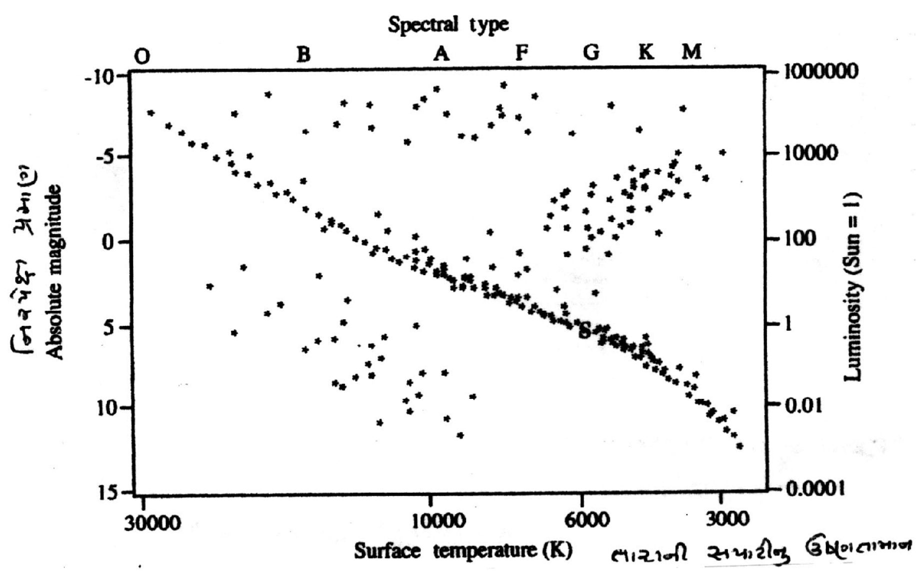
5. એચ-આર (H-R) આલેખ

5.0 પ્રાસ્તાવિક

ખગોળશાસ્ત્રમાં આ પ્રકરણ ખૂબ જ અગત્યનું છે. x-અક્ષ ઉપર તારાનું ઉષ્ણતામાન કે તારાનો વર્ગ લઈએ અને y-અક્ષ ઉપર તારાની તે.તી.નો આંક અથવા તે.તી. લઈને બધા તારાઓનો આલેખ જે હટ્ઝ્ર્સ્પ્રન્ગ અને રસેલના ટૂંકા નામે એચ.આર. આલેખથી ઓળખાય છે. આ આલેખના ચાર ભાગો ધ્યાન ખેંચે તેવા છે અને આ ભાગોનો અભ્યાસ એ જ ખગોળશાસ્ત્ર.

5.1 એચ-આર (H-R) આલેખ

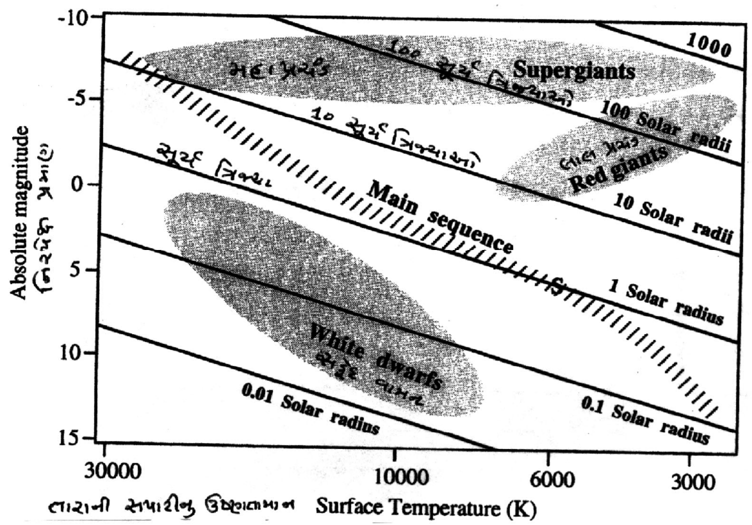
આપણે તારાનું ઉષ્ણતામાન, તેજસ્વીતાની તીવ્રતાનો આંક, વર્ણપટનો વર્ગ, વ્યાસ વિગેરે કઈ રીતે મેળવવું તેનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે ઘણા બધા તારાઓની આ માહિતી મેળવી શકીએ. આ બધા પ્રચલો (parameters) વચ્ચે કોઈ સંબંધ ખરો ? આ જાણવા માટે આપણે આ બધી માહિતીનો ઉપયોગ કરીને તારાઓના આલેખ દોરીએ. આકૃતિ 5.1.1માં તારાના વર્ણપટના વર્ગો x-અક્ષ ઉપર ઉપરના ભાગમાં આપ્યાં છે.



આકૃતિ 5.1.1

વર્ણપટોના વર્ગો અને ઉષ્ણતામાન વચ્ચે સંબંધ છે. તારાની સપાટીના ઉષ્ણતામાન x-અક્ષ ઉપર લૉગેરિધમિક માપક્રમમાં જમણીબાજુથી ડાબીબાજુ વધતા ક્રમમાં આપ્યાં છે. તારાઓના તે.તી. આંક અને તેજસ્વીતાની તીવ્રતાના લોગેરિધમ વચ્ચે સંબંધ હોઈને સૂર્યની તેજસ્વીતાની તીવ્રતા એક ગણીને તારાઓની તેજસ્વીતાની તીવ્રતા y-અક્ષ ઉપર જમણી બાજુ આપી છે. આપણે આ અક્ષો લઈને જાણીતા બધા તારાઓ દર્શાવીએ તો આકૃતિ 5.1.1માં બતાવેલો આલેખ મળે. 1912માં ડેનમાર્કના (Denmark) ખગોળશાસ્ત્રી એજનર હટ્ઝ્ર્સ્પ્રન્ગ (Ejner-Hertzsprung) અને અમેરિકાના ખગોળશાસ્ત્રી હેન્રી નોરિસ રસેલે (Henry Norris Russell) તે.તી.નો આંક અને ઉષ્ણતામાનનો સહસંબંધ સ્વતંત્ર રીતે મેળવેલો. આથી આ આલેખ એચ-આર (H-R) આલેખ તરીકે ઓળખાય છે.

આ આલેખમાં તારાઓ આપણે ધારીએ તેમ ગમે ત્યાં વેરવિખેર આવેલા નથી. આ આલેખમાં ચાર ભાગ ચોખ્ખા દેખાય છે જે આકૃતિ 5.1.2માં બતાવ્યા છે. મોટાભાગના તારાઓ વચ્ચેના કર્ણના ભાગમાં આવેલા S આકારના પટ્ટામાં આવેલા છે.



આકૃતિ 5.1.2

આ ભાગને મુખ્ય શ્રેણી (Main Sequence) કહેવામાં આવે છે. આ આલેખમાં આપેલા કોઈપણ તારાનો ખરેખરો તે.તી.નો આંક અને ઉષ્ણતામાન આપણે જાણીએ છીએ. આના ઉપરથી તારાની ત્રિજ્યા મેળવી શકાય. સૂર્યની ત્રિજ્યા 1 ગણીને સરખી ત્રિજ્યાના તારાઓની રેખાઓ પણ આકૃતિ 5.1.2માં આપેલી છે. સૌથી નીચેના ભાગના તારાઓની સરેરાશ ત્રિજ્યા સૂર્યની ત્રિજ્યાના દસમાં ભાગની હોઈને આ તારાઓ ઘણા બધા તારાઓની સરખામણીમાં વામન જેવા લાગે. આ ઉપરાંત આ તારાઓની સપાટીનું સરેરાશ ઉષ્ણતામાન 15,000 K હોઈને આ સમૂહ 'સફેદ વામન (White Dwarf)' તરીકે ઓળખાય છે. આના ઉપરનો ભાગ કર્ણના તારાઓ છે જેને 'મુખ્ય શ્રેણી (Main Sequence)' ના તારાઓનો સમૂહ કહેવામાં આવે છે. મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓમાં સૂર્ય, જય (આલ્ફા સેન્ટાયુરી, α Centauri), અભિજીત (Vega), ચિત્રા (Spica), વ્યાધ (Serius) વગેરે આવે છે.

આ મુખ્ય શ્રેણીના સમૂહની ઉપરના તારાઓની ત્રિજ્યાઓ સૂર્યની ત્રિજ્યાથી દસથી સો ગણી હોઈને, આ તારાઓ પ્રચંડ તારાઓ છે, જ્યારે તેમનું ઉષ્ણતામાન 6000K થી ઓછુ હોઈને આ તારાઓ ઠંડા તારાઓ છે.

વેઈનનો નિયમ : $\lambda_{\max} T = 2.897 \times 10^{-3} mk$

આ નિયમ પ્રમાણે તારાઓ જેનું ઉષ્ણતામાન 3900K થી 4700K વચ્ચેનું હોય, તેવા તારાઓની વધારેમાં વધારે ઉર્જા તરંગલંબાઈ 620 નેમીથી 750 નેમી વચ્ચે હશે. આ તરંગ લંબાઈઓ લાલ રંગના પ્રકાશની તરંગ લંબાઈઓ હોઈને, આપણને તારો લાલ રંગનો દેખાશે.

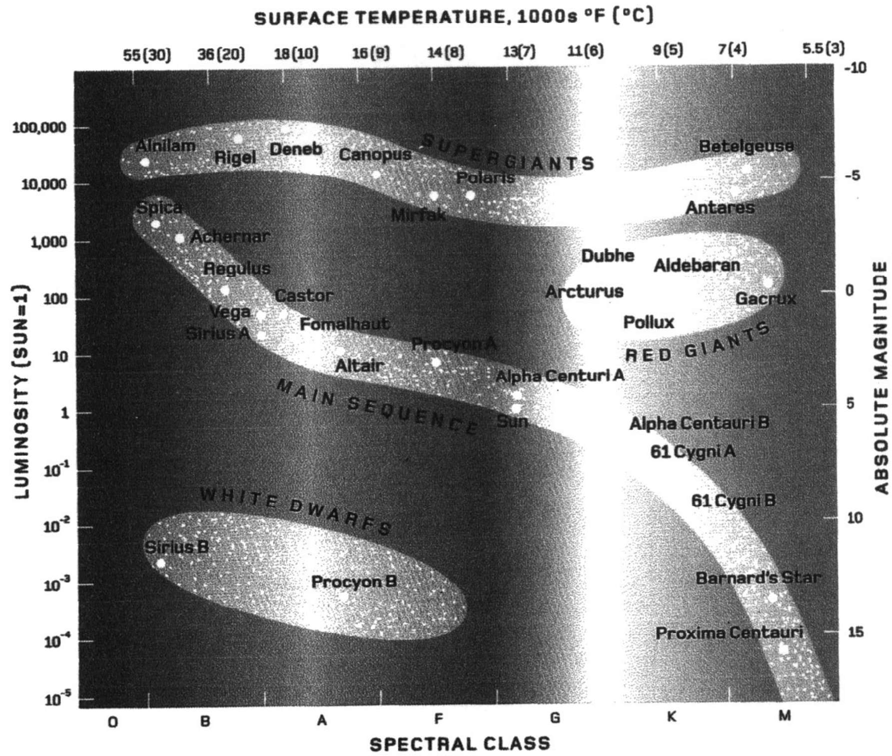
આવા ઠંડા તારાઓનો રંગ લાલ હોઈને આ સમૂહ 'લાલ પ્રચંડ (Red Giants)' સમૂહ તરીકે ઓળખાય છે. તારાની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન અને તેની તેજસ્વીતાની તીવ્રતા વચ્ચે સંબંધ છે.

સ્ટીફન-બોલ્ટઝમેનનો નિયમ : કાળો પદાર્થ નિરપેક્ષ ઉષ્ણતામાન T એ દર ચોરસ મીટરે ઉર્જા $E_A = \sigma T^4$ બહાર કાઢે છે. આ નિયમ ઉપરથી કહી શકાય કે જો તારાની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ઉંચું હશે, તો તે વધારે ઉર્જા બહાર કાઢશે. આથી તે વધારે પ્રકાશવાન લાગશે. આકૃતિ 5.1.1માં મુખ્ય શ્રેણીના ઉપરના ભાગના તારાઓમાં આ સ્પષ્ટ દેખાય છે. ઉંચા ઉષ્ણતામાને તારાઓ પ્રકાશિત છે. પ્રકાશિતતા તે.તી. ના આંક ઉપરથી જણાય છે. આ આંક નાનો (ઋણ) છે.

મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓની ઉપર જમણી બાજુનું જૂથ જે આકૃતિ 5.1.2માં લાલ પ્રચંડ (Red Giant) જૂથ તરીકે બતાવ્યું છે તેમની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ઓછું છે, છતાંયે પ્રકાશિત તારાઓનું બનેલું જૂથ છે. આ તારાઓની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ઓછું હોઈને, દર ચોરસ કિલોમીટરે ઉર્જા પ્રમાણમાં ઓછી બહાર ફેંકે છે. પણ આ તારાઓની સરેરાશ ત્રિજ્યા જ સૂર્યથી 100 ગણી હોઈને કુલ્લે ક્ષેત્રફળ અબજો ચોરસ કિલોમીટર થાય અને બધાની ઉર્જાનો સરવાળો કરતાં

તે.તી. વધે છે. આથી તારો પ્રકાશિત બને છે. તેનો તે.તી.નો આંક (ઋણ) નાનો છે.

આ સમૂહની ઉપરના અને સૌથી ઉપરના સમૂહના તારાઓ સૂર્યની ત્રિજ્યાથી 10થી 100 ગણી ત્રિજ્યાવાળા હોઈને આ સમૂહ મહાપ્રચંડ કદના તારાઓનો છે. આ તારાઓનાં ઉષ્ણતામાન 3000K થી 30,000K સુધીનાં છે. આ તારાઓ ઠંડાથી ગરમાગરમ સપાટીવાળા તારાઓ છે. આ સમૂહને મહાપ્રચંડ (Super Giants) સમૂહ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. મુખ્ય તારાઓ કયા કયા સમૂહમાં આવેલા છે તે આકૃતિ 5.1.3માં આપ્યું છે અને તે નીચે પ્રમાણે છે.



આકૃતિ 5.1.3

મહાપ્રચંડ (Super Giants) : બાણરજ (Rigel), હંસપુચ્છ (Deneb), અગસ્ત્ય (Canopus), ધ્રુવ (Polaris), આર્દ્રા (Betelgeuse), જ્યેષ્ઠા (Antares).

લાલ પ્રચંડ (Red Giants) : રોહિણી (Aldebaran), સ્વાતિ (Vega), ચિત્રા (Spica), પુરુષ (Pollux).

મુખ્ય શ્રેણી (Main Sequence) : મઘા (Regulus), અભિજિત (Vega), ચિત્રા (Spica), વ્યાધ A (Sirius A), પ્રકૃતિ (Castar), મિનાશ્ય (Famalhaut), જય A (Alpha Centauri A), જય B (Alpha Centauri B), સૂર્ય

સફેદ વામન (White Dwarf) : વ્યાધ B (Sirius B)

લાલ પ્રચંડ તારાઓથી તદ્દન ઉલટા તારાઓ એવા તારાઓ છે કે જેમનું ઉષ્ણતામાન ઉંચું છે, પણ ઝાંખા છે. વિશાળ ક્ષેત્રફળવાળા ઠંડા તારાઓ પ્રકાશિત હોય છે, તેમ ઓછા ક્ષેત્રફળવાળા ગરમ તારાઓ ઝાંખા હોય છે. ઉંચા ઉષ્ણતામાનવાળા અને ઝાંખા તારાઓ પૃથ્વીના જેટલા જ કદવાળા હોય છે. આ હકીકત આકૃતિ 5.1.2માં પણ તારાઓના વ્યાસ ઉપરથી જોઈ શકાય છે.

એચ-આર આલેખ આ ક્ષણે તારાઓની જીંદગીનો અહેવાલ છે. આજથી અબજ વર્ષ પછી તારાઓની જીંદગીનો અહેવાલ એટલે કે એચ-આર આલેખ તદ્દન જુદો હશે.

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 ત્યારે જે મોટા તારાઓ છે તે ચોથા સમૂહના તારાઓમાંના એક બને છે એટલે કે મહાપ્રચંડ તારાઓ બને છે, જ્યારે મુખ્ય શ્રેણીના તારાઓ હાઈડ્રોજન વપરાઈ જતાં ત્રીજા સમૂહના તારાઓ જેવા કે લાલ પ્રચંડ તારાઓ બને છે. આખરે મહાપ્રચંડ તારાઓ નાના નાના ભાગોમાં વહેંચાઈ જાય છે અને એચ-આર આલેખમાંથી ભુંસાઈ જાય છે. જ્યારે કોઈ કોઈ મહાપ્રચંડ તારાઓ દેખાતા વિશ્વમાંથી શ્યામ પોલાણો (Black Holes) બનીને અદશ્ય થઈ જાય છે. લાલ પ્રચંડ તારાઓ ખૂબ ગરમ થઈને પહેલા વિભાગના સફેદ વામન સમૂહના તારાઓ બને છે. આ બધું કઈ રીતે બને છે તે હવે જોઈએ.