વિશ્વ : આપણી નજરે

વિઠ્ઠલભાઇ અ. પટેલ

હમ્બોલ્ટ સ્ટેટ યુનિવર્સિટી
આર્કેટા, કેલિફોર્નિયા 95521

અને

પ્રમુખસ્વામી સાયન્સ અને
એચ. ડી. આર્ટ્સ કૉલેજ
કડી, મહેસાણા જિલ્લો 382 715

ગુજરાત ગણિતમંડળના
પાયદળના સૈનિકો અને
ગુજરાતના ગણિત-શિક્ષકોને
જેમણે વિદ્યાર્થીઓમાં અને સામાન્ય પ્રજામાં
ગણિતની જ્યોત ઝગમગતી રાખી છે તેમને

સ્નેહપૂર્વક અર્પણ

અનુક્રમણિકા

1. અંતરો

1.0 પ્રાસ્તાવિક

1.1 પૃથ્વીથી તારાઓનાં અંતર માપવાની રીત

1.2 ગ્રહો, સૂર્ય અને તારાઓનાં અંતરો

1.3 આકાશગંગા (મિલ્કી વે ગેલેક્સી - Milky Way Galaxy)

2. પ્રકાશ

2.0 પ્રાસ્તાવિક

2.1 પ્રકાશની ગતિ

2.2 પ્રકાશનાં કિરણો

2.3 તેજસ્વિતાની તીવ્રતાનો (તે.તી.) આંક

3. વર્ણપટ અને અણુઓ

3.0 પ્રાસ્તાવિક

3.1 વર્ણપટ

3.2 અણુઓ

3.3 બોહ્‌ર અણુનો નમૂનો

4. તારાનો વ્યાસ અને વર્ણપટના વર્ગો

4.0 પ્રાસ્તાવિક

4.1 તારાનો વ્યાસ

4.2 વર્ણપટના રંગો

5. એચ-આર (H - R) આલેખ

5.0 પ્રાસ્તાવિક

5.1 એચ.આર. (H - R) આલેખ

6. તારાઓના જન્મ અને યુવાવસ્થા

6.0 પ્રાસ્તાવિક
6.1 તારાઓનો જન્મ
6.2 બાળપણ અને યુવાવસ્થા

7. લાલ પ્રચંડ તારાઓ

7.0 પ્રાસ્તાવિક
7.1 પ્રચંડ તારાઓ
7.2 ઘડપણ અને મોત

8. શ્વેત વામન તારાઓ

8.0 પ્રાસ્તાવિક
8.1 શ્વેત વામન તારાઓ

9. સુપરનોવા

9.0 પ્રાસ્તાવિક
9.1 સુપરનોવા
9.2 સુપરનોવા SN-1987A
9.3 પલ્સાર
9.4 ન્યુટ્રોન તારાઓ
9.5 શ્યામ પોલાણ (બ્લેક હૉલ, Black Hole)

10. તારા વિશ્વો અને ક્વેઝારો

10.0 પ્રાસ્તાવિક
10.1 આકાશગંગા
10.2 નિહારીકાઓ અને તારાવિશ્વો
10.3 તારા વિશ્વોના વર્ગો
10.4 સ્થાનિક જૂથ અને તારાવિશ્વોનાં ગુચ્છ
10.5 સક્રિય તારાવિશ્વો અને ક્વેઝારો

11. તારા મંડળો (Constellations)

11.0 પ્રાસ્તાવિક
11.1 સપ્તર્ષિ અને મોટું રીંછ (Ursa Major, The Great Bear)
11.2 ધ્રુવનો તારો અને ધ્રુવમત્સ્ય અથવા નાનું રીંછ (Ursa Minor, The Little Bear)

11.3 મૃગ અથવા જોરાવર શિકારી (Orion, The Mighty Hunter)

11.3(a) શ્વાન (Canis Major, The Great Dog)

11.3(b) શુનિ (Canis Minor, Little Dog)

11.4 શર્મિષ્ઠા (Casiopeiac, Cassiopeia)

11.5 ખગાશ્વ (Pagasus, The Winged Horse)

11.6 દેવયાની (Andromeda, The Chained Lady)

11.7 ભૂતેષ કે ગોવાળ (Bootes, The Herdsman)

11.7 (a) શૌરિ (Hercules, The Great Hero)

11.8 કાલિય (Draco, Dragon)

11.9 વૈતરણી (Eridanus, The River)

11.10 ઝોડિએક (Zodiac)

11.10.I મેષ/ઘેટો (Aries, The Ram)

11.10.II વૃષભ/આખલો (Taurus, The Bull)

11.10.III મિથુન/જોડકું (Gemini, The Twins)

11.10.IV કર્ક/કરચલો (Cancer, The Crabe)

11.10.V સિંહ/ સિંહ(Leo, The Lion)

11.10.VI કન્યા/ કન્યા (Virgo, The Virgin)

11.10.VII તુલા/ ત્રાજવું (Libra, The Scales)

11.10.VIII વૃશ્ચિક/ વીંછી (Scorpius, The Scorpion)

11.10.IX ધનુષ્ય/ બાણાવળી(Sagittarius, The Archer)

11.10.X મકર/ બકરો (Capricornus, The Sea Goat)

11.10.XI કુંભ /પાણીનો ઘડો લઇ જનાર(Aquarius, The Water Carrier)

11.10.XII મીન/ માછલીઓ(Pisces, The Fishes)

11.11 રથીમંડળ કે બ્રહ્મમંડળ (Auriga, The Chariotear)

11.12 વાસૂકિ (Hydra, The Water Snake)

11.13 સર્પધર (Opniucus, The Serpent Holder)

11.14 નિમિ (Cetus, The Sea Monster)

11.15 ત્રિકોણ (Tringulum, The Tringulum)

11.16 યયાતિ (Perseus, Perseus)

11.17 વૃષપર્વા (Cepheus, Cepheus)

12. તારામંડળ દર્શન

12.0 પ્રાસ્તાવિક

12.1 જાન્યુઆરી

12.2 ફેબ્રુઆરી

12.3 માર્ચ

12.4 એપ્રિલ

12.5 મે

12.5 જૂન

12.7 જુલાઇ

12.8 ઓગસ્ટ

12.9 સપ્ટેમ્બર

12.10 ઓક્ટોબર

12.11 નવેમ્બર

12.12 ડિસેમ્બર

વિશ્વ : આપણી નજરે

પ્રાસ્તાવિક

બ્રહ્માંડ આપણી કલ્પનામાં ન આવે તેટલું વિશાળ છે. બ્રહ્માંડમાં રહેલા તારાઓ, નિહારીકાઓ, ગ્રહો પહેલી નજરે આપણી અલ્પતાનું ભાન કરાવે છે. પછી, ધીરે રહીને એક પછી એક સવાલો પુછતા જઇએ અને તેના જવાબો શોધતા જઇએ. પહેલો સવાલ તારાઓ આપણાથી કેટલા દૂર છે ? તારાઓનું અંતર આપણાથી કઇ રીતે માપી શકાય?

આ બન્ને સવાલોના જવાબો પ્રકરણ-1 માં આપ્યા છે. પૃથ્વીથી તારાઓ પણ આપણી કલ્પનામાં ન આવે તેટલા દૂર છે. તેમનાં અંતરો જો કિલોમીટરમાં માપવામાં આવે, તો તે અંતરો કરોડો અબજ કિલોમીટરમાં માપવા પડે. આથી અંતરો પ્રકાશવર્ષમાં માપવામાં આવે છે. પ્રકાશ એક વર્ષમાં જેટલું અંતર કાપે, તે અંતર પ્રકાશવર્ષ ગણાય છે. પૃથ્વીથી તારાઓનાં અંતર પેરેલેક્સના ખૂણાથી માપવાની રીત વર્ણવી છે અને એક સેકંડના પેરેલેક્સના ખૂણાથી મળતું અંતર પાસેર્ક પણ એટલું જ વપરાયછે. આકાશગંગાનો આકાર અને કદ પણ પહેલા પ્રકરણમાં વર્ણવ્યાં છે.

તારાઓનો અભ્યાસ કઇ રીતે થઇ શકે ? તારાઓની અંદર શું છે ? તારાઓ આટલા બધા પ્રકાશિત કઇ રીતે રહી શકે ? તારાઓ આપણને જે કાંઇ મોકલતા હોય તેના અભ્યાસથી ઘણુંબધું જાણી શકીએ. તારાઓ આપણને પ્રકાશનાં કિરણો મોકલે છે. તારાઓનાં મોકલેલાં પ્રકાશના કિરણોના અભ્યાસથી આપણે ઘણુંબધું જાણી શકીએ. આથી આવતા પ્રકરણોમાં પ્રકાશના ગુણધર્મોની ચર્ચા કરીશું અને તેનો ઉપયોગ કરીને તારાની માહિતી મેળવીશું.

પ્રકાશ મોજાંના સ્વરૂપમાં મુસાફરી કરતો હોઇને તેમની તરંગ લંબાઇઓ અને આવર્તો પ્રકરણ બે માં આપ્યા છે. તારાઓનો ચળકાટ કે તેજસ્વિતા છ વર્ગોમાં વહેંચીને જાણીતા તારાઓનો તેજસ્વિતાની તીવ્રતાના આંકો પ્રકરણ-2 માં આપ્યા છે.

વીજળીના ગોળામાંથી મળતા પ્રકાશને ત્રિપાર્શ્વ કાચમાંથી પસાર કરતાં સતત વર્ણપટ મળે છે. જ્યારે આ જ પ્રકાશને ઠંડા વાયુમાંથી પસાર કરીને ત્રિપાર્શ્વ કાચમાંથી પસાર કરતાં વર્ણપટમાં ઊભી કાળી શોષક રેખાઓ (Absorption Lines) મળે છે. આ જ પ્રકાશને એ જ વાયુ પણ ગરમ વાયુમાંથી પસાર કરતાં વર્ણપટમાં જ્યાં ઊભી કાળી રેખાઓ હતી ત્યાં જ ઊભી સફેદ સ્રાવ રેખાઓ (Emission Lines) મળે છે. આ રેખાઓ વાયુમાં રહેલાં તત્વો ઉપર આધાર રાખે છે. બ્હોર અણુનો નમુનો લઇને પ્રકરણ-3માં આ કેમ બને છે તે સમજાવ્યું છે.

તારાઓ ખૂબ જ દૂર હોઇને પેરેલેક્સની રીતે તેમનો વ્યાસ શોધવો મુશ્કેલ છે. સ્ટીફન-બોલ્ટ્ઝમેનના અને વેઇનના નિયમોના ઉપયોગ કરીને વ્યાસ કઇ રીતે મેળવાય તે પ્રકરણ-4 માં ગણી બતાવ્યું છે. વર્ણપટોનો ઉપયોગ કરીને બધા તારાઓના સાત વર્ગો OBAFGKM પાડવામાં આવ્યા છે. આ વર્ગોના પણ *0* થી *9* વિભાગો પાડ્યા છે.

x-અક્ષ ઉપર તારાનું ઉષ્ણતામાન કે તારાનો વર્ગ લઇ અને *y*-અક્ષ ઉપર તારાની તેજસ્વિતાની તીવ્રતાનો ખરેખરો આંક અથવા ખરેખરી તેજસ્વિતાની તીવ્રતા લઇને બધા તારાઓ દર્શાવીએ તો ખગોળશાસ્ત્રનો પ્રસિદ્ધ આલેખ એચ.આર.આલેખ મળે છે. જે પ્રકરણ-*5* માં આપ્યો છે. આ તારાઓના સફેદ વામન, મુખ્ય શ્રેણી, લાલ પ્રચંડ અને મહાપ્રચંડ એમ ચાર ભાગ એચ-આર આલેખમાં દેખાય છે.

જેમ મનુષ્યનો જન્મ થાય છે, મનુષ્ય યુવાન બને છે અને ઘરડા થઇને મૃત્યુ પામેછે તેવું જ તારાઓનું પણ છે. પ્રકરણ-*6* માં તારા કઇ રીતે જન્મે છે, જન્મ્યા પછી તારાઓના મધ્યે ઉષ્ણતામાન ખૂબ જ હોઇને તારાઓમાં રહેલા હાઇડ્રોજનનું હીલિયમમાં બે રીતે રૂપાંતર થતાં વધેલા દ્રવ્યનું ઉર્જામાં રૂપાંતર થતાં તારાઓ કઇ રીતે પ્રકાશિત રહે છે તે બતાવ્યુ છે. મધ્યમાં હીલિયમનું કાર્બનમાં અને હીલિયમની ઉપરના હાઇડ્રોજનનું હીલિયમમાં રૂપાંતર થતાં તારાની ત્રિજયા ઘણી વધે છે અને તારો લાલ પ્રચંડ તારો બને છે.

પ્રકરણ-*7* માં મુખ્ય શ્રેણીના તારામાંથી તારો કઇ રીતે લાલ પ્રચંડ તારો બને છે તેનું વર્ણન આપ્યું છે. મુખ્ય શ્રેણીના તારાનો હાઇડ્રોજન વપરાઇ જતાં મધ્યભાગમાં રહેલા હીલિયમનું કાર્બનમાં રૂપાંતર થાય છે અને હીલિયમની

ઉપર રહેલા હાઇડ્રોજનનું હીલિયમમાં રૂપાંતર થાય છે. આના કારણે ઉષ્ણતામાન ઘણું વધતાં તારાની ત્રિજ્યા હાલ કરતાં સો ગણી થશે. મુખ્ય શ્રેણીનો તારો લાલ પ્રચંડ તારો બને છે.

જો તારાનું દ્રવ્ય સૂર્યના દ્રવ્યના 1.4 ઘણાથી ઓછું હોય, તો લાલ પ્રચંડ તારો બન્યા પછી કાર્બનને બળવાની કોઇ શક્યતા નથી. કાર્બનની ઉપરનાં હીલિયમ અને હાઇડ્રોજનનાં બે આવરણો બળતાં હોય ત્યારે ઉષ્ણતામાન અસ્થિર બને છે. આથી તારો સંકોચાતો અને ફૂલતો હોય છે. આ ધબકારાઓ વધી જતાં આવરણો હાર્દથી છુટાં પડી જાય છે. આવરણો છુટાં પડતાં ગરમાગરમ અને ઘન હાર્દ ખુલ્લુ પડી જાય છે. કાર્બન સળગવાની કોઇ શક્યતાન હોઇને, તારાની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ધીરે ધીરે ઘટશે. જેમ જેમ તારો ઠંડો થશે તેમ તેમ તેનું હાર્દ સંકોચાશે અને તારો શ્વેત-સફેદ વામન તારો બનશે. આ પ્રક્રિયા અને સફેદ વામન તારાના ગુણધર્મો પ્રકરણ-8માં આપ્યા છે.

સુર્યથી ઘણા વધારે દ્રવ્યવાળા તારાઓમાં હાઇડ્રોજન બળવાનું હીલિયમ બળવાનું, કાર્બન બળવાનું, ઓક્સિજન બળવાનું અને સિલિકોન બળવાનું પુરૂ થાય ત્યાર હાર્દમાં આયર્ન રહે છે. હાર્દમાં રહેલો આયર્ન બળતો ન હોઇને અણુકેન્દ્રીય પ્રતિક્રિયા થતી ન હોઇને ગુરૂત્વાકર્ષણના કારણે હાર્દ સંકોચાય છે અને ગરમ થયે જાય છે. હાર્દ ગાઢ થવાના કારણે ઋણ વિદ્યુતવાળા ઇલેકટ્રોનો અને ધન વિદ્યુતવાળા પ્રોટોનો જોડે જોડે ખૂબ જ દબાય છે, અને બંને ભેગા થઇને ન્યુટ્રોનો બનાવે છે. હાર્દનું સંકોચાવવાનું અટકીને તારો કઇ રીતે સુપરનોવા બને છે તે પ્રકરણ-9માં બતાવ્યું છે. સુપરનોવાનું હાર્દ ન્યુટ્રોનોનું બનેલું હોઇને હાર્દ ન્યુટ્રોન તારો કહેવાય છે. પલ્સારથી આની સાબિતી મળી છે તે પણ પ્રકરણ-9 માં બતાવ્યું છે. જો હાર્દનું દ્રવ્ય સૂર્યના દ્રવ્યના ત્રણ ગણાંથી વધારે હોય, તો ન્યુટ્રોન તારો બનવાના બદલે શ્યામ પોલાણ (Black Hole) બને છે. શ્યામ પોલાણનું વર્ણન પ્રકરણ-9માંઆપ્યું છે. આખરે તારાનો અંત તેના દ્રવ્ય પ્રમાણે શ્વેત વામન તારા તરીકે કે ન્યુટ્રોન તારા તરીકે કે શ્યામ પોલાણ તરીકે આવે છે.

હજારો ઝાંખી અને અસ્પષ્ટ નિહારીકાઓ છે. આ નિહારીકાઓમાંથી ઘણી નિહારીકાઓ આકાશગંગાની જેમ અગણ્ય તારાઓનાં તારાવિશ્વો છે તે 1923 માં જ નક્કી થઇ શક્યું. તારા વિશ્વોના વર્ગો, તારાવિશ્વોનાં સ્થાનિક જૂથો, ગુચ્છો વિગેરે પ્રકરણ-10 માં વર્ણવ્યા છે.

આપણામાંથી ઘણાંબધાની તારા મંડળો, તારાઓ વિગેરેને ઓળખવાની અને તેમના વિષે જાણવાની ઇંતેજારી ઘણી હોઇને તારામંડળો અને આકાશદર્શન પ્રકરણ-11 અને પ્રકરણ-12માં આપ્યા છે. મેં પોતે પણ તે જ ઇંતેજારીથી આ અભ્યાસ શરૂ કર્યો છે. આકાશના ગોળાને 88 ભાગોમાં વહેંચી કાઢ્યા છે. દરેક ભાગમાં ફક્ત અગત્યના તારાઓને જોડીને નવી નવી આકૃતિઓની કલ્પના આપણા પૂર્વજોએ કરી છે તે દાદ માગી લે તેવી છે. 88 તારામંડળોના આકારો અને વર્ણન માટે મોટું પુસ્તક જોઇએ. જરૂરીયાતનાં પાયાંના આશરે ત્રીસ તારામંડળો પ્રકરણ 11માં આપ્યા છે. આ તારામંડળોનાં લેટિન અને અંગ્રેજી નામો બધાં પુસ્તકોમાં લગભગ સરખા છે, પણ મુખ્ય તારાઓને જોડીને મળતી આકૃતિઓ પુસ્તકે પુસ્તકે જુદી છે. આથી આ આકૃતિઓ (Ian Ridpath & Wil Tirion)) ઇઆન રિડપાથ અને વિલ ટિરિઑનના જાણીતા પુસ્તક (Stars and Planets) સ્ટાર્સ એન્ડ પ્લેનેટ્સને વળગી રહીને આપી છે. દરેક મહિનાના તારાઓનો નકશો બધાં પુસ્તકોમાં સરખો છે, પણ તારાઓને જોડીને મળતી આકૃતિ જુદી છે. અહીંયા પણ રિડપાથ અને ટિરિઑનના પુસ્તકના આધારે બારે મહિનાન તારામંડળોના નકશાઓ પ્રકરણ-12 માં આપ્યા છે.

મારા અનુભવે દરરોજ નિયમિત આકાશદર્શન માટે સમય કાઢીએ તો જ તારામંડળો અને તારાઓથી પરિચિત થવાય છે. ધીરે ધીરે અને ખંતથી આકાશદર્શનને વળગ્યા રહેવું જરૂરી છે.

શેરથા, જી. ગાંધીનગર **વિઠ્ઠલભાઈ અં. પટેલ**

તા.