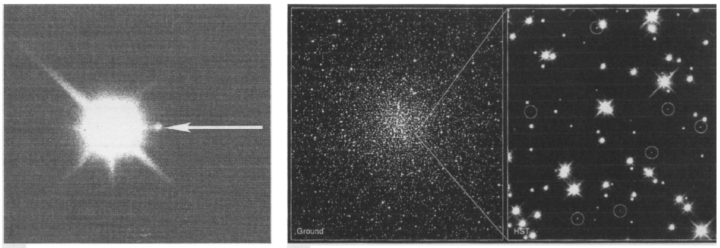
8. શ્વેત વામન તારાઓ

8.0 પ્રાસ્તાવિક

ઈ.સ. 1834માં જર્મન ખગોળશાસ્ત્રી અને ગણિતશાસ્ત્રી ફ્રેડરિક બેસ્સેલે (Fredrick Bessel) વ્યાધને (Sirius) પાછળના તારાઓની સરખામણીમાં આગળ અને પાછળ ફર્યા કરતો જોઈને કહેલું કે તેનો સાથી તારો હોવો જોઈએ. ઈ.સ. 1844માં તેઓ મૃત્યુ પામ્યા ત્યાં સુધી સાથી તારો શોધી શકેલા નહિ. બેસ્સેલના મૃત્યુના અઢાર વર્ષ પછી અમેરિકન ખગોળશાસ્ત્રી એલ્વન ક્લાર્ક (Alvan Clark) વ્યાઘનો સાથી તારો શોધી શકેલા. વ્યાઘનો સાથી તારો વ્યાઘ B તરીકે ઓળખાય છે અને વ્યાઘ વ્યાઘ A તરીકે ઓળખાય છે. વ્યાઘ Bનો દેખીતો વર્ગ (Apparent magnitude) 8 હોઈને બાયનોક્યુલર્સથી જોઈ શકાય, પણ વ્યાધ A ખૂબ જ પ્રકાશિત હોઈને B ને જોવો અઘરો છે. તે શ્વેત વામન તારો છે.



(a) (b)

આકૃતિ 8.0.1

શ્વેત વામન તારો વ્યાધ B (Sirius B) કુરકુરીયા તરીકે પણ ઓળખાય છે. આકૃતિ 8.0.1(b)માં 7000 પ્રકાશવર્ષ દૂર M_4 માં આવેલા તારાના ગુચ્છના નાના ભાગમાં આવેલા વર્તુળમાં બતાવેલા સાત શ્વેત વામન તારાઓ છે. વ્યાધ A ના દ્રવ્ય બરાબર જ વ્યાધ B નું દ્રવ્ય છે.

8.1 શ્વેત વામન તારાઓ

લાલ પ્રચંડ તારાઓ પ્રચંડ અને ફુલેલા હોય છે અને તે તેમના ઉપરના વાતાવરણને શિથિલ રીતે પકડી રાખે છે. નિષ્ક્રિય હાર્દની આસપાસ નિષ્ક્રિય કાર્બનની ઉપરનાં હીલિયમ અને હાઈડ્રોજનનાં બે આવરણો બળતાં હોય ત્યારે કોઈ કોઈ વખત ઉષ્ણતામાન અસ્થિર બને છે. આથી તારો સંકોચાતો અને ફુલતો હોય છે. આ ધબકારાઓ શક્તિશાળી બની જતાં આવરણો હાર્દથી છુટાં પડી જાય છે. આવરણો હાર્દથી જુદાં પડતાં ગરમાગરમ અને ઘન હાર્દ ખુલ્લુ પડી જાય છે. આ આવરણો પ્લેનેટરી નેબ્યુલસ એટલે કે નિહારિકાઓ તરીકે ઓળખાય છે. જેમ જેમ નિહારિકાના ફેલાતા વાયુઓ વિખેરાઈ જશે, તેમ તેમ તારાનું હાર્દ ઠંડું થવાનું શરૂ થશે. કાર્બનને સળગવાની કાંઈ શક્યતા ન હોઈને, તારાની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ધીરે ધીરે ઘટશે. જેમ જેમ તારો ઠંડો થશે તેમ તેમ તેનું હાર્દ સંકોચાશે. ફક્ત ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ જ છે, તેનો વિરોધ કરનાર શરૂઆતમાં કોઈ બળ નથી. અબજોના અબજો ટન દ્રવ્યને બધી બાજુથી અંદરની તરફ ખેંચવામાં આવે ત્યારે અંદરના દ્રવ્યની ઘનતા વધતી જાય છે. જ્યારે દ્રવ્યની ઘનતા 10^6 ગ્રામ/સેન્ટીમીટર^3 થશે, ત્યારે તારાની અંદરના ઈલેક્ટ્રોન ભેગા મળીને એટલું દબાણ આપશે કે જે તારાના વધારે સંકોચાવાનો વિરોધ કરશે. આ અસામાન્ય દબાણનો ગુણધર્મ વુલ્ફગેન્ગ પાઉલીએ (Wolfgang Pauli) 1920માં વર્ણવેલો. આ ગુણધર્મ પ્રમાણે અમુક સંખ્યાના ઈલેક્ટ્રોનો જોમપૂર્વક ખૂબ જ વિરોધ કરે છે. આ જાતની વર્તણૂંકને અવર્નાત (degeneracy) કહેવામાં આવે છે અને જે દબાણ સંકોચાવાનો વિરોધ કરે છે તે દબાણને અધઃપતિત ઈલેક્ટ્રોન દબાણ (degenerate electron pressure) કહેવામાં આવે છે.

તારાના હાર્દનો ભાગ સંકોચાતા નાનો બનતો જાય છે પણ અધઃપતિત ઈલેક્ટ્રોન દબાણના કારણે તારાનું સંકોચાવાનું બંધ થાય છે. આ સમયે તારો ગરમ હોય અને અને તેની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન આશરે 50,000 K હોય છે. આની ઊર્જાનું વિસર્જન અલ્ટ્રાવાયોલેટ (Ultraviolet) તરંગ લંબાઈએ થતું હોઈને દૂરબીનથી જોતાં આ નાનો તારો સફેદ દેખાય છે. આથી આ તારાને શ્વેત વામન (White Dwarf) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

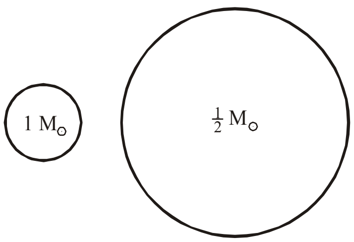
જેમ જેમ વર્ષો જાય તેમ તેમ વામન તારાઓ ઠંડા પડતા જશે. વામન હોવાના કારણે તેમનું ઉષ્ણતામાન ઘટતું જશે અને પ્રકાશિતતા ઘટતી જશે. સૈદ્ધાંતિક રીતે શ્વેત વામન તારાઓ પુરેપુરા ઠંડા થઈ જશે, પણ ઠંડા થવાનું એકદમ ધીમું હોઈને 0 K એ પહોંચતા પરાર્ધ (10^{12}) વર્ષ જોઈએ. આપણા વિશ્વની ઉંમર કરતાં આ સમય ઘણો વધારે છે. જૂનામાં જૂના શ્વેત વામન તારાઓ પ્રમાણમાં હજુ ગરમ છે. ઓછી પ્રકાશિતતા અને ઊંચું ઉષ્ણતામાન શ્વેત વામન તારાઓને એચ-આર આલેખની આકૃતિ 5.1.2 અથવા 7.1.1માં ડાબી બાજુના નીચેના ભાગમાં મૂકે છે. ખરેખર આલેખનો આ ભાગ તારાઓનું સ્મશાન છે.

શ્વેત વામન તારાઓની સમજ ખગોળશાસ્ત્રી ચંદ્રશેખરના કામથી આવી છે. ઈ.સ. 1930માં ભારતથી બ્રિટન અભ્યાસ કરવા જતા હતા ત્યારે આગબોટમાં ક્વૉન્ટમ મિકેનિક્સ (Quantum Mechanics) અને સાપેક્ષવાદનો ઉપયોગ કરીને શ્વેત વામન તારાનો સૈદ્ધાંતિક નમૂનો ચંદ્રશેખરે વિકસાવ્યો. આ કામનાં આશ્ચર્યજનક પરિણામો :

(1) શ્વેત વામન તારાઓનું દ્રવ્ય સૂર્યના દ્રવ્ય કરતાં 1.4 ગણું હોઈ શકે. સૂર્યના દ્રવ્યને $M_\odot$ થી દર્શાવીએ તો શ્વેત તારાનું દ્રવ્ય $1.4M_\odot$ થી ઓછું હોવું જોઈએ. આ આખરી શ્વેત વામન તારાના દ્રવ્યની કિંમત ચંદ્રશેખર મર્યાદા (Limit) તરીકે ઓળખાય છે.

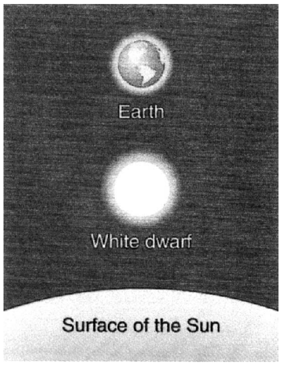
અત્યાર સુધીમાં લગભગ 1500 શ્વેત વામન તારાઓ જોઈ શકાયા છે. શ્વેત વામન તારાઓની પ્રકાશિતતા ઓછી હોઈને તેમને જોવાનું અઘરું છે. આથી આપણા તારામંડળમાં કેટલા શ્વેત વામન તારાઓ હશે તે કહેવું મુશ્કેલ છે, પણ ઘણા બધા તારાઓમાં 10% શ્વેત વામન તારાઓ હશે. અત્યાર સુધીમાં જે શ્વેત વામન તારાઓ જોઈ શકાયા છે તે દરેકનું દ્રવ્ય $1.4M_\odot$ થી ઓછું છે.

(2) જેમ શ્વેત તારાનું દ્રવ્ય વધારે તેમ તેની ત્રિજ્યા નાની. જેમ દ્રવ્ય વધારે તેમ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ પણ વધારે. શ્વેત વામન તારાઓમાં આકૃતિ 8.1.1માં બતાવ્યા પ્રમાણે 1 $M_\odot$ જેટલા દ્રવ્યવાળા શ્વેત તારાનું કદ સૂર્યના અડધા દ્રવ્યવાળા ($\frac{1}{2}M_\odot$) શ્વેત તારાના કદથી અડધું છે. આ પૃથ્વી ઉપરથી ઉલટું છે. પૃથ્વી ઉપર 50 કિલોગ્રામ ઘઉંનું કદ 100 કિલોગ્રામ ઘઉંના કદ કરતાં ઓછું છે.



આકૃતિ 8.1.1

જ્યારે આપણો સૂર્ય શ્વેત વામન તારો બનશે ત્યારે તેનું દ્રવ્ય હાલના દ્રવ્ય કરતાં $\frac{6}{10}$ ગણું હશે. જ્યારે સૂર્ય લાલ પ્રચંડ તારો બન્યો હશે ત્યારે તેનું $\frac{4}{10}$ દ્રવ્ય પવનમાં ઉડી ગયું હશે. આકૃતિ 8.1.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેનું કદ ઘટીને પૃથ્વી જેટલું જ રહ્યું હશે. તેની તેજસ્વિતાની તીવ્રતા પણ હાલની તેજસ્વિતાની તીવ્રતાના દશમાં ભાગની હશે. ધીરે ધીરે તેજસ્વિતાની તીવ્રતા ઘટતી જશે અને લોપ પણ જઈ જશે.



આકૃતિ 8.1.2

સામાન્ય શ્વેત વામન તારાનાં લક્ષણો

તે.તી.નો ખરેખરો આંક (Absolute Magnitude)	11
દ્રવ્ય	સૂર્યના દ્રવ્યથી 0.8 ગણું
વ્યાસ	10,000 કિ.મી. (પૃથ્વીનો 3/4 વ્યાસ)
ઘનતા	$10^6\ g/cm^3$ (ચમચી દ્રવ્યનું વજન પાંચ ટન !!)
બહારની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન	15,000 K
સપાટી ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણ	પૃથ્વીથી ચાર લાખ ગણુ