VIDUS 19-3/4-3

ජීවීන්ගේ පැවැත්මට ශක්තිය දෙන ප්‍රභවය

අමල් උඩවත්ත

යම් කාර්යයක් කිරීමට ඇති හැකියාව ශක්තියයි. විශ්වයේ පැවැත්මට ශක්තිය අවශ්‍ය වේ. අවශ්‍ය ශක්තිය සපයන වස්තුව ශක්ති ප්‍රභවයයි. පෘථිවිය ඇතුළු අනෙක් ග්‍රහ වස්තූන්ට ශක්තිය සපයන එක් ප්‍රධාන ශක්ති ප්‍රභවයක් ඇත. ඒ පෘථිවි වැසියන් වන අපට දිවා රාත්‍රී උදකරන හිරු හෙවත් සූර්යයායි. හිරුගේ වයස මේ වන විට වසර බිලියන 4.5 ක් පමණ වන බව අප දනිමු. මෙම කාලය තුළ කිසියම් ස්ථායීතාවක් පවත්වා ගැනීමටද හිරුට හැකිවිය. මෙම ස්ථායීතාව පෘථිවි ජීවයේ පරිණාමය සඳහා කදිම පරිසරයක්ද ලබාදී ඇත. ඉදිරියට තවත් වසර බිලියන 5 ක පමණ ආයු කාලයක් හිරුට අයත්ව ඇත. මේ ඉදිරි කාලය තුළ හිරුගේ අභ්‍යන්තර සැකසුමේ හා දීප්තියේ විශාල විපර්යාසයකට භාජනය වනු ඇත.

1 රූපයට අනුව හර්ටස් ප්‍රන්ග් රසල් සටහනක් හෙවත් H-R සටහනක් දැක්වේ. මෙහි විශාල තාරකා තියැදියක් ඇතුලත් වේ. සටහනේ තිරස් අක්ෂයෙන් "මතුපිට උෂ්ණත්වයත්" සිරස් අක්ෂයෙන් "දීප්ති විශාලත්වයත්" හෝ "දීප්තියත්" දැක්වේ. සටහනේ දකුණු උඩ කෙළවරේ ඇති තාරකා රතු එසේම දීප්තිමත්වද වම් පහළ කෙළවරේ ඇති තාරකා නිල් අඳුරුවද බබලයි. මෙම විශාල තාරකා සංඛ්‍යාවකට අපගේ හිරුත් ඇතුලත් වේ. මෙම තාරකා සියල්ලම ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ තාරකා (Main Sequence Stars) යනුවෙන් හැඳින්වේ. මේවා අදාළ ප්‍රස්ථාරයේ එක් විකර්ණයක් ඔස්සේ පිහිටනු ඇත. සෑම තාරකාවක්ම සිය ජීවිත කාලයේ වැඩි කාලයක් මෙම කොටසේ ගෙවා දමයි.

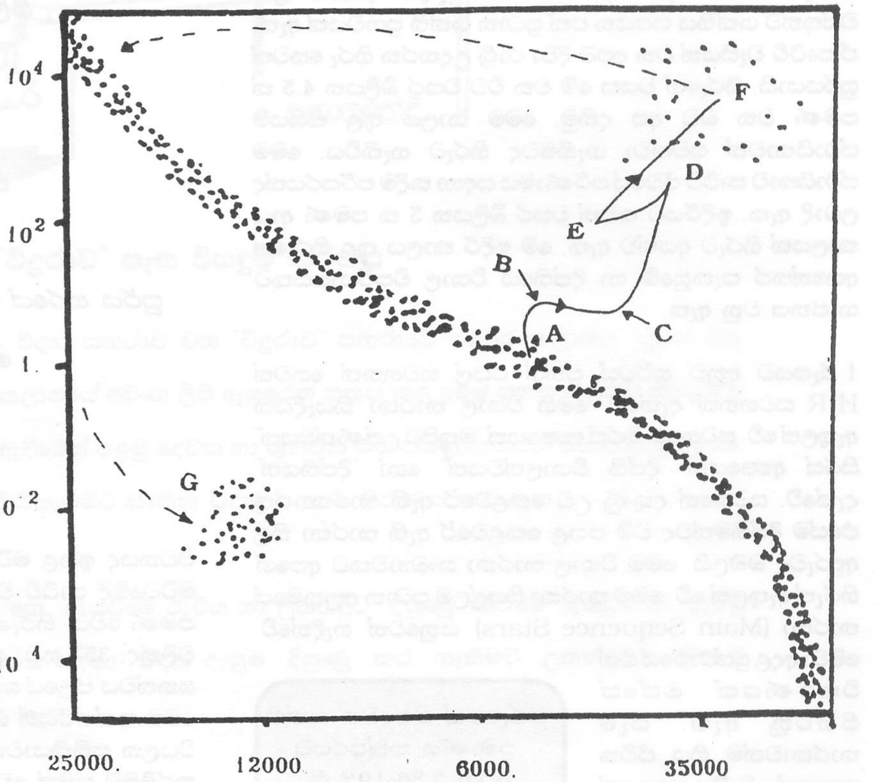
හිරුගේ පෘෂ්ඨයට වඩා අභ්‍යන්තරයට වන විට ක්‍රමයෙන් උෂ්ණත්වය වැඩි වෙයි. අභ්‍යන්තරයේ උෂ්ණත්වය කෙල්වින් අංශක 15,600,000 ක් පමණ වෙයි. එසේම පීඩනයද ඉහළ මට්ටමක පවතී. එනම් මෙම පීඩනය මුහුදු මට්ටමේදී පෘථිවි වායුගෝල පීඩනය මෙන් බිලියන 340 ක් පමණ වෙයි. හිරුගේ හරය (Sun's Core) 65% ක් හීලියම් වලින්ද, 35% හයිඩ්‍රජන් වලින්ද සැකසී ඇත. මෙම වායූන්ගේ ඝනත්වය ජලයේ ඝනත්වය මෙන් 150 ගුණයක් පමණ වෙයි. මෙම තත්ත්වයන් යටතේ හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි අතර න්‍යෂ්ටික වියලන ප්‍රතික්‍රියාවක් (Nucler Fnssion Reaction) ඇති කරලීමට සමත් වෙයි. මෙම ප්‍රතික්‍රියා වලියේ අවසන් ඵලය වන්නේ හීලියම් න්‍යෂ්ටියක් හා අති විශාල ශක්ති ප්‍රමාණයක් නිපදවීමයි. මෙසේ නිපදවන ශක්ති ප්‍රමාණය තත්පරයට අර්ග් 3.86×10^{33} ක් වන අතර ගතවන සෑම තත්පරයකදීම හයිඩ්‍රජන් ටොන් 700,000,000 ක්, හීලියම් ටොන් 695,000,000 ක් සහ පිරිසිදු ශක්තිය ටොන් 5,600,000 හෙවත් අර්ග් 3.86×10^{33} බවට පරිවර්තනය කරයි. මෙම ශක්තිය ගැමා කිරණ ලෙසින් අවකාශයට මුද හරියි. මේ තරම් අතිවිශාල ශක්තිය හිරුගේ බැබලීමට ආධාර කරයි. ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ තාරකාවල (Main Sequence Stars) වල ශක්තිය නිපදවීමේ යාන්ත්‍රණය මෙයයි.

හිරුගෙන් නිපදවන ශක්ති ප්‍රමාණය තත්පරයට අර්ග් 3.86×10^{33} කි. එසේම ගතවෙන සෑම තත්පරයකදීම හයිඩ්‍රජන් ටොන් 700,000,000 ක් හීලියම් ටොන් 695,000,000 ක් බවට පරිවර්තනය කරයි. මෙම ශක්තිය ගැමා කිරණ ලෙසින් අවකාශයට මුදා හරියි.

හයිඩ්‍රජන් කිලෝ ග්‍රෑම් 1 ක්
හීලියම්-4 බවට පරිවර්තනය වුවොත්
ඉන් නිපදවන ශක්තිය
විශාල බලාගාරයක් සතියකදී
නිපදවන ශක්තියට සමානවනු ඇත.
එනම් සෑම තත්පරයකදීම
සූර්ය හරයේ වූ හයිඩ්‍රජන් ටොන් මිලියන 700 ක්
ප්‍රෝටෝන-ප්‍රෝටෝන දම ප්‍රතික්‍රියාව
නිසා විනාශවේ.

න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියාව කිප ආකාරයකින් සූර්යයා තුළ සිදුවිය හැකිය. මෙයින් එක් ආකාරයක් වනුයේ ප්‍රෝටෝන - ප්‍රෝටෝන දම ප්‍රතික්‍රියාවයි. (Proton - Proton Chain Reaction) මෙම දම ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්වභාවය 2 රූපයේ පෙන්වයි. මෙම ප්‍රතික්‍රියාවේදී හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි දෙකක් විලයනයවී ඩියුටීරියම් සමස්ථානිකය සාදයි. මෙම සමස්ථානිකයට ප්‍රෝටෝන එකක් සහ නියුට්‍රෝන 1 ක් තිබේ. මෙහිදී උප පරමාණුක අංශු දෙකක් (Sub Atomic Particle) නියුට්‍රිනෝවක් හා පොසිට්‍රෝනයක් විමෝචනය කරයි. මෙම ඩියුටීරියම් න්‍යෂ්ටිය නැවතත් හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටියක් සමග ප්‍රතික්‍රියා කර හීලියම් - 3 (He^{-3}) සමස්ථානිකය සාදයි. ගැමා කිරණ (Gamma Ray) වශයෙන් තවත් ශක්තිය මුදා හැරේ. අවසාන වශයෙන් හීලියම් -3 සමස්ථානික දෙකක් එකිනෙකට විලයනය වීමෙන් හීලියම් - 4 සෑදෙන අතර හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි දෙකක් හෙවත් ප්‍රෝටෝන දෙකක් මුදා හරියි. සම්පූර්ණ දම ප්‍රතික්‍රියාව අවසානයේදී අති විශාල ශක්ති ප්‍රමාණයක් නිපදවේ. හයිඩ්‍රජන් කිලෝ ග්‍රෑම් 1 ක් හීලියම් -4 බවට පරිවර්තනය වුවහොත් ඉන් නිපදවෙන ශක්තිය විශාල බලාගාරයක් සතියකදී නිපදවෙන ශක්තියට සමාන වනු ඇත. එනම් සෑම තත්පරයකදීම සූර්ය හරයේ වූ හයිඩ්‍රජන් ටොන් බිලියන 700 ක් ප්‍රෝටෝන - ප්‍රෝටෝන දම ප්‍රතික්‍රියාව නිසා විනාශවේ. මෙවැනි සීඝ්‍රතාවකින් හයිඩ්‍රජන් දැවීමේදී යම් දිනෙක හයිඩ්‍රජන් සැපයුම නවතිනු ඇත. මෙවිට හිරු ප්‍රධාන අනුක්‍රමයෙන් විස්ථාපනය වනු ඇත. හිරුගේ හරය එහි ගුරුත්වය නිසා සංකෝචනය වන අතර එහි පිටත කබොල (Outer Crust) ප්‍රසාරණය වීමෙන් පසු සිසිල් වනු ඇත. එවිට හිරු 1 රූපයේ C ස්ථානයේ පිහිටනු ඇත. සම්පූර්ණයෙන්ම හීලියම් වලින් තැනී ඇති හිරුගේ හරයත්, හරය වටා ඇති හයිඩ්‍රජන් බහුල කුඩා කබොලත් විලයනය මගින් උණුසුම් වනු ඇත. මෙම අවස්ථාව රතු යෝධ අවස්ථාව (Red Giant Stage) යනුවෙන් හඳුන්වයි. මෙම අවස්ථාවේ හිරුගේ දීප්තිය සිය ගුණයකින් පමණ වැඩිවෙයි. රතුයෝධ අවස්ථාවේදී හිරුගේ අරය පෘථිවි කක්ෂය දක්වාම විශාල වේ. හරය (Core) වටාවූ කබලේ නිපදවන හීලියම් අභ්‍යන්තර හරයට (Inner Core) කඩා වැටීමත් සමග එහි ප්‍රමාණයත් හා උෂ්ණත්වයත් ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ. මෙම අවස්ථාවේදී හිරු දළ වශයෙන් වසර මිලියන 100 ක් පමණ කාලයක් ගත කරයි. මෙසේ හරයේ උෂ්ණත්වය කෙල්වින් මිලියන 100 ක් දක්වා ඉහළ යාමත් සමග හීලියම් පරමාණු විලයන ප්‍රතික්‍රියාවකට භාජනය වීමට අවශ්‍ය තත්ත්වයට සැකසේ. මේ නිසා හීලියම් පරමාණු කාබන් පරමාණු බවට පත් වෙමින් සිදුකරන අති විශාල ශක්ති විමෝචනය හේතුවෙන් හිරුගේ හරයේ ක්ෂණික පිපිරීමක් ඇති වේ. මෙය හීලියම් දීප්තිය (Helium Flash) යනුවෙන් හඳුන්වයි. මෙයින් පසු න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදුවීම නැවතෙන අතර හයිඩ්‍රජන් විලයන වේගය ක්‍රමයෙන් අඩුවන්නට පටන් ගනී. මේ ක්‍රියාවලියත් සමග හිරු හැකිලීමකට හෙවත් සංකෝචනයකට භාජනය වේ. එසේම හිරුගේ දීප්තියද දුර්වල වෙයි. මෙහිදී අභ්‍යන්තර හරය නැවත වතාවක් උණුසුම් වන්නට පටන් ගනී. දැන් හර්ටස් ප්‍රන්ග් රසල් සටහනේ හිරු E ස්ථානයේ පිහිටයි. හිරුගේ හරයේ වසර 10,000 ක් පමණ පවතින හීලියම් විලයනයවී අවසන් වූ පසු හිරු නැවත වතාවක් රතු යෝධ අවස්ථාවට පත්වේ. හයිඩ්‍රජන්, හීලියම් වලට විලයනය වීමත් හා හීලියම් කාබන් වලට විලයනය වීමත් යන ආකාර දෙකෙන් ශක්තිය නිපදවෙන නිසා හිරුගේ දීප්තියද ඉතා අධික වේ. අනෙකුත් ප්‍රතික්‍රියා මගින්ද කුඩා ඔක්සිජන් ප්‍රමාණයක්ද නිපදවේ.

කාබන් පරමාණු සාදන විලයන ප්‍රතික්‍රියාව ත්‍රිත්ව ඇල්ෆා ක්‍රමය (Triple Alpha Prosess) යනුවෙන් හඳුන්වයි. මෙම

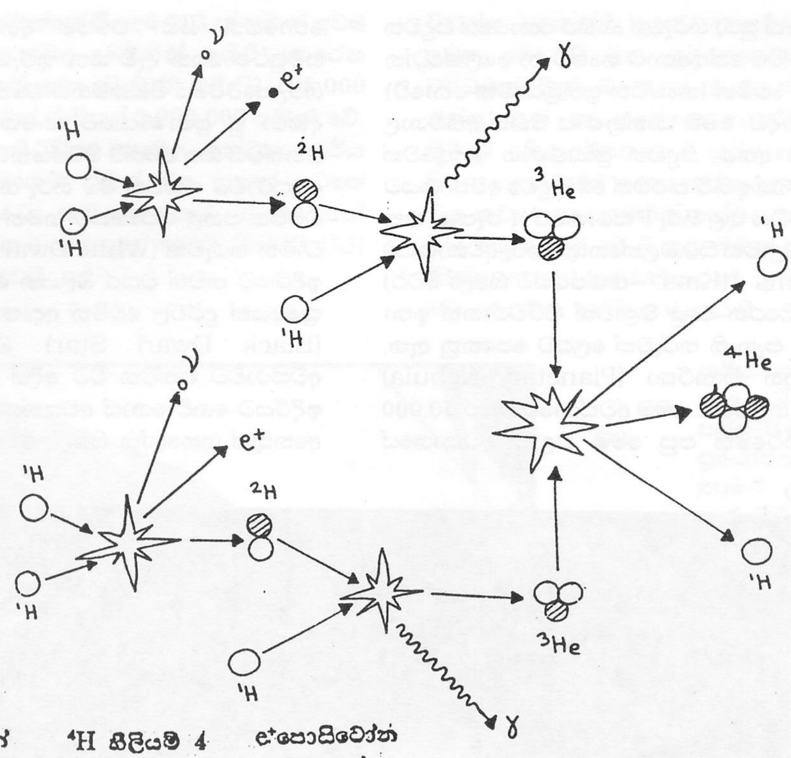


මතුපිට උෂ්ණත්වය (කෙල්වින් අංශක

1 රූපය

(හර්ටස් - ප්‍රන්ග් රසල් සටහන)

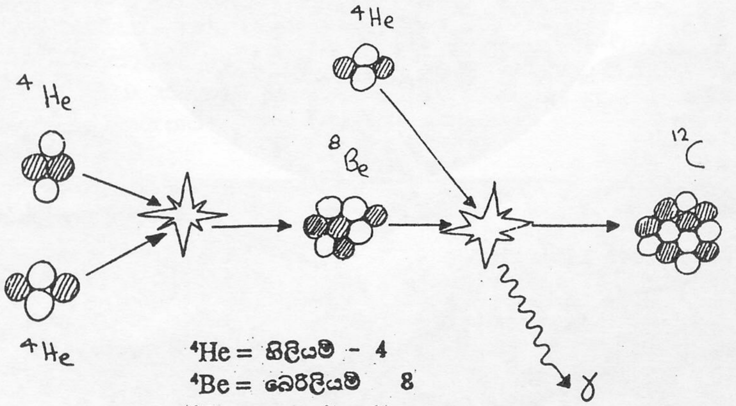
ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්වභාවය 4 වන රූප සටහනින් දැක්වේ. හීලියම් න්‍යෂ්ටි 2 ක් ගැටීමෙන් බෙරිලියම් පරමාණුවක් සෑදේ. සුලු වේලාවකට පසු නැවත හීලියම් පරමාණුවක් හා ගැටෙන බෙරිලියම් පරමාණුව නිසා කාබන් 12 සමස්ථානිකය සාදමින් ගැමා කිරණ ලෙස ශක්තිය පිටකරයි.



¹H හයිඩ්‍රජන් ⁴H හීලියම් 4 e⁺පොසිට්‍රෝන්
²H ඩියුටීරියම් ν නියුට්‍රිනෝ ○ ප්‍රෝටෝන
³H හීලියම් 3 γ ගැමා කිරණ ⊘ නියුට්‍රෝන්

(ප්‍රෝටෝන - ප්‍රෝටෝන දම ප්‍රතික්‍රියාව)

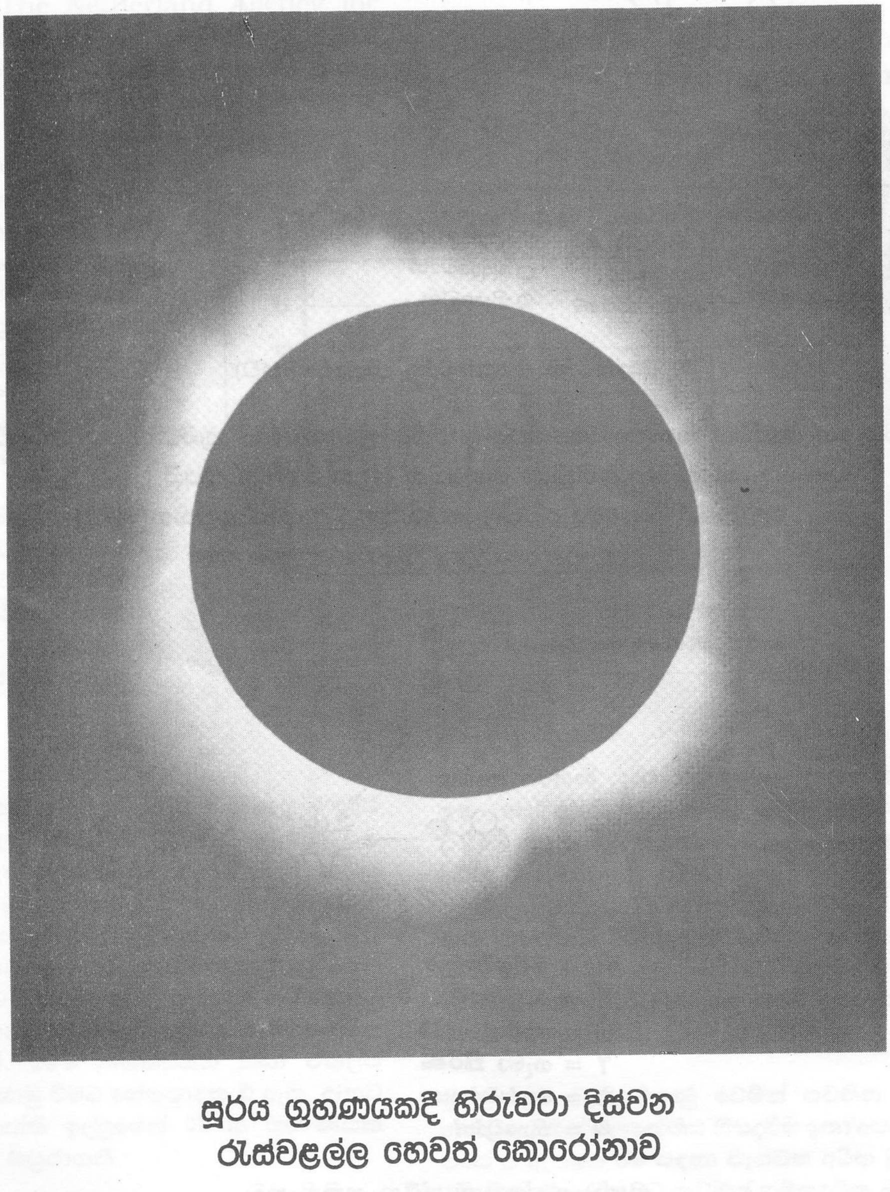
හිරුගේ ශක්තිය භාවිතා නොකරද ශක්තිය ලබාගැනීමේ ක්‍රමයක් අප සතුවේ. න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා යනුවෙන් හඳුන් වන්නේ එයයි. ලෝකයේ බොහෝ රටවල න්‍යෂ්ටික බලාගාර පවතිනමුත්
ශ්‍රී ලංකාව එම තත්ත්වයට තවමත් පැමිණ නැත.



⁴He = හීලියම් - 4
⁴Be = බෙරිලියම් 8
⁴C = කාබන් - 12
γ = ගැමා කිරණ
○ = ප්‍රෝටෝනය
⊘ = නියුට්‍රෝන්

ත්‍රිත්ව ඇල්ෆා න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාව

වසර මිලියන ගනනක් පුරා හිරුගේ බාහිර කොටසේ සිදුවන ප්‍රසාරණය හා සිසිල්වීම හේතුකොට න්‍යෂ්ටි හා ඉලෙක්ට්‍රෝන එකිනෙක සම්බන්ධ වෙමින් (න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවක් නොවේ) උදසීන පරමාණු සාදයි. මෙම යාන්ත්‍රණය මගින් අතිවිශාල ශක්තියක් හානිවන අතර, සිදුවන ප්‍රසාරණය හේතුවෙන් හිරුගේ හරය පමණක් ඉතිරි කරමින් මෙම ද්‍රව්‍ය අවකාශයට නිදහස්වේ. මෙම අවධිය තුළ හිරු F ස්ථානයේ (1 රූපය) ගත කරයි. වෙනත් ග්‍රහ ලොවක සිට බලන්නෙකුට හිරු අවකාශයට **10** Kms^{-1} ත් **30** Kms-1(Kms^{-1}= තත්පරයට කිලෝ මීටර්) වේගයෙන් ද්‍රව්‍ය විසිරෙන වායු වළාවක් පිරිවරාගත් ඉතා කුඩා දීප්තිමත් නිල් පැහැති තරුවක් ලෙසට පෙනෙනු ඇත. මෙම අවස්ථාව ග්‍රහ නිහාරිකා (Planetary Nebula) අවස්ථාව යනුවෙන් හඳුන්වයි. මෙම අවස්ථාවේ වසර 50,000 ක් පමණ ගත කිරීමෙන් පසු මෙම වළාව අවකාශයේ නොපෙනී යයි. එසේම අභ්‍යන්තරයේ ඇති හීලියම් සම්පූර්ණයෙන් දැවී යන තුරුම බබලනු ඇත. මෙයින් පසු හිරු පෘථිවියේ විශ්කම්භය මෙන් දෙගුණයක විෂ්කම්භයක් දක්වා වූ ප්‍රමාණයකට සංකෝචනය වේ. එවිට හිරුගේ ඝනත්වය ඝන සෙන්ටි මීටරයකට ටොන් 1 පමණ වෙයි. මෙම අවස්ථාවට පත්වන විට හිරු හර්ටස් ප්‍රන්ග් රසල් සටහනේ වම්පස පහළ ස්ථානයට ගමන් කරනු ඇත. එවිට හිරු සුදු වාමන තරුවක් (White Dwarf Star) යනුවෙන් හඳුන්වයි. ඉදිරියට තවත් වසර බිලියන ගණනක් හිරු සිසිල් වෙමින් ක්‍රමයෙන් දුර්වල වෙමින් අදෘෂ්‍යමාන කළු වාමන තරුවක් (Black Dwarf Star) බවට පත්වෙයි. හිරු මෙම අවස්ථාවට පත්වන විට අදින් වසර බිලියන **5** ක් පමණ ඉදිරියට ගෙවී ගොස් අවසන්ය. ඒ වන විට පෘථිවිය ඇතුළු අනෙකුත් ග්‍රහලෝක සියල්ලමත් විනාශවී අවසන්ය.



සූර්ය ග්‍රහණයකදී හිරුවටා දිස්වන රැස්වළල්ල හෙවත් කොරෝනාව