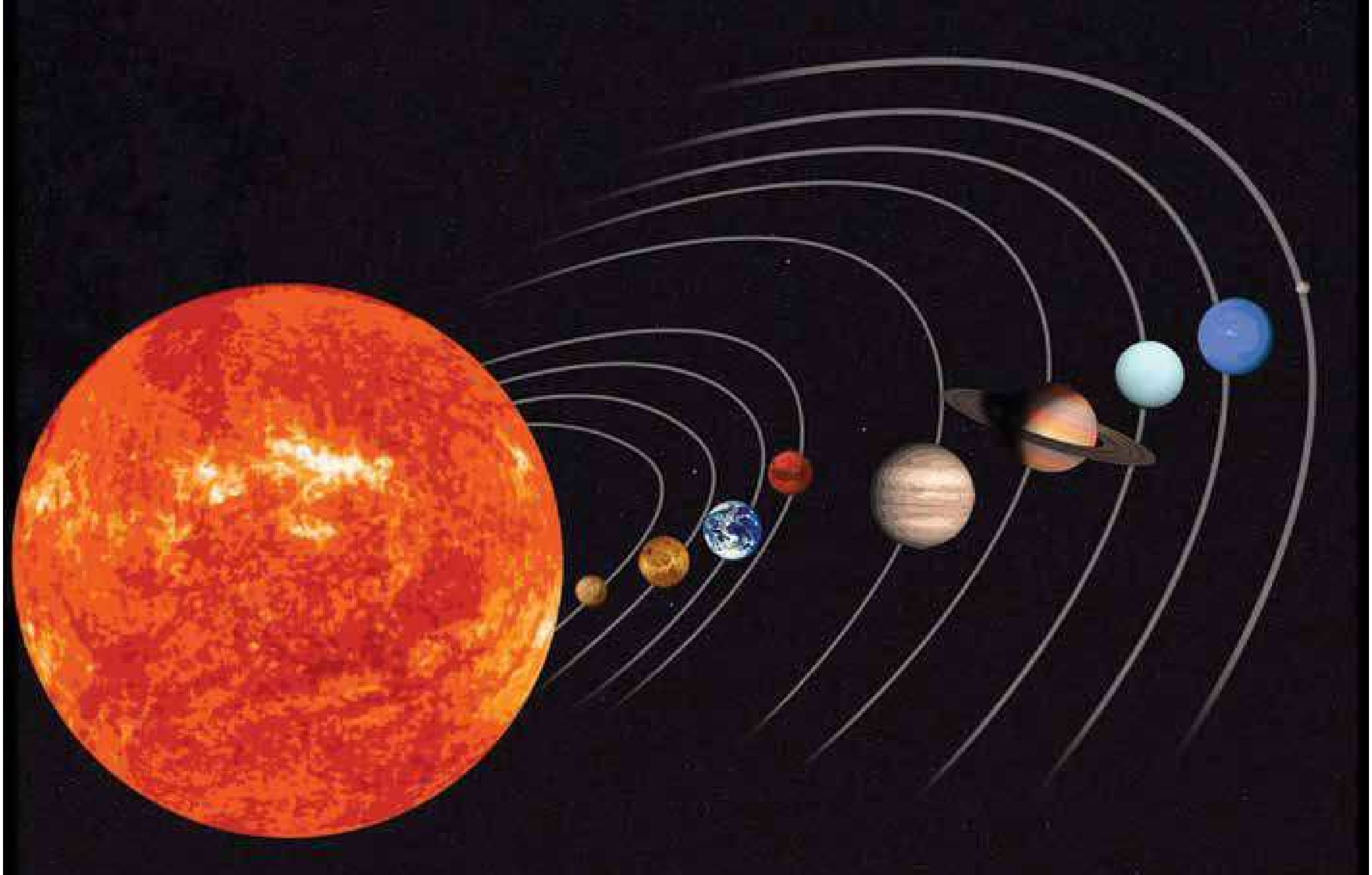


സൗരയൂഥം

സൂര്യൻ ഏറെ പ്രത്യേകതകളൊന്നുമില്ലാത്ത ഒരു ഇടത്തരം നക്ഷത്രമാണ്. പ്രതലതാപനില 5800K. അതുകൊണ്ട് പ്രകാശവർണ്ണങ്ങളിൽ മഞ്ഞ-പച്ച മേഖലയ്ക്കാണു പ്രാമുഖ്യം. കാമ്പിലെ താപനില 1.5 കോടി കെൽവിൻ വരും. അവിടെ ഓരോ സെക്കന്റിലും 60 കോടി ടൺ ഹൈഡ്രജൻ ഹീലിയമായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നു കണക്കാക്കുന്നു.

സൂര്യന്റെ വ്യാസം 14 ലക്ഷം കിലോമീറ്ററിലധികമാണ്. സൗരയൂഥത്തിന്റെ മൊത്തം പിണ്ഡത്തിന്റെ 99.867%വും സൂര്യനിലാണ്. ബാക്കിയുള്ള 0.133%ത്തിന്റെ അധികഭാഗം കിട്ടിയിരിക്കുന്നതോ, ശനിക്കും വ്യാഴത്തിനും. വ്യാഴത്തിനു ഭൂമിയുടെ 318 ഇരട്ടിയും ശനിക്ക് 95 ഇരട്ടിയും പിണ്ഡമുണ്ട്. യുറാനസ് 14.5 ഉം നെപ്റ്റ്യൂൺ 17 ഉം ഇരട്ടി വരും. ഗ്രഹങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ചെറിയ ബുധന് ഭൂമിയുടെ ഇരുപതിലൊരംശം (0.056) പിണ്ഡമേയുള്ളൂ. സൗരയൂഥത്തിന്റെ മറ്റു സവിശേഷതകൾ നാം മുമ്പ് ചർച്ച ചെയ്തതാണ്.

▲
സൗരയൂഥം
കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അന്ത്യദശകംവരെ സൗരയൂഥം മാത്രമായിരുന്നു നമുക്കറിയാവുന്ന ഏക നക്ഷത്ര – ഗ്രഹയൂഥം. എന്നാലിപ്പോൾ അവയുടെ എണ്ണം ആയിരങ്ങളായിട്ടുണ്ട്. സൗരയൂഥ പിണ്ഡത്തിന്റെ 99.867 ശതമാനം സൂര്യനിലാണ്. സൂര്യന് സമീപമുള്ള നാലുഗ്രഹങ്ങൾ – ബുധൻ, ശുക്രൻ, ഭൂമി, ചൊവ്വ ഇവ സമാനസ്വഭാവമുള്ളവയാണ്: കാമ്പിൽ ഇരുമ്പുപോലുള്ള ഭാരിച്ച ലോഹങ്ങളും പുറത്ത് പാറ (സിലിക്കേറ്റുകൾ) യും. അകലെയുള്ള നാലുഗ്രഹങ്ങൾ – വ്യാഴം, ശനി, യുറാനസ്, നെപ്റ്റ്യൂൺ ഇവ ഭീമൻ വാതകഗോളങ്ങളാണ്. എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും സൂര്യന് ചുറ്റും അപ്രദക്ഷിണദിശയിൽ കറങ്ങുന്നു. ഗ്രഹങ്ങളെ ചുറ്റി ഉപഗ്രഹങ്ങളും കറങ്ങുന്നു. ഗ്രഹങ്ങളെ കൂടാതെ വേറെയും അനേകം വസ്തുക്കൾ – ഛിന്നഗ്രഹങ്ങൾ, കുയ്പർബെൽറ്റ് വസ്തുക്കൾ, ഊർട്ട് ക്ലൗഡ് വസ്തുക്കൾ തുടങ്ങിയവ സൂര്യനെ ചുറ്റിക്കറങ്ങുന്നുണ്ട്.

സൗരയൂഥത്തിന്റെ ജനനം

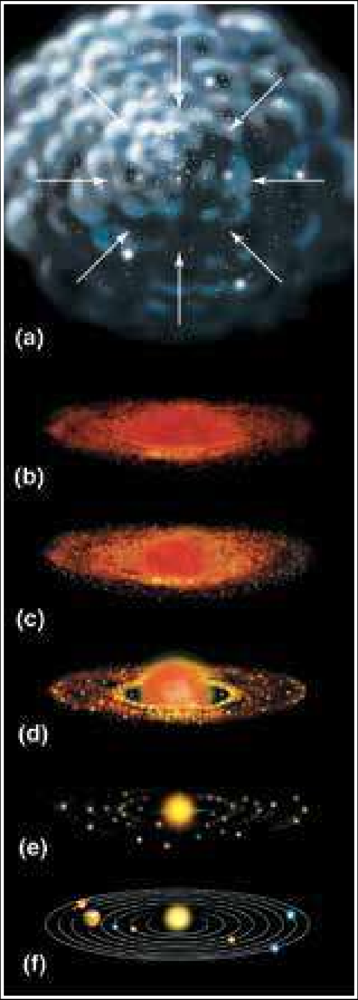
സൗരയൂഥത്തിൽ ഗ്രഹമണ്ഡലത്തിന്റെ ജനനം നാലുഘട്ടങ്ങളിലായി നടന്നു എന്നാണ് അനുമാനിക്കുന്നത്.

(1) ഏതാണ്ട് 450-460 കോടി വർഷം മുമ്പ് സൂര്യന്റെ ജനനം പൂർത്തിയായിക്കഴിഞ്ഞപ്പോൾ അവശിഷ്ട നെബുല വികിരണ മർദ്ദത്താൽ അകന്നുപോയി ഒരു ഡിസ്ക് ആയി മാറുന്നു. പ്രാരംഭനെബുല ഭ്രമണം ചെയ്തിരുന്ന അതേ ദിശയിൽ അത് സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു.

(2) നെബുല തണുക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് അതിൽ ഓരോരോ സംയുക്തങ്ങൾ (അവയുടെ ഖരണാങ്കം അനുസരിച്ച്) തരികളായി ഖരീഭവിക്കുന്നു. സൂര്യനിൽനിന്ന് വളരെ അകലെ, 50-20K താപനിലയുള്ള ഇടങ്ങളിൽ, ഹൈഡ്രജനും മീഥെയ്നും ഉൾപ്പടെ മിക്ക സംയുക്തങ്ങളും ഖരരൂപം പ്രാപിച്ചു. 180K വരെ താപനിലയുള്ള ഇടങ്ങളിൽ ജലവും 700K യിൽ ഇരുമ്പിന്റെ സൾഫൈഡുകളും 1000K യിൽ സിലിക്കേറ്റുകളും ലോഹ ഓക്സൈഡുകളും 2000K യിൽ ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ, കാൽസിയം, സിലിക്കൺ, അലൂമിനിയം, മഗ്നീഷ്യം, ടൈറ്റാനിയം തുടങ്ങിയവയുടെ സംയുക്തങ്ങളും ഘനീഭവിച്ച് തരികൾ രൂപപ്പെട്ടു.

(3) ഗുരുത്വാകർഷണത്താൽ അന്യോന്യം ആകർഷിച്ചും, യാദൃച്ഛിക കൂട്ടിമുട്ടൽ വഴിയും തരികൾ ഒന്നു ചേർന്ന് സാമാന്യം വലിയ ഗ്രഹശകലങ്ങൾ (planetesimals) രൂപം കൊണ്ടു.

(4) ആർജനം (accretion- ഗുരുത്വാകർഷണം വഴി പിടിച്ചെടുക്കൽ) എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെ ഗ്രഹശകലങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഗ്രഹങ്ങളായി മാറി. ഇതിൽ ആദ്യപ്രവർത്തനം സൂര്യൻ പ്രാഗ് നക്ഷത്രാവസ്ഥയിലായിരുന്നപ്പോൾത്തന്നെ ആരംഭിച്ചിരിക്കും. ഗ്രഹരൂപീകരണം പൂർത്തിയാക്കാൻ 10 കോടി വർഷം എടുത്തിരിക്കും എന്ന് കണക്കാക്കുന്നു.



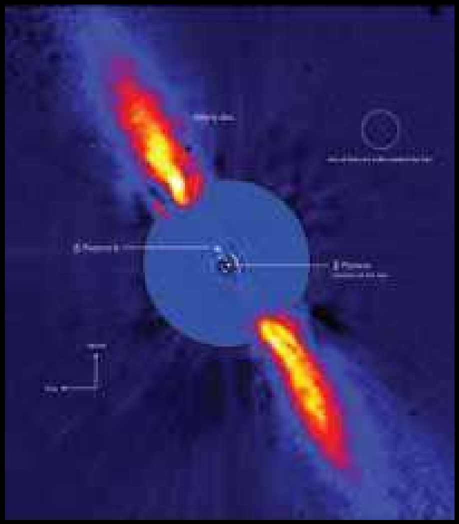
ഭൂമിയിലെ പാറകളിലും ഭൂമിയിൽ പതിച്ച ഉൽക്കാശിലകളിലും നടത്തിയ റേഡിയോ ആക്ടീവ് കാലനിർണയം (Radioactive dating) സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഭൂമിയുണ്ടായിട്ട് ഏകദേശം 450 കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞു എന്നാണ്. സൂര്യന്റെ പ്രായവും ഏതാണ്ട് 455 കോടി വർഷം എന്നു കണക്കാക്കുന്നു.

17-ാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ സൗരയൂഥത്തിന്റെ ഉത്ഭവത്തിന് ഒരു ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തം വേണമെന്ന് ആർക്കും തോന്നിയിരുന്നില്ല. ഓരോ സംസ്കാരങ്ങൾക്കും അവരുടെ സ്വന്തം സൃഷ്ടികഥകൾ ഉണ്ടായിരുന്നതാകാം കാരണം. 1632 ൽ ഫ്രഞ്ച് ഗണിതജ്ഞനും തത്ത്വചിന്തകനും ആയിരുന്ന റെനെ ദെക്കാർത്തെ (Rene Descartes) ആണ് ആദ്യമായി ഇത്തരം ഒരു സിദ്ധാന്തം രൂപീകരിക്കാനുള്ള ശ്രമം നടത്തിയത്. എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും ചുറ്റും പദാർഥപൂരിതമായ ചുഴി

ടി-ടൗറിയും ബീറ്റാ പിക്റ്റോറിസും

പ്രോട്ടോസ്റ്റാറുകളിൽ ഒരു വിഭാഗം ആണ് ടി-ടൗറി (T-Tauri) നക്ഷത്രങ്ങൾ. പിണ്ഡം 3 സൗരപിണ്ഡത്തിൽ കുറവായിരിക്കും. നക്ഷത്രത്തിനുചുറ്റും കട്ടിയുള്ള വാതക-ധൂളീ ഡിസ്ക് ഉള്ളതുകൊണ്ട് നക്ഷത്രത്തെ നേരിട്ടു കാണാനാകില്ല. എന്നാൽ നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നുള്ള വികിരണമേറ്റ് ചുട്ടുപഴുത്ത ഡിസ്കിൽ നിന്ന് തീവ്രമായ ഇൻഫ്രാറെഡ്‌വികിരണം പ്രവഹിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഇടവം (Taurus) രാശിയിലാണ് ഈവിധം ഇൻഫ്രാറെഡ്‌വികിരണം നടത്തുന്ന ഒരു നക്ഷത്രത്തെ ആദ്യം കണ്ടെത്തിയത്. T-tauri എന്നാണതിന് നൽകിയ പേർ. അതൊരു പ്രാഗ് നക്ഷത്രമാണെന്ന് പിന്നീടു തിരിച്ചറിയുകയും ആ വിഭാഗം നക്ഷത്രങ്ങളെയെല്ലാം പിൽക്കാലത്ത് ആ പേർ ചൊല്ലി വിളിക്കുകയും ചെയ്തു. ഒരു ടി-ടൗറി നക്ഷത്രം ഏതാണ്ട് 10 കോടി വർഷം കൊണ്ട് ഒരു സാധാരണ (മുഖ്യശ്രേണി) നക്ഷത്രമായി പരിണമിക്കും എന്നാണു കരുതപ്പെടുന്നത്.

ടി ടൗറി ഘട്ടം കഴിഞ്ഞ് മുഖ്യശേണിലേക്കു കടക്കുമ്പോൾ നക്ഷത്രത്തിനു ചുറ്റും, എന്നാൽ അതിൽ നിന്ന് അകലെ മാറി, അവശിഷ്ട നെബുലാഡിസ്ക് ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഡിസ്കിൽ ഗ്രഹശകലങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളും ഉണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞതിന്റെ അടയാളങ്ങൾ ഡിസ്കിലെ വലിയ വിടവുകളുടെ രൂപത്തിലും മറ്റും ദൃശ്യമായിരിക്കും. ഈ ഘട്ടത്തിലുള്ള ഒരു നക്ഷത്രത്തെ ആദ്യം കണ്ടെത്തിയത് പിക്റ്റർ രാശിയിലാണ്. ബീറ്റാ പിക്റ്റോറിസ് (Beta-pictoris) നക്ഷത്രം. ഹിപ്പാർക്കോസ് എന്ന ബഹിരാകാശനിലയം



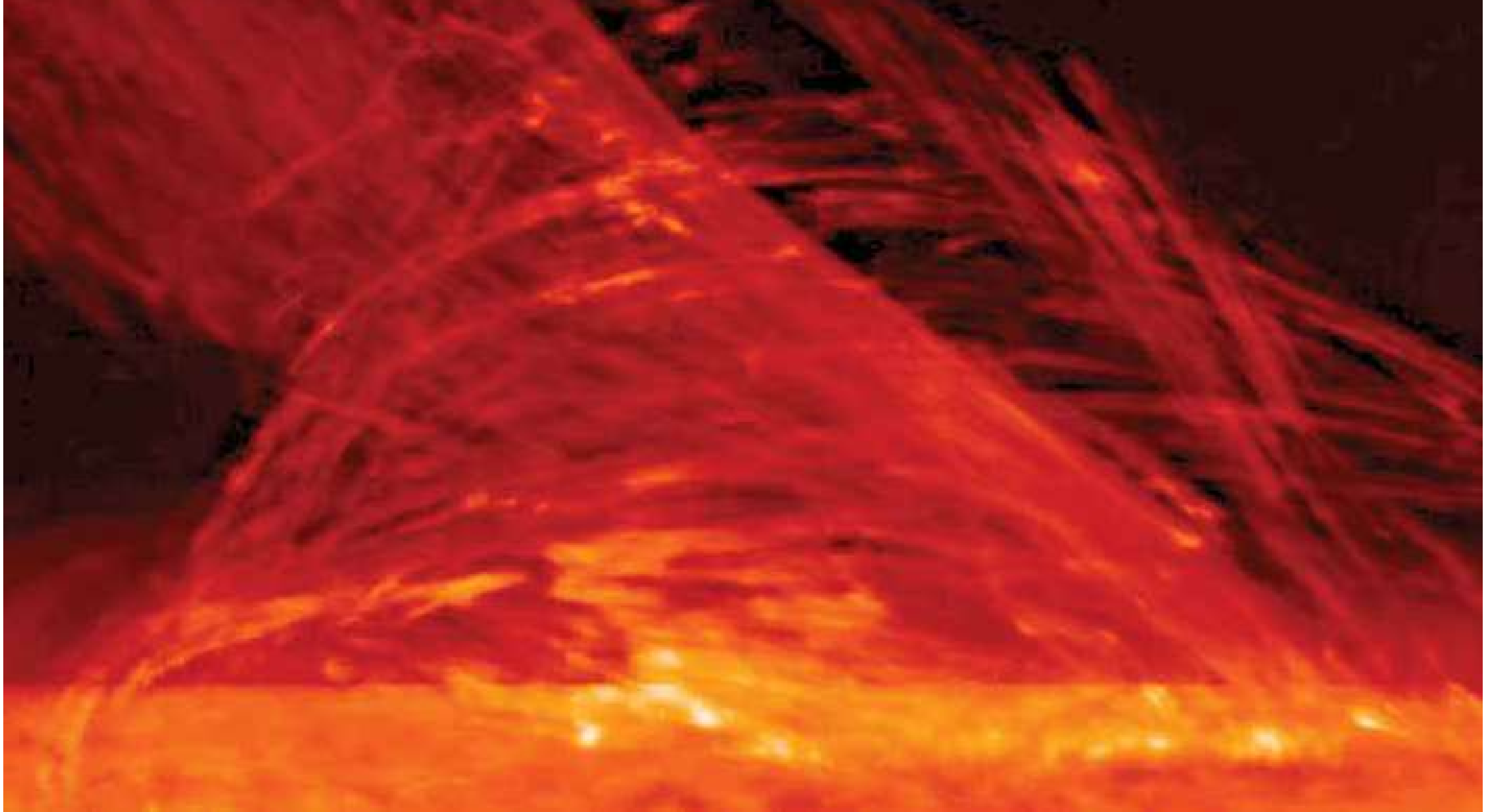
ആണതിന്റെ വിശദമായ ചിത്രങ്ങൾ ലഭ്യമാക്കിയത്. നക്ഷത്രം മുഖ്യശ്രേണിയിൽ എത്തിയിട്ട് 1-2 കോടി വർഷമേ ആയിട്ടുള്ളൂ. ഈ വിഭാഗത്തിൽപെട്ട എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളെയും ഇപ്പോൾ ബീറ്റാ പിക്റ്റോറിസ് നക്ഷത്രങ്ങൾ എന്നാണു വിളിക്കാറ്. (ഡിസ്ക് തെളിഞ്ഞു കാണാൻ നക്ഷത്രത്തെ മറച്ച ശേഷമാണ് ഫോട്ടോ എടുത്തിരിക്കുന്നത് എന്ന കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കുക.)

കൾ (Vortex) ഉണ്ടെന്നും സൂര്യനു ചുറ്റുമുള്ള അദൃശ്യ ചുഴിയാണ് ഗ്രഹരൂപീകരണത്തിനു കാരണമെന്നും ആണ് ദെക്കാർതെ പറഞ്ഞത്. ഇതിനെ പിന്തള്ളിക്കൊണ്ട് 1749-ൽ ബഫോൺ (Buffon) തന്റെ മഹാസംഘട്ടനസിദ്ധാന്തം (Catastrophe theory) അവതരിപ്പിച്ചു. ഒരു വലിയ ധൂമകേതു സൂര്യനെ ഇടിച്ചപ്പോൾ ചിതറിത്തെറിച്ച പദാർഥങ്ങൾ പുനഃസംയോജിച്ചാണ് ഗ്രഹങ്ങളായി പരിണമിച്ചത് എന്നായിരുന്നു ബഫോണിന്റെ വാദം. ധൂമകേതുക്കളെക്കുറിച്ച് കൂടുതലറിയാൻ ഇടയായപ്പോൾ ഇതു സാധ്യമല്ല എന്നു ബോധ്യമായി. എന്നാൽ 1915-29 കാലത്ത് ജെയിംസ് ജീൻസും ഹരോൾഡ് ജഫ്രിയും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പുതിയ രൂപം അവതരിപ്പിച്ചു. സൂര്യനു സമീപത്തുകൂടി മറ്റൊരു നക്ഷത്രം കടന്നുപോയപ്പോൾ ഉണ്ടായ വൻവേലിയേറ്റത്തിൽ സൂര്യനിൽനിന്നും തെറിച്ചുപോയ പദാർഥങ്ങൾ

എങ്ങനെ ഗ്രഹങ്ങളായി പരിണമിച്ചു എന്നാണവർ വിശദമായി വിവരിച്ചത്. എന്നാൽ സൂര്യനിലും ഭൂമിയിലുമുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ ചേരുവയിലെ വലിയ വ്യത്യാസവും ചുട്ടുപഴുത്ത വാതകപദാർഥം തണുത്ത് ഗ്രഹമാകുന്നതിനു പകരം വിസരിച്ച് അകന്നു പോകാനാണ് കൂടുതൽ സാധ്യത എന്ന തിരിച്ചറിവും ക്രമേണ ഈ സിദ്ധാന്തത്തെയും അസ്വീകാര്യമാക്കി.

ബഫോണിന്റെ സിദ്ധാന്തം വന്ന് ഒരു നൂറ്റാണ്ടു കഴിഞ്ഞപ്പോൾ രണ്ടു തത്ത്വചിന്തകർ പുതിയ ഉല്പത്തി സിദ്ധാന്തവുമായി രംഗത്തു വന്നിരുന്നു. 1755 ൽ കാൻറും 1796 ൽ ലാപ്ലാസും (ലാപ്ലാസ് പ്രശസ്ത ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ കൂടിയാണ്). ഒരു ആദിമനെബുല (സൗരനെബുല) സ്വയംഭ്രമണം നടത്തുകയും സങ്കോചിക്കുകയും ചെയ്തതിന്റെ ഫലമായി ആദ്യം സൂര്യനും അവശിഷ്ടനെബുലയിൽനിന്ന് ഗ്രഹങ്ങളും രൂപപ്പെട്ടു എന്നവർ സിദ്ധാന്തിച്ചു. കറങ്ങുന്ന നെബുലയിലെ ചുഴികളും ചുഴികളിലെ ചുഴികളുമാണ് ഗ്രഹങ്ങളും ഉപഗ്രഹങ്ങളുമായി പരിണമിച്ചത്. ഈ നെബുലാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആധുനികരൂപമാണ് ഇന്ന് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ അവതരിപ്പിക്കുന്ന സൗരയൂഥോല്പത്തി സിദ്ധാന്തം.

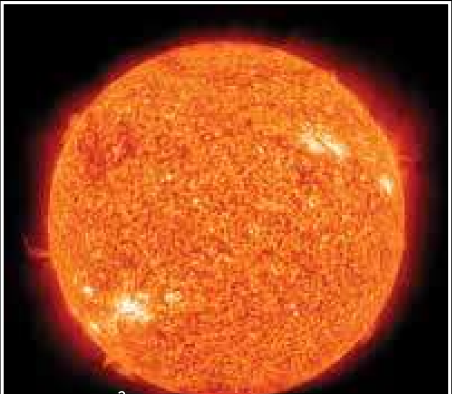
ആദിമസൗരനെബുല സങ്കോചിച്ച് സൂര്യൻ ജന്മമെടുത്തത് മറ്റേതൊരു നക്ഷത്രവും ഒരു തന്മാത്രാമേഘത്തിൽ നിന്ന് ജനിക്കുംപോലെ തന്നെ. സൂര്യൻ ജനിച്ച് 10 കോടി വർഷത്തിനുള്ളിൽ ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം രൂപമെടുത്തു കാണുമെന്നു കണക്കാക്കുന്നു. സൂര്യൻ ജ്വലിച്ചു തുടങ്ങിയപ്പോൾ, അതിനു സമീപത്തുള്ള അവശിഷ്ടനെബുല വികിരണസമ്മർദ്ദത്താൽ ദൂരേയ്ക്കു നീങ്ങിപ്പോയി. ഭാരം കുറഞ്ഞ ഹൈഡ്രജനും ഹീലിയവും മീഥെയ്നുമൊന്നും സമീപത്ത് അവശേഷിച്ചില്ല. എന്നാൽ ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ, കാൽസിയം, സിലിക്കൺ, അലൂമിനിയം, മഗ്നീഷ്യം, ടൈറ്റാനിയം തുടങ്ങിയ പദാർഥങ്ങളുടെ ചില സംയുക്തങ്ങൾ അവിടെ അവശേഷിച്ചു. ഏകദേശം 2000 K താപനിലവരെയുള്ള അകലങ്ങളിലും അതിനപ്പുറവും ഈ പദാർഥങ്ങൾ ഘനീഭവിച്ച് ചെറുതരികളായി മാറി. 1000 K താപനിലയുള്ള ഇടം മുതൽ സിലിക്കേറ്റുകളും മറ്റ് ലോഹഓക്സൈഡുകളും തരികളായി. ആദിമസൂര്യനിൽനിന്ന് ഏറെ



അകലെ, 700 K യിൽ, ഇരുമ്പിന്റെ സൾഫൈഡുകളും 180 K യിൽ ജലബാഷ്പവും ഖരരൂപം പ്രാപിച്ചു. 50 – 20 K യിൽ ഹൈഡ്രജനും മീതെയ്നും മറ്റും ഖരമാകും. ഓരോ ഗ്രഹത്തിലുമുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ ആപേക്ഷിക അളവ് അവ രൂപം പ്രാപിച്ച ഭാഗത്തുള്ള നെബുലയുടെ താപനിലയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

രാസസംയുക്തങ്ങൾക്ക് സ്വയം കൂടിച്ചേർന്ന് അനുയോജ്യമായ താപനിലയിൽ ഏതാനും മില്ലിമീറ്റർ വലുപ്പമുള്ള തരികൾ അഥവാ ധൂളികൾ ആയി മാറാൻ കഴിയുമെങ്കിലും വലിയ ഗ്രഹങ്ങളായി മാറാൻ കഴിയില്ല. ഗ്രഹരൂപീകരണം നാലു ഘട്ടങ്ങളിലായി നടന്നു എന്നാണ് അനുമാനിക്കുന്നത്: സൂര്യന്റെ ജനനശേഷം അവശിഷ്ടനെബുല ഒരു തളികയായി സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു; പിന്നീട് നെബുല തണുക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ഓരോരോ സംയുക്തങ്ങൾ തരികളായി ഖരീഭവിക്കുന്നു; ഗുരുത്വാകർഷണം, ഘർഷണം, കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നീ പ്രക്രിയകളിലൂടെ ഈ തരികൾ പതുക്കെ അന്യോന്യം ചേർന്ന് കുറച്ചു വലിയ ഗ്രഹശകലങ്ങൾ (Planetesimals) ആയി മാറുന്നു; ഒടുവിൽ ആർജനം (accretion) എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെ ഗ്രഹശകലങ്ങൾ ചേർന്ന് ഗ്രഹങ്ങളും ഉപഗ്രഹങ്ങളും രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇതിൽ ആദ്യത്തെ പ്രവർത്തനം സൂര്യൻ ഒരു പ്രാഗ് നക്ഷത്രമായിരുന്ന ഘട്ടത്തിൽത്തന്നെ തുടങ്ങിയിരിക്കണം. സൂര്യൻ ജനിച്ച് പത്തുകോടി വർഷത്തിനുള്ളിൽ ഗ്രഹങ്ങളും രൂപപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞിരിക്കും.

സൗരയൂഥത്തിൽ, പ്രത്യേകിച്ച് ഭൗമഗ്രഹങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഭാരിച്ച മൂലകങ്ങൾ ഒരു സൂപ്പർനോവയുടെ സൃഷ്ടിയാണ് എന്ന കാര്യത്തിൽ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് സംശയമില്ല. പക്ഷേ എങ്ങനെ അവ സൗരയൂഥത്തിന്റെ ഭാഗമായി? രണ്ടു സാധ്യതകളാണുള്ളത്. ഒന്ന്, ഒരു അതിഭീമൻനക്ഷത്രം ജ്വലനം പൂർത്തിയാക്കും മുമ്പേ സൂപ്പർനോവയായി മാറുകയും



സൂര്യൻ

(അത്തരം സൂപ്പർ നോവകൾക്ക് കാമ്പ് അവശേഷിക്കില്ല.) അങ്ങനെ ചിതറിത്തെറിച്ചുണ്ടായ നെബുല നക്ഷത്രാന്തര മാധ്യമത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്നിട്ടുണ്ടാകും. ഇതിൽനിന്നും രൂപംകൊണ്ട ഒരു പുതിയ നെബുലയിൽ നിന്ന് സൂര്യൻ ജനിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കാം.

രണ്ട്, സൂര്യൻ ജനിക്കാൻ പോകുന്ന നെബുലയ്ക്കുസമീപം ഒരു സാധാരണ സൂപ്പർനോവ (ടൈപ്പ് II) സംഭവിക്കുകയും അതിൽ നിന്ന് ഭാരമേറിയ മൂലകങ്ങൾ സൗരനെബുലയിൽ കലരുകയും ചെയ്തിരിക്കാം. മറ്റൊരു സാധ്യതകൂടി ഇപ്പോൾ ഗൗരവമായി ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഒരു നക്ഷത്രക്ലസ്റ്ററിലെ ഒരംഗമായി സൂര്യൻ ജനിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ഘട്ടത്തിൽത്തന്നെ ക്ലസ്റ്ററിൽപെട്ട ഒന്നോ അതിലധികമോ വലിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂപ്പർനോവകളായി സ്ഫോടനം ചെയ്തിരിക്കാം. അതിന്റെ ആഘാതത്തിൽ ക്ലസ്റ്റർ ചിതറിപ്പോവുകയും വേർപെട്ടുപോയ സൂര്യന് ഭാരമേറിയ മൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയ നെബുലയിൽ ഒരംശം കിട്ടുകയും ചെയ്തിരിക്കാം. ഇതിലേതാണ് യഥാർഥത്തിൽ സംഭവിച്ചത്

ബട്ടർഫ്ളൈ നെബുല ▲

റിങ് നെബുല ▲

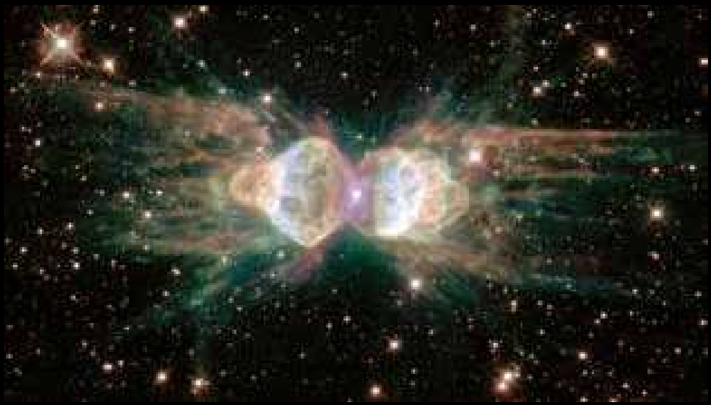
ബുമറാങ് നെബുല ▲

എസ്കിമോ നെബുല (ക്ലൗൺഫേസ് നെബുല) ▲

ടാറന്റുല നെബുല ▲

കാറ്റ്സ് ഐ (പൂച്ചക്കണ്ണ്) നെബുല ▲

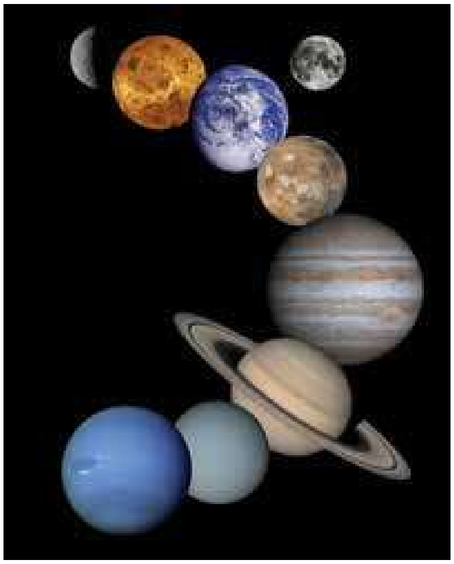
പെലിക്കൺ നെബുല



ആന്റ് നെബുല

ലഗൂൺ നെബുല

റെറ്റിന നെബുല



▲
വ്യാഴവും വ്യാഴസമാനഗ്രഹങ്ങളും
സൗരയൂഥത്തിൽ ആദ്യം രൂപംകൊണ്ട ഗ്രഹം വ്യാഴം ആയിരിക്കുമെന്ന് പല ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞരും കരുതുന്നു. ഭൂമിയുടെ 1300 ഇരട്ടി വലുപ്പമുണ്ടതിന്. പിണ്ഡം 318 ഇരട്ടിയും. ശനി ഭൂമിയുടെ 1000 ഇരട്ടി വരും. പിണ്ഡം, പക്ഷേ 95 ഇരട്ടിയേ വരൂ. സൗരയൂഥത്തിന്റെ പിണ്ഡത്തിൽ ഭൂരിഭാഗവും സൂര്യനിലാണ്. എന്നാൽ കോണീയ സംവേഗത്തിൽ ഭൂരി ഭാഗവും വ്യാഴത്തിലും വ്യാഴസമാനഗ്രഹങ്ങളിലുമാണ്.

എന്നറിയാൻ അന്നുണ്ടായ ഗ്രഹശകലങ്ങൾ പരിശോധിക്കുകയാണു മാർഗം. ധൂമകേതുക്കളും ഛിന്നഗ്രഹങ്ങളും സൗരയൂഥത്തിന്റെ രൂപീകരണഘട്ടത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും പിന്നീട് വലിയ മാറ്റങ്ങൾക്കു വിധേയമാകാതെ തുടരുകയും ചെയ്യുന്ന ഗ്രഹശകലങ്ങളാണെന്നാണ് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിശ്വസിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ടാണ് ധൂമകേതുക്കളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ അവർ ബഹിരാകാശവാഹനങ്ങളും മറ്റും അയയ്ക്കുന്നത്.

ഗ്രഹപ്പിറവിയുടെ വിശദാംശങ്ങൾ

1970 കളിൽ 'സംഘട്ടനത്തിലൂടെയുള്ള ആർജനം' (Collisional accretion) എന്ന ആശയം അവതരിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് സോവ്യറ്റ് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞനായ സഫ്രനോവ് (Safranov) ആണ് ആദ്യമായി ഗ്രഹരൂപീകരണത്തിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ സൈദ്ധാന്തികമായി ചർച്ച ചെയ്തത്. അതനുസരിച്ച്, സൗരനെബുലയിലെ ധൂളികളാണ് ഗ്രഹരൂപീകരണത്തിനു തുടക്കം കുറിച്ചത്. അവ ഗുരുത്വാകർഷണം വഴി സംയോജിച്ച് 1 മുതൽ 5 വരെ കിലോമീറ്റർ വലുപ്പമുള്ള ഗ്രഹശകലങ്ങൾക്കു ജന്മം നൽകുന്നു. വളരെ കുറഞ്ഞ കാലംകൊണ്ട് (1000 കൊല്ലം) ഈ പ്രക്രിയ പൂർത്തിയാകുന്നു.

അടുത്തഘട്ടമായി, ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾ (Planetary embryo) രൂപപ്പെടുന്നു. ഏകദേശം 1000 കി.മീ. വലുപ്പമുണ്ടായിരിക്കും ഇവയ്ക്ക്. രണ്ട് പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഈ ഘട്ടത്തിൽ സമാന്തരമായി നടക്കും. ഗ്രഹശകലങ്ങൾ ഗുരുത്വബലം വഴി ഒന്നിച്ചുചേരും (വലുത് ചെറുതിനെ പിടിച്ചെടുക്കും). ഒപ്പം, ചിലത് കൂട്ടിമുട്ടലിൽ തകരും. തകർന്നുണ്ടാകുന്ന കഷണങ്ങളെ വലുതു പിടിച്ചെടുക്കും.

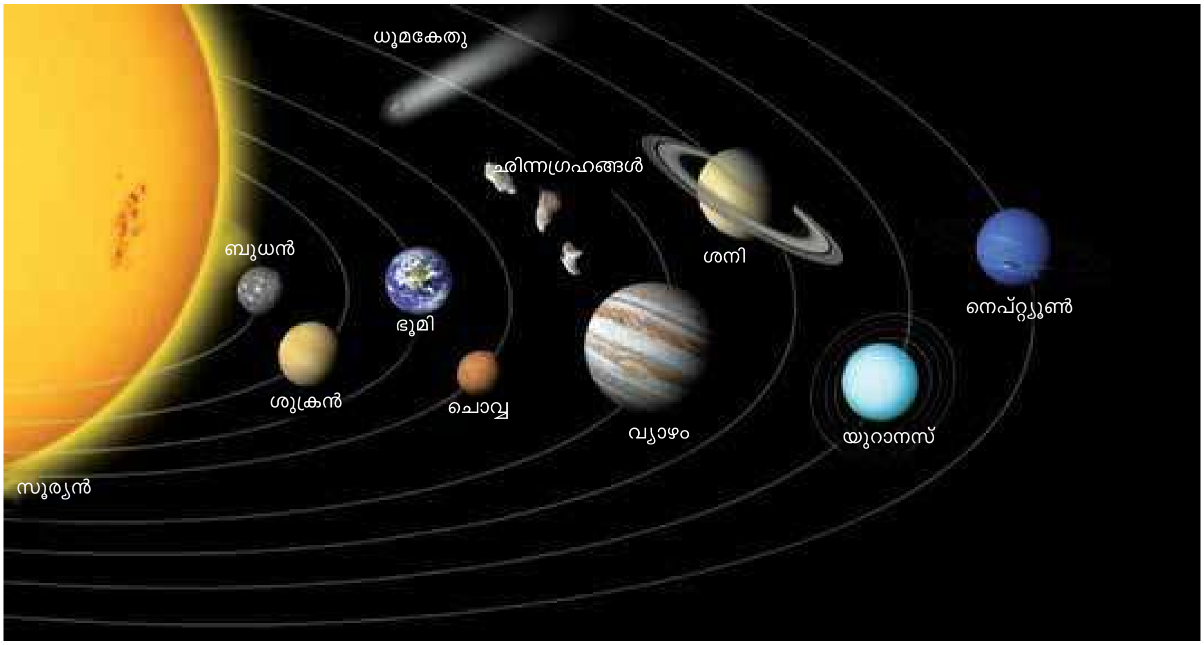
ഒടുവിൽ, ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾ ഗുരുത്വബലം കൊണ്ട് പരസ്പരം ആകർഷിച്ച് ഒന്നായിച്ചേർന്ന് ഗ്രഹങ്ങളായി പരിണമിക്കും. ഒടുവിൽ പറഞ്ഞ രണ്ടു ഘട്ടങ്ങളും മന്ദഗതിയിൽ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളാണ്, ഏതാണ്ട് 10 കോടി കൊല്ലം കൊണ്ട്. യഥാർഥത്തിൽ ഒന്നാം ഘട്ടം തീരും മുമ്പുതന്നെ രണ്ടാംഘട്ടവും രണ്ടാം ഘട്ടം തീരുംമുമ്പെ മൂന്നാംഘട്ടവും ആരംഭിച്ചിരിക്കും.

സഫ്രനോവ് അവതരിപ്പിച്ച ഈ ചിത്രത്തിന് കുറച്ചു കൂടി വിശദാംശങ്ങൾ നൽകുക മാത്രമേ പിന്നീടുള്ള

ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ചെയ്യേണ്ടി വന്നുള്ളൂ. ഉദാഹരണത്തിന്, സ്വയംഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന നെബുലയിൽ ജനിക്കുന്ന ഗ്രഹശകലങ്ങൾക്കെല്ലാം അവയുടെ പരിക്രമണപഥങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും; കെപ്ലർനിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്ന ഈ പഥങ്ങളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന അവയ്ക്ക് പരസ്പരം കൂട്ടിമുട്ടാനോ പിടിച്ചടക്കി വലുതാകാനോ സാധ്യമാകുന്നതെങ്ങനെ എന്ന ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരുന്നു. ഇതിനുള്ള വിശദീകരണം ഏതാണ്ട് ഇപ്രകാരമാണ്.

ഗ്രഹശകലങ്ങൾക്ക് സ്വതന്ത്രമായ പഥങ്ങൾ ഉണ്ട്. അതിൽ സൂര്യനോടടുത്തുള്ളതിനു വേഗത കൂടുതലായിരിക്കും. അത് തൊട്ടടുത്ത പഥത്തിലുള്ളതിനെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ ആകർഷണബലം കാരണം രണ്ടിന്റെയും പഥങ്ങളിൽ അസന്തുലനം ഉണ്ടാകും; പഥം മാറും. ഇങ്ങനെ രണ്ടോ മൂന്നോ പ്രാവശ്യം കടന്നുപോകുമ്പോഴേയ്ക്കും അന്യോന്യം കൂട്ടിമുട്ടാനുള്ള സാഹചര്യമൊരുങ്ങും. കൂട്ടിമുട്ടുമ്പോൾ ഒന്നുകിൽ രണ്ടും കൂടിച്ചേർന്ന് ഒന്നാകാം; അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടും അകലേയ്ക്കു തെറിച്ചുപോകാം. തെറിച്ചുപോയാലും, മറ്റൊരു ഗ്രഹശകലവുമായി കൂട്ടിമുട്ടാനുള്ള സാധ്യതയാണു തെളിയുന്നത്. ഈവിധം പഥങ്ങളെ അന്യോന്യം അസന്തുലിതമാക്കിയും വലുത് ചെറുതിനെ പിടിച്ചടക്കിയും കൂടുതൽ വലുതായി, സ്വന്തം പഥത്തിനടുത്തൊന്നും കൂട്ടിയിടിക്കാൻ ഗ്രഹശകലങ്ങളില്ലാത്ത സ്ഥിതിവരുന്നു. ഇവയെയാണ് ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾക്ക് അവയ്ക്കരികിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന കുറഞ്ഞ പിണ്ഡമുള്ള വസ്തുക്കളെയെല്ലാം ഗുരുത്വാകർഷണം വഴി പിടിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയും. ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞാലും പഥം തെറ്റിവരുന്ന ധാരാളം ഗ്രഹശകലങ്ങൾ അതിൽ വന്നു പതിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. സൗരയൂഥത്തിൽ ഇന്നുള്ള എട്ടു ഗ്രഹങ്ങളും രൂപപ്പെട്ട ശേഷവും ഈ പതനം ഏറെക്കാലം തുടർന്നിരുന്നതിന്റെ അടയാളങ്ങൾ വലിയ ഗർത്തങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ അവയിൽ ദൃശ്യമാണ്. കൂട്ടിയിടികളുടെ കാലം (Bombardment era) എന്ന് ഈ കാലത്തെ വിളിക്കാം.

എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളിലും ഗ്രഹമണ്ഡലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് ഇതേ രീതിയിൽത്തന്നെ ആകണമെന്നില്ല. പ്രാരംഭനെബുലയുടെ ഭ്രമണവേഗവും സാന്ദ്രതയും, അതിലടങ്ങിയ ധൂളികളുടെ അനുപാതം, കേന്ദ്ര



താരത്തിന്റെ പിണ്ഡവും വികിരണശേഷിയും തുടങ്ങിയ പല ഘടകങ്ങളും ചേർന്നാണ് എത്ര ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടാകും, അവയുടെ വലുപ്പമെത്രയായിരിക്കും എന്നൊക്കെ തീരുമാനിക്കുക. ഗ്രഹമണ്ഡലമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ നാം തിരിച്ചറിഞ്ഞു തുടങ്ങിയിട്ടേയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഇപ്പോഴും ഒട്ടും വ്യക്തത കൈവന്നിട്ടില്ലാത്ത ഒരു മേഖലയാണിത്.

സൂര്യനു സമീപമുള്ള നാലുഗ്രഹങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലും, ഗ്രഹാണ്ഡരൂപീകരണത്തിനുശേഷം വളരെയൊന്നും വളരാനുള്ള പദാർഥം ചുറ്റുപാടും ലഭ്യമല്ലായിരുന്നു എന്നു വ്യക്തം. കാരണം, സൗരവാതവും വികിരണമർദ്ദവും ചേർന്ന് ഭാരം കുറഞ്ഞ നെബുലാഘടകങ്ങളെയെല്ലാം തള്ളി അകറ്റിയിരുന്നു.

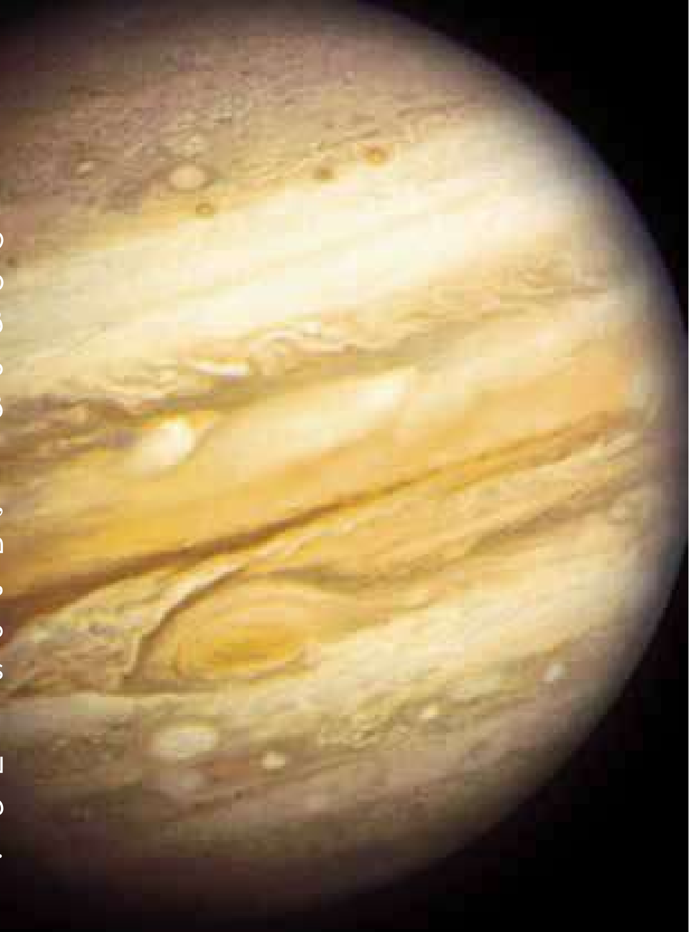
എന്നാൽ വിദൂരഗ്രഹങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അതായിരുന്നില്ല സ്ഥിതി. ഗ്രഹാണ്ഡങ്ങൾ വേണ്ടത്ര പിണ്ഡം ആർജിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ നെബുലയിലെ വാതകങ്ങളെക്കൂടി ആകർഷിച്ചു പിടിക്കാനും അങ്ങനെ കൂടുതൽ വലുതാകാനും അവയ്ക്കു കഴിഞ്ഞു. വ്യാഴം മുതലുള്ള ഗ്രഹങ്ങളിലെല്ലാം ഘനീഭവിച്ച വാതകങ്ങൾ - ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം, മീഥെയ്ൻ മുതലായവ ആണ് ദ്രവ്യത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും. അവയുടെയും കാമ്പിലുള്ളത് ഭൗമഗ്രഹങ്ങളിലെ അതേതരം പദാർഥങ്ങൾ - ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ, സിലിക്കേറ്റുകൾ മുതലായവ തന്നെ ആണെന്ന് അനുമാനിക്കുന്നു. വാതകങ്ങൾ കാമ്പിനു പുറത്ത് ഖരരൂപത്തിലും അതിനു പുറത്ത് ദ്രവരൂപത്തിലും ഘനീഭവിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനും പുറത്തായി കനത്ത അന്തരീക്ഷവും ഉണ്ട്.

സൗരയൂഥഘടന - പിറവിയുടെ സവിശേഷത

സൗരയൂഥഘടനയുടെ ചില സവിശേഷതകൾ നാം മുമ്പു ചർച്ച ചെയ്യുകയുണ്ടായി. അവയെ വിശദീകരിക്കാൻ സൗരയൂഥപ്പിറവിയെ സംബന്ധിച്ച സിദ്ധാന്തത്തിനു കഴിയുന്നുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിച്ചുനോക്കാം.

1. സൗരയൂഥത്തിന്റെ മൊത്തം പിണ്ഡത്തിന്റെ 99.867% വും സൂര്യനിലാണ്: ഇതു സ്വാഭാവികമാണ്. കാരണം, പദാർഥകേന്ദ്രീകരണം (ഗുരുത്വപതനം) നടന്നത് തന്മാത്രാമേഘത്തിന്റെ കാമ്പിലാണ്. സൂര്യൻ ജ്വലിച്ചു തുടങ്ങിയശേഷം ആണ് പതനം നിലച്ചതും ഗ്രഹരൂപീകരണം നടന്നതും. അതിനകം അവശിഷ്ട നെബുലയിൽ വലിയൊരു പങ്ക് സൂര്യവികിരണങ്ങളേറ്റ് വിസരിച്ചു നഷ്ടപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടാകും.

2. ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം ഒരേ തലത്തിൽ, ഒരേ ദിശയിൽ ആണ് സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നത്: സ്വാഭാവികമായും ആദിമ സൗരനെബുലയുടെ ഭ്രമണദിശയാണ് സൂര്യനും ഗ്രഹങ്ങൾക്കുമെല്ലാം ലഭിച്ചത്. ഗ്രഹരൂപീകരണം നടന്ന നെബുലയുടെ തളികാരൂപം ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം ഒരേ തലത്തിലാകാൻ ഇടയാക്കുകയും ചെയ്തു. ഗ്രഹങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ട പ്രക്രിയകൾതന്നെയാണ് ഉപഗ്രഹരൂപീകരണത്തിലും നടന്നത്. അതുകൊണ്ട് അവയുടെ ചലനത്തിലും ഇതേ പ്രത്യേകതകൾ തന്നെ കാണാം. ഗ്രഹങ്ങളിൽ ശുക്രന്റെ സ്വയംഭ്രമണം എതിർദിശയിലും യുറാനസിന്റേത് ലംബദിശയിലും ആണെന്നത് ഈ പൊതുനിയമങ്ങൾക്ക് അപവാദമാണ്. പിൽക്കാലത്ത് നടന്ന ഏതോ കൂട്ടിയിടിയുടെ ഫലമായി അവയുടെ



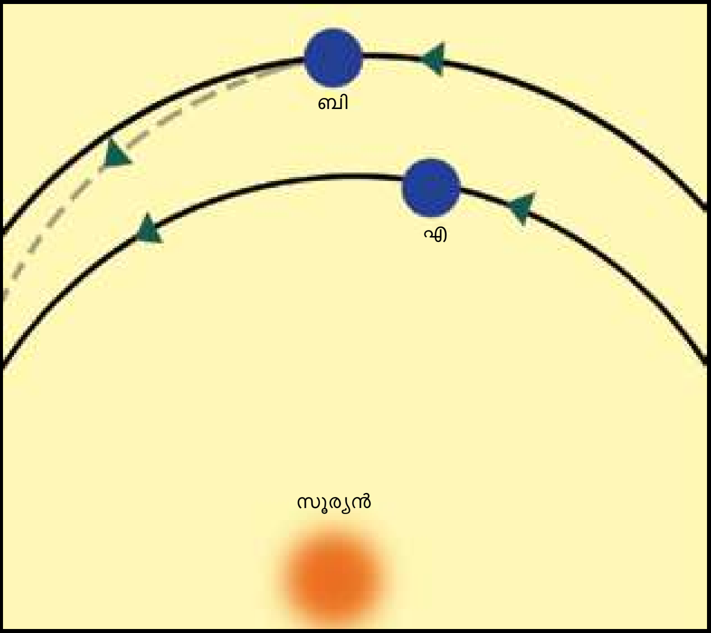
ഭ്രമണദിശ മാറിപ്പോയതാകാം എന്ന് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ കരുതുന്നു. ചില ചെറിയ ഉപഗ്രങ്ങൾ ഗ്രഹങ്ങളെ വിപരീതദിശയിൽ ചുറ്റുന്നതും അപവാദങ്ങൾ തന്നെ. സ്വാഭാവിക ഉപഗ്രഹരൂപീകരണത്തിനുപകരം ചില ബാഹ്യവസ്തുക്കളെ പിൽക്കാലത്ത് ഗ്രഹങ്ങൾ പിടിച്ചെടുത്തതിന്റെ ഫലമാകാം ഇത്.

3. ഭൗമഗ്രഹങ്ങളിൽ (ഭൂമി, ബുധൻ, ശുക്രൻ, ചൊവ്വ) ഇരുമ്പ്, നിക്കൽ, പാറകൾ മുതലായ പദാർഥങ്ങളും വ്യാഴസമാനഗ്രഹങ്ങളിൽ ഉറഞ്ഞ വാതക പദാർഥങ്ങളും ആണ് കൂടുതൽ. ഇതിനുള്ള കാരണം നെബുലയിൽ അവ ജന്മംകൊണ്ട സ്ഥാനങ്ങളുടെ പ്രത്യേകതയാണ് എന്നു നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞു.

4. സൂര്യനിൽനിന്ന് വളരെ അകലെ നെബുലയിലെ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളിൽ രൂപം കൊണ്ട ഗ്രഹശകലങ്ങൾക്ക് കൂടിച്ചേർന്ന് ഗ്രഹങ്ങളാകാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. ആ ഗ്രഹശകലങ്ങളാണ് ഊർട്ട് ക്ലൗഡ് വസ്തുക്കൾ.

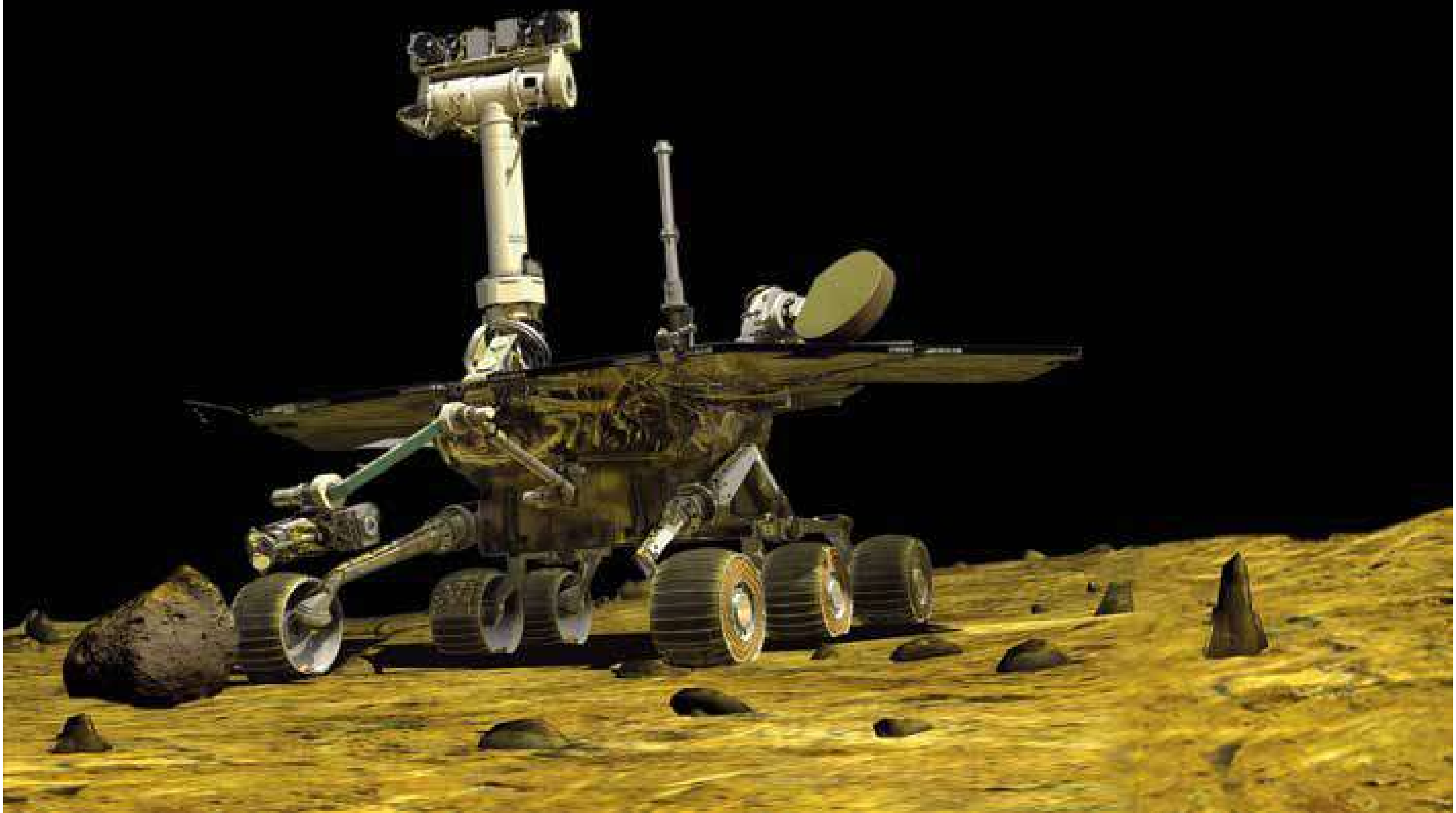
5. വ്യാഴവും ശനിയും മറ്റും രൂപം പ്രാപിച്ചുവന്ന ഘട്ടത്തിൽ അവയുടെ സമീപത്തുകൂടി കടന്നുപോകുന്ന ഗ്രഹശകലങ്ങളെ ആകർഷിച്ചു പിടിക്കുന്നതിനിടയിൽ അനേകംഎണ്ണം പിടികൊടുക്കാതെ പുറത്തേക്കു തെറിച്ചുപോയിരിക്കാനും സാധ്യതയുണ്ട്. ഇവയാകണം കുയ്പർ ബെൽറ്റ് വസ്തുക്കളായി മാറിയത്.

6. സൗരയൂഥത്തിൽ ആദ്യം രൂപംകൊണ്ട ഗ്രഹങ്ങളിലൊന്ന് വ്യാഴം ആണെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. വളരെ



◀ **ഗ്രഹശകലങ്ങളുടെ കൂട്ടിയിടി**
സ്വയംഭ്രമണം നടത്തുന്ന ഒരു നെബുലയിൽ രൂപപ്പെട്ട ഗ്രഹശകലങ്ങൾക്കെല്ലാം നിശ്ചിതപഥങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ നക്ഷത്രത്തോട് അടുത്തു സഞ്ചരിക്കുന്നവയ്ക്ക് (ചിത്രത്തിൽ എ) വേഗത കൂടുതലും അകലെ സഞ്ചരിക്കുന്നവയ്ക്കു വേഗത കുറവും (ചിത്രത്തിൽ ബി) ആയിരിക്കും. അവ അന്യോന്യം കടന്നു പോകുമ്പോൾ, പരസ്പരാകർഷണം മൂലം, പഥങ്ങളിൽനിന്ന് അല്പം വ്യതിചലിയ്ക്കും; പിണ്ഡം കുറഞ്ഞവ കൂടുതൽ വ്യതിചലിക്കും. ഇങ്ങനെ പലവട്ടം കടന്നു പോകുമ്പോൾ കൂട്ടിമുട്ടൽ സംഭവിക്കുകയും ഒന്നായിത്തീരുകയും ചെയ്യും.

വലിപ്പമുള്ള വ്യാഴം പിറന്നതോടെ അതിന്റെ ഇരുപുറവുമുള്ള വിശാലമേഖലകളിൽനിന്ന് ഗ്രഹശകലങ്ങളെ മുഴുവൻ ആകർഷിച്ചു പിടിച്ചു. അതുകൊണ്ട് ചൊവ്വയ്ക്കും വ്യാഴത്തിനും ഇടയിൽ ജനിക്കേണ്ടിയിരുന്ന (ബോഡ് നിയമം അനുസരിച്ച്) ഒരു ഗ്രഹം ജനിക്കാതെ പോയി. ആ സ്ഥാനത്ത് വ്യാഴത്തിനു പിടിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയാതെ പോയ കുറെയധികം ഗ്രഹശകലങ്ങൾ അവശേഷിക്കുന്നതാണ് ഛിന്ന ഗ്രഹമണ്ഡലം (Asteroid belt). അവയുടെ പഥങ്ങൾ വ്യാഴത്തെ സമീപിക്കാത്തവിധം ആയതുകൊണ്ടാണ് വ്യാഴത്തിനു പിടിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയാഞ്ഞത്.

7. ഭൂമിയെക്കാൾ വലുതാകേണ്ടിയിരുന്ന ചൊവ്വ തീരെ ചെറുതായിപ്പോയതും വ്യാഴത്തിന്റെ സ്വാധീനം കൊണ്ടുതന്നെ. അതിനു കിട്ടേണ്ടിയിരുന്ന വലിയ പങ്ക് ഗ്രഹശകലങ്ങളെയും വ്യാഴം അപഹരിച്ചു.

ചുരുക്കത്തിൽ, സൗരയൂഥത്തിന്റെ ഘടനയിലെ മിക്ക സവിശേഷതകളും വിശദമാക്കാൻ നെബുലാ സിദ്ധാന്തത്തിനു കഴിയുന്നുണ്ട്. എങ്കിലും, ബോഡ്-ടിറ്റിയസ് നിയമത്തിന്റെ കൃത്യത എത്രമാത്രമുണ്ട് എന്ന് സൈദ്ധാന്തികമായി കണ്ടെത്താൻ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഇനിയും കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. ●