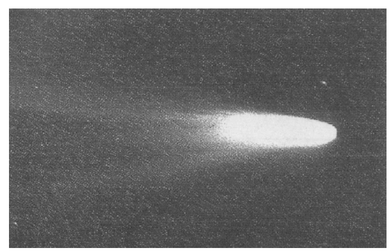
10. તારાવિશ્વો (Galaxies) અને ક્વેઝારો (Quasars)

10.0 પ્રાસ્તાવિક

જૂના જમાનામાં લોકોને પૂંછડીયા તારાનો ખૂબ ડર લાગતો. ઈ.સ. 1705માં એડમન્ડ હેલીએ (Edmund Halley) તેમના પુસ્તકમાં બતાવેલું કે પૂંછડીયો તારો સૂર્યમંડળનો જ ભાગ છે. હાલમાં આ પૂંછડીયો તારો 'હેલી પૂંછડીયો તારો (Haley Comet) તરીકે ઓળખાય છે અને દર 76.3 વર્ષે પૃથ્વી ઉપરથી જોઈ શકાય છે. 1531, 1607, 1682, 1758, 1834, 1910 અને 1986 માં દેખાયેલો. પૂંછડીયો તારો સૂર્યથી દૂર હોય ત્યારે રજકણોથી ઢંકાયેલો, ઝાંખો અને અસ્પષ્ટ લાગે, જ્યારે સૂર્યની નજીક આવે ત્યારે આકૃતિ 10.0.1માં બતાવ્યો છે તેવો લાગે. આ ઈ.સ. 1986માં દેખાયેલો પૂંછડિયો તારો છે. 1758ની આસપાસ જે લોકોની જોડે નાનું મોટું દૂરબીન હોય તે બધા જ આકાશમાં પૂંછડીયા તારાઓ શોધવા નીકળી પડતા કારણકે જે પૂંછડીયો તારો શોધે તેને સુવર્ણચંદ્રક અને ઈનામો અપાતાં. આથી આ બધાને શોધવામાં મદદરૂપ થાય તેટલા માટે ફ્રાન્સના પૂંછડીયા તારાઓના શોધનાર ચાર્લ્સ મીસ્સિઅર (Charles Messier) અને પિયારે મીચેઈને (Pierre Mechain) 103 નિહારિકાઓની (Nebulae) યાદી બનાવી જેથી કોઈ તેમને પૂંછડીયા તારાઓ ન ગણે. આને ટૂંકમાં M વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

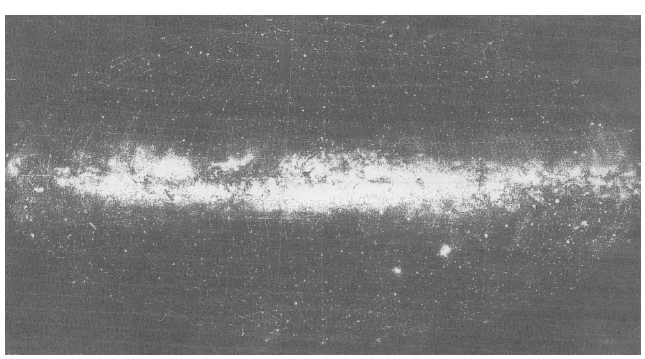


આકૃતિ 10.0.1

જ્યારે મીસ્સિઅર પ્રખ્યાત યાદી તૈયાર કરતા હતા તે જ સમયે જર્મનીમાં જન્મેલા સંગીતશાસ્ત્રી વિલ્લિયમ હર્શીલને (Willian Hershel) ખગોળશાસ્ત્રમાં રસ પડ્યો. હર્શીલ 35 વર્ષના હતા ત્યારે તેમણે ખગોળશાસ્ત્રનું પુસ્તક ખરીદ્યું. આ પુસ્તક વાંચીને ખગોળશાસ્ત્ર ઉપર એટલા બધા મુગ્ધ થયા કે તેમણે પોતે મોટું દૂરબીન જાતે જ બનાવવાનો નિર્ણય કર્યો. દૂરબીનથી આકાશને જોવાનો સમય તેમના પહેલાં કોઈએ કાઢ્યો ન હોય તેટલો તેમણે કાઢેલો. આપણા સૂર્યનો સાતમો ગ્રહ યુરેનસ (Uranus) ઈ.સ. 1781માં તેમણે શોધેલો.

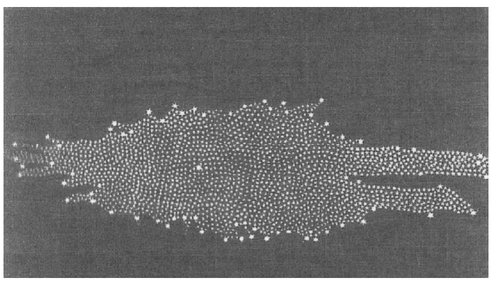
10.1 તારાવિશ્વ

તારાવિશ્વમાં આપણે કઈ જગ્યાએ છીએ તે શોધવાનો હર્શીલે પ્રયત્ન કરેલો. તારાવિશ્વ આકાશમાં ચારે તરફ વર્તુળના પટ્ટામાં આકૃતિ 10.1.1.માં બતાવ્યા પ્રમાણે પથરાયેલું છે. ગેલિલીએ જ્યારે પહેલવહેલા દૂરબીનથી તારાવિશ્વ જોયેલું ત્યારથી જ લાગેલું કે આ ધુમ્મસવાળા પ્રકાશના પટ્ટામાં ઝાંખા દેખાતા લાખ્ખો તારાઓ આવેલા છે. આ જ ગણતરી પ્રમાણે 200×10^9 તારાઓ તારાવિશ્વમાં આવેલા છે.

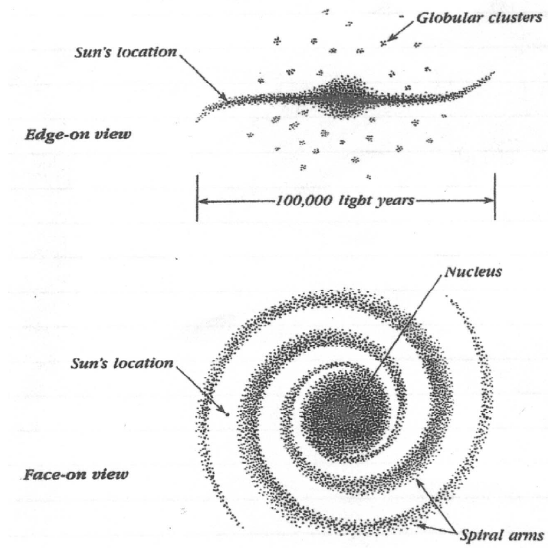


આકૃતિ 10.1.1

વિશાળ થાળી જેવા આકારના તારાવિશ્વમાં સૂર્ય એ તારાવિશ્વના બધા જ તારાઓ જેવો તારો છે. હર્શીલે માન્યું કે વિશાળ થાળીની જુદી જુદી દિશાઓમાં આવેલા તારાઓ ગણવાથી આપણી જગ્યા નક્કી થઈ શકશે. ઈ.સ. 1785માં તેમણે જુદા જુદા 683 ભાગોમાં ગણેલા તારાઓનો નકશો આપેલો જે આકૃતિ 10.1.2 માં બતાવ્યો છે. આપણે તેમના મતે તારાવિશ્વની મધ્યે છીએ તે સાચું નથી. તારાઓ વચ્ચેની બારીક ધૂળ તારાઓના પ્રકાશને શોષી લે છે અને આ ધૂળ ધુમ્મસ જેવું કામ કરે છે. આથી હર્શીલ આકાશગંગામાં દૂર જોઈ શકેલા ન હોઈને તેમને આપણે તારાવિશ્વની મધ્યે લાગેલા. તારાવિશ્વનો આકાર આકૃતિ 10.1.3માં બતાવ્યા પ્રમાણેનો છે અને સૂર્ય તારાવિશ્વના કેન્દ્રથી 30,000 પ્રકાશવર્ષ દૂર છે.



આકૃતિ 10.1.2



આકૃતિ 10.1.3

10.2 નિહારિકાઓ (Nebule) અને તારાવિશ્વો (Galaxies)

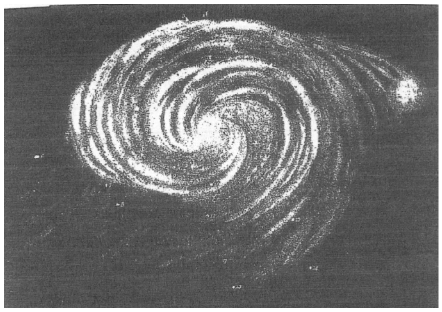
જ્યારે હર્શીલ આકાશમાં બધું બરાબર તપાસતા હતા ત્યારે તેમણે જોયું કે હજારો ઝાંખી અને અસ્પષ્ટ નિહારીકાઓ ચોતરફ આવેલી છે. મેસ્સિઅરે ફક્ત પ્રકાશિતમાં પ્રકાશિત નિહારિકાઓની યાદી બનાવેલી, જ્યારે હર્શીલે સાત વર્ષ મહેનત કરીને અગાઉ નોંધાયા વગરની 2000 નિહારીકાઓની યાદી બનાવેલી. તેમના પછી તેમના પુત્ર જૉહ્ન (John) આ કામ ચાલુ રાખ્યું. ઈ.સ. 1804માં જૉહ્ને 'ધી જનરલ કેટેલૉગ ઑફ નેબ્યુલી (The General Catalogue of Nebule)' માં 5079 નિહારિકાઓની યાદી આપેલી. જૉહ્ન હર્શીલ પછી જૉહ્ન ડ્રીયીરે (John Dreyer) ઈ.સ. 1895માં ઘણા સુધારા વધારા સાથે 'ધી ન્યુ જનરલ કેટેલૉગ (The New General Catalogue, NGC)' માં નિહારિકાઓની યાદી આપી. આને ટૂંકમાં NGC તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પછી બે વધારાઓ 'ઈન્ડેક્સ કેટેલૉગ (Index Catalogue, IC)' જેને ટૂંકમાં IC તરીકે ઓળખવામાં આવે છે તેમાં વધારાની યાદી આપી. આ બધામાં લગભગ 15,000 નિહારીકાઓ અને તારાઓનાં ઝૂમખાંની યાદી આપેલી. આ બધું ફોટોગ્રાફ વગર જ થયું!! આ ચિરસ્મરણનીય કામ છે.

આ બધી યાદીઓમાં સાચી નિહારીકાઓ છે અને વિવાદાસ્પદ નિહારિકાઓ પણ છે. ઈ.સ. 1750માં થોમસ રાઈટે (Thomas Wright) અનુમાન કરેલું કે આ નિહારીકાઓ પણ તારાવિશ્વોની જેમ ખૂબ જ તારાઓનાં તારાવિશ્વો હશે. ઈમ્મેન્યુઅલ કેન્ટ (Immanual Kant) વગર બીજા બધાએ આ વિચાર અવગણ્યો. ઈ.સ. 1755માં રાઈટના વિચારને કેન્ટે આગળ વધાર્યો. કેન્ટે માની લીધેલું કે આકાશમાં દેખાતી બધી નિહારીકાઓ આપણી આકાશગંગાના જેવા અબજો તારાઓના જથ્થાઓ જ છે. આ બધા જથ્થાઓ અવકાશમાં તરતા અલગ અલગ વિશ્વો (Island Universes) છે. કેન્ટે આગળ જઈને એમ પણ જણાવ્યું કે દેવયાની (એન્ડ્રોમેડા, Andromeda) નિહારીકા આપણી આકાશગંગાની જેમ જ વિશાળ તારાઓનો જથ્થો છે. કોઈએ આ વિચાર ઉપર ધ્યાન ન આપ્યું.

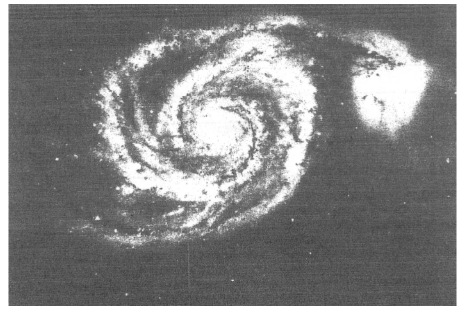
લોર્ડ રૉસ્સને (Lord Ross) ખગોળશાસ્ત્રમાં રસ હોઈને ફેબ્રુઆરી 1845માં 1.85 મીટર વ્યાસનું દૂરબીન પોતાના ખર્ચે તૈયાર કરાવેલું. તે જમાનામાં તે દૂરબીન મોટામાં મોટું દૂરબીન હતું. તેમણે આ દૂરબીનથી હર્શીલની ઘણી નિહારીકાઓને ઘણા બધા તારાઓથી ઠાંસીઠાસીને ભરેલી જોઈ. તે જમાનામાં ફોટોગ્રાફીનો વિકાસ થયેલો ન

હોઈને જોયેલું દોરવું પડતું. લૉર્ડ રૉસ્સે દોરેલું રેખાચિત્ર આકૃતિ 10.2.1 માં આપ્યું છે.

આ તારાવિશ્વ વમળ તારાવિશ્વ 'વ્હર્લપૂલ ગેલેક્સી (Whirlpool Galaxy)' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે જે સરખામણી માટે આકૃતિ 10.2.2 માં આપ્યું છે.



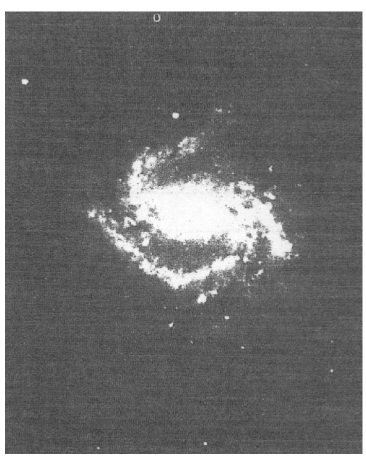
આકૃતિ 10.2.1



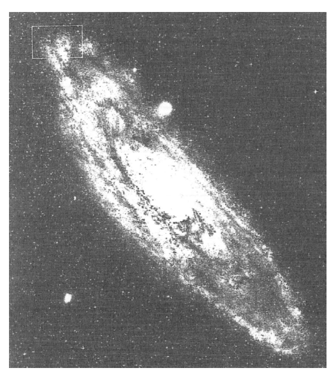
આકૃતિ 10.2.2

ફોટોગ્રાફીની શોધે ખગોળશાસ્ત્રમાં અને માનવીઓના જીવનમાં ખૂબ જ મોટો ભાગ ભજવ્યો છે. ઈ.સ. 1888માં બ્રિટનના આઈસેક રૉબર્ટસ (Isaac Roberts) દેવયાની તારાવિશ્વનો દૂરબીનથી ફોટો પાડવામાં સફળ થયેલા. ઈ.સ. 1908 માં પાસાડેના, કૅલિફોર્નિયાની (Pasadena, California) નજીક આવેલા માઉન્ટ વિલ્સન (Mount Wilson) ઉપર 1.52 મીટર (60 ઈંચ) વ્યાસવાળા દૂરબીન સાથે વેધશાળા બની અને અહીંયા 2.54 (100 ઈંચ) મીટર વ્યાસવાળું દૂરબીન ફોટોગ્રાફની મશીનરી સાથે એ જ દાયકામાં આવ્યું. M, NGC અને IC ની નિહારિકાઓના ફોટા લેવાનું બરાબર ચાલુ થયું. આકૃતિ 10.2.3 માં દેવયાની નિહારિકા (એન્ડ્રોમેડા ગેલેક્સી) જે M31 અથવા NGC 224 તરીકે ઓળખાય છે તે આપી છે. આકૃતિ 10.2.3 માં બતાવેલા નાના લંબચોરસને વિસ્તૃત કરીને આકૃતિ 10.2.7 માં આપ્યો છે. જેથી જોઈ શકાય કે સફેદ દેખાતો ભાગ તારાઓથી ભરપૂર છે.

આકૃતિ 10.2.4 માં NGC 4303 તરીકે ઓળખાતી નિહારીકા આપી છે.



આકૃતિ 10.2.3

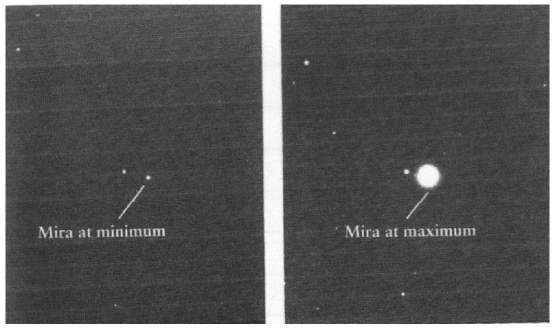


આકૃતિ 10.2.4

માઉન્ટ વિલ્સન વેધશાળાના જાણીતા ખગોળશાસ્ત્રી શેપલી (Shapely) એવું માનતા કે નિહારિકાઓ આકાશગંગામાં કે નજીક આવેલી છે. આ નિહારીકાઓ આકાશગંગાના ફરતે પ્રભાવલય (Halo) બનાવતી હશે. જ્યારે લિક વેધશાળાના (Lick Observatory) જાણીતા ખગોળશાસ્ત્રી કર્ટિસ (Curtis) એવું માનતા કે નિહારિકાઓ આકાશગંગાની જેમ જ તારાવિશ્વો છે. આ બંને વચ્ચે 1920માં ખૂબ જ ગરમાગરમ ચર્ચા થયેલી. આ બંને વચ્ચેની ચર્ચાનો જવાબ નિહારીકાનું આપણાથી અંતર મળે તો જ મળે. નિહારીકાઓ આપણાથી ખૂબ જ દૂર હોઈને પેરલેક્સથી (Parallex) સાચું અંતર ન મળે. આશ્ચર્યની વસ્તુ તો એ છે કે ઈ.સ. 1920 સુધી આ નિહારીકાઓ શું છે તેનો કોઈનેય ખ્યાલ ન હતો. આ અંતર મેળવવા માટે પરિવર્તનશીલ તારાઓ મદદરૂપ થયા.

ઘણા તારાઓનું કદ ઘણું બદલાતું હોય છે, ફુલતું હોય છે અને સંકોચાતુ હોય છે. વારાફરથી ફુલાવવા અને

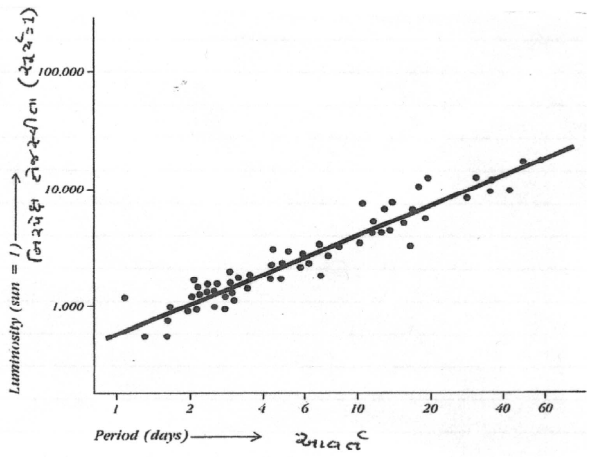
સંકોચાવાના કારણે તેમની તેજસ્વીતા પણ નાટકીય રીતે બદલાતી હોય છે. આવો પરિવર્તનશીલ તારો ઈ.સ. 1595માં ડચ પાદરી અને ખગોળશાસ્ત્રના રસિક ડેવિડ ફેબ્રિસિઅસે (David Fabricius) જોયેલો. તેમણે જોયું કે ઓમિક્રોન સેટિ (Omicron Ceti) કોઈ કોઈ વખત ઘણો પ્રકાશિત હોય કે જે નરી આંખે જોઈ શકાય, જ્યારે કોઈ કોઈ વખત એટલો ઝાંખો હોય કે નરી આંખે જોઈ પણ ન શકાય જે આકૃતિ 10.2.5માં બતાવ્યું છે.



આકૃતિ 10.2.5

સત્તરમી સદીના ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ પરિવર્તનશીલ તારાથી એટલા બધા ગાંડાઘેલા થઈ ગયેલા કે તેનું નામ બદલીને મિરા (Mira : અદ્‌ભૂત) રાખ્યું. મિરાનો આવર્ત 332 દિવસનો છે. નરી આંખે ધ્રુવના નજીકનો તારો ડેલ્ટા સીફિ (Delta Cephi)નો આવર્ત ખૂબ જ નિયમિત $5\frac{1}{2}$ દિવસનો છે. આ કારણે પરિવર્તનશીલ તારાઓ જેના આવર્તો 5થી 15 દિવસો હોય તેવા તારાઓ સીફીઆઈડ (Cepheid) પરિવર્તનશીલ (variable) તરીકે ઓળખાય છે.

પેરૂના પર્વતોમાં આવેલી હાર્વર્ડની (Harvard) વેધશાળાએ સીફીઆઈડ તારાઓની ભેગી કરેલી માહિતીનો અભ્યાસ કરતાં હેન્રીએટ્ટા લીવિટ્ટે (Henrietta Leavitt) જોયું કે ઝાંખા તારાઓનો આવર્ત ટૂંકો હોય છે, જ્યારે વધારે પ્રકાશિત તારાઓનો આવર્ત લાંબો હોય છે. આ બધા સીફીઆઈડ તારાઓ સ્મૉલ મેગ્જેલ્લેનિક ક્લાઉડ (Small Mmagellanic Cloud) તારાવિશ્વોના હોઈને પૃથ્વીથી સરખા અંતરે છે. લીવિટ્ટને તુરત જ ખ્યાલ આવી ગયો કે સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારાઓની નિરપેક્ષ અથવા ખરેખરી તેજસ્વિતા (True Luminosity) અને આવર્ત વચ્ચે સંબંધ છે. સ્મૉલ મેગ્જેલ્લેનિક ક્લાઉડ તારાવિશ્વના જૂના અને જાણીતા સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારાઓના આવર્ત અને નિરપેક્ષ તેજસ્વિતાનો આલેખ આકૃતિ 10.2.6માં આપ્યો છે. આ આકૃતિમાં ટપકું એ તારાવિશ્વનો સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારો છે જેનો આવર્ત અને નિરપેક્ષ ખરેખરી તેજસ્વીતા આપણે જાણીએ છીએ. આકૃતિ 10.2.6 ની સુરેખાએ શ્રેષ્ઠ અન્વાયોજન (Best fit) સુરેખા છે. આ આકૃતિમાં જોઈએ તો ઘણા તારાઓ સૂર્યથી 10,000 ગણા પ્રકાશિત છે.



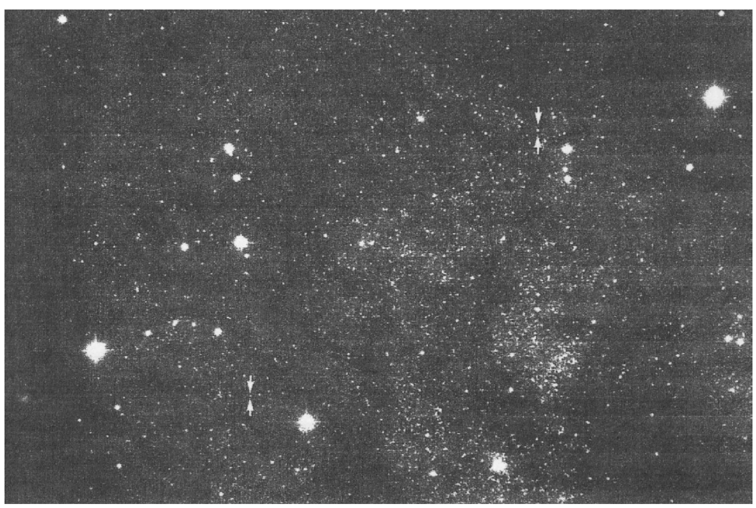
આકૃતિ 10.2.6

આપણે ધારો કે સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારો શોધ્યો. આ તારાનો આવર્ત આપણે ઘડિયાળથી માપી શકીએ. આકૃતિ 10.2.6નો ઉપયોગ કરીને આપણે આ તારાની નિરપેક્ષ તેજસ્વિતા (L) મેળવી શકીએ. તેની દેખીતી તેજસ્વિતા આપણે જોઈને કે સાધનોથી મેળવી શકીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે

$$L = l - 5\ln d + 5$$

છે, જ્યાં d એ પૃથ્વીથી આપણા સીફીઆઈડ પરીવર્તનશીલ તારાનું અંતર છે. આ સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને આપણે d, પૃથ્વીથી તારાનું અંતર મેળવી શકીએ.

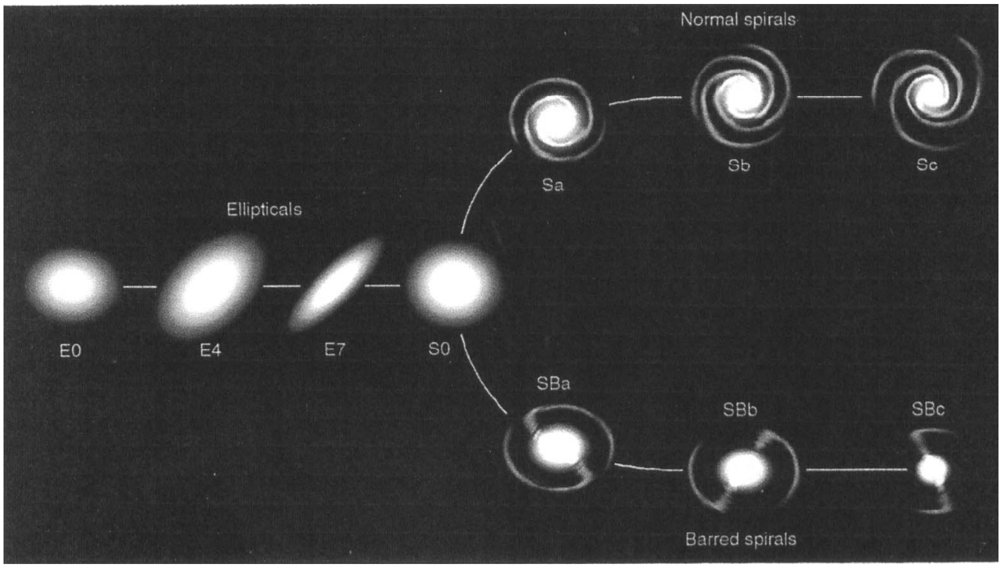
યુવાન વકીલને ખગોળશાસ્ત્રમાં રસ હોઈને વકીલાત મૂકી દઈને તારાઓનો અભ્યાસ કરવા મંડી પડ્યા. વીસમી સદીના સારામાં સારા એક ખગોળશાસ્ત્રી તરીકે તેમણે નામના મેળવી. તેમનું નામ ઈડવિન હબલ (Edwin Hubble) હતું. તેમના માનમાં અવકાશમાં જાણીતા દૂરબીનને 'હબલ અવકાશ દૂરબીન (Hubble Space Telescope, HST)' થી ઓળખવામાં આવે છે. ઑક્ટોબર 6, 1923માં હબલે માઉન્ટ વિલ્સનની વેધશાળાના 100 ઈંચના દૂરબીનથી દેવયાની (એન્ડ્રોમેડા નિહારીકા) જે M31 અથવા NGC 224 તરીકે ઓળખાય છે તેનો ફોટો લીધો. તેમણે આ નિહારીકામાં 12 સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારાઓ શોધી કાઢ્યા. દેવયાની નિહારીકા આકૃતિ 10.2.3માં આપેલી છે. તે આકૃતિ 10.2.3માં ઉપરના ભાગમાં નાનો લંબચોરસ બતાવ્યો છે. આ લંબચોરસને વિસ્તૃત કરીને આકૃતિ 10.2.7માં આપેલો છે. આ આકૃતિ 10.2.7માં ઉભી નિશાનીથી બતાવેલા બે ઝાંખા સીફીઆઈડ પરિવર્તનશીલ તારાઓ છે. આના ઉપરથી હબલ દેવયાનીનું અંતર 25 લાખ પ્રકાશવર્ષ ગણી શક્યા. નિહારીકા M31 અથવા NGC 224નું અંતર આકાશગંગાના કેન્દ્ર કરતાં ઘણુ વધારે છે. આકાશગંગાનો વ્યાસ એક લાખ અને વીસ હજાર પ્રકાશવર્ષ છે અને સૂર્ય આકાશગંગાના કેન્દ્રથી 30,000 પ્રકાશવર્ષ દૂર છે. આ પરિણામ હબલે ડીસેમ્બર 30, 1924ના રોજ અમેરિકન એસ્ટ્રોનોમિકલ સોસાયટીની (American Astronomical Society) સભામાં રજૂ કર્યું. શેપલી-કર્ટિસની ચર્ચાનો અંત આવ્યો. વિશ્વ કોઈએ ગંભીરતાપૂર્વક ધાર્યુ હોય તેથીયે ઘણુ વિશાળ નીકળ્યું. હબલે તારાવિશ્વોનો નવો પ્રદેશ શોધ્યો.



આકૃતિ 10.2.7

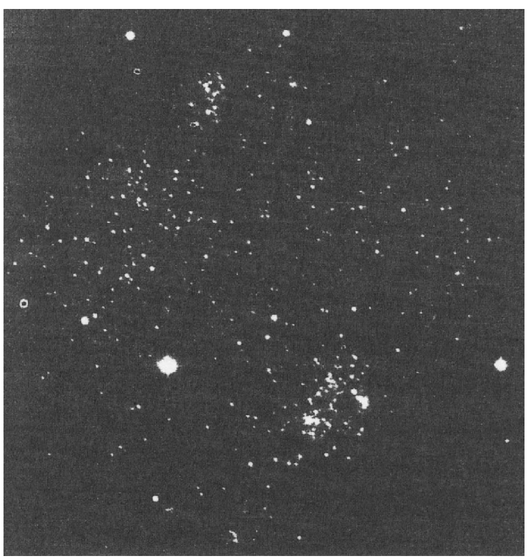
10.3 તારાવિશ્વોના વર્ગો

આકાશમાં દરેક દિશામાં ઘણાં બધાં તારાવિશ્વો આવેલાં છે. હબલે જોયું કે આ બધા તારાવિશ્વોને ચાર વિશાળ ભાગમાં વહેંચી શકાય તેમ છે. આ ચાર ભાગો : ઉપવલયી (Elliptic), સર્પિલ (Spiral), પાટા સાથેની સર્પિલ (Barred spiral) અને અનિયમિત. આ દરેક ભાગોના પણ ઉપભાગો છે જે આકૃતિ 10.3.1માં હબલના ટ્યૂનિંગ ફોર્કથી (Tuning Fork) બતાવ્યા છે.

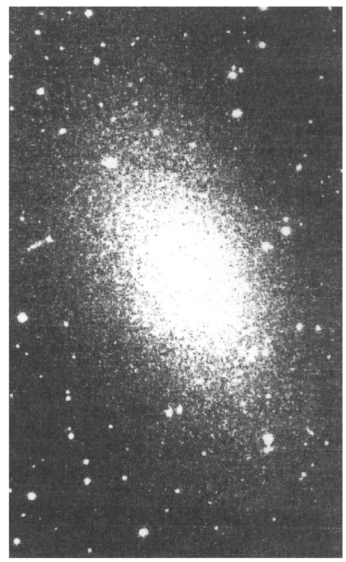


આકતિ 10.3.1

ઉપવલયી તારાવિશ્વો મોટામાં મોટા અને નાનામાં નાનાં તારાવિશ્વો હોય છે. વામન સ્વરૂપના ઉપવલયી તારાવિશ્વો ખૂબ જ છે. આ વામન સ્વરૂપના ઉપવલયી તારાવિશ્વોમાં તારાઓ ફક્ત લાખોમાં જ હોય છે. ષડંશ (Sextans) નક્ષત્રમાં આવેલું ઉપવલયી તારાવિશ્વ આકૃતિ 10.3.2માં આપ્યું છે.



આકૃતિ 10.3.2



આકૃતિ 10.3.3

આ ઉપવલયી તારાવિશ્વના કેન્દ્રમાંથી આપણે સરળતાપૂર્વક જોઈ શકીએ છીએ. ઉપવલયી તારાવિશ્વને E વડે દર્શાવવામાં આવે છે. ઉપવલયી તારાવિશ્વ વિભાગના હબલે ઉપવલયના અર્ધપ્રધાનાક્ષ a (Semi-Major axis a) અને અર્ધગૌણાક્ષ b (Semi-Minor axis b)ના ગુણોત્તર પ્રમાણે પેટા વિભાગો પાડ્યા. આ પેટા વિભાગ E_n વડે દર્શાવાય છે. અહીંયા $n = Int\left(\frac{10(a-b)}{a}\right)$ છે. $a = b$ હોય તો $n = 0$ અને E_o વર્તુળ છે જે આકૃતિ 10.3.1માં બતાવ્યું છે. વધારેમાં વધારે E_T ઉપવલીય તારાવિશ્વ જોવામાં આવ્યાં છે જેમાં $\frac{a}{b} = \frac{10}{3}$ છે. આકૃતિ 10.3.3માં શર્મિષ્ઠા (કેસ-આઈ-ઓપીઓ, Cassiopeia) તારામંડળમાં આવેલી ઉપવલીય તારાવિશ્વ E6 આપ્યું છે. ઉપવલીય તારાવિશ્વોમાં તારા વચ્ચે કોઈ વાયુ કે નાના રજકણોવાળી ધૂળ ન હોઈને નવા જુવાન તારાઓ બનતા નથી. આથી ઉપવલયી તારાવિશ્વોમાં ઘરડા અને લાલ તારાઓ જ છે. હબલે પાડેલા વર્ગો પૃથ્વી ઉપરથી તારાવિશ્વ જે રીતે દેખાય છે તેના ઉપર જ આધારીત છે.

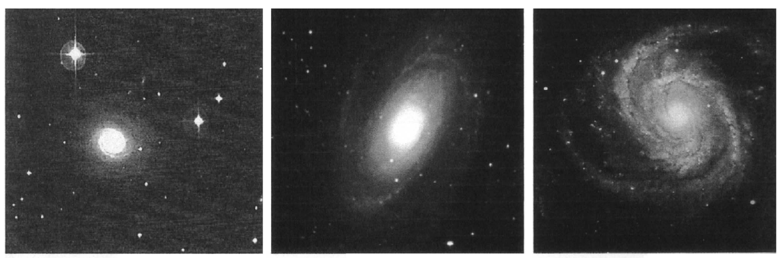
સર્પિલ તારાવિશ્વોના ફોટોગ્રાફ આપણે આકૃતિઓ 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3 અને 10.2.4માં જોયાં. સર્પિલ તારાવિશ્વોના પણ બે ભાગ છે. સામાન્ય સર્પિલ તારાવિશ્વમાં આકૃતિ 10.2.2 પ્રમાણે મધ્યકેન્દ્રીય ભાગમાંથી વાંકા હાથા શરૂ થાય છે. સામાન્ય સર્પિલ તારાવિશ્વ S (Spiral) વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જ્યારે આકૃતિ 10.2.4માં મધ્યકેન્દ્રમાંથી પાટો પસાર થાય છે અને આ પાટાના બંને છેડાથી વાંકા હાથા શરૂ થાય છે. આવા હાથાવાળાં સર્પિલ તારાવિશ્વ SB (Barred Spiral) દર્શાવવામાં આવે છે. સર્પિલ તારાવિશ્વોનો અભ્યાસ કરતાં મધ્યકેન્દ્રના ભાગ અને વાંકા હાથા પ્રમાણે હબલે પેટાભાગ પાડ્યા.

Sa : દેખાય તેવો અને સમૃદ્ધ (Fat) મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ હોય છે અને વાંકા હાથા મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ આસપાસ તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોય છે.

Sb : મધ્યમસરનો (સૌમ્ય) મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ હોય છે અને વાંકા હાથા મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ આસપાસ તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોય છે.

Sc : મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ નાનો અને વાંકા હાથા મધ્યકેન્દ્રીય ભાગમાંથી શરૂ થતા હોય અને મધ્યકેન્દ્રની આસપાસ હોય.

આકૃતિ 10.3.4(a)માં તારાવિશ્વ NGC 1357માં મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ તારાવિશ્વની સરખામણીમાં વિશાળ અને સમૃદ્ધ અને વાંકા હાથા મધ્યકેન્દ્રીય ભાગને તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોઈને તારાવિશ્વ NGC 1357Sa પ્રકારનું છે. જ્યારે આકૃતિ 10.3.4(b)માં તારાવિશ્વ M81માં મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ આજુબાજુના ભાગની સરખામણીમાં મધ્યમસરનો છે. વાંકા હાથા પણ મધ્યમકેન્દ્રીય ભાગની આસપાસ તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોઈને તારાવિશ્વ M81 Sb પ્રકારનું છે. આકૃતિ 10.3.4(c)માં તારાવિશ્વ NGC4321માં મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ જ્યાંથી વાંકા હાથા શરૂ થાય છે તે તારાવિશ્વની સરખામણીમાં નાનો છે. વાંકા હાથા મધ્યકેન્દ્રીય ભાગની આસપાસ ખુલ્લા હોઈને તારાવિશ્વ NGC 4321 Sc પ્રકારનું તારાવિશ્વ છે.



(a) Sa (NGC 1357) (b) Sb (M81) (c) Sc (NGC 4321)

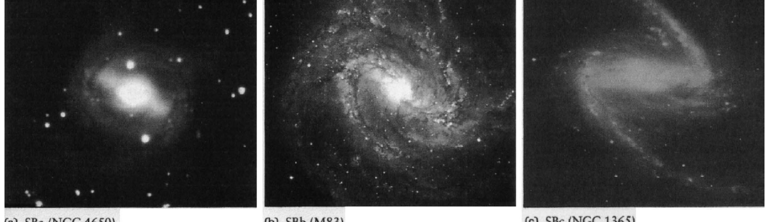
આકૃતિ 10.3.4

હાથાવાળા સર્પિલ તારાવિશ્વો SBના પણ આ પ્રમાણે પેટાવિભાગો પાડી શકાય.

SBa : મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ દેખાય તેવો અને સમૃદ્ધ હોય છે. મધ્યકેન્દ્રમાંથી પસાર થતા પાટામાંથી શરૂ થતા વાંકા હાથાઓ મધ્યકેન્દ્રીય ભાગને તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોય છે.

SBb : મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ મધ્યમસરનો હોય છે. મધ્યમકેન્દ્રમાંથી પસાર થતા પાટામાંથી શરૂ થતા વાંકા હાથાઓ મધ્યકેન્દ્રીય ભાગને મધ્યમસરના તાણીને બાંધ્યા હોય તેવા હોય છે.

SBc : આખા તારાવિશ્વની સરખામણીમાં મધ્યકેન્દ્રીય ભાગ નાનો છે. મધ્યમકેન્દ્રમાંથી પસાર થતા પાટામાંથી શરૂ થતા વાંકા હાથાઓ મધ્યકેન્દ્રીય ભાગની આસપાસ ખુલ્લા જ હોય છે.



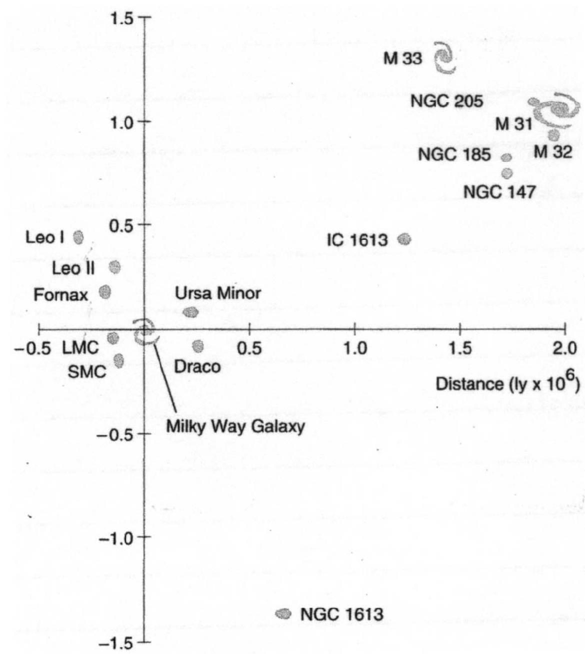
(a) SBa (NGC 4650) (b) SBb (M83) (c) SBc (NGC 1365)

આકૃતિ 10.3.5

આકૃતિ 10.3.5(a), 10.3.5(b) અને 10.3.5(c)માં આપેલા તારાવિશ્વો NGC4650, M83 અને NGC1365 અનુક્રમે SBa,. SBb અને SBc પ્રકારના છે.

10.4 સ્થાનિક જૂથ (Local Group) અને તારાવિશ્વોનાં ગુચ્છ

આપણે આકાશમાં શક્તિશાળી દૂરબીનથી જોઈએ ત્યારે તારાવિશ્વો ગમે ત્યાં નજરે પડતાં નથી. અને કોઈ નિયમસર રીતે આવેલાં હોય તેમ પણ નથી. જો તમે એક તારાવિશ્વ જોશો, તો શક્ય છે કે તેના નજીકમાં બીજા તારાવિશ્વો હશે. ટૂંકમાં. તારાવિશ્વો ટોળાબંધ જ હોય છે. આપણાથી ત્રીસ લાખ પ્રકાશવર્ષની ત્રિજ્યામાં આવેલા તારાવિશ્વોનું જૂથ 'સ્થાનિક જૂથ (Local Group)' તરીકે ઓળખાય છે. આ સ્થાનિક જૂથ આકૃતિ 10.4.1માં બતાવ્યું છે.



આકૃતિ 10.4.1

આ સ્થાનિક જૂથમાં ચાલીસથી વધારે તારાવિશ્વો છે. આ જૂથમાં વધારે તારાવિશ્વો ન હોવાના કારણે આ જૂથ નબળા જૂથ (poor cluster) તરીકે ઓળખાય છે. સ્થાનિક જૂથ આપણી આકાશગંગાથી શરૂ થાય છે. આપણી આકાશગંગાના નાના ધૂળના રજકણોના કારણે આપણે પૂરેપુરૂ આકાશ જોઈ શકતા ન હોઈને આપણા સ્થાનિક જૂથમાં કેટલાં તારાવિશ્વો આવેલા છે તે આપણે ચોક્કસપણે કહી શકીએ તેમ નથી.

સ્થાનિક જૂથમાં ત્રણ મુખ્ય તારાવિશ્વો છે : આકાશગંગા, દેવયાની (એન્ડ્રોમેડા, Andromeda) M31 અને દેવયાનીની નજીક ત્રિકોણમય (ટ્રાએન્ગલમ, Triangulum)M33. આ ત્રણે સર્પિલ તારાવિશ્વો છે અને સ્થાનિક જૂથનો બાકીનો બધો નાનો ઉપવલયી (elliptic) અને અનિયમિત તારાવિશ્વ છે. આ બધાં તારાવિશ્વો બે ભાગમાં વહેંચી શકાય. (1) તારાવિશ્વ અને તેની નજીકના તારાવિશ્વો લાર્જ મેગ્જેલ્લેનિક ક્લાઉડ્સ (Large Magellanic Clouds, LMC), સ્મૉલ મેગ્જેલ્લેનિક ક્લાઉડ્સ (Small Magellanic clouds, SMC), વામન શ્વાન (Canis major Dwarf) વામન નાનું રીંછ (Ursa Minar Dwarf), વામન કાલીય (Draco Dwarf), વામન શિલ્પી (Sculptor Dwarf), વામન ભઠ્ઠી (Formax Dwarf), વામન નૌતલ (Carina Dwarf), સિંહ I (Leo I), વગેરે.

(2) દેવયાની (Andromeda, M31), ત્રિકોણમય (Triangulum, M33) અને તેની નજીકના તારાવિશ્વો M32, And I, And II, And IIIm NGC 185 અને NGC 147 વિગેરે.

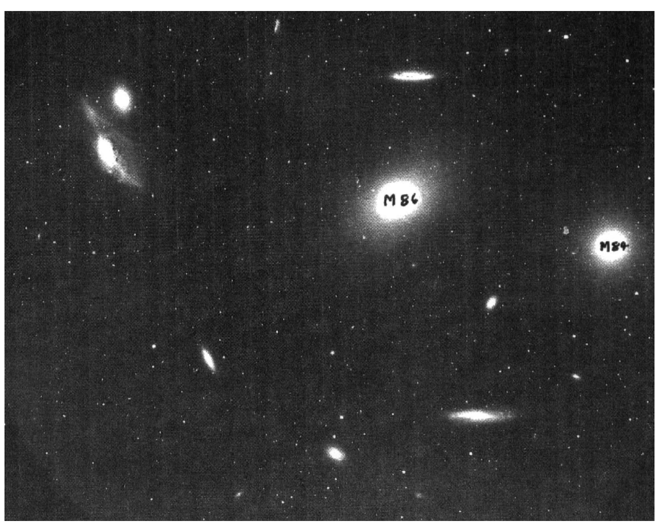
ટેબલ 10.4.1માં અગત્યના તારાવિશ્વોના પ્રકાર, કયા તારામંડળમાં તારાવિશ્વ આવેલું છે અને તે સૂર્યથી કેટલા પ્રકાશવર્ષ દૂર છે તે આપ્યું છે.

ટેબલ 10.4.1

તારાવિશ્વ	પ્રકાર	નક્ષત્ર	સૂર્યથી અંતર
	સર્પિલ (Spiral)		
તારાવિશ્વ	Sb	ધનુ	26,000
દેવયાની (Andromeda) (M31, NGC 224)	Sb	દેવયાની	2,510,000
ત્રિકોણમય (Triangulum)	Sc	ત્રિકોણ	2,770,000
	ઉપવલયી (Elliptic)		
M32(NGC221)	E2	દેવયાની	2,45,000
વામન નાનું રીંછ	E6	નાનું રીંછ	208,640
(Ursa Minor Dwarf)	E3	ભઠ્ઠી	391,200
વામન કાલીય (Draco Drarf)	E3	કાલીય	234,720

તારાવિશ્વોના ગુચ્છ

વિશ્વમાં શોધાયેલા તારાવિશ્વોમાંના અડધા તારાવિશ્વો ઝુમખાઓમાં (Clusters) કે જૂથમાં (Group) આવેલા છે. જો ઓછા સભ્યો હોય તો જૂથ (Group) કહેવાય છે અને વધારે સભ્યો હોય તો ગુચ્છ (Cluster) કહેવાય છે. જ્યૉર્જ ઍબેલ્લની (George Abell) 1958ની યાદી અને 1989ની પૂરવણીમાં 4073 સમૃદ્ધ ગુચ્છો આપ્યાં છે. આપણું સ્થાનિક જૂથ (Local Group) પણ જોયું. આ ગુચ્છોના વચ્ચેની જગ્યા ગરમ વાયુઓથી ભરેલી છે. આ વાયુઓ પણ પરસ્પર ગુરુત્વાકર્ષણના બળના કારણે જ ભેગા રહે છે. આ ગુચ્છોના તારાવિશ્વો એકબીજાના સાનિધ્યમાં એ રીતે રહે છે કે જેથી એકબીજાના વિકાસમાં અગત્યનો ફાળો આપી શકે. સમૃદ્ધ ગુચ્છોમાં હજારો તારાવિશ્વો હોય છે. આવાં ગુચ્છોમાંનું એક ગુચ્છ આપણાથી 5 કરોડ પ્રકાશવર્ષ કન્યા નક્ષત્રમાં (Virgo) આવેલુ કન્યા ગુચ્છ આકૃતિ 10.4.2માં આપ્યું છે. આ ગુચ્છમાં બે હજારથી વધારે તારાવિશ્વો છે.

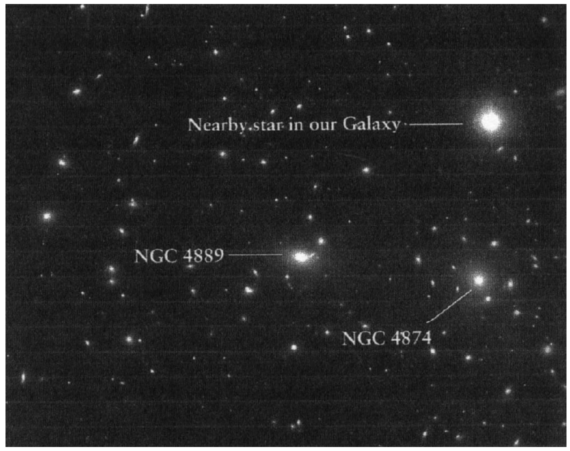


આકૃતિ 10.4.2

મોટામાં મોટા બે ઉપવલયી તારાવિશ્વો M86 અને M84 આકૃતિ 10.4.2માં બતાવ્યાં છે. આ પ્રત્યેક પ્રચંડ તારાવિશ્વોનો વ્યાસ લગભગ 25 લાખ પ્રકાશવર્ષ છે જે આપણા સ્થાનિક જૂથના વ્યાસ બરાબર થાય !!

આથીયે વધારે સમૃદ્ધ ગુચ્છ તો કોમા (Coma) ગુચ્છ છે. કોમાના કેન્દ્રનો થોડોક ભાગ આકૃતિ 10.4.3માં બતાવ્યો છે. આ ગુચ્છ આપણાથી લગભગ ત્રીસ કરોડ પ્રકાશવર્ષ દૂર છે. આ ગુચ્છ કેશ (કોમા બીરીનિસેઝ, Coma Berenices) તારામંડળની આસપાસ આવેલું છે. આ ગુચ્છમાં દસ હજારથી વધારે તારાવિશ્વો છે.

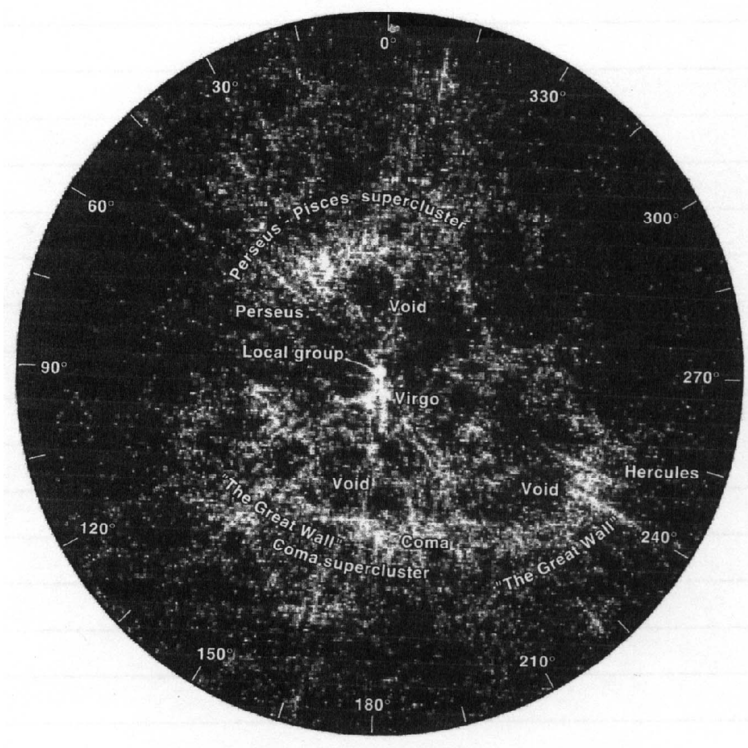
બે પ્રચંડ ઉપવલયી તારાવિશ્વો NGC 4889 અને NGC 4874 કેન્દ્રના ભાગમાં વર્ચસ્વ ધરાવે છે. જમણી બાજુ ઉપરના ભાગમાં આપણા તારાવિશ્વોનો પ્રકાશિત તારો છે.



આકૃતિ 10.4.3

આકૃતિ 10.4.3નો મોટો ભાગ કોમગુચ્છનાં તારાવિશ્વો છે. તારાવિશ્વોનાં ગુચ્છોનાં ગુચ્છ ખરાં ? હા. આને આપણે અતીતગુચ્છ કહીએ જેને અંગ્રેજીમાં સુપર ક્લસ્ટર (Super cluster) કહેવામાં આવે છે. એબેલ્લે (Abell) 17 અતીત ગુચ્છોની યાદી બનાવી છે. આ અતીત ગુચ્છોમાં 6થી 29 ગુચ્છો અને તેમનો વ્યાસ 9 કરોડ પ્રકાશવર્ષથી 30 કરોડ પ્રકાશવર્ષ છે. સ્થાનિક જૂથ અને કન્યા ગુચ્છ ભેગા મળીને સ્થાનિક અતીત ગુચ્છ (લોકલ સુપરક્લસ્ટર) બનાવે છે. પ્રમાણમાં આ નાનું અતીતગુચ્છ છે જેનો વિસ્તાર ફક્ત 20 કરોડ ચોરસ પ્રકાશવર્ષ છે. સામાન્ય રીતે બારેક ગુચ્છોને સાંકળથી જોડીને અતીતગુચ્છ બનાવવામાં આવે છે. આપણી નજીકનું અતીતગુચ્છ મીન-યયાતિ (Pisces-perseus) છે જેનું કદ સામાન્ય અતીતગુચ્છ જેવું જ છે.

આપણા સ્થાનિક અતીતગુચ્છ અને મીન-યયાતિ અતીતગુચ્છ વચ્ચે ઘણી વિશાળ જગ્યા છે જે આકૃતિ 10.4.4માં દેખાય છે. આ ખાલી જગ્યાની લંબાઈ 8 કરોડ પ્રકાશવર્ષ છે. તારાવિશ્વોની આકૃતિ 10.4.4માં આપી છે.

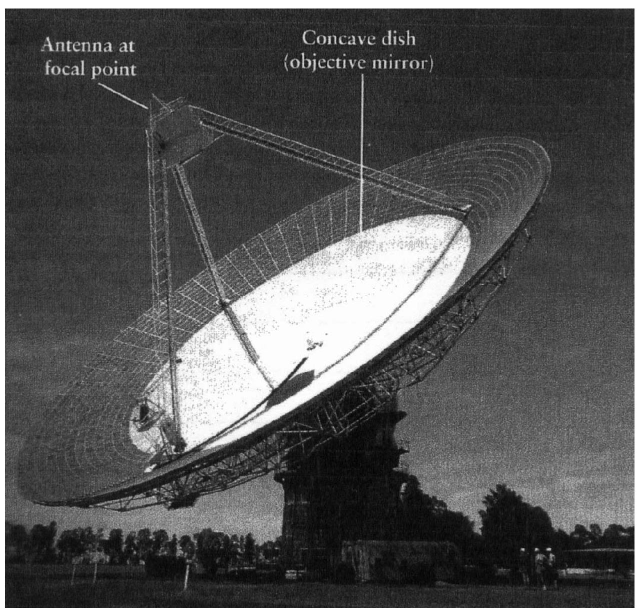


આકૃતિ 10.4.4

આ આકૃતિમાં દરેક ટપકું એ તારાવિશ્વ દર્શાવે છે અને આપણું તારાવિશ્વ કેન્દ્રમાં છે. આકૃતિ 10.4.4માં 14,000 તારાવિશ્વો છે. કોમા અતીતગુચ્છ અને સ્થાનિક અતીતગુચ્છ વચ્ચે પણ ખાલી વિશાળ જગ્યા આકૃતિ 10.4.4માં દેખાય છે. 1989માં તારાવિશ્વોની મોટી દિવાલ (The Great Wall) શોધાઈ જે આકૃતિ 10.4.4માં પણ છે. આ વિશ્વમાં આ મોટામાં મોટી રચના છે. આ દિવાલની લંબાઈ 50 કરોડ પ્રકાશવર્ષ, પહોળાઈ 20 કરોડ પ્રકાશવર્ષ અને જાડાઈ ફક્ત 1.5 કરોડ પ્રકાશવર્ષ છે.

10.5 સક્રીય તારાવિશ્વો અને ક્વેઝારો (Active Galaxies and Quazars)

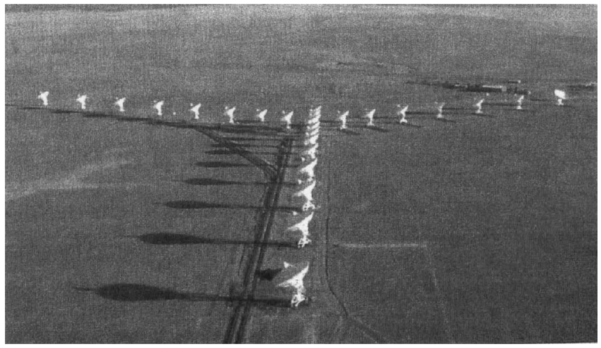
જ્યારે જ્યારે વિજ્ઞાનનો વ્યવહરમાં ઉપયોગ થયો છે, ત્યારે ત્યારે ખગોળશાસ્ત્રમાં ક્રાન્તિકારી શોધખોળો થઈ છે. ઈ.સ. 1610માં ગેલિલિયોએ તે વખતે નવા જ ગણાતા દૂરબીનથી આકાશમાં જોયું ત્યારે તેમણે એવી માન્યતા કે આપણી આસપાસ વિશ્વ ફરે છે (આપણે કેન્દ્રમાં છીએ) તેનો નાશ કરતો પુરાવો જોયો. ખગોળશાસ્ત્રીઓ ફક્ત દેખી શકાય તેવા પ્રકાશના કિરણોની (દેખી શકાય) તરંગલંબાઈ સુધી જેમ જેમ વિજ્ઞાનનાં સાધનો મળતાં થયાં તેમ તેમ વિશ્વનો અભ્યાસ કરે છે. આ અભ્યાસના કારણે તારાઓ અને તારામંડળો વિષે ઘણું બધું જાણતા થયા. 1930ની આજુબાજુમાં બેલ્લ ટેલિફોન પ્રયોગશાળાઓમાં (Bell Telephone Laboratories) કામ કરતાં જુવાન ઈલેકટ્રીકલ ઈજનેર કાર્લ જેન્સ્કી (Karl Janskey) નવી શરૂ કરેલી અમેરિકા અને યુરોપને રેડિયો સંદેશાઓથી જોડતી કડીમાં પડતી દખલનું કારણ શોધતા હતા અને તેમને લાગ્યું કે આ દખલ અવકાશમાંથી રેડિયો મોજાંઓ આવતાં હોય તેના કારણે પડતી હોય તેમ લાગ્યું. ઈલ્લિનૉઈ, યુ.એસ.એમાં (Lllinois, U.S.A.) રહેતા ગ્રોટ રીબીરે (Grote Reber) આ કામ આગળ ધપાવ્યું. 1936માં રીબીરે તેમના ઘરના પાછળના વાડામાં રેડિયો દૂરબીન અવકાશમાંથી આવતા રેડિયો તરંગોને શોધવા બાંધ્યું. સામાન્ય રીતે રેડિયો દૂરબીનમાં આકૃતિ 10.5.1માં બતાવ્યા પ્રમાણે મોટી પરવલયી થાળી (Parabolic Dish) હોય છે.



આકૃતિ 10.5.1

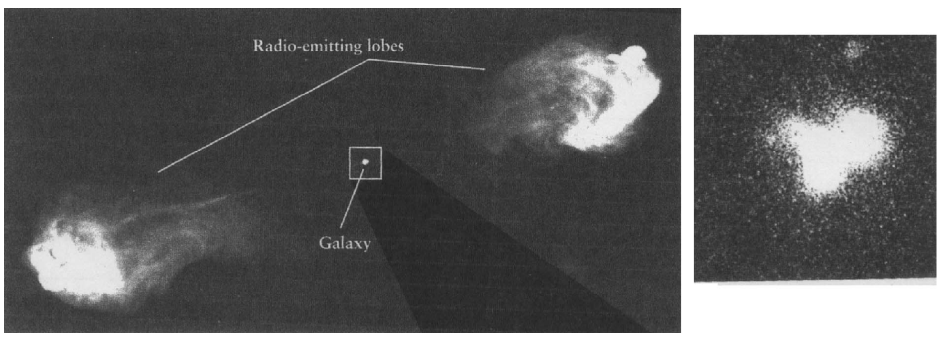
આ થાળીમાં રેડિયો તરંગો અથડાય અને તેમનું પરાવર્તન થાય છે. આ પરવલયી થાળીના કેન્દ્રે બધા તરંગો એકઠાં થાય છે. આ પરવલયી થાળીના કેન્દ્રે જે આવર્ત જોઈએ તે પ્રમાણે ગોઠવેલો ઍન્ટેના (antenna) હોય છે. અવકાશમાંથી આવેલાં મોજાંઓ એન્ટેનાથી પરવલયી થાળીના નીચેના ભાગમાં રાખેલા ધ્વનિવર્ધક (amplifier) અને ધ્વન્યાલેખન સાધનોએ (recording instruments) મોકલાય છે. 1944માં રીબીરે ધનુ (Sagittarius), શર્મિષ્ઠા (Cassiopeia) અને હંસ (Cygnus) તારામંડળોમાંથી આવતા રેડિયો તરંગો શોધી કાઢ્યા. આ રેડિયો તરંગો કઈ જગ્યાએથી આવે છે તે ચોક્કસાઈપૂર્વક નક્કી થઈ શકતું ન હતુ. રેડિયો તરંગોની લંબાઈ નજરે જોઈ શકાતા પ્રકાશના કિરણોના તરંગોની લંબાઈ કરતાં ઘણી વધારે હોઈને તીક્ષ્ણ રેડિયો ચિત્ર લેવા ખૂબ જ મોટું રેડિયો દૂરબીન જોઈએ. રેડિયો તરંગો વિદ્યુતના તારમાં વહી શકે છે જ્યારે સામાન્ય પ્રકાશ વિદ્યુતના તારમાં વહી ન શકે. આ કારણે એક જ વસ્તુને જોડતા બે રેડિયો

દૂરબીન જેવું કામ થઈ શકે. આ રીતે જોડેલા ભાગોને રેડિયો ઈન્ટરફેરોમીટર (Interferometer) કહેવામાં આવે છે જે આકૃતિ 10.5.2માં બતાવ્યું છે.



આકૃતિ 10.5.2

રેડિયો ઈન્ટરફેરોમીટરનો ઉપયોગ કરીને ગ્રેહામ સ્મિથ (Graham Smith) હંસ તારામંડળમાંથી આવતા રેડિયો તરંગોની જગ્યા બરાબર નક્કી કરી શક્યા. જે જગ્યાએથી આ રેડિયો તરંગો આવતા તેને આપણે હંસ A અથવા સીગ્નસ Aથી ઓળખીશું. આ જગ્યા નક્કી થતાં પાલોમાર પર્વત ઉપરના ખૂબ જ મોટા દૂરબીનથી વૉલ્ટર બેડી (Walter Bade) અને રૂડોલ્ફ મિન્કોવ્હિસ્કીએ (Redolp Minkowski) ઝાંખા દેખાતા તારાવિશ્વનું ચિત્ર લીધું જે આકૃતિ 10.5.3માં બતાવ્યું છે.

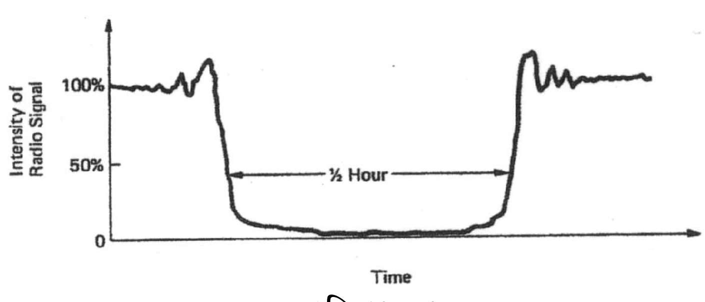


(a) (b)

આકૃતિ 10.5.3

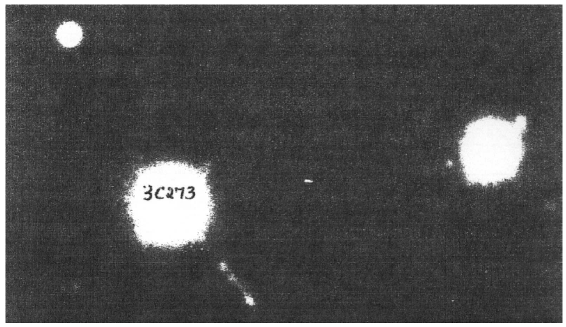
આકૃતિ 10.5.3(a)માં તારાવિશ્વને લટકેલા બે પ્રકાશિત રેડિયો ભાગો છે જેમાંથી રેડિયો તરંગો આવે છે. આ લટકેલા ભાગો બંને દિશામાં તારામંડળથી 230,000 પ્રકાશવર્ષ લંબાયેલા છે. આકૃતિ 10.5.3(b)માં હંસ તારામંડળ છે.

આ પછી ખગોળશાસ્ત્રીઓ જ્યાંથી રેડિયો તરંગો આવે છે તેની યાદી બનાવવા મંડી પડ્યા. આમાંની પ્રખ્યાત યાદી 1959માં પ્રસિદ્ધ થઈ જે કેમ્બ્રીજની ત્રીજી યાદી (3C) તરીકે ઓળખાય છે. તે સમયે તે યાદીમાં 471 જગ્યાએથી રેડિયો તરંગો આવે છે. આ યાદીમાં 3C273 છે જે કન્યા (Virgo) તારામંડળમાં છે. ચંદ્ર કન્યા તારામંડળમાંથી પસાર થતો હોય છે. આથી ચંદ્ર જ્યારે કન્યા તારામંડળમાંથી પસાર થાય ત્યારે 3C273ને ઢાંકે. ઑસ્ટ્રેલિયાના ખગોળશાસ્ત્રીઓની ટીમે ઑગસ્ટ 5, 1962ના રોજ જ્યારે ચંદ્ર કન્યા તારામંડળમાંથી પસાર થતો હતો ત્યારે પાર્કીસ રેડિયો દૂરબીનથી (Parkes Radio Telescope) રેડિયો તરંગોની તીવ્રતા માપી જે આકૃતિ 10.5.4માં આપી છે.



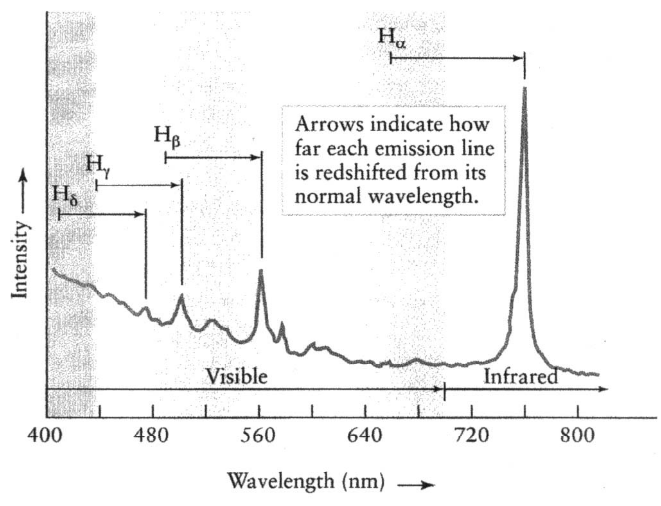
આકૃતિ 10.5.4

બધાના આશ્ચર્ય વચ્ચે ધીરે ધીરે રેડિયો તરંગોની તીવ્રતા ઓછી થવાના બદલે એકદમ જ ઓછી થઈ ગઈ. અડધા કલાક સુધી આકૃતિ 10.5.4માં બતાવ્યા પ્રમાણે વાતાવરણ શાંત રહ્યું. જેવો ચંદ્ર 3C273ની આગળથી ખસી ગયો કે તુરત જ અગાઉના જેવો જ રેડિયોનો અવાજ શરૂ થયો. આનો અર્થ એ થયો કે જ્યાંથી રેડિયો તરંગ આવે છે તે જગ્યા બિંદુ કે તારા જેવી છે. તે સમયના ચંદ્રની જગ્યા ઉપરથી 3C273ની જગ્યા નક્કી થઈ અને દૂરબીનથી લીધેલું ચિત્ર આકૃતિ 10.5.5માં આપ્યું છે.



આકૃતિ 10.5.5

આ ચિત્રમાં 3C273ની પ્રકાશિત સેર કે પૂંછડી હોય છે. 3C273નો વર્ણપટ પણ સામાન્ય તારાઓ અને આકાશગંગાઓ કરતાં ઘણો જુદો છે જે આકૃતિ 10.5.6માં આપ્યો છે. આ વર્ણપટમાં પ્રકાશિત સ્રાવ રેખાઓ (emission lines) છે જ્યારે તારાવિશ્વોના વર્ણપટમાં શોષક રેખાઓ (absorption lines) હોય છે. આનો અર્થ એ થયો કે 3C273માં કંઈક છે કે જે તેના અણુઓ ઉત્તેજિત કરે છે અને આયનોમાં રૂપાંતર કરે છે. આખરે 3C273 તારો નથી, પણ તારા જેવું કંઈક છે. આના કારણે 3C273ને અંગ્રેજીમાં ક્વૉસિસ્ટેલર (Quasi-stellar, લગભગ તારા જેવું) તરીકે ઓળખતા. થોડા વખતમાં ટૂંકામાં ક્વૉઝાર (Quasar) તરીકે ઓળખાવા લાગ્યો. આખરે માર્ટીન સ્મિડ્ટને (Martin Schmidt) 1963માં ખ્યાલ આવ્યો કે આકૃતિ 10.5.6માં બતાવેલી ચાર સ્રાવ રેખાઓ હાઈડ્રોજનની છે અને વર્ણપટની રેખાઓનું આકૃતિ 10.5.6માં બતાવ્યા પ્રમાણે લાલરંગ ભણી સ્થળાંતર થયું છે અને તે સ્થળાંતર $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = 0.158$ છે.



આકૃતિ 10.5.6

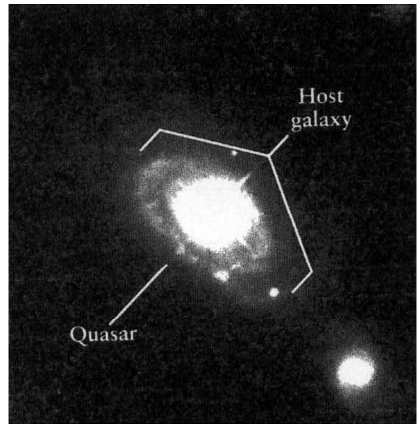
હબલના નિયમ પ્રમાણે $d = \frac{zc}{H_o}$ છે. અહીં c પ્રકાશની ગતિ $3 \times 10^5\ km/s$ અને H_o હબલ અચળ જેના બરાબર 71 km/s/mpc છે.

આથી $d = \frac{(0.158) \times (3 \times 10^5)}{71} = 667.5\,Mpc = .667 \times 10^9\ pc$

$= .667 \times 10^9 \times 3.2616\, pc = 2.18 \times 10^9\, ly$ છે.

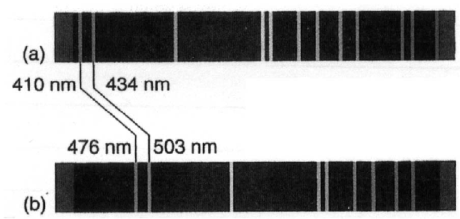
3C273 પૃથ્વીથી લગભગ 2.2 અબજ પ્રકાશવર્ષ દૂર છે. આ અંતર પ્રમાણમાં ઘણું કહેવાય અને આ ક્વેઝાર તરીકે શોધાયા પહેલાં પણ તેના ફોટોગ્રાફ લેવાતા હોઈને 3C272 ખૂબ જ પ્રકાશિત હોવો જોઈએ.

ખગોળશાસ્ત્રીઓ ક્વૉઝારનું આટલું બધું અંતર અને ખૂબ પ્રકાશિત રહેવાની જરૂરી ઊર્જા કઈ રીતે મળે તે સમજતા ન હોઈને ક્વેઝાર મોટો કોયડો હતો. ઘણા બધાં નવા નવા વિચારો રજુ થતા. હબલનો નિયમ પણ બદલવા ઘણા બધા સુચવતા. વિજ્ઞાનીઓ કઈ રીતે કામ કરે છે તે ક્વૉઝારનો આ સમયનો ઈતિહાસ જાણવાથી જાણવા મળે. આખરે 1980ની આસપાસમાં આ બધી ચર્ચાઓનો અંત આવ્યો. ખરૂ કારણ વિજ્ઞાનનાં સાધનોની પ્રગતિના કારણે ક્વૉઝારની આસપાસની ઝાંખી ઝીણી કણોની તપાસ થઈ શકી. આકૃતિ 10.5.7માં બતાવેલા ક્વૉઝાર PG0052 251 સર્પિલ તારામંડળની મધ્યમાં છે (?) આ ક્વૉઝારના વર્ણપટની સ્રાવ રેખાઓનું લાલ રંગ ભણી સ્થળાંતર z = 0.155 છે. આનો અર્થ એ થયો કે સર્પિલ તારામંડળ અને ક્વૉઝાર બંને આપણાથી સરખા અંતરે આવેલાં છે અને ક્વૉઝારનું અંતર પણ હબલના નિયમથી મળે છે. આથી આગળ વધીને કહીએ કે આકૃતિ 10.5.7માં બતાવેલો ક્વૉઝાર PG0052 + 251 સર્પિલ તારામંડળના કેન્દ્રમાં આવેલો છે.



આકૃતિ 10.5.7

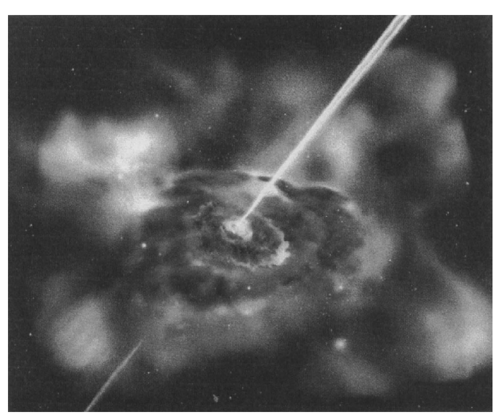
જેટલા ક્વૉઝારો જોવામાં આવ્યા છે તે બધાના વર્ણપટની રેખાઓનું લાલ રંગ ભણી સ્થળાંતર 0.056 અને 7.085ની વચ્ચે છે. લાલ રંગ ભણી સ્થળાંતરનો ખ્યાલ આપવા આકૃતિ 10.5.8માં બે વર્ણપટો આપ્યા છે. 10.5.8(a)માં સ્થળાંતર શૂન્ય છે જ્યારે 10.5.8(b)માં સ્થળાંતર 16% છે. હબલના લાલ રંગ ભણી સ્થળાંતરના નિયમ મુજબ આ બધા ક્વેઝારો 600×10^6 અને 28.85×10^9 પ્રકાશવર્ષ પૃથ્વીથી દૂર છે. મોટાભાગના ક્વૉઝારો 3 અબજ (3×10^9) પ્રકાશવર્ષથી વધારે દૂર છે. આટલા બધા દૂર હોવા છતાં પણ ક્વૉઝારો ઝાંખા તો ઝાંખા દેખાય છે કારણકે ક્વૉઝારો ખૂબ જ પ્રકાશિત છે. ક્વૉઝાર 3C273ની દેખાતી તેજસ્વીતા 12.8 છે. તેનો ખરેખરો તે.તી.નો આંક –26.7 છે. મધ્યમ દૂરબીનથી ક્વૉઝાર 3C273 જોઈ શકાય છે.



આકૃતિ 10.5.8

આ ક્વૉઝારની તેજસ્વીતા સૂર્યની તેજસ્વિતાથી 4 પરાર્ધ (4×10^{12}) ગણી છે. બીજી રીતે કહીએ તો આકાશગંગાના બધા તારાઓની તેજસ્વિતાના સરવાળાથી ક્વેઝાર 3C273ની તેજસ્વિતા હજારગણી છે.

દૂરના તારામંડળોના મધ્યવર્તી ભાગમાં અતિ દ્રવ્યમાન શ્યામ પોલાણ હોય છે. આવાં શ્યામ પોલાણોમાંથી પ્રકાશ પણ બહાર નીકળી શકતો નથી. આવાં શ્યામ પોલાણો આજુબાજુના વાયુઓ અને ધૂળના કણોને આકર્ષે છે. જે રીતે પૃથ્વી સૂર્યમાં કૂદી પડતી નથી તે જ રીતે વાયુઓ અને ધૂળના કણો સીધે સીધા શ્યામ પોલાણોમાં કુદી પડતા નથી. શ્યામ પોલાણની આસપાસ વાયુઓ અને ધૂળના કણો ગોળ ગોળ ફર્યા કરે છે. આકૃતિ 10.5.9માં બતાવ્યા પ્રમાણે આ વાયુઓ અને ધૂળના કણો બહારથી વળગી રહેલી સપાટ તકતી બનાવે છે. બહાર તકતી ઉપર રહેલું દ્રવ્ય ધીરે ધીરે ગોળ ફરતું અંદર જાય છે. ઘર્ષણના કારણે આ ભાગમાં ઊંચું ઉષ્ણતામાન પેદા થાય છે. આ ઉષ્ણતામાન લાખો કેલ્વિનમાં હોય.



આકૃતિ 10.5.9