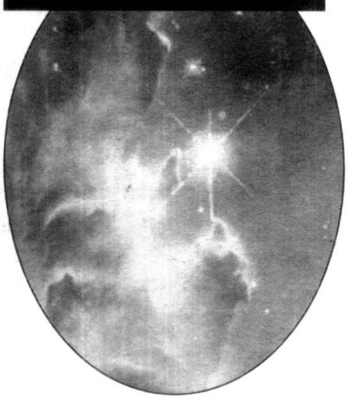
තාරකා විද්‍යා



විශ්ව තිඹිරිගෙයි
තරු උපත් සහ මරණ

විශ්වයේ ස්වාභාවය (nature) උපත (origin) හා පරිනාමය (evolution) ගැන කරුණු අධ්‍යයනය කිරීම විශ්ව විද්‍යාව (cosmology) මඟින් කරුණු ලැබේ. විශ්ව විද්‍යාව පෙන්වා දෙන අන්දමට විශ්වයට ආරම්භයක් සහ අවසානයක් ඇතත් සීමාවක් නැත. ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් (1879 - 1955) නම් විද්‍යාඥයා විස්තර කළ පරිදි විශ්වය චාතුර්මානය. දිග, පළල, ඝනත්වය සහ කාලය නම් වූ මාන සතරකි. ඒ නිසා දැනට වසර බිලියන 12 - 20 අතර සිදු වූ මහා යෝධ පිපිරීමකින් (big bang) පසු තවමත් විශ්වය ප්‍රසාරණය (expansion) වෙමින් පවතී. ඈත විශ්වයේ පිහිටි මන්දාකිණි (galaxies) පරීක්ෂා කෙරෙන විට පෙනෙන විශේෂිත ලක්ෂණය නම් ඒවායේ වර්ණාවලීන්හි රක්ත වර්ණය තැන්මාරු (red shift) වන බවයි. විශ්වය ගමන් කරන බවට එය හොඳ සාක්ෂියකි. රක්ත වර්ණ තැන් මාරුව විශාල නම් චලනය වේගවත් ය. ආසන්න මන්දාකිණිවල රක්ත වර්ණය තැන්මාරුව කුඩා ය. එහෙත් ඈතින් පිහිටි මන්දාකිණි හෙවත් චක්‍රවාටවල රක්තවර්ණ තැන්මාරුව විශාල ය. ඉතාමත් ඈතින් පිහිටි මන්දාකිණිවල චලනය තත්පරයට සැතපුම් 80,000 ක් පමණ වේ. විශ්වය සදානතිකව ප්‍රසාරණය වන බව 1929 දී එඩ්වින් හබ්ල් (1889-1953) විස්තර කළ දේ දැන් ඔප්පු වී තිබේ. අප හොඳින් දන්නා හබ්ල් ගේ නියතය (hubble constant) එහි ප්‍රතිඵලය යි. ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් පවා හබ්ල් ගේ නියතය පිළිගනී. හබ්ල් නියතයෙන් කියවෙන්නේ පෘථිවියට ඉතා ඈතින් පිහිටි මන්දාකිණි පෘථිවියට කිට්ටුව පිහිටි මන්දාකිණිවලට වඩා වේගයෙන් ඉවතට ගමන් කරන බවකි. මීට සමගාමීව විශ්වය ප්‍රසාරණය වේ. ඔබ මේ වාක්‍යයේ මුල් වචන කිහිපය කියවන්නට පටන්ගත් මොහොත තුළ මන්දාකිණි සැතපුම් අසූ ලක්ෂයක් ඈත්වියැම, විශ්වය ප්‍රසාරණය වීමේ තරම ඔබට හොඳ කියාපායි.

විශ්වය තරුවලින් පිරී පවතී. සූර්යයාද තරුවකි. එය විශ්වයේ ඇති කෝටි සංඛ්‍යාත තාරකා අතුරින් එකක් පමණි. සූර්යයාට වඩා විශාල තාරකා 10 - 20 ක් පමණ දැනට සොයාගෙන තිබේ. තරු අතර දුර අතිවිශාල ය. මෙම දුර මැනීම සඳහා විශේෂ ඒකකයක් භාවිත කරනු ලැබේ. එය හඳුන්වන්නේ 'ආලෝක වර්ෂය' (light year) නමිනි. ආලෝක වර්ෂයක් යනු තත්ත්පරයකට කිලෝමීටර 3,00,000 ක වේගයකින් ආලෝකය, වර්ෂයක් තුළ ගමන් කරන දුර ප්‍රමාණයයි. එය දළ වශයෙන් කිලෝමීටර 95,00,000,000,000 යැයි සැලකේ.

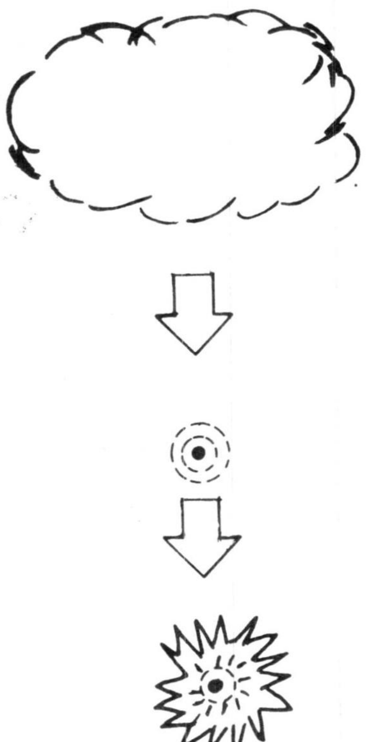
තාරකා අතර දුර මනින තවත් ඒකකයකි, පාර්සෙක් (Parsec). පෘථිවියේ සිට සූර්යයාට ඇති දුර මෙන් 200,000 වාරයක දුරක් එයින් නියෝජනය වේ. ඒ නිසා පාර්සෙක් එකකින් මීටර 3.0857×10^{16} හෝ ආලෝක වර්ෂ 3.2616 පෙන්නුම් කෙරේ. පාර්සෙක් වලින් තරු අතර දුර මැනීම පහසු වී තිබේ. දැනට වැඩි වශයෙන් නිරීක්ෂණය කර ඇති තරු 50 පිහිටා ඇත්තේ පාර්සෙක් 5 ක් ඇතුළත ය. පාර්සෙක් 20 ඇතුළත තරු 1000 සොයාගෙන ඇත.

ආලෝක වර්ෂ දසලක්ෂ ගණනක් ඈතින් ද තාරකා පිහිටා තිබේ. සූර්යයා හැරුණු විට කිට්ටුම තාරකාව ආලෝක වර්ෂ හතරක් පමණ ඈතින් පිහිටා තිබේ. එය ප්‍රොක්සිමා සෙන්ටෝරි (Proxima centauri) යනුවෙන් නම් කර ඇත. එහි දීප්තිය අඩු ය. ඒ නිසා පියැවි ඇසට නොපෙනේ. එමෙන් ම සූර්යයාගේ විශ්කම්භය මෙන් තුන්සිය ගුණයකටත් වඩා විශාල තාරකා ද ඇත. ඇන්ටාරෙස් (antares) තාරකාව ඊට නිදසුනකි. එහි විශාලත්වය සූර්යයා ගේ විශ්කම්භය මෙන් තුන්සිය අනූ ගුණයකි.

තරු අතර අවකාශය අන්තර්තාරිය අවකාශය (interstellar space) නම් වේ. එය අන්තර්තාරිය ද්‍රව්‍යවලින් සමන්විත ය. මූලික වශයෙන් හයිඩ්‍රජන් ඇති අතර ඝන ධූලි අංශු ද සොයාගෙන ඇත. ඝන ක්‍යුබික් මීටරයකට හයිඩ්‍රජන් පරමාණු 10^6 ක ප්‍රමාණයක් සොයාගෙන ඇත. නමුත් හයිඩ්‍රජන් වායුව සමානව ව්‍යාප්තව නැත. එය විවිධ ඝනත්වයෙන් සහ ප්‍රමාණයන්ගෙන් අන්තර්තාරිය වලාකුළු තුළ දක්නට ලැබේ.

ආලෝක වර්ෂ පනහක් ඇතුළත දුරේක්ෂවලින් නිරීක්ෂිත තාරකා දහයකි. ප්‍රොක්සිමා සෙන්ටෝරි (proxima centauri) සීරියස් (Sirius), ප්‍රොසයොන් (Procyon), ඇල්ටෙයා (altair) පෝමෝල්ට් (pormolt), විගා (vega), පොලුක්ස් (Pollux), ආක්ටුරස් (arcturas), කැස්ටර් (caster) හා කැපෙලා

කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලයේ
ජෛවභූගෝල විද්‍යාව පිළිබඳ කථිකාචාර්ය
එච්. කේ. එන්. කරුණාරත්න



තරුවක උපත - 1 රූපසටහන

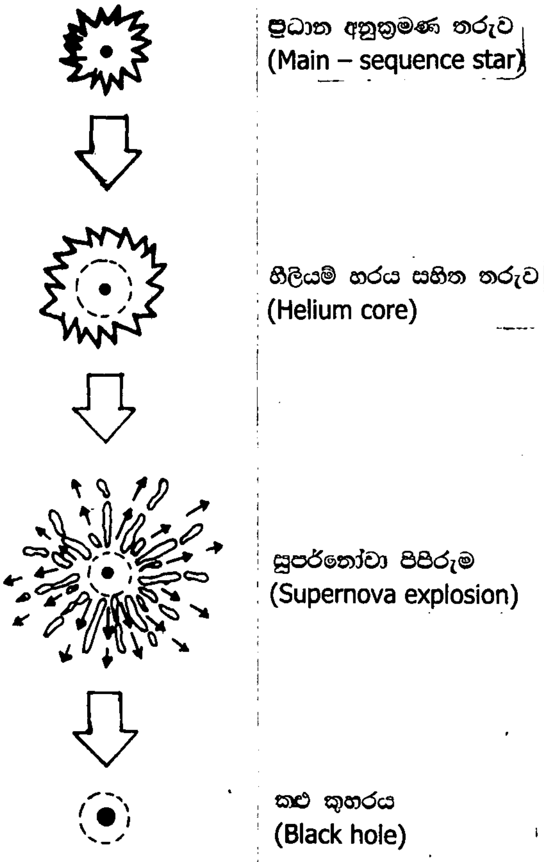
(capella) එම තරු දහයයි. මේ තරු සියල්ලම අපේ මන්දකිණිය වන ක්ෂීරපථයේ ඇති ඒවායි. ක්ෂීරපථයට එහා තවත් මන්දකිණි රාශියක් පිහිටා ඇති බව අපි දනිමු. ඒවායේ තරු පියවි ඇසින් දැකිය නොහැක. දැකිය හැක්කේ මන්දකිණියක ජායාවක් පමණි. උදහරණයක් වශයෙන් ආලෝක වර්ෂ 22,00,000 දුරින් ඇති ඇන්ඩ්‍රොමිඩා මන්දකිණිය (andromeda galaxy) පෙනෙන්නේ දීප්තිමත් ලපයක් වශයෙනි. එහි ඇති තරු වෙන් වශයෙන් දැකිය නොහැක.

තරුවල වර්ණය : (colour of stars)

වර්ණය අනුව තරු වර්ග හතරකි. සුදුපාට හෝ නිල්පාට තරු, කහපාට තරු, තැඹිලිපාට තරු හා රතුපාට තරු වශයෙනි. සුදු හෝ නිල්පාට තරු ඉතා උණුසුම් ය. සාමාන්‍යයෙන් නිල් තරුවක පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ්අංශක 10,000–30,000 අතර පවතී. රතු වර්ණයෙන් යුත් තරුවල උණුසුම අඩු ය. මේ තරුවල පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් අංශක 3300 ක් පමණ වේ. උදා: ඔරයන් රාශියේ බීටල්ජූස් තාරකාව සහ ටෝරස් රාශියේ ඇල්ඩිබැරන් තාරකාව කහ වර්ණයෙන් යුත් තරුවල සහ තැඹිලි වර්ණයෙන් යුත් තරුවල උණුසුම සෙන්ටිග්‍රේඩ් අංශක 30,000–3300 අතර පවතී. සූර්යයා කහ වර්ණයෙන් යුත් තරුවකි. එහි පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් අංශක 7000 කි.

මෙම තරු වර්ග හතරේ අභ්‍යන්තර උෂ්ණත්වය ගැන සංඛ්‍යාත්මක තොරතුරු පෙන්වාදීම ඉතා අපහසු ය. එහෙත් සූර්යයා ගැන ලබා ඇති දැනුම අනුව සියලුම තාරකාවල අභ්‍යන්තර උෂ්ණත්වය ඉතා අධික බව තීරණය කර තිබේ. ඒ නිසා තරුවල අභ්‍යන්තර උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් අංශක මිලියන ගණනක් විය යුතු ය.

තාරකා ශාස්ත්‍රඥයින් විසින් වර්ණාවලි ලක්ෂණ පදනම් කරගෙන තාරකාවන් වර්ග හතකට බෙදා ඇත. ඒවා O, B, A, F, G, K සහ M ලෙස නම් කර ඇත. වගු අංක 01 හි තාරකා වර්ග හතට අදාල දත්ත සටහන් කර ඇත. සෑම වර්ණාවලි



රූප සටහන – 2

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තරුවක් කළු කුහරයක් බවට පත්වීම

දර්ශකයක් ම උප කාණ්ඩ 10 කට එනම් 0 සිට 9 දක්වා වෙන් කරනු ලැබේ.

උදහරණයක් වශයෙන් G දර්ශකය G-O (උණුසුම්) සිට G–9 (සිසිල්) දක්වා බෙදීම පෙන්වා දිය හැක. මේ අනුව සූර්යයා G–5 ට අයත් වේ.

වගු අංක 01 – තරුවල වර්ණාවලි දර්ශ

වර්ණාවලි දර්ශය	ප්‍රතිශතය	වර්ණය	උෂ්ණත්වය–කෙල්වින්
O	<1	දම්	>30,000
B	3	නිල්	10,000–30,000
A	27	නිල්–සුදු	7500–10,000
F	10	සුදු	6000–7500
G	16	සුදු–කහ	5000–6000
K	37	ඔරේන්ජ්	3500–5000
M	7	රතු	<3500

තරුවල පරිණාමය : (evolution of stars)

විශ්වයේ උපත, එහි ස්වභාවය, තරු අතර දුර, අන්තර්තාරීය අවකාශය සහ තරුවර්ග ගැන තොරතුරු ඉහතින් විස්තර කර ඇත. එම තොරතුරු, තරුවල පරිණාමය ගැන කරුණු සෙවීමේදී බෙහෙවින් ප්‍රයෝජනවත් වේ. තරු වැඩි ප්‍රමාණයක් නිර්මාණය වී ඇත්තේ හයිඩ්‍රජන් වලිනි. ඒ නිසා තරුවක ප්‍රධාන ඉන්ධන වර්ගය හයිඩ්‍රජන් වේ. හයිඩ්‍රජන් ද්‍රව්‍යාම පරමාණු විලයනයෙන් (nuclear fusion) සිදුවන්නකි. මේ නිසා හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි දෙක බැගින් එකතු වී හීලියම් වායුව සෑදෙන අතර එමගින් අධික ශක්තියක් උත්පාදනය වේ. එවිට තරුව බබලන වස්තුවක් සේ දර්ශනය වේ. මේ බැබැලීම අවුරුදු කෝටි ගණනක් දිගට ම නොකඩවා සිදු වේ.

අන්තර්තාරීය ධූලි හා වායු (interstellar dust and gases) ඝනීකරණය වීමෙන් සකස් වූ වලාපටලයක තරු උපත ලබයි. මේ වලාපටලය සංකෝචනය වී උණුසුම් වේ. එය කෙල්වින් අංශක $5–10x10^6$ පමණ වේ. වලාපටලයේ මධ්‍යයේ පරමාණු ප්‍රතික්‍රියාව (nuclear reaction) ආරම්භවීමට මෙම අධික උණුසුම බලපායි. මේ අවස්ථාව ප්‍රාග් තරුව (Prostar) ලෙස හැඳින් වේ. පරමාණු ප්‍රතික්‍රියාව නිසා ප්‍රාග්තරුව ස්ථායී අවස්ථාවකට පත් වේ. එවිට තරුවේ විශාලත්වය, උෂ්ණත්වය සහ දීප්තිය ද නිශ්චිත වේ. (රූප සටහන 01 බලන්න) මේ නිශ්චිත ලක්ෂණ ඉතා දීර්ඝ කාලයක් පවතී. ඒ අනුව එය ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තරුවක් බවට පත්වේ. තරුවේ පරමාණු ඉන්ධන අවසන් වූ විට පමණක් තරුවේ ආයු කාලය අවසන් වේ. එය එහි විපතයි. ඔරායන් තාරකා මණ්ඩලයේ පිහිටි මහා නිහාරිකාව (nebulae) තරුවලට උපත දෙන තැනක් සේ හඳුනා ගෙන තිබේ.

තරුවේ අභ්‍යන්තරයේ සිදුවන වෙනස්වීම් පදනම් කරගෙන හුදෙකලා තරුවල විපත කිහිප ආකාරයකට සිදුවන බව හඳුනාගෙන තිබේ.

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තරුවක් (main Sequence star) සුදු වාමනයෙකු (White dwarf) බවට පත්වීම එයින් එක් ආකාරයකි. දිගු කාලයක් ගත වූ විට හයිඩ්‍රජන් සියල්ල හීලියම් බවට පත් වී තරුව තුළ හීලියම් හරයක් (helium nucleus) නිර්මාණය වේ. එවිට තරුවේ ස්කන්ධය අඩු වුයේ නම් එය සුදු වාමනයෙක් බවට පත් වේ. එහි ඝනත්වය ඝන සෙන්ටිමීටරයකට ග්‍රෑම් 10^6 කි. ක්ෂීරපථයෙහි මෙවැනි සුදු වාමන තාරකා බිලියන දහයක් පමණ ඇත. සුදු වාමන තරුවක විශේෂිත ලක්ෂණය එහි මධ්‍යයේ හරය ඉතිරි වී තිබීමත් හරය වටා ග්‍රහ නෙබියුලාවක් (planetary nebulae) නිර්මාණය වීමත් ය. (රූප සටහන 04 බලන්න)

සූර්යයා රතු සුපිරියෝධ අවස්ථාව පසුකල විට විශාලත්වයෙන් පෘථිවිය තරම් වන සුදු වාමනයෙකු බවට පත් වේ. අපේ මන්දකිණියේ ඇති සුදු වාමනවල ආයු කාලය වසර

බිලියන ගණනාවක් විය හැක. ඉන් පසු ඒවා ක්‍රමයෙන් දුඹුරු වාමන (brown dwarfs) අවස්ථාවේ සිට අඳුරු වාමන (dark dwarfs) අවස්ථාව දක්වා පරිණාමය වේ.

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තාරකාවක් නියුට්‍රෝන තාරකාවක් (neutron star) බවට පත්වීමේ අවස්ථාද හඳුනාගෙන තිබේ. ස්කන්ධය සුදු වාමන අවස්ථාවට වඩා වැඩි වුයේ නම් එය නියුට්‍රෝන තරුවක් බවට පත් වේ. එවිට නිදහස් නියුට්‍රෝන මුදා හැරේ. ක්‍රමානුකූලව පරිභ්‍රමණය වන චුම්බකන නියුට්‍රෝන තරු භෞතික විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයේ දී පල්සාර් (pulsars) ලෙස නම් කර ඇත. ඒවායේ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ඉතා ශක්තිමත් ය. ඒ නිසා ආරෝපිත අංශු කලාප දෙකක සංකේන්ද්‍රනය වේ. එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් විකිරණය කදම්භ දෙකක ස්වරූපයෙන් විමෝචනය වේ. දැනට පල්සාර් 300 පමණ නිරීක්ෂණය කර ඇත. ක්ෂීරපථයෙහි වසර පනහකට වරක් නියුට්‍රෝන තරුවක් නිර්මාණය වීමට අවශ්‍ය තරු පිපිරීමක් සිදුවෙන බව කිය වේ. පිපිරීමෙන් ඇතිවන දීප්තිය සති කිහිපයක් පුරා පවතිනු ඇත. මෙම දීප්තිය සූර්යයාගේ දීප්තිය මෙන් ප්‍රකෝටි දහසක් පමණ වේ. මෙවැනි තරු පිපිරීමක් ජොහන්ස් කෙප්ලර් (1571 - 1630) විසින් 1604 දී වාර්තා කර තිබේ. පෘථිවියේ සිට ආලෝක වර්ෂ 7500 ක් දුරින් පිහිටි ඊටා කාරිනේ (eat carinae) තරුව පිපිරී යෑම 1840 දී නිරීක්ෂණය කර ඇත. (නියුට්‍රෝන තරුවක උපත සඳහා 3 වන රූප සටහන බලන්න.)

ක්ෂීරපථයෙහි වසර පනහකට වරක් නියුට්‍රෝන තරුවක් නිර්මාණය වීමට අවශ්‍ය තරු පිපිරීමක් සිදුවෙන බව කිය වේ. පිපිරීමෙන් ඇතිවන දීප්තිය සති කිහිපයක් පුරා පවතිනු ඇත. මෙම දීප්තිය සූර්යයාගේ දීප්තිය මෙන් ප්‍රකෝටි දහසක් පමණ වේ. මෙවැනි තරු පිපිරීමක් ජොහන්ස් කෙප්ලර් (1571 - 1630) විසින් 1604 දී වාර්තා කර තිබේ. පෘථිවියේ සිට ආලෝක වර්ෂ 7500 ක් දුරින් පිහිටි ඊටා කාරිනේ (eat carinae) තරුව පිපිරී යෑම 1840 දී නිරීක්ෂණය කර ඇත.

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තාරකාවක් කළු කුහරයක් (black hole) බවට පත්වීමේ සිද්ධීන් ද නිරීක්ෂණය කර ඇත. නියුට්‍රෝන තරුවක පවතින අවස්ථාවට වඩා වැඩි ස්කන්ධයක් ඇතිනම්, ගුරුත්වාකර්ෂණය බිඳියෑම (gravitational collapse) නිසා තාරකාව කළු කුහරයක් බවට පත් වේ. (2 වන රූපසටහන බලන්න) කළු කුහරයකින් ආලෝක තරංග පිට නොවේ. ඊට හේතුව අධික ගුරුත්ව බලයයි. ගණිත පැහැදිලි කිරීමේ ඇසුරෙන් කළු කුහර ගැන කරුණු ඉදිරිපත් කිරීමට උත්සහ දරා ඇත. ඒ අනුව :

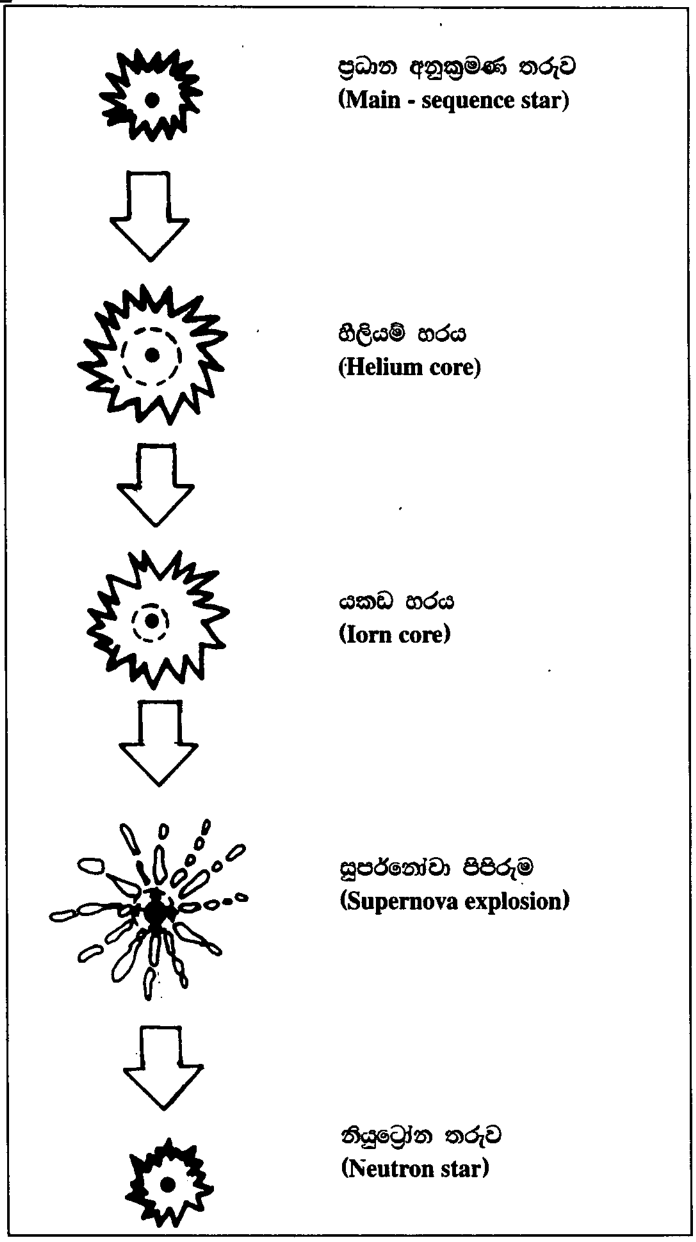
(i) ආරෝපිත නොවන එමෙන් ම භ්‍රමණය නොවන කුහරයකි. (schwarzschild solution)

(ii) ආරෝපිත එහෙත් භ්‍රමණය නොවන කුහරයකි. (Reissner - Nordstorm solution) සහ

(iii) ආරෝපිත නොවන එහෙත් භ්‍රමණය වන කුහරයකි. (Kerr solution) වශයෙනි.

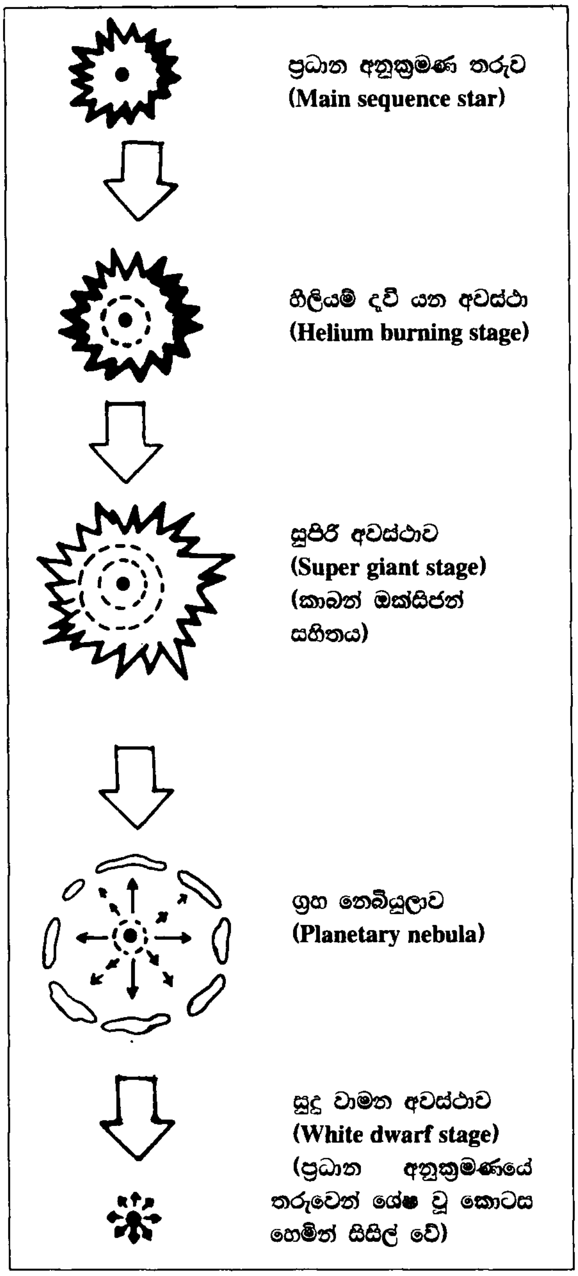
ස්කන්ධය කිලෝග්‍රෑම්ස් 10^{12} සහ අරය මීටර 10^{-15} යුත් ක්ෂුද්‍ර කළු කුහර (mini black holes) ගැන භෞතික විද්‍යාවේ කරුණු විස්තර වේ. එවැනි කළු කුහර විශ්වය උපත ලබන අවස්ථාවේ පැවති බව සලකන්න. ක්වොන්ටම්-යාන්ත්‍රික ක්‍රියාවලිය අනුව කළු කුහරවලින් අංශු විමෝචනය සිදුවන බව හෝකිං (hawking) පෙන්වා දෙයි.

ද්විත්ව තාරකාවල (binary stars) පරිණාමය මීට වඩා වෙනස් ආකාරයට සිදු වේ. ද්විත්ව තාරකා පද්ධතියක (brinary star system) තාරකා දෙකක් දක්නට ලැබේ. එය ප්‍රාථමික තාරකාව (Primary star) සහ ද්විතීය තාරකාව (secondary star) වශයෙනි. ප්‍රාථමික තාරකාවේ ස්කන්ධය වැඩි ය. ද්විතීය තාරකාවේ ස්කන්ධය අඩු ය. නමුත් තරු දෙකම පොදු ගුරුත්ව ක්ෂේත්‍රයක් වටා භ්‍රමණය වේ. ප්‍රාථමික තාරකාව හුදෙකලා තරුවක් වශයෙන් තිබී එහි හරයේ හයිඩ්‍රජන් දවා අවසන් වූ විට හීලියම් පමණක් ඇති අවස්ථාවකට පරිණාමය වේ. මේ සම්බන්ධව හුදෙකලා තරුවල පරිණාමය ගැන කරුණු විස්තර කිරීමේදී අපි සාකච්ඡා කළෙමු. හීලියම් පමණක් ඇති අවස්ථාවකට ප්‍රාථමික තරුව ළඟා වූ විට එය ප්‍රසාරණය වීමට පටන් ගනී. එවිට ප්‍රාථමික තරුවේ පදාර්ථ ඉතාමත් වේගයෙන් ද්විත්ව තරුවේ සීමාවට ඇතුළු වීම නිසා තරු දෙක පදාර්ථ වලින් පිරීගොස් එක් පද්ධතියක් බවට පත් වේ. නමුත් මේ පොදු ලක්ෂණය පසුව ක්‍රමයෙන් වෙනස් වේ. ඒ නිසා පදාර්ථ ක්‍රමයෙන් ඉවතට විසිරී යයි. ඉහතදී පෙන්වා දුන් ඊටා කැරිනේ තරුව මේ අවස්ථාවට ළඟා වූ තරුවක් සේ හඳුනාගෙන ඇත. පදාර්ථ සියල්ලම ඉවත්ව ගියවිට ප්‍රාථමික තාරකාව සහ ද්විතීය තාරකාව නැවතත් දක්නට ලැබේ. එහෙත් ද්විතීය තාරකාව මේ වන විට පසුවත්තේ හයිඩ්‍රජන් දවන අවස්ථාවක ය. හීලියම් දවන අවස්ථාව නිම වූ විට ප්‍රාථමික තාරකාව පිපිරීමකට ලක් වේ. එය සුපර්නෝවා පිපිරීමකි. පිපිරීමෙන්

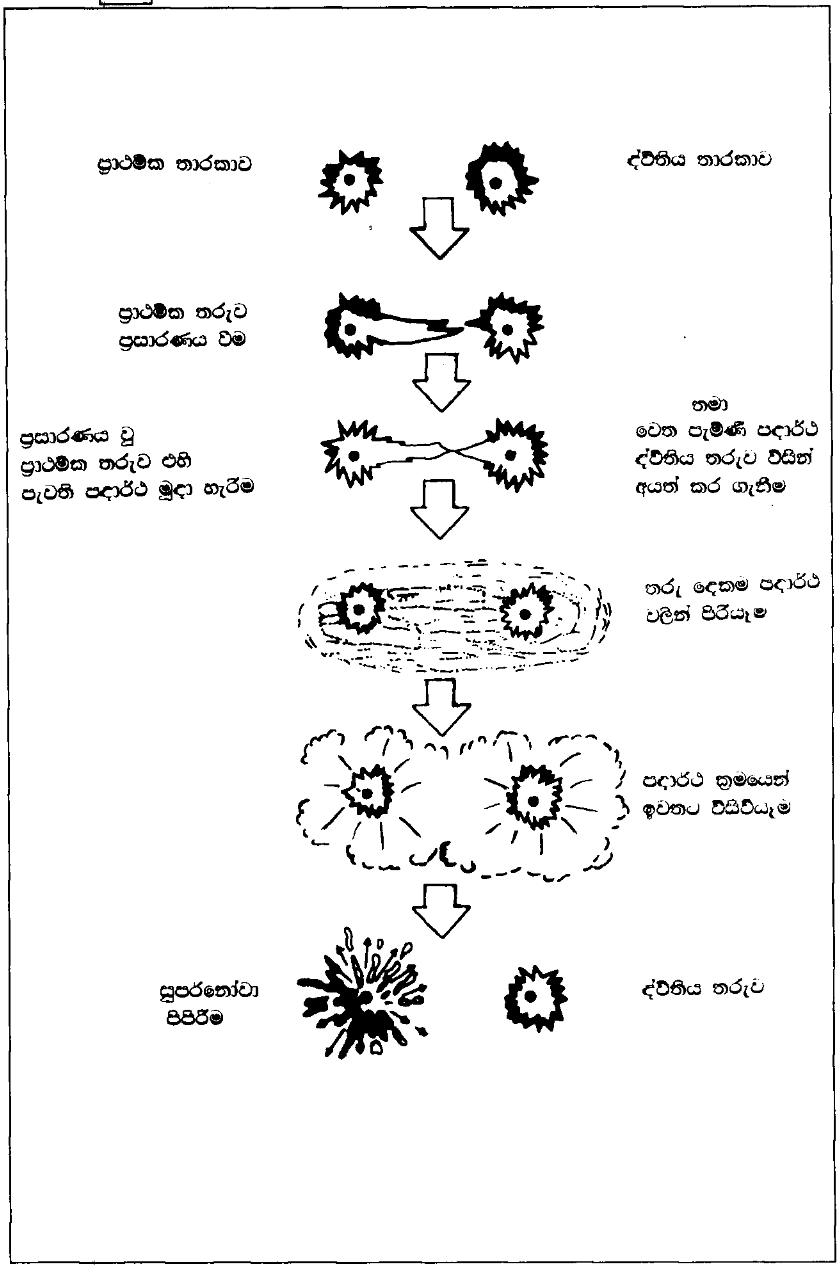


රූප සටහන - 3

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තරුවක් නියුට්‍රෝන තරුවක් බවට පත්වීම



4 රූපසටහන



රූපසටහන 5

ප්‍රධාන අනුක්‍රමණයේ තරුවක් සුදු වාමනයකු බවට පත්වීම

පිටවන ස්කන්ධය ඉතා විශාල නම් තාරකා දෙක තවදුරටත් ද්විත්ව තාරකා පද්ධතියක් බවට පත් නොවේ. තාරකා දෙක වෙන් වී යයි. (රූප සටහන 5 බලන්න)

සුපර්නෝවා පිපිරීමෙන් පසුව ද්විත්ව තාරකා පද්ධතිය තවදුරටත් එකිනෙකට බැඳී පවතින අවස්ථාද නිරීක්ෂණය කර ඇත. එහෙත් ද්විතීය තරුව හයිඩ්‍රජන් සියල්ලම දවා හීලියම් පමණක් ඇති අවස්ථාවට පැමිණි විට ප්‍රසාරණය වීමට පටන් ගනී. මේ අවස්ථාවේදී සුපර්නෝවා පිපිරීමෙන් සකස් වූ කළු කුහරය වටේ ඇති පදාර්ථ මඟින් එක්ස් කිරණ විමෝචනය කරන්නට පටන් ගනී. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස නැවතත් පදාර්ථවලින් පිරිගොස් මීට ඉහතදී පෙන්වා දුන් ආකාරයට සමාන එක් පද්ධතියක් සකස් වේ. හීලියම් හරය සහිත අවස්ථාවේ පසුවන ද්විතීය තරුව පිපිරීමකට ලක් වේ. එයින් නියුට්‍රෝන තරුවක් උපත ලබයි.

තරුවල උපත හා විපත ගැන ඉහත විස්තර කළ කරුණු හුදු විද්‍යා ප්‍රබන්ධවල එන විස්තර වශයෙන් සලකා බැහැර කළ යුතු නොවේ. 1990 දී ගුවන් ගත කළ හබ්ල් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරය තරුවල පරිණාමය ගැන නවත් තොරතුරු රාශියක් අනාවරණය කර තිබේ. ඉතාමත් අධික

ද්විත්ව තරුවල පරිණාමය

ගුරුත්වාකර්ෂණ බලවේගයන් කළු කුහර වෙත ඇදී යන බවත් හබ්ල් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරයේ තොරතුරු මඟින් අනාවරණය වී තිබේ. කළු කුහරවල පවතින අධික ගුරුත්වය නිසා ඒ වෙත ළඟා වෙන අයෙකුට පෙනී යන්නේ කාලය ඉදිරියට ගමන් කරන බවක් නොව කාලය ආපස්සට ගමන් කරන බවයැයි හබ්ල් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරයේ දත්ත විශ්ලේෂණය කරන විද්වතුන් පෙන්වා දී තිබේ. ඒ නිසා මතු අනාගතයේදී තරුවල පරිණාමය ගැන නවත් අලුත් තොරතුරු අපේක්ෂා කෙරේ. එයට ප්‍රධාන හේතුව හබ්ල් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරය සමඟ එක්ව කෙම්ප්ටන් ගැමා කිරණ නිරීක්ෂණාගාරය (1991) සහ චන්ද්‍රා එක්ස් කිරණ නිරීක්ෂණාගාරය (1999) විශ්වයේ ස්වභාවය, උපත හා පරිණාමය ගැන කරුණු ගවේෂණය කරන බැවිනි. විශේෂයෙන්ම චන්ද්‍රා එක්ස් කිරණ නිරීක්ෂණාගාරය මඟින් එක්රැස් කරගන්නා තොරතුරු වලින් තරුවල උපත හා විපත ගැන නවතම කරුණු සහස්‍රක වර්ෂය තුළ අනාවරණය කරගැනීමට බලාපොරොත්තු වේ. ❑