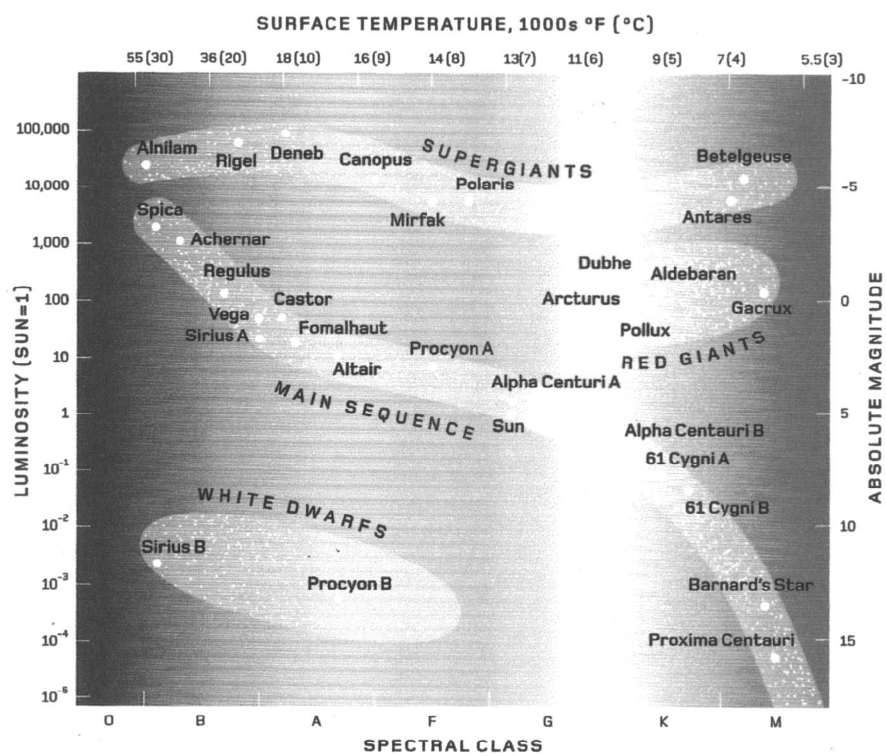
7. લાલ પ્રચંડ તારાઓ

7.0 પ્રાસ્તાવિક

લાલ પ્રચંડ તારાઓનો ઉલ્લેખ આપણે આગળના પ્રકરણ 5માં કર્યો છે. આ પ્રકરણમાં આ પ્રકારના તારાઓ વિશે વિસ્તૃત માહિતી મેળવીશું.

7.1 લાલ પ્રચંડ તારાઓ

આપણે તારાઓના ઉષ્ણતામાનો, તેજસ્વીતાઓનાં પ્રમાણો, વર્ણપટના વર્ગો વિગેરે પ્રચલો લઈને એચ.આર. આલેખ આકૃતિ 5.1.1 માં જોયો. આ આલેખમાં તારાઓ આપણે ધારીએ તેમ ગમે તેમ વેરવિખેર આવેલા નથી. આ આલેખમાં ચાર વિભાગ ચોખ્ખા દેખાય છે જે ફરીથી આકૃતિ 7.1.1માં બતાવ્યા છે. તારાઓ તેમનો મોટા ભાગનો સમય મુખ્ય શ્રેણીના સમૂહના ભાગમાં જ કાઢે છે. આ સમય દરમિયાન તેમનામાં રહેલો હાઈડ્રોજન બળે છે અને પ્રકાશિત રહે છે. જ્યારે તેમનામાં રહેલો હાઈડ્રોજન વપરાઈ જાય છે ત્યારે જે મોટા તારાઓ છે તે ચોથા સમૂહના તારાઓમાંના એક બને છે. એટલે કે મહાપ્રચંડ તારાઓ બને છે. જ્યારે મુખ્ય શ્રેણીના નાના તારાઓ હાઈડ્રોજન વપરાઈ જતાં ત્રીજા સમૂહના તારાઓ જેવા કે લાલ પ્રચંડ તારાઓ બને છે.



આકૃતિ 7.1.1

આખરે મહાપ્રચંડ તારાઓ નાના નાના ભાગોમાં વહેંચાઈ જાય છે અને એચ. આર. આલેખમાંથી ભૂંસાઈ જાય છે. જ્યારે કોઈ કોઈ મહાપ્રચંડ તારાઓ શ્યામ પોલાણો (Black holes) બનીને દેખાતા વિશ્વમાંથી અદૃશ્ય થઈ જાય છે. લાલ પ્રચંડ તારાઓ ખૂબ ગરમ થઈને પહેલાં વિભાગના સફેદ વામન સમૂહના તારાઓ બને છે. આ બધું કઈ

રીતે બને છે તે જોઈએ.

તારાઓમાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં હાઈડ્રોજન હોય છે, પણ હાઈડ્રોજન બાળવાનું કાયમને માટે ન બને. આપણો સૂર્ય 60 કરોડ મેટ્રીક ટન હાઈડ્રોજન દર સેકન્ડે હીલિયમમાં ફેરવે છે. સૂર્યના કેન્દ્ર ભાગનો હાઈડ્રોજન 10 અબજ વર્ષ ચાલે તેટલો હતો. 5 અબજ વર્ષથી સૂર્ય પ્રકાશે છે અને 5 અબજ વર્ષ પછી હાઈડ્રોજન વપરાઈ ગયો હશે. તે સમયે સૂર્ય તદ્દન જુદા પ્રકારનો તારો હશે. મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓના કેન્દ્રમાં રહેલો હાઈડ્રોજન આખરે બળી જશે. તારાઓ તેમનામાં રહેલાં દ્રવ્યના જથ્થાના પ્રમાણમાં હાઈડ્રોજન વાપરે છે. ઓછાં દ્રવ્યવાળા તારાઓ હાઈડ્રોજનને ધીમે ધીમે બાળે છે, જ્યારે વધારે દ્રવ્યવાળા તારાઓ હાઈડ્રોજન જલદીથી બાળે છે.

ટેબલ 7.1.1.માં જુદા જુદા દ્રવ્યવાળા મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓ મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓ તરીકે કેટલાં વર્ષ કાઢશે તે આપ્યું છે. સૂર્યનું દ્રવ્ય $M_\odot$ થી દર્શાવ્યું છે.

ટેબલ 7.1.1

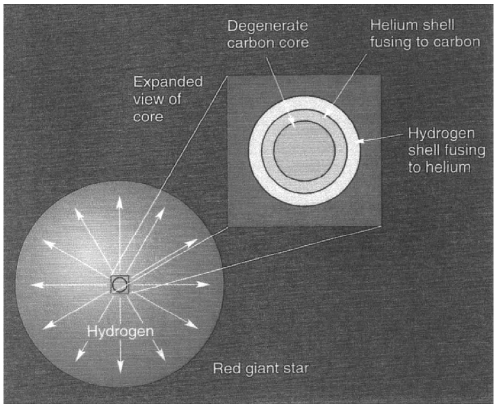
સપાટીનું ઉષ્ણતામાન (K)	પ્રકાશિતતા (સૂર્ય = 1)	દ્રવ્ય (સૂર્ય = 1 $M_\odot$)	મુખ્ય શ્રેણીના તારા તરીકેનો સમય
35,000	80,000	25	30 લાખ વર્ષ
30,000	10,000	15	દોઢ કરોડ વર્ષ
11,000	60	3	50 કરોડ વર્ષ
7,000	5	$1\frac{1}{2}$	3 અબજ વર્ષ
6,000	1	1	10 અબજ વર્ષ
5,000	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	15 અબજ વર્ષ
4,000	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2}$	200 અબજ વર્ષ

આના ઉપરથી મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓ તેમના હાર્દમાં રહેલો હાઈડ્રોજન કેટલા સમયમાં વાપરી રહેશે તે કહી શકાય. જેમ તારાનું દ્રવ્ય ઘણું વધારે તેમ મુખ્ય શ્રેણીના તારા તરીકે ઓછું જીવવાનું.

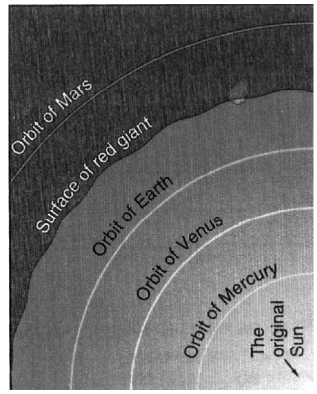
મુખ્ય શ્રેણીના તારાના હાર્દમાં હાઈડ્રોજન એકધારી રીતે બળે છે. જેટલો હાઈડ્રોજન ઘટતો જાય છે, લગભગ તેના જેટલો જ હીલિયમ વધતો જાય છે. તારાનું આધારભૂત માળખું આ ધીમા બદલાતા રાસાયણિક બંધારણથી ગોઠવાઈ જાય છે. લાખો વર્ષ પછી હાર્દ થોડુંક સંકોચાય છે, આથી થોડીક ગુરુત્વાકર્ષણ ઊર્જાનું ઉષ્ણતા ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આથી તારાની બહારની સપાટી થોડીક પ્રસરશે. સપાટીમાં થોડોક વધારો થતાં તારાની પ્રકાશિતતા થોડીક વધશે અને તેનું વાતાવરણ ઠંડું થશે. અબજો વર્ષો પછી સૂર્ય પણ થોડોક વધારે પ્રકાશિત થશે અને તેનું વાતાવરણ પણ થોડાક ડીગ્રી ઠંડું થશે.

હાલમાં આપણો સૂર્ય હાઈડ્રોજન જ બાળે છે. જ્યારે મધ્ય ભાગનો હાઈડ્રોજન વપરાઈ જશે ત્યારે મધ્યભાગમાં હીલિયમ રહેશે. આ હીલિયમનું કાર્બનમાં રૂપાંતર થતાં અને આવરણના ભાગમાં હાઈડ્રોજનનું હીલિયમમાં રૂપાંતર થતાં જે નવી ઊર્જા મળશે તેના કારણે ઉષ્ણતામાન ઘણું વધશે અને સૂર્યની ત્રિજ્યા હાલ કરતાં સો ગણી થશે. સૂર્ય એટલો મોટો થશે કે તે અંદરના ગ્રહો બુધ (Mercury), શુક્ર (Venus), પૃથ્વી અને કદાચ મંગળને (Mars) પણ અંદર સમાવી લેશે. સૂર્ય લાલ પ્રચંડ સમુદાયનો તારો બનશે. પૃથ્વીનું શું થશે તેની હાલમાં ચિંતા કરવાની જરૂર નથી, કારણકે આ બધું પાંચ અબજ વર્ષ પછી બનશે.

તારાના કેન્દ્રના મધ્યભાગમાં જ્યારે બધો હીલિયમ વપરાઈ જશે, ત્યારે કેન્દ્રના મધ્યભાગમાં આકૃતિ 7.1.2 માં બતાવ્યા પ્રમાણે કાર્બન હશે. આ કાર્બનને આવરી લેતું હીલિયમનું આવરણ હશે. આ બંને આવરણોને આવરી લેતું આકૃતિ 7.1.2 માં બતાવ્યા પ્રમાણે હાઈડ્રોજનનું આવરણ હશે. હવે જેમ આગળ બનેલું તેમ નવી ઊર્જા ઊભી ન થતી હોવાથી ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ મજબૂત બને છે અને તારો સંકોચાય છે અને આથી મધ્યભાગનું ઉષ્ણતામાન વધે છે.



આકૃતિ 7.1.2



આકૃતિ 7.1.3

મધ્યભાગનું ઉષ્ણતામાન લગભગ $2 \times 10^8 K$ બનતાં કાર્બન અને હીલિયમના અણુઓના અથડાવાથી

$$^{12}C + {}^{4}He \rightarrow {}^{16}O + \gamma$$

ઓક્સિજન મળે છે અને વધેલા દ્રવ્યનું $E = mc^2$ સૂત્ર પ્રમાણે ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આ જ પ્રમાણે હીલિયમના આવરણમાં હીલિયમનું કાર્બનમાં અને હાઈડ્રોજનના આવરણમાં હાઈડ્રોજનનું હીલિયમમાં રૂપાંતર થાય છે અને નવી ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે. આના કારણે તારાની ત્રિજ્યા વધે છે. આ જ રીતે ફરીથી કેન્દ્રના મધ્યભાગમાં ઑક્સિજન વપરાઈ જતાં ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ વધે છે અને કેન્દ્રમાં ઉષ્ણતામાન વધતાં ઑક્સિજન અને હીલિયમના અણુઓ અથડાવાથી

$$^{16}O + {}^{4}He \rightarrow {}^{20}Ne + \gamma$$

વધારે પ્રોટોનવાળું નીઑન તત્ત્વ બનાવે છે અને વધેલા દ્રવ્યનું ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આ જ પ્રમાણે આવરણોમાં પણ અણુઓનું રૂપાંતર થતાં નવી ઊર્જા મળે છે. આના કારણે તારાની ત્રિજ્યા વધે છે. આ જ રીતે ક્યાં સુધી ચાલશે ? દરેક વખતે ^{4}He ઉમેરતાં મેગ્નેશિયમ (Magnesium) ^{24}Mg , સિલિકોન (Silicon) ^{28}Si , સલ્ફર (Sulpher) ^{32}S , … આયર્ન (Iron) ^{52}Fe મળે છે. અહીંથી આગળ ^{4}He ઉમેરીને જો ઊર્જા ન ઉમેરીએ તો રૂપાંતર થતું નથી; એટલે કે આયર્ને બધું જ અટકી જાય છે. આયર્ન સુધીનાં રૂપાંતરો બધા તારાઓમાં થતાં નથી. ટેબલ 7.1.2માં ઔષ્ણિક અણુકેન્દ્રીય પ્રવૃત્તિ માટે જરૂરી ઉષ્ણતામાન અને જરૂરી દ્રવ્યો આપ્યાં છે.

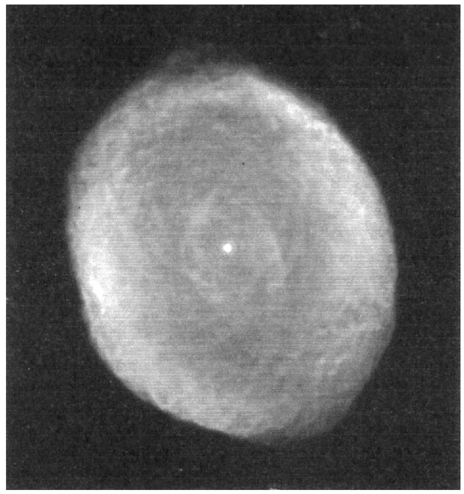
ટેબલ 7.1.2

ઔષ્ણિક અણુકેન્દ્રીય પ્રવૃત્તિ (Thermonuclier Process)	ઓછામાં ઓછું તારાનું દ્રવ્ય (સૂર્યના દ્રવ્ય = 1) (Minimum Star Mass of sun = 1	આશરે ઉષ્ણતામાન (K) Approx. temperature
હાઈડ્રોજનનું બળવું	0.1	2×10^7
હીલિયમનું બળવું	1	2×10^8
કાર્બનનું બળવું	1.4	8×10^8
ઑક્સિજનનું બળવું	10	2×10^9
સિલિકોનનું બળવું	20	3×10^9

ઉપર બતાવ્યા પ્રમાણે સૂર્યના દ્રવ્ય જેટલા દ્રવ્યવાળા તારાઓમાં કાર્બન બળવા માટે પુરતું ઉષ્ણતામાન નથી. આથી આવા તારાઓના કેન્દ્રમાં હીલિયમનું બળવાનું પુરૂં થતાં ઊર્જા મળતી બંધ થાય છે. ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી હાર્દ સંકોચાશે અને ગરમ થશે. આ ગરમીના કારણે હાર્દના કાર્બનના ઉપરનાં હીલિયમ અને હાઈડ્રોજનનાં આવરણોમાં હીલિયમ અને હાઈડ્રોજન બળશે. સૂર્યના દ્રવ્ય જેટલા દ્રવ્યવાળા તારાઓના મોતની આ નિશાની છે.

7.2 ઘડપણ અને મોત

બધા જ તારાઓ જીંદગીભર તેમનું દ્રવ્ય બહાર ફેંકતા જ હોય છે. દરેક તારાની ઉપરના આવરણમાં તારાનાં તત્ત્વોને બહાર ફેંકતા પવનો હોય છે. ઘણી વખત આવા પવનો ખૂબ જ જોરથી ફૂંકાતા હોય છે અને તારાઓનું અડધું દ્રવ્ય આવા પવનોથી બહાર જતું હોય છે. સેટેલાઈટના અવલોકનો એવું બતાવે છે કે લાલ પ્રચંડ તારાઓ તેમના વાયુઓનો મોટો ભાગ આ રીતે ખોઈ બેસે છે. આ લાલ પ્રચંડ તારાઓ પ્રચંડ અને ફુલેલા હોય છે અને તે તેમના ઉપરના વાતાવરણને શિથિલ રીતે પકડી રાખે છે.



આકૃતિ-7.2.1

નિષ્ક્રિય હાર્દની આસપાસ નિષ્ક્રિય કાર્બનની ઉપરના બે આવરણો બળતાં હોય ત્યારે કોઈ કોઈ વખત ઉષ્ણતામાન અસ્થિર બને છે. આથી તારો સંકોચાતો અને ફુલાતો હોય છે. આ ધબકારાઓ શક્તિશાળી બની જતાં આવરણો હાર્દથી છુટાં પડી જાય છે. આવરણો હાર્દથી જુદા પડતાં ગરમાગરમ અને ઘન હાર્દ ખુલ્લું પડી જાય છે.

ખગોળશાસ્ત્રીઓએ આકાશમાં સૂર્યના જેટલા દ્રવ્યવાળા તારાઓથી છુટા પડેલાં બહારનાં આવરણો જોયાં છે. આ ખીલતા આવરણોને અંગ્રેજીમાં 'પ્લેનેટરી નેબુલાસ (Planetary Nebulas)' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. જેમ ગ્રહો પોતાના પ્રકાશથી પ્રકાશિત નથી તેમ આ છુટાં પડેલાં આવરણોને પણ પોતાનો પ્રકાશ નથી. આ આવરણો જે તારાથી (હાર્દથી) છુટાં પડ્યાં હોય તે હાર્દની ગરમીથી અને પ્રકાશથી પ્રકાશિત થાય છે. આવી છુટી પડેલી નિહારિકાઓ આકાશમાં સુંદર લાગે છે જે આકૃતિ 7.2.1 માં આપેલી છે. આના મધ્યમાં જે તારો છે તેનાથી આ છુટુ પડેલું આવરણ છે. આવી હજારો નિહારિકાઓ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ શોધી કાઢી છે. આ નિહારિકાઓની જીંદગી તારાઓની સરખામણીમાં ખૂબ જ ટૂંકી, 50,000 વર્ષની છે. કાર્બનવાળા હાર્દથી નિહારિકા છુટી પડી તે હાર્દની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન 100,000 K છે અને આમાંથી જે ઊર્જા અને પ્રકાશ બહાર આવે છે તેના કારણે હાર્દની આસપાસની નિહારિકા આપણે જોઈ શકીએ છીએ. આ નિહારિકાઓ 50,000 વર્ષ પછી પાતળી અને વિખેરાઈ ગયેલી હશે જેથી તે ચળકશે નહિ. આ વાયુઓ તારાઓની વચ્ચેના માધ્યમમાં ભળી જશે. આથી નિહારિકાઓ થોડાક સમય માટે જ છે. લાલ પ્રચંડ તારાનું ફક્ત હાર્દ જ રહેશે.