒരു സഞ്ചാരം ഇപ്പോഴറിയാവുന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ഏതാണ്ട് അസാധ്യമാണ്. അടുത്ത നക്ഷത്രത്തിലേക്ക് അയയ്ക്കുന്ന റേഡിയോ സിഗ്നലുകൾപോലും വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞേ അവിടെ എത്തുകയുള്ളു. അവിടെയുള്ള ജീവികൾ മറുപടിയയച്ചാൽ തന്നെ അതും വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞേ ഇവിടെ കിട്ടുകയുള്ളൂ. എന്നിരുന്നാലും ഭൂമിയിൽ നിന്നും നക്ഷത്രക്കൂട്ടത്തിലേക്ക് നമ്മൾ റേഡിയോ സിഗ്നലുകൾ അയച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. അവിടെ ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ള ശാസ്ത്രപുരോഗതി കൈവരിച്ച ജീവികൾ ഈ സിഗ്നലുകളുടെ അർത്ഥം മനസ്സിലാക്കി പ്രതികരിക്കാം എന്ന പ്രതീക്ഷയിലാണ് റേഡിയോ സിഗ്നലുകൾ അയക്കുന്നത്. അതുപോലെതന്നെ നമ്മളും വലിയ റേഡിയോ ആന്റിന ഉപയോഗിച്ച് പ്രത്യേക സിഗ്നലുകൾ എന്തെങ്കിലും വരുന്നുണ്ടോ എന്ന് ശ്രദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഇതുവരെ പ്രത്യേക സിഗ്നലുകൾ ഒന്നും ലഭിച്ചിട്ടില്ല.

അതിവിശാലമായ പ്രപഞ്ചത്തിൽ നമ്മളെപ്പോലെയുള്ള മനുഷ്യർ ഉണ്ടെങ്കിൽപോലും അവരുമായി സമ്പർക്കം പുലർത്താൻ കഴിയാത്തവണ്ണം അകലത്തിലാണ് എന്നതുകൊണ്ട് പ്രായോഗിമായി നമ്മൾ ഇപ്പോൾ ഒറ്റക്കാണ്.

ദൃശ്യപ്രപഞ്ചം

Dr.കെ. ഇന്ദുലേഖ
(Reader, Dept. of Applied Physics, M.G.University)

പ്രപഞ്ചം എന്ന പദം കൊണ്ട് പൊതുവേ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് എല്ലാത്തിന്റേയും സംഗ്രഹം എന്നാണ്. എല്ലാത്തിനേയും പറ്റി ഒരുമിച്ചുള്ള വിവക്ഷ. നമുക്ക് പരിചിതങ്ങളായ ദ്രവ്യം, ഊർജം, സ്ഥലം, കാലം, ജീവൻ, മനസ്സ്, ബോധം തുടങ്ങി എല്ലാം, എല്ലാം. ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ അവസ്ഥയിൽ പ്രപഞ്ചം എന്നു പറയുമ്പോൾ, നമ്മുടെ അന്വേഷണത്തിന്റെ, ഗവേഷണത്തിന്റെ കീഴിൽ വരുന്നത്, പൊതുവേ ഭൗമേതരം എന്നു പറയാവുന്ന ദ്രവ്യവും, ഊർജവും, സ്ഥലവും, കാലവും ആണ്. ഭൂമിയാകട്ടെ, ജീവന് പിറവി നൽകിയ, ജീവന് സന്ധാരണം അരുളുന്നു എന്ന അനന്യസാധാരണതയുള്ള ഒരു ഗ്രഹം എന്ന നിലയിൽ മാത്രമാണ് ഉൾപ്പെടുന്നത്. ജീവൻ എന്ന പ്രതിഭാസമാകട്ടെ ഭൗമേതര ജീവന്റെ ലാഞ്ചനകൾക്കും ലക്ഷണങ്ങൾക്കും വേണ്ടിയുള്ള അന്വേഷണങ്ങളിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു.

ലുവൻഹോക്ക് കണ്ണാടിച്ചില്ലുകൾ പ്രത്യേക രീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ച് (മൈക്രോസ്കോപ്പ് കണ്ടുപിടിച്ച്) സൂക്ഷ്മലോകത്തിലേക്കുള്ള ജാലകം തുറന്നു. ഗലീലിയോ കണ്ണാടിച്ചില്ലുകൾ പ്രത്യേക രീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ച് (ടെലിസ്കോപ്പുപയോഗിച്ച്) അനന്തവിശാലതയിലേക്കുള്ള ജാലകവും തുറന്നു.

പുറത്തിറങ്ങി മുകളിലേക്ക് നോക്കിയാൽ കാണുന്ന നക്ഷത്ര വിളക്കുകൾ പതിച്ച ആകാശമേക്കട്ടിയെ നാം നിരീക്ഷണത്തിനു വിധേയമാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചില സങ്കേതങ്ങളെപ്പറ്റിയും, നിരീക്ഷണങ്ങൾ നമുക്കറിവാക്കിത്തന്നിട്ടുള്ള ചില വിശേഷതകളെപ്പറ്റിയുമാണ് ഇവിടെ പറയുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്.

നമുക്ക് പരിശോധിക്കുവാനും ഫിസിക്സിന്റെ, ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിന്റെ തത്വങ്ങളുടെ വെളിച്ചത്തിൽ മനസ്സിലാക്കുവാനുമായി, വിശാല പ്രപഞ്ചത്തിൽ നിന്ന്, കണ്ണെത്താ ദൂരത്തിൽ നിന്ന് എന്തൊക്കെയാണ് സന്ദേശവാഹകരായി നമ്മുടെ

അടുത്ത് എത്തുന്നത്?

1. **വിദ്യുത്കാന്ത തരംഗങ്ങൾ – ഇതുവരെ നാം ഏറ്റവും അധികമായി ഉപയോഗിച്ചവ ഇവയാണ്. ഇതിൽ നമ്മുടെ കണ്ണ്, കാണുവാനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ദൃശ്യതരംഗങ്ങൾ കൂടാതെ, Infra red, ultraviolet, microwave, radio wave, x-ray തുടങ്ങിയവ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവ പൊതുവെ വാതക പൊടിപടലങ്ങൾ, തങ്ങളുടെ താപനില ക്കനുസൃതം വിസരണം ചെയ്യുന്നവയാണ്.**

2. **കോസ്മിക് രശ്മികൾ, ഉൽക്കാ ഖണ്ഡങ്ങൾ, സ്പേസ് മിഷനുകളിലൂടെ നമുക്ക് ലഭ്യമാകുന്ന ചന്ദ്രശിലകൾ, സൗരവാതസാമ്പിളുകൾ തുടങ്ങിയ ദ്രവ്യങ്ങൾ.**

3. **നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തർഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും മറ്റും, നേരെ നമ്മുടെ അടുത്തെത്തുന്ന നൂട്രിനോ കണികകൾ.**

4. **ഗുരുത്വാകർഷണ സ്രോതസ്സുകളിൽ സംഭവിക്കുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ സ്ഥലകാല ക്ഷേത്രത്തിൽ (space time) ഇളക്കിവിടുന്ന തിരകൾ - ഗുരുത്വാകർഷണ ക്ഷേത്ര തരംഗങ്ങൾ - gravitational waves.**

ഇവയെയാണ് ഇന്ന് പ്രധാനമായി നാം അറിയുന്നതും നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി ആശ്രയിക്കുന്നതും.

രസകരങ്ങളായ രണ്ടു സംഗതികൾ എടുത്തു പറയട്ടെ. ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷം അൾട്രാവയലറ്റിനേയും, infrared നേയും അപേക്ഷിച്ച് താരതമ്യേന എളുപ്പത്തിൽ ദൃശ്യതരംഗങ്ങളെ കടത്തിവിടുന്നു. അതിനാലാവണം നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ വിദ്യുത് കാന്തതരംഗങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഇവയോടു മാത്രം പ്രതികരിക്കുന്ന രീതിയിൽ പരിണമിച്ചു വന്നത്.

ജീവന്റെ ആധാരമായി നാം അറിയുന്ന ജല തന്മാത്ര, H_2O, വിഘടിച്ചാൽ H ഉം, OH ഉം കിട്ടുന്നു. ഇവയിൽ ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നു വരുന്ന 21 cm തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള റേഡിയോ തരംഗവും ഹൈഡ്രോക്സിലിൽ നിന്നു വരുന്ന 19 cm തരംഗവും നക്ഷത്രാന്തര മേഖലയിലെ വാതക പടലങ്ങളെ തുളച്ച് താരതമ്യേന എളുപ്പത്തിൽ നമ്മുടെ അടുത്തെത്തുന്നു. അങ്ങിനെ വിദ്യുത്കാന്ത തരംഗങ്ങളുടെ ശ്രേണിയിൽ നാം കാണുവാനുപയോഗിക്കുന്ന ദൃശ്യജാലകം (visual window) കൂടാതെ ജീവന്റെ ലക്ഷണമായി കരുതാവുന്ന ജലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട, പ്രപഞ്ചത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം സുതാര്യമായ, 19 cm നും, 21 cm നും ഇടയിലുള്ള റേഡിയോമേഖലയിലുള്ള ഒരു ജീവജാലകം കൂടി നമുക്കുണ്ട്. നമ്മെപ്പോലെ, അന്യഗ്രഹ സംസ്കാരങ്ങൾ, നിലനിൽക്കുന്നു എന്നുള്ള സന്ദേശം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അനന്തവിശാലതയിലേക്ക് അയക്കും എന്ന് നാം പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത് റേഡിയോ മേഖലയിലെ ഈ ജീവജാലകത്തിലൂടെയാണ്.

പ്രസ്താവത്തിലേക്ക് മടങ്ങി വരാം. വിദ്യുത്കാന്തതരംഗങ്ങൾ, കോസ്മിക് രശ്മികൾ തുടങ്ങിയവ ന്യൂട്രിനോ കണികകൾ, ഗുരുത്വാകർഷണ ക്ഷേത്ര തരംഗങ്ങൾ എന്നിവ നമുക്കറിവുള്ളവയും നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി നാം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നവയുമാണ്. നമ്മുടെ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ പരിധിയിൽ ഇനിയും പെടാനിരിക്കുന്നവ വേറെയും ഉണ്ടായിരിക്കാം.

ദൃശ്യതരംഗമേഖലയെപ്പറ്റി ചില കാര്യങ്ങളാണ് ഇനി പറയുന്നത്. കൈയിൽ കൊണ്ടു നടക്കാവുന്നതായിരുന്നു ഗലീലിയോ ഇന്നേക്ക് നാനൂറുവർഷം മുമ്പുപയോഗിച്ച ടെലിസ്കോപ്പ്

പുതുതായി നാം പദ്ധതിയിട്ടിരിക്കുന്ന ടെലിസ്കോപ്പുകൾ ആകട്ടെ ആയിരവും, ആയിരത്തി അഞ്ഞൂറും ടൺ ഭാരമുള്ളവയാണ്. ടെലിസ്കോപ്പുകളെ സ്പേസിൽ സഞ്ചാരത്തിനയക്കാറുണ്ട്. ഭൂമിയിലുള്ളവയെങ്കിൽ അവയുടെ താങ്ങിനു തന്നെ പത്തെഴുന്നൂറു ടൺ ഭാരമുണ്ടാകും. ആകൃതിയൊപ്പിച്ചെടുത്ത രണ്ടു കണ്ണാടിച്ചില്ല് എന്ന അവസ്ഥ മാറി, ഇലക്ട്രോണിക്സ്, ഫോട്ടോണിക്സ്, മെറ്റീരിയൽ സയൻസ്, എൻജിനീയറിംഗ്, കംപ്യൂട്ടർ, സ്പേസ് തുടങ്ങി അനേകം മേഖലകളിലുള്ള അറിവുകളും സങ്കേതകങ്ങളും ഇവയുടെ നിർമ്മിതിയിൽ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ഒരു ചിത്രം ഞരമ്പുകളുടേയും, മസിലുകളുടേയും, ബഹുശ്ശതം ന്യൂറോണുകളുടേയും ഒത്തൊരുമിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനഫലമായി നാം കണ്ടറിയുന്നതുപോലെ, ഒന്നിലധികം സങ്കേതങ്ങളും ഇവയുടെ നിർമ്മിതിയിൽ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ഒരു ചിത്രം ഞരമ്പുകളുടേയും, മസിലുകളുടേയും ബഹുശ്ശതം ന്യൂറോണുകളുടേയും ഒത്തൊരുമിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനഫലമായി നാം കണ്ടറിയുന്നതുപോലെ, ഒന്നിലധികം സങ്കേതങ്ങളുടെയും, പലപ്പോഴും പല

രാജ്യങ്ങളിലിരിക്കുന്ന ഒന്നിലധികം മനുഷ്യരുടെ, തലച്ചോറുകളുടെയും ഒത്തൊരുമിച്ചുള്ള പ്രവൃത്തിയാണ് പുതിയ ടെലിസ്കോപ്പുകളിലൂടെയുള്ള 'കാണൽ' എന്ന പ്രക്രിയ. ഒരു വ്യക്തിയുടെ ശ്രമഫലമായിരുന്നു 400 വർഷം മുമ്പത്തെ ടെലിസ്കോപ്പ്. പ്രകാശം ശേഖരിക്കുന്ന പ്രതിഫലകത്തിന് (convex mirror) 24ഉം, 30 ഉം മീറ്റർ വ്യാസം വരുന്ന പുതിയ ഇനം Giant Segmented Mirror ടെലിസ്കോപ്പുകൾ ബഹുരാഷ്ട്ര സംരംഭങ്ങളാണ്. ഇതിലും വലിയവ, 60ഉം, 70ഉം മീറ്റർ വ്യാസമുള്ള Extremely Large Telescope ELT കളെപ്പറ്റി നാം ചിന്തിക്കാൻ തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞു.

ഇവയിലൂടെയൊക്കെ, ഇങ്ങിനെയൊക്കെ നോക്കിയാൽ നാം എന്താണ് കാണുന്നത്? ചങ്ങമ്പുഴയുടെ വാക്കുകൾ കടമെടുത്താൽ

എവിടെത്തിരിഞ്ഞൊന്നു നോക്കിയാലെ-
ന്തവിടെല്ലാം ഗാലക്സിക്കൂട്ടം മാത്രം

എന്നതാണ് അവസ്ഥ. നൂറു ബില്യൺ കണക്കിനു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കൂട്ടമായ ഗാലക്സികൾ, അഞ്ചും, പത്തും, നൂറും, ആയിരവും ചേർന്ന സംഘങ്ങളായും ഈ സംഘങ്ങളുടെ തന്നെ കൂട്ടങ്ങളായും, അങ്ങിനെ ബില്യൺ കണക്കിനു ഗാലക്സികൾ. നമ്മുടെ ടെലിസ്കോപ്പ് കണ്ണുകൾ എത്തിയിട്ടുള്ള, ബില്യൺ കണക്കിനു പ്രകാശ വർഷങ്ങൾക്കകലെ വരെയും, എമ്പാടും പ്രഭ ചൊരിഞ്ഞു നിൽക്കുന്നു.

ഇടയ്ക്ക് ഒന്നു പറയട്ടെ - പ്രകാശവർഷം എന്നാൽ സെക്കൻഡിൽ ഒരു ലക്ഷത്തി എൺപത്തിയാറായിരം മൈൽ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശം, ഒരു വർഷം കൊണ്ട് ഓടിയെത്തുന്ന ദൂരം. നമ്മുടെ വലിപ്പവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ ഇത് അതി ഭീമമാണ്.

ലേഖനത്തിന്റെ മുഖ്യധാരയിലേക്ക് മടങ്ങി വരാം.

ടെലിസ്കോപ്പുകളിലൂടെ നാം കാണുന്ന ഗാലക്സികൾ നമ്മിൽ നിന്ന് ഓടി, ഓടി അകലുന്നതായി നിരീക്ഷണങ്ങളെ വിശകലനം ചെയ്ത് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നു. ഗാലക്സി എത്ര വിദൂരത്താണോ അത്രയും അധികമായിരിക്കും ഓടി അകലുന്ന വേഗം എന്ന് Edwin Hubble 1920-കളിൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതാണ് പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രത്തിലെ, കോസ്മോളജിയിലെ നാഴികക്കല്ലായ ഹബ്ൾ നിയമം. ഈ നിരീക്ഷണമാണ് ബിഗ് ബാംഗ് സിദ്ധാന്തത്തിലേക്ക്, മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തിലേക്ക്, നമ്മെ നയിക്കുന്നത്.

അതെങ്ങനെ എന്നൊന്നു നോക്കാം. ലളിതമായ ഒരു നിരീക്ഷണം ഇതാ. ഒരു റബർ നാടയിൽ തുല്യ അകലങ്ങളിൽ കുത്തുകളിടുക. നാടവലിച്ചു നീട്ടുക. ഇതിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു പുള്ളിയിൽ നിൽക്കുന്നതായി സങ്കല്പിക്കുക. നാടയുടെ നീളം 1 സെക്കൻഡ് കൊണ്ട്ഇരട്ടിയാകുന്നു എന്നു വിചാരിക്കുക. അപ്പോൾ നമ്മിൽ നിന്ന് 1 സെന്റിമീറ്റർ അകലത്തിലിട്ടിരുന്ന കുത്ത് 1 സെന്റിമീറ്റർ കൂടി നീങ്ങി 2 സെന്റിമീറ്റർ ദൂരത്തെത്തുന്നു എന്നു കാണാം. 2 സെന്റിമീറ്റർ ദൂരത്തിൽ നിന്ന കുത്താകട്ടെ ഇതേ 1 സെക്കൻഡ് കൊണ്ട് 2 സെന്റിമീറ്റർ ദൂരം നീങ്ങി 4 സെന്റിമീറ്റർ ദൂരത്തായി നിൽക്കുന്നതു കാണാം. അതായത് നമ്മിൽ നിന്നുള്ള ദൂരത്തിനാനുപാതികമായിരിക്കും നമ്മിൽ നിന്നകലുന്നതിന്റെ വേഗം. ഈ നിരീക്ഷണത്തെ മറിച്ചിട്ടു ചിന്തിച്ചാൽ ഹബ്ൾ നിയമത്തിൽ നിന്ന് - അകലത്തിനാനുപാതികമായ വേഗതയിൽ ഗാലക്സികൾ നമ്മിൽ നിന്നകലുന്നതായി കാണുന്നു എന്നതിൽ നിന്ന് വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന ആശയം സിദ്ധമാകുന്നു.

വികസിക്കുന്നതായാണ് കാണുന്നതെങ്കിൽ ഒരു കാലത്ത് ഒരുമിച്ചായിരുന്ന അവസ്ഥയിൽ നിന്ന് പൊട്ടിത്തെറിച്ചകലാൻ തുടങ്ങി എന്നും അനുമാനിക്കുന്നു. അതാണ് മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തം. ഗുരുത്വം നമ്മുടെ അറിവിൽ പെട്ടിടത്തോളം വികർഷണം കാണിക്കാതെ ആകർഷണം മാത്രം കാണിക്കുന്നു എന്നതിനാലാണ് വിസ്ഫോടനം നടന്നു എന്നുകൂടി ചിന്തിക്കേണ്ടി വരുന്നത്.

ടെലിസ്കോപ്പിനെപ്പറ്റിയുള്ള ചില കാര്യങ്ങൾ ഇനി പറയുന്നു.

ഒരു വിളക്ക് നമ്മുടെ അടുത്ത് നിന്ന് ദൂരേക്ക് ദൂരേക്ക് കൊണ്ടുപോയാൽ കണ്ണിൽ വന്നു പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ അളവ് ദൂരത്തിന്റെ സ്ക്വയർ, അതായത് വർഗം അനുസരിച്ച് കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു വരുന്നു. കുറഞ്ഞ് കുറഞ്ഞ് കാഴ്ച എന്ന പ്രക്രിയ നടക്കുവാൻ വേണ്ടത്ര പ്രകാശം ലഭ്യമല്ലാതാകുമ്പോൾ വിളക്കിനെ നമുക്ക് കാണുവാൻ സാധിക്കാതെ വരുന്നു. ഇതിനെ മറികടക്കു

വാൻ, വലിയ ഒരു പ്രതലത്തിൽ വന്നു വീഴുന്ന പ്രകാശത്തെ പ്രതിഫലനോപാധികൾ, കണ്ണാടികൾ ലെൻസുകൾ ഡിഷുകൾ തുടങ്ങിയവ ഉപയോഗിച്ച് സംഗ്രഹിച്ച്, ഫോക്കസ് ചെയ്ത്, കണ്ണിലേക്ക് കടത്തിവിടാം. ഇതുകൂടാതെ, ദൂരത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ, അടുത്താക്കിയും വലുതാക്കിയും കാണിക്കുക കൂടി ടെലിസ്കോപ്പുകൾ ചെയ്യുന്നു.

പ്രകാശം ശേഖരിക്കുന്ന പ്രതലത്തിന്റെ വ്യാസത്തെ ‘ഡി’ എന്നു വിളിക്കുക. ‘ഡി’ വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ സൂക്ഷ്മത കൂടുന്നു. മലമുകളിൽ നീലച്ഛായ പടർന്നതുപോലെ കാണപ്പെടുന്ന കാടുകൾ ബൈനോക്കുലറിലൂടെ വീക്ഷിച്ചാൽ മരങ്ങൾ വേർതിരിഞ്ഞു നിൽക്കുന്നതു കാണാം. കണ്ണിനേക്കാൾ സൂക്ഷ്മത ബൈനോക്കുലറിനുള്ളതിനാലാണ് ഇത്.

L തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള രശ്മികൾ സ്വീകരിക്കുന്ന D വ്യാസമുള്ള ഒരു കണ്ണാടി വഴിയായി പ്രകാശം ഫോക്കസ് ചെയ്യുന്ന ഒരു ടെലിസ്കോപ്പിന്, വേർതിരിച്ചു കാണിക്കുവാൻ കഴിയുക 1.22 L/D ക്കും അധികം കോണീയ അകലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളെ മാത്രമാണ്. അതിലും കുറഞ്ഞ കോണീയ അകലത്തിലുള്ളവയെ, എല്ലാം കൂടി ഒന്നായി മാത്രമേ കാണുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഒരു പ്രത്യേക L ഉപയോഗിച്ച് നിരീക്ഷണം നടത്തുമ്പോൾ സൂക്ഷ്മത വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ D കൂട്ടണം.

പക്ഷേ ‘ഡി’ വളരെ വലുതാക്കിയാലോ അതി ഭാരമുള്ള കണ്ണാടിയുടെ പ്രതലത്തിന്റെ ആകൃതിയുടെ കൃത്യത നിലനിർത്തുക അസാദ്ധ്യമാകുന്നു. അതിനാൽ പുതുതായി പദ്ധതിയിട്ടിരിക്കുന്ന Giant Segment Mirror, Telescope ൽ കണ്ണാടികൾ ഒരൊറ്റ പ്രതലമായി വാർത്തെടുക്കാതെ, പ്രത്യേകം കഷണങ്ങളായി നിർമ്മിച്ച് കൃത്യതയോടെ അടുപ്പിച്ചാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്. ആകെയുള്ള ആകൃതി മാറാത്തവണ്ണം ഉദ്ദിഷ്ട ദിശയിലേക്ക് ടെലിസ്കോപ്പിനെ തിരിക്കുവാൻ കംപ്യൂട്ടറിന്റെ സഹായത്തോടെ സാധിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മത വർദ്ധിപ്പിക്കുവാനായി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മിന്നലാട്ടം കുറച്ചാൽ സാധിക്കും. ഇതിനായുള്ള Adaptive Optics എന്ന സങ്കീർണ്ണമായ സങ്കേതവും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ദൃശ്യമേഖലയിലുള്ള അതായത് Optical Astronomy യുടെ, സങ്കേതങ്ങളാണ് ഇന്നറിയപ്പെടുന്ന മുന്നൂറിലധികം ഭൗമേതര ഗ്രഹങ്ങളെ നമുക്കു കാട്ടിത്തന്നത്. നാളത്തെ അമേരിക്കയും ഗൾഫും അത്തരമൊരു ഗ്രഹത്തിൽ ആയിക്കൂടായ്കയില്ല. ഇത്രദൂരം എങ്ങിനെ എത്തും എന്നു ചോദിച്ചാൽ Quantum Teleportation -നെപ്പറ്റി പറയേണ്ടിവരും. ഈ ഭാഗം ഇവിടെ നിറുത്തുന്നു.

കോസ്മിക് മൈക്രോവേവ് background radiation നെ സി.എം.ബി.ആർ-നെപ്പറ്റി പറയാം.

വീട്ടിലെ അടുക്കളയിൽ അടുപ്പു കത്തിച്ചാൽ അതിനോടടുത്ത പ്രദേശങ്ങളിൽ അൽപം ഉയർന്ന ചൂട് അനുഭവപ്പെടാമെങ്കിലും. വീട്ടിലാകമാനമുള്ള ചൂട് കാര്യമായി മാറുന്നില്ല. ഈ പറഞ്ഞതുപോലെയാണ്

Cosmic Background Radiation

പ്രപഞ്ചത്തിൽ നൂറു മില്യണും അതിലധികവും താപനിലയുള്ള വസ്തുക്കളും സ്ഥലങ്ങളും ഉണ്ടെങ്കിലും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ചൂടായി നാം കാണുന്നത്. വെറും 2.73 കെൽവിൻ മാത്രമാണ്. പെൻസിയാസ്, വിൽസൺ എന്നീ ശാസ്ത്രകാരന്മാർ ആയിരത്തിതൊള്ളായിരത്തി അറുപതുകളിൽ തങ്ങൾ നിർമ്മിച്ച റേഡിയോ Antenna യുടെ റിസീവറിൽ എന്തൊക്കെ ചെയ്തിട്ടും ഇല്ലാതാക്കുവാൻ സാധിക്കാത്ത.

ഇത്തരത്തിലുള്ള VLA (Very Large Array) Telescope - ഇൽ നൂറുകണക്കിനു മീറ്റർ വ്യാസമുള്ള ധാരാളം ആന്റിനകൾ റെയിൽ വാഗണുകളിൽ ഉറപ്പിച്ച് പാളങ്ങളിൽ കൂടി ഓടിച്ചു കൊണ്ടുപോയി, കിലോമീറ്ററുകൾ അകലത്തിൽ, പ്രത്യേക വിന്യാസങ്ങളിൽ നിറുത്തിയിട്ട് അധികം സൂക്ഷ്മതയുള്ള ചിത്രങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നു. ഒരു റേഡിയോ ഡിഷ് യൂറോപ്പിന്റെ പടിഞ്ഞാറേക്കരയിലും, മറ്റൊന്ന് അമേരിക്കയുടെ കിഴക്കേക്കരിയിലുമായിട്ടാണ് VLBI (Very Long Base Line Interferometer) പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഒരേ സമയം വന്നു വീഴുന്ന സിഗ്നലുകളാണ് കൂട്ടിക്കലർത്തുന്നത് എന്ന് ഉറപ്പാക്കാൻ ഒരേ സമയം കാണിക്കുന്ന രണ്ടു അറ്റോമിക് ക്ലോക്കുകൾ അക്കരെയും ഇക്കരെയും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഒരനാവശ്യ ശബ്ദമായിട്ടാണ് സി.എം.ബി.ആർ. ആദ്യമായി ശ്രദ്ധിക്കുന്നത്. Antenna ആകാശത്തിൽ എങ്ങോട്ട് തിരിച്ചു പിടിച്ചാലും കോലാഹലത്തിന്റെ അളവിന് വ്യത്യാസം വരുന്നില്ല എന്നു കണ്ട് അവർ അത് പ്രപഞ്ചത്തിനെ ആകമാനം സംബ

ന്ധിക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസത്തിൽ നിന്നുള്ള മൈക്രോവേവ് തരംഗങ്ങൾ ആണെന്ന് അനുമാനിച്ചു. ഈ മൈക്രോവേവ് തരംഗങ്ങൾ തീരെ ചെറിയ താപനിലയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു എന്നും, നിരീക്ഷണം വന്നതിനൊപ്പം തന്നെ, എന്നാൽ ഇതറിയാതെ തന്നെ Gamov തുടങ്ങിയവർ, നാം വീക്ഷിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിൽ, സൂര്യനിലും മറ്റും നാം കാണുന്ന ഹീലിയം ഉണ്ടാകുവാൻ ഉയർന്ന താപനില അനിവാര്യമാണെന്നും, അതിനാൽ ആരംഭ ദശയിൽ പ്രപഞ്ചം ഉയർന്ന താപനിലയിലായിരുന്നിരിക്കണം എന്നും, വികസനം മൂലം താപനില താഴ്ന്ന് ഇപ്പോൾ ഏകദേശം 5 കെൽവിന് അടുത്ത് എത്തിയിരിക്കണം എന്നും സൈദ്ധാന്തികമായി സമർത്ഥിച്ചു. സിദ്ധാന്തവും, നിരീക്ഷണവും തമ്മിൽ എത്ര അത്ഭുതകരമായ ചേർച്ച.

പല ദിശകളിൽ നോക്കിയാലും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ചൂടായ 2.73 കെൽവിന്, 1 ലക്ഷത്തിലൊരംശം കെൽവിനിൽ താഴെ വരുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ മാത്രമേ കാണുവാൻ പാടുള്ളൂവെന്നു, ഗാലക്സികളുടെ ഉത്ഭവ പരിണാമങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള സിദ്ധാന്തങ്ങൾ സമർത്ഥിക്കുന്നു. 2.73 K ചൂടിലുള്ള പ്രപഞ്ചം പ്രസരിപ്പിക്കുന്ന മൈക്രോവേവ് തരംഗങ്ങളെ പഠിക്കുവാനായി നാം അയച്ച Cosmic Microwave Background Explorer, COBE, WMAP, Wilkinson Microwave Anisotropy Probe തുടങ്ങിയവയാൽ നാം ആ അളവിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളൂ. ഐൻസ്റ്റീന്റെ സാമാന്യാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ചുള്ള കണക്കു കൂട്ടലുകൾ പ്രവചിക്കുന്ന അതേ അളവിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ!

ഇനി വേറെ ചില ടെലിസ്കോപ്പുകളെയും ഡിറ്റക്റ്ററുകളെയും - വന്നെത്തുന്ന രശ്മികളുടെയും കണങ്ങളുടെയും സാന്നിധ്യവും അളവും രേഖപ്പെടുത്തുന്നവയാണ് ഡിറ്റക്റ്ററുകൾ - പറ്റിയുള്ള ചില കാര്യങ്ങൾ ചുരുക്കത്തിൽ പരിശോധിക്കാം.

ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം ഏകദേശം 4000, Angstrom നും 7000 Angstrom നും ഇടയിൽ വരും. ഏകദേശം 1 മൈക്രോമീറ്ററിനും 1 മില്ലിമീറ്ററിനും ഇടയിൽ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളതാണ് ഇൻഫ്രാ റെഡ് രശ്മികൾ. ഇവയെ നമ്മുടെ തൊലി ചൂട് ആയി തിരിച്ചറിയുന്നു. ഇവയെ ഫോക്കസ് ചെയ്യുന്നതിന് സാധാരണ രീതിയിലുള്ള ലെൻസുകളും, കണ്ണാടികളും മതിയാകും. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലാംശം ഇവയെ പിടിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ ഉയർന്ന പർവ്വതങ്ങളിലും കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങളിലും മറ്റുമാണ് ഇവയെ സ്ഥാപിക്കുക.

ഈ താപതരംഗങ്ങൾ നക്ഷത്രങ്ങൾ ചൂടുപിടിപ്പിച്ച പത്തും നൂറും കണക്കിനു കെൽവിൻ ചൂടുള്ള വാതകപടലങ്ങളിൽ നിന്ന് ധാരാളമായി നമ്മുടെ അടുത്തേക്കു വരുന്നതായി ഇൻഫ്രാറെഡ് ടെലിസ്കോപ്പുകൾ വഴി കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ടെലിസ്കോപ്പിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന താപതരംഗങ്ങളെ ഒഴിവാക്കി, ആകാശത്തിൽ നിന്നുള്ളവയെ മാത്രം ദർശിക്കുവാൻ Liquid Helium കൊണ്ട് തണുപ്പിച്ച detector കൾ IR Astronomy യിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പതിനായിരക്കണക്കിനു IR സ്രോതസ്സുകൾ ആകാശത്തിലുള്ളതായി IR Astronomy Satellite (IRAS) വഴി നാം അറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ചില നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു ചുറ്റും സൗരയൂഥ ഗ്രഹങ്ങളുടെ മുന്നോടിയായി കരുതപ്പെടുന്ന ഇനം പൊടി തിങ്ങിയ വാതക പടലങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. ഈ പൊടി ഗുരുത്വാകർഷണം വഴി തമ്മിലടുത്തുകൂടി പിൽക്കാലത്ത് ഗ്രഹങ്ങൾ ഉണ്ടായേക്കാം.

Ultra Violet രശ്മികൾ 700 മുതൽ 4000 Angstrom വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയാണ്. ശക്തിയേറിയ UV തരംഗങ്ങളെ നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഓസോൺ പാളി ഏതാണ്ട് പൂർണമായി തന്നെ തടയുന്നു. അതിനാൽ റോക്കറ്റുകളോ കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങളോ വഴി വളരെ ഉയരത്തിൽ നിന്നു വേണം ഇവയെ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ. ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു സംരംഭമാണ് International Ultra Violet Explorer. വിവിധ മൂലകങ്ങൾ ഏതേതു അനുപാതങ്ങളിലാണ് പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ളത് എന്ന് കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ നാം UV astronomyയെ ആശ്രയിക്കുന്നു. പ്രായേണ എല്ലായിടത്തും ഏകദേശം സൗരയൂഥത്തിലുള്ള അനുപാതങ്ങളിൽത്തന്നെയാണെന്നാണ് നാം കാണുന്നത്.

നൂറു Angstrom നും ദശാംശം ഒന്ന് Asgstrom നും ഇടയിൽ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയാണ് എക്സ്റേ രശ്മികൾ. 200 ev നും 100 kev നും ഇടയിൽ ഊർജ്ജമുള്ള പ്രകാശ കണികകൾ. ഏത് വസ്തുവിനേയും തുളച്ചുകയറുവാൻ വേണ്ടത്ര ശക്തിയുള്ളവയാണിവ. പക്ഷേ പ്രതലത്തിന് ഏകദേശം സമാന്തരമായി വീഴുന്ന രശ്മികൾ പ്രതിഫലിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതാണ് Total External Reflection എന്ന പ്രതിഭാസം. ഈ തത്വം വളരെ കൗശലപൂർവം ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള Oda Collimator -കൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരേ ദിശയിൽ നിന്നു വരുന്ന എക്സ്റേ രശ്മികളെ ഫോക്കസ് ചെയ്ത് ഒരു ബിന്ദുവിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നു.

പ്രപഞ്ചത്തിൽ ബ്ലാക്ക് ഹോളുകളുടെ, തമോ ഗർത്തങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം എക്സ്റേകൾ വിളിച്ചറിയിക്കുന്നു. ഇതെങ്ങിനെയാണെന്നു നോക്കാം. ധാരാളം നക്ഷത്രദ്വയങ്ങളെ നാം ആകാശത്തു കാണുന്നുണ്ട്. ഒരു നക്ഷത്രദ്വയത്തിലെ ഒരംഗം ഒരു തമോഗർത്തവും മറ്റേത് ഒരു സാധാരണ നക്ഷത്രവുമെങ്കിൽ സാധാരണ നക്ഷത്രത്തിന്റെ പുറംഭാഗങ്ങൾ പതിയെ തമോ ഗർത്തത്തെ ചുറ്റി ചുറ്റി അതിനുള്ളിലേക്ക് പതിക്കുന്നു. വാതകത്തിന്റെ പതനത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന ഗമനോർജം ഘർഷണം മൂലം താപോർജമായി മാറുകയും വാതകം 100 മില്യൺ കണക്കിന് കെൽവിൻ ചൂടിലേക്ക് ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ വാതകം ധാരാളമായി എക്സ്റേകൾ വിസരണം ചെയ്യുന്നു.

ഇത്തരത്തിൽ, തമോഗർത്തങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യമുണ്ടെന്നു നാം സംശയിക്കുന്ന അനവധി എക്സ്റേ സ്രോതസ്സുകൾ ROSAT, Exosat, Einstein തുടങ്ങി അനവധി നിരീക്ഷണാലയങ്ങൾ നമുക്ക് കാട്ടിത്തന്നിട്ടുണ്ട്. Sco. X.I Hercules X-1 എന്നിങ്ങനെ ധാരാളം സ്രോതസുകൾ മറ്റിനം ദർശകങ്ങളെപ്പറ്റി വളരെ ചുരുക്കി പ്രതിപാദിക്കുക മാത്രം ഇനി ചെയ്യുന്നു.

Gamma-ray Astronomy

വിദ്യുത്കാന്ത തരംഗങ്ങളിൽ ഏറ്റവും തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞവ 0.1 Angstrom ഇന്നും താഴെ എക്സറേകളെയെന്ന പോലെ സ്വർണം പൂശിയ പ്രതലങ്ങളിൽ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് ശേഖരിക്കുന്നു. ഒരു സെക്കൻഡിലും കുറഞ്ഞ സമയം കൊണ്ട് മിന്നിയണയുന്ന ഗാമാറേ ബർസ്റ്ററുകൾ **GRB** കൾ ആണ് ഇനിയും പൂർണ്ണമായി മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ലാത്ത ഒരു വിശേഷക്കാഴ്ച.

Radio Astronomy

1 മില്ലിമീറ്റർ മുതൽ 10 മീറ്റർ വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവ. ഇതിലും അധികം തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ അയോൺ മണ്ഡലം പല വഴിക്കായി ചിതറിക്കുന്നു. തരംഗദൈർഘ്യം, ഇത്ര അധികമായതിനാൽ സൂക്ഷ്മത ലഭിക്കുവാൻ ഡി (ഓർക്കുക 1.22 **L/D** = സൂക്ഷ്മത വളരെ അധികം വലുതാക്കേണ്ടി വരും. ഈ കടമ്പ തന്ത്രപൂർവ്വം മറികടക്കുന്നു. Synthesis radio telescope- കൾ തമ്മിൽ കിലോമീറ്ററുകൾ അകലത്തിൽ വിന്യസിച്ചിരിക്കുന്ന 10 ഉം, 100 ഉം മീറ്റർ വ്യാസമുള്ള ഡിഷുകളിൽ, ഒരേ ദിശയിൽ നിന്ന് ഒരേ സമയം വന്നു പതിക്കുന്ന റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന സിഗ്നലുകൾ, തമ്മിൽ പല രീതിയിൽ കൂട്ടിക്കലർത്തി ഗണിതശാസ്ത്ര വിശകലന രീതികളിൽ കൂടി കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ സഹായത്തോടെ കടത്തിവിട്ട് സൂക്ഷ്മതയേറിയ റേഡിയോ ചിത്രങ്ങളായി മാറ്റിയെടുക്കുന്ന വിദ്യ അത്ഭുതകരം എന്നു തന്നെ പറയാം. പ്രപഞ്ചത്തിൽ നാം കണ്ടിട്ടുള്ളതിൽ വച്ചേറ്റവും വലുപ്പമേറിയ വസ്തുക്കളാണ്. മില്യൺ കണക്കിനു പ്രകാശവർഷം ദൈർഘ്യത്തിൽ നീണ്ടുകിടക്കുന്ന Giant Radio Galaxy കൾ എന്ന വിസ്മയങ്ങൾ.

Cosmic Rays ഉയർന്ന ഊർജമുള്ള, പ്രകാശത്തിനോടടുക്കുന്ന വേഗതയിൽ വരെ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രോട്ടോണുകൾ, ആൽഫാ കണികകൾ മറ്റു ന്യൂക്ലിയസുകൾ എന്നിവയാണിവ. 10^{20} eV ഊർജം വരെയുള്ളവ കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഭൂതലത്തെ തുളച്ച് രണ്ടു മൈൽ വരെ ഉള്ളിലേക്ക് കടക്കുവാൻ ഇവയ്ക്ക് ശേഷിയുണ്ട്. അതിനാൽ കൃത്രിമോപഗ്രഹങ്ങൾ തുടങ്ങി ഉപയോഗശൂന്യമായ ഖനികൾ വരെ ഇവയുടെ detector കൾ സ്ഥാപിക്കുവാൻ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

ന്യൂട്രിനോ കണികകൾ ദുർബല ബലത്താൽ മാത്രം മറ്റു കണികകളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ് ന്യൂട്രിനോകൾ. അവയെ പിടിക്കുവാൻ, അവയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് നമുക്ക് സാമാന്യം എളുപ്പത്തിൽ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും കണികകളെ ഉണ്ടാക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ ടൺ കണക്കിനു ശേഖരിച്ചു വച്ചാണ് ന്യൂട്രിനോ Detector കൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്. സൂര്യന്റെ കേന്ദ്രഭാഗത്തുനിന്നും വരുന്നവയും 1987 എ സൂപ്പർനോവ വിസ്ഫോടനത്തിലുണ്ടായവയുമായ ന്യൂട്രിനോകളുടെ നിരീക്ഷണം വഴി നിർണ്ണായകങ്ങളായ വിവരങ്ങൾ നമുക്ക് ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്.

Gravitational Waves -തീരെ ശക്തി കുറഞ്ഞവയാണിവ. വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനം അളന്നുവേണം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ. ഒരു തന്മാത്ര വന്നിടിച്ചാൽ രണ്ടു കണ്ണാടികൾ തമ്മിലുള്ള അകലം എത്ര വ്യത്യാസപ്പെടുമോ, അതിലും സൂക്ഷ്മമാണ് വേർതിരിച്ചെടുക്കേണ്ട വ്യതിയാനം. ഇതിനായി Interferometry, Matched filtering തുടങ്ങിയ സങ്കേതങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ദൃശ്യത്തിനുദാഹരണം, ന്യൂട്രോൺ സ്റ്റാറുകളുടെ കൂട്ടിയിടി.

സന്ദേശവാഹകരെപ്പറ്റി പറഞ്ഞു. ഇനി ഭാരതത്തിന്റെ ഏതാനും സുപ്രധാന ടെലിസ്കോപ്പുകളെപ്പറ്റി പറയുന്നു. VBT - Vainu Bappu Telescope, IGO-IUCAA Girahwali Observatory, GMRT Giant Meter Wave Radio Telescope, Hanle Telescope, Gauribidanur Telescope, Pach Marthi യിലെ gamma ray telescope, Himalayan Chandra Observatory തുടങ്ങി അനേകം Telescope കൾ ഉണ്ട്. ISRO യുടെ ASTROSAT സംരംഭവും, ഇൻഡ്യയും ഇസ്രയേലും ചേർന്നുള്ള TAUVEX സംരംഭവും ഇൻഡ്യയുടെ Space Astronomy മിഷനുകളാണ്. INO Indian Neutrino Observatory ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണത്തിലേക്കുള്ള ഇന്ത്യയുടെ ആദ്യത്തെ ചുവടുവയ്പാണ്. Gravitational wave നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കാവശ്യമായ അതിസങ്കീർണ്ണങ്ങളായ സൈദ്ധാന്തിക വിശകലനങ്ങളും നാം നടത്തുന്നുണ്ട്.

കൗതുകവും പരിശ്രമവും അർപ്പണ ബോധവുമുള്ള വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് ജോലിക്കായും ഗവേഷണത്തിനായും ധാരാളം അവസരങ്ങൾ ഒരുക്കുന്ന ഒന്നാണ് ജ്യോതിശാസ്ത്രം എന്നു മേൽപറഞ്ഞവകൊണ്ട് കാണാമല്ലോ. ദൃശ്യപ്രപഞ്ചത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ഈ സംക്ഷിപ്ത വിവരണം ഇവിടെ നിറുത്തട്ടെ.

ഇനി ഇന്നത്തെ സ്ഥിതി ആകമാനമായി നമുക്കൊന്നു പരിശോധിക്കാം.

കുഞ്ഞു മനസ്സ് നക്ഷത്ര വിളക്കുകൾ വിതാനിച്ച രമണീയകതയിൽ, ആകാശഗംഗയുടെ മാറിലൂടെ അമ്പിളിത്തോണി തുഴയുന്നു. മനുഷ്യനോ?

ഭൂമിയെ എരിചൂടിൽ വിട്ട്, ജീവിക്കാനായി അന്യഗ്രഹങ്ങൾ തേടിയെടുക്കേണ്ട കാലം വിദൂരമല്ല എന്ന സ്ഥിതിയിലേക്ക് കാര്യങ്ങൾ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയല്ലേ?

വിശ്വജാലകം തുറന്ന് നാം കണ്ടെത്തുന്ന വിസ്മയ ദൃശ്യങ്ങൾ, സ്പേസ് മിഷനുകളിൽ അയക്കപ്പെടുന്ന യന്ത്രങ്ങളാകുന്ന കണ്ണും, മനസ്സും കൈയ്യും എത്തുന്ന പ്രദേശങ്ങൾ, മനുഷ്യ ജിജ്ഞാസയുടെ പൂവിടൽ മാത്രമല്ലാതെ ജീവന്റെ നിലനിൽപിനായുള്ള പ്രതീക്ഷ കൂടിയായി മാറുകയാണോ?

സാഹസികരായ സമുദ്രസഞ്ചാരികൾ എവിടേക്കെന്നറിയാതെ, എന്തിലേക്കെന്നറിയാതെ ചക്രവാള സീമയിലേക്ക് കപ്പലോടിച്ച് പോയ ചരിത്രമുണ്ട്. അതുപോലെ ഒരു പ്രപഞ്ച സഞ്ചാരം വിഭാവനം ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ, എത്തിപ്പെട്ടേക്കാവുന്ന പ്രദേശങ്ങളെപ്പറ്റി പല വിവരങ്ങളും നമുക്കു നൽകുവാൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിനു കഴിവുണ്ട്.

പക്ഷേ പ്രപഞ്ചം അയക്കുന്ന സന്ദേശങ്ങൾക്കായി കൺപാർത്തു നിൽക്കുന്ന ദൂരദർശിനികളെ, അഞ്ചിപ്പിക്കുന്ന തരത്തിൽ, ആലക്തിക ദീപങ്ങളും മൊബൈൽ ഫോണുകളും മറ്റും ഉപയോഗിച്ച് നാം വിദ്യുത്കാന്ത തരംഗങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

പ്രപഞ്ചം അയക്കുന്ന സന്ദേശം ജീവന്റെ നിലനിൽപിനായിത്തന്നെ വേണ്ടി വന്നേക്കാം എന്നുള്ളതുകൊണ്ട്, എല്ലാവർക്കുമായുള്ള ഈ ഒരേ ഒരാകാശം കൃത്രിമപ്രകാശം കൊണ്ടും, വസ്തുക്കൾകൊണ്ടും മലിനമാക്കാതെ ഇരുണ്ടതായി സൂക്ഷിക്കുക എന്നുള്ളതാണ് അന്താരാഷ്ട്ര ജ്യോതിശാസ്ത്ര വർഷത്തിന്റെ സന്ദേശം.

ജീവൻ നൽകിയ ഭൂമിയെ താറുമാറാക്കിയാൽ വർണ വർഗഭേദമെന്യേ ഏവർക്കുമുള്ള അഭയം വിശാലപ്രപഞ്ചത്തിൽ എവിടെയോ ഉണ്ടായിരിക്കാം. അനന്തവിസ്മയങ്ങൾ അനന്തസാധ്യതകൾ നമുക്ക് കാട്ടിത്തരുവാൻ ടെലിസ്കോപ്പുകൾക്ക് ഇരുണ്ട ആകാശം ആവശ്യമാണ്.

നമ്മുടെ ശരീരവും, സമ്പത്തുകളും, എല്ലാം, അനന്യാദൃശങ്ങളായ അനേകം സവിശേഷതകൾ ഒത്തിണങ്ങിയ ഭൂമി എന്ന ഗ്രഹം നമുക്കു നൽകിയതാണ്. ഭൂമിയുടെ പിൻബലമില്ലെങ്കിൽ നമ്മുടെ എല്ലാ അഹങ്കാരങ്ങളും ശമിക്കും. അതിനാൽ അവനവനെപ്പറ്റി കരുതലോടെ, അന്യോന്യം കരുതലോടെ ഭൂമിയെപ്പറ്റി കരുതലോടെ ഈ ഒരേ ഒരാകാശത്തിൽ കീഴിൽ ഒത്തൊരുമയോടെ ജീവിക്കുക എന്നുള്ളതും കൂടിയാണ് അന്താരാഷ്ട്ര ജ്യോതിശാസ്ത്രവർഷത്തിന്റെ സന്ദേശം.

ഓരോ ജീവിതവും ക്ഷണികമാണെങ്കിലും, ജീവൻ നശിച്ചുപോകാതെ നിലനിറുത്തുവാൻ നമുക്കു സാധ്യമാകും എന്ന ശുഭപ്രതീക്ഷയോടെ നിറുത്തട്ടെ.

ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷം

Dr.ടി.ഇ.ഗിരീഷ്
(സെലക്ഷൻ ഗ്രേഡ് ലക്ചറർ, ഫിസിക്സ് ഡിപ്പാർട്ട്മെന്റ്, യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ് തിരുവനന്തപുരം)

1. ആമുഖം

നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ സ്വാധീന വലയം കടന്ന് ബഹിരാകാശത്ത് ഉദ്ദേശം നാൽപതിനായിരം കിലോമീറ്റർ ഉയരത്തിൽ സൂര്യന്റെ അധീനതയിൽ വരുന്ന പ്രദേശമാണ് ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷം (Interplanetary space). സൗരയൂഥ ത്തിലുള്ള അന്യഗ്രഹങ്ങളുടെ ഇടയിലും ഈ പ്രദേശം വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നു. "ഹീലിയോസ്പിയർ" എന്നും ഈ പ്രദേശം അറിയപ്പെടുന്നു. സൂര്യനെ പോലുള്ള മറ്റു നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ചുറ്റും ഇത്തരം പ്രദേശങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അഭിപ്രായം. ഗ്രഹങ്ങളെയും, നക്ഷത്രങ്ങളേയും കുറിച്ചുള്ള ജ്യോതിശാസ്ത്ര പഠന വിഭാഗമായി ഈ ശാസ്ത്ര മേഖലയെ നമുക്ക് കണക്കാക്കാം. ഈ വർഷം അന്തർദ്ദേശീയ ജ്യോതിശാസ്ത്ര വർഷം (International Year of Astronomy) ആചരിക്കുന്നത് പോലെ 2007 മാണ് അന്തർദ്ദേശീയ ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷ വർഷമായിട്ട് ആചരിക്കപ്പെട്ടു.

നമ്മുടെ നിത്യ ജീവിതത്തിൽ കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ വലിയ പങ്കുവഹിക്കുന്നുണ്ട്. വിദൂര സംക്ഷപണത്തിനും (Remote Sensing) കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിനും, ഇന്റർനെറ്റ് - ടി.വി. - ടെലഫോൺ തുടങ്ങിയ വാർത്താവിനിമയ സംവിധാനങ്ങൾക്കും ഏറെക്കുറെ ഉപഗ്രഹങ്ങളെയാണ് (artificial satellites) നാം ആശ്രയിക്കുന്നത്. ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള ഭൗതിക പ്രതിഭാസങ്ങൾ കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ ബാധിക്കുന്നതായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ ഈ ശാസ്ത്ര മേഖലയ്ക്ക് വളരെ പ്രാധാന്യം കൽപിച്ച് ലോകമെമ്പാടും പഠനങ്ങൾ നടന്നുവരുന്നു.

2. സൂര്യനും ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷവും

സൂര്യനിൽ നിന്നും ചില അവസരങ്ങളിൽ ബഹിർഗമിക്കുന്ന എക്സ്റേ, അൾട്രാവയലറ്റ് തുടങ്ങിയ ഊർജ്ജം കൂടിയ രശ്മികളും, ദശലക്ഷം ഇലക്ട്രോൺ വോൾട്ടിനു മുകളിൽ (Mev - Gev) ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്ന പ്രോട്ടോൺ, ഇലക്ട്രോൺ തുടങ്ങിയ കണികകളും (Particles) ഭൂമിക്കടുത്തുള്ള ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിൽ എത്തുമ്പോൾ അവ നമ്മുടെ കൃതൃമ ഉപഗ്രഹങ്ങളിലെ സൗരോർജ്ജ സെല്ലുകൾ (Solar cells) പോലുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് സംവിധാനങ്ങൾക്ക് കേടുപാടുകൾ വരുത്തുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ഇരുന്നും ഇത്തരം ബഹിരാകാശ മാറ്റങ്ങൾ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. ഇതിനായി ഭൂകാന്തിക മാപിനികളും (Geometric instruments), കോസ്മിക് കിരണ നിരീക്ഷണ ഉപകരണങ്ങളും (cosmic ray detectors) ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. വിമാന യാത്രക്കാരെയും ബഹിരാകാശത്തിൽ നിന്നും വരുന്ന സൗര വികരണങ്ങൾ (Solar energetic radicals) ബാധിക്കാറുണ്ട്.

ഭൂമിയുടെ കാന്തിക മദ്ധ്യരേഖ (Geomagnetic equater) കടന്നു പോകുന്ന തിരുവനന്തപുരം പോലുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ 16 Gev ക്കു മുകളിൽ ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്ന സൗര കണികകൾ മാത്രമേ ഇവിടത്തെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിക്കാറുള്ളൂ. 1955-60 കാലഘട്ടത്ത് തിരുവനന്തപുരം യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജിലെ ഊർജ്ജ തന്ത്ര വിഭാഗവുമായി സഹകരിച്ച് നമ്മുടെ ബഹിരാകാശ പദ്ധതികളുടെ പിതാവായി അറിയപ്പെടുന്ന ഡോ.വിക്രം സാരാഭായ് ഇത്തരം പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇവിടെ നടത്തിയിരുന്നു എന്നത് ഇവിടെ സ്മരണീയമാണ്. കോസ്മിക് കിരണ മെസോൺ ടെലസ്കോപ്പു (Cosmic ray meson telescope) കളാണ് ഇതിനായ് അദ്ദേഹം അന്ന് ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയത്. ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിലെ വ്യതിയാനങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ നമുക്ക് സൂര്യനിൽ നടക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളെ കുറിച്ച് തുടർച്ചയായ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്. സൗരഭൗതിക ശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾ (Solar Physics Studies) ഇവിടെ പ്രത്യേക പരാമർശമർഹിക്കുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ ഉദയപ്പൂർ, കൊടൈക്കനാൽ, നൈനിറ്റാൽ തുടങ്ങിയ സ്ഥലങ്ങളിൽ സൗര നിരീക്ഷണത്തിനായുള്ള പ്രത്യേക ടെലസ്കോപ്പുകൾ പ്രവർത്തിച്ചു വരുന്നു.

സോഹോ, യൂളീസസ് തുടങ്ങിയ ബഹിരാകാശ പേടകങ്ങൾ സൗര പഠനങ്ങൾക്കായി യൂറോപ്പിൽ നിന്നും വിക്ഷേപിച്ചവയാണ്. ഭൂമിയിലെ കാലാവസ്ഥ പ്രവചനവും (Space Weather Predictions) ഇന്ന് പ്രധാനമാണ് നാസാ

(NASA), ഇ.എസ്.എ (ESA) തുടങ്ങിയ ബഹിരാകാശ ഏജൻസികൾ ഇത്തരം പ്രവചനങ്ങൾ നടത്തുന്നുണ്ട്. 2011 ൽ ഇന്ത്യയിൽ നിന്നും വിക്ഷേപിക്കുന്ന ചന്ദ്രയാൻ II ബഹിരാകാശ പേടകത്തിൽ സൂര്യനിൽ നിന്നും ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിൽ എത്തുന്ന ഉച്ച ഊർജ്ജ കണികാ പഠനത്തിനായിട്ട് പ്രത്യേക ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

3. ചില സൗരഭൗതിക പ്രതിഭാസങ്ങൾ

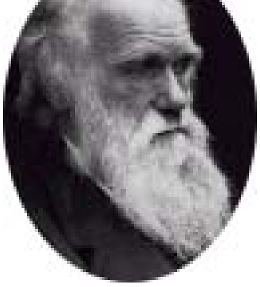
വലിപ്പത്തിൽ താരതമ്യേന ചെറുതാണെങ്കിലും സൂര്യൻ ഒരു സാധാരണ നക്ഷത്രമല്ല. സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുകയും, ഊർജ്ജ പരിവർത്തനം വഴി നിരന്തരം വികരണങ്ങളേയും, കണികകളേയും ബഹിർഗമിക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രമാണ് സൂര്യൻ. സ്വയം ഭ്രമണം നടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളിലും, ഗ്രഹങ്ങളിലും കാണിക മണ്ഡലമുണ്ടാകുമെന്ന് പ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനും, നോബൽ സമ്മാന ജേതാവുമായ പ്രൊഫ.പി.എം.എസ്. ബ്ലാക്കറ്റ് (PMS Blackett) കണ്ടെത്തി. ഇദ്ദേഹം ആണവ ഇന്ത്യയുടെ ശില്പിയായ ഹോമി ഭാഭായുടെ പ്രൊഫസറായിരുന്നു. സൂര്യനിൽ ചലനോർജ്ജം (Mechanical Energy) കാന്തിക മണ്ഡലത്തിൽ ശേഖരിച്ചു വെക്കപ്പെടുകയും ഇത് സൂര്യന്റെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്ലാസ്മാ തരംഗങ്ങൾ വഴി എത്തി അവിടത്തെ കണികകൾക്ക് കൈമാറുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി നടക്കുന്നുണ്ട്. സൂര്യന്റെ ഉപര്യാന്തരീക്ഷമായ കൊറോണയിൽ (Solar Corona) ദശലക്ഷം ഡിഗ്രി ഊഷ്മാവുണ്ടാകുന്നതും, അവിടെ നിന്നും അവിരാമം ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് കണികാ പ്രവാഹം (Solar wind) ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നത് മേൽപറഞ്ഞ ഊർജ്ജതന്ത്രപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമാണ്. സൗരവാതം സൗരയൂഥം കടന്ന് അന്തർനക്ഷത്ര പ്രദേശത്തേക്ക് (Interstellar space) വ്യാപിക്കുന്നതായിട്ടാണ് വോയേജർ (Voyager) പോലുള്ള ബഹിരാകാശ പേടകങ്ങൾ തരുന്ന സൂചനകൾ.

1610 ൽ ഗലീലിയോ (Galileo) ആണ് സൂര്യന്റെ ഉപരിതലത്തിലെ കറുത്ത പൊട്ടുകൾ ടെലസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് തുടർച്ചയായ നിരീക്ഷണം നടത്തിയത്. ചൈനക്കാരും മറ്റും അതിനുമുമ്പ് നഗ്നനേത്രങ്ങൾ കൊണ്ട് സൂര്യ പൊട്ടുകളുടെ (Suns spots) നിരീക്ഷണം നടത്തി വിവരങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തി സൂക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്. 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിലാണ് സൗരപൊട്ടുകൾക്ക് ഏകദേശം 11 വർഷത്തെ ചാക്രിക വ്യതിയാനം (Periodic or Cydic change) ഉണ്ടാകുന്നതായിട്ട് കണ്ടെത്തിയത്. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ സൗരപൊട്ടുകളുടെ വ്യതിയാനം സൂര്യനില കാന്തിക പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുമാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. 1974 ൽ അമേരിക്ക വിക്ഷേപിച്ച Skylab പേടകം സൂര്യന്റെ കൊറോണയിൽ നിന്നും ചിലപ്പോൾ പുറത്തു വരുന്ന സാന്ദ്രത കൂടിയ കണിക പ്രവാഹമായ CME (Coronal Mass Ejection) കണ്ടെത്തി. CME യുടെ കൂടെ ഉച്ചഊർജ്ജ രശ്മികളും, കണികാ പ്രവാഹവും ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിലും ഭൂമിയിലും വലിയ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നതായിട്ട് ആധുനിക പഠനങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു. 1859 September മാസം 2-ാം തിയതിയാണ് സൂര്യനിൽ നിന്നും ഏറ്റവും ശക്തിയേറിയ CME പ്രതിഭാസം ഉണ്ടായതായിട്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിക്കുന്നു. ഇന്ത്യയിലെ മുംബൈ ഭൂകാന്തിക മാപിനി രേഖകളാണ് ഇത് കണ്ടെത്താൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ സഹായിച്ചത്. സ്വാതിതിരുനാൾ മഹാരാജാവ് സ്ഥാപിച്ച തിരുവനന്തപുരം നക്ഷത്ര ബംഗ്ലാവിൽ അന്നുണ്ടായിരുന്ന ഭൂകാന്തിക മാപിനികളിലും വലിയ മാറ്റങ്ങൾ അന്ന് രേഖപ്പെടുത്തിയതായിട്ട് ഈ ലേഖകന് കണ്ടെത്താൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. സൂര്യന്റെ കാന്തിക മണ്ഡലത്തിലെ ഊർജ്ജമാണ് ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തുന്ന ഉച്ച ഊർജ്ജ കണികകൾക്ക് ലഭിക്കുന്നതെന്ന് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു.

4. ഉപസംഹാരം

ചന്ദ്രനിൽ മനുഷ്യ ആവാസ യോഗ്യമായ കൂടാരങ്ങൾ (lunar bases) നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ സൂര്യനിൽ നിന്നും എത്തുന്ന ഉച്ച ഊർജ്ജ കണികകൾ ക്ഷതം ഏൽപ്പിക്കാത്ത വിധത്തിലുള്ള space suit, radiation shield , തുടങ്ങിയ സംവിധാനങ്ങൾ ഒരുക്കേണ്ടതാണ്. ചന്ദ്രനിൽ മനുഷ്യൻ കാലുകുത്തിയ 1969-1974 കാലഘട്ടത്ത് ബഹിരാകാശ അന്തരീക്ഷം താരതമ്യേന ശാന്തമായിരുന്നു. ഗ്രഹാന്തര അന്തരീക്ഷ പഠനങ്ങൾ ഭാവിയിലെ ബഹിരാകാശ യാത്രകൾക്ക് സുരക്ഷ നൽകാൻ സഹായകമാകും. ഈ മേഖലയിൽ ഇന്നത്തെ കുട്ടികൾക്ക് താല്പര്യമുണ്ടാകുകയും അവർക്ക് ഭാവിയിലെ പുതിയ കണ്ടെത്തലുകളിൽ പങ്കാളികളാകാൻ സാധിക്കട്ടെ എന്ന് പ്രത്യാശിച്ചുകൊണ്ട് ഈ ലേഖനം ഉപസംഹരിക്കുന്നു.

NmÄ k UmÀhn³



ലണ്ടനിൽ നിന്നും വളരെ ദൂരെയല്ലാത്ത ഷ്റൂസ്ബെറിയിലെ പ്രശസ്തമായ ഒരു ഗ്രാമീണ കുടുംബത്തിൽ 1809 ഫെബ്രുവരി 12 ാം തീയതിയാണ് ചാൾസ് ഡാർവിന്റെ ജനനം. പ്രശസ്തനായ ഭിഷഗ്വരനും സാഹിത്യത്തിലും ശാസ്ത്രത്തിലും തൽപരനും ആയിരുന്ന ഇറാസ്മസ് ഡാർവിന്റെ പേരക്കുട്ടി ആയിരുന്നു ചാൾസ്. അച്ഛൻ റോബർട്ട് വാറിങ് ഡാർവിന്റേയും അമ്മ സൂസന്നയുടേയും ആറു മക്കളിൽ അഞ്ചാമനായിരുന്നു ചാൾസ്. മൂത്ത മൂന്നു സഹോദരിമാർ മെരിയാൻ, കരോളിൻ, സൂസൻ എന്നിവർ ആയിരുന്നു. നാലാമൻ ഇറാസ്മസ്. ഇളയ സഹോദരി എമിലി കാതറീൻ. ചാൾസിന് എട്ടു വയസ്സ് ആയപ്പോഴാണ് അമ്മ നിര്യാതയായത്. മുതിർന്ന സഹോദരികളായ മെരിയാന്റെയും കരോളിന്റെയും വാത്സല്യത്തിലാണ് പിന്നീട് ചാൾസ് വളർന്നത്. എമ്മ വെഡ്ജ്വുഡ് ആയിരുന്നു ചാൾസിന്റെ ഭാര്യ.

കുടുംബത്തിന്റെ പരമ്പരാഗത തൊഴിലായ വൈദ്യത്തിൽ പ്രാവീണ്യം നേടുന്നതിനായി ചാൾസിനെ എഡിൻബർഗ് സർവ്വകലാശാലയിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ചു. എന്നാൽ വൈദ്യത്തിൽ ചാൾസിന് താല്പര്യം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. നിയമപഠനത്തിന് നിർബന്ധിക്കപ്പെട്ടെങ്കിലും അതിലും ചാൾസിന് താല്പര്യം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല.

കുട്ടിക്കാലം മുതൽ സസ്യജാലങ്ങളേയും ജീവികളേയും നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും ശേഖരിക്കുന്നതിലും ചാൾസിന് വലിയ താല്പര്യമായിരുന്നു. കേംബ്രിഡ്ജിലെ സസ്യശാസ്ത്ര അധ്യാപകനായിരുന്ന ജോൺഹെൻസ്ലോ, ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ആഡം സെഡ്ജ്വിക് എന്നിവരുടെ സൗഹൃദം ചാൾസിന്റെ താല്പര്യങ്ങളെ വളർത്തി. കേംബ്രിഡ്ജിലെ മറ്റൊരു അധ്യാപകനായ ജോർജ്ജ് പീക്കോക്കിൽ നിന്നും കിട്ടിയ ഒരു കത്താണ് ചാൾസിന്റെ ജീവിതത്തിൽ ഒരു വഴിത്തിരിവ് കുറിച്ചത്. ഒരു ഭൂഗർഭശാസ്ത്ര പര്യവേക്ഷണയാത്രയിൽ പ്രകൃതിശാസ്ത്രനിരീക്ഷകനായി പങ്കെടുക്കാനുള്ള ക്ഷണമായിരുന്നു ആ കത്തിൽ. അങ്ങനെ 23 വയസ്സ് തികയാൻ ആഴ്ചകൾ മാത്രം അവശേഷിക്കുമ്പോൾ 1831 ഡിസംബർ 27 ന് ബീഗിൾ എന്ന കപ്പലിൽ ചാൾസ് ഡാർവിന്റെ പ്രസിദ്ധമായ യാത്ര ആരംഭിച്ചു.

നിരീക്ഷണ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതിയാണ് ഡാർവിൻ തന്റെ ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് അടിത്തറയാക്കിയത്. തന്റെ ചുറ്റും കാണുന്ന എല്ലാറ്റിനേയും സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷിക്കുകയും എന്തുകൊണ്ടാണ് അത് ഇങ്ങനെയായത്? എന്ന ചോദ്യം ഉയർത്തുകയും ചെയ്തു. ഇതിലൂടെയാണ് ലോകത്തെ തന്നെ മാറ്റിമറിച്ച ആശയങ്ങൾ മുന്നോട്ടു വക്കാൻ ഡാർവിന് കഴിഞ്ഞത്.

ഭൂമിയിൽ നാം കാണുന്ന ജീവജാലങ്ങൾ എല്ലാം അതേ രൂപത്തിൽ തന്നെ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതാണെന്നും അവയ്ക്ക് മാറ്റങ്ങൾ ഒന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ലെന്നുമുള്ള വിശ്വാസങ്ങൾ നിലനിന്നിരുന്ന കാലഘട്ടത്തിലാണ് ജീവജാലങ്ങൾ എല്ലാം പരിണാമത്തിലൂടെ രൂപപ്പെട്ടവയാണെന്നും അവയ്ക്ക് നിരന്തരമായി മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ടെന്നും തെളിവുകൾ നിരത്തിക്കൊണ്ട് ഡാർവിൻ വാദിച്ചത്. അന്ന് ഒട്ടേറെ എതിർപ്പുകൾക്കും പരിഹാസങ്ങൾക്കും ഇരയാകേണ്ടി വന്നെങ്കിലും ഗവേഷണശാലകളിൽ ജീവികളെ സൃഷ്ടിക്കാനും ജീവികളിൽ പരിണാമം ഉണ്ടാക്കാനും കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള ഇന്ന് ഡാർവിന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പരക്കെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.