4

નિરીક્ષણ પહેલાંનું ઘરકામ

'શૂન્ય ઉરે આભે
ઓ તું આમ શું નિહાળે?
ક્ષિતિજ પરે તારે કાજે તારો જો ઊગ્યો!
ઓ તું બેસી શું રહ્યો?...'

- 'સ્નેહરશ્મિ'

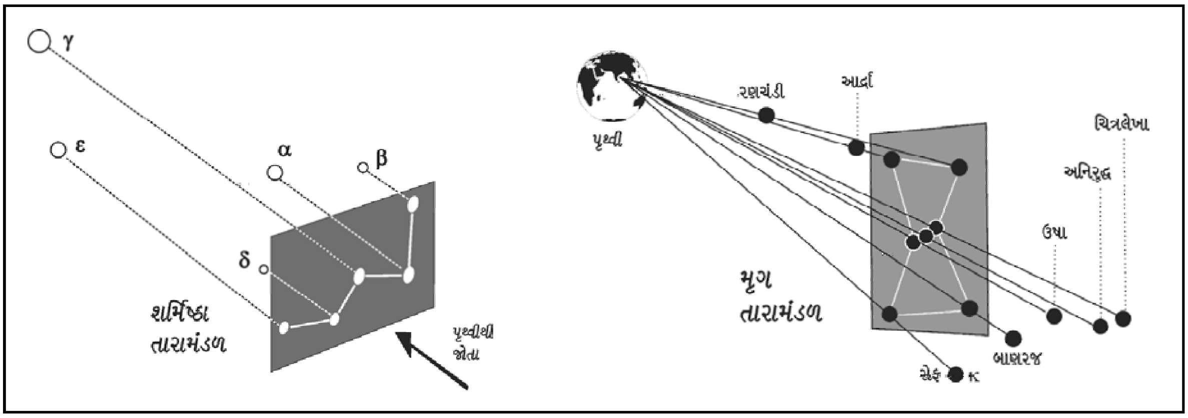
તારાઓનું જગત અદ્‌ભુત છે તેની ના નહીં; પ્રત્યક્ષ આકાશદર્શન કરવા કદાચ તમે ઉતાવળા પણ થયા હશો, પણ આકાશના ચંદરવા તળે જઈએ તે પહેલાં કેટલુંક 'હોમવર્ક' કરવું મદદરૂપ થઈ પડશે.

નિરીક્ષક માટે પાયાનો સવાલ હોય તો આ છે : **તારા એટલે શું?**

વ્યાખ્યામાં બાંધીએ તો, મુખ્યત્વે હાઇડ્રોજન અને હિલિયમ વાયુના બનેલા તેજોમય (luminous) સ્વયંપ્રકાશી જ્યોતિ પિંડ એટલે તારા. નરી આંખે તે બધા તેજબિંદુ જેવા દેખાય છે. તે આપણાથી એટલા બધા દૂર છે કે ખૂબ શક્તિશાળી ટેલિસ્કોપ વડે પણ તે મોટા બનેલા દેખાતા નથી. આપણો સૂર્ય પણ એક તારો જ છે. પણ અન્ય તારાઓ કરતા તે આપણી બહુ જ પાસે આવેલો હોવાથી ભડકે બળતા વાયુના મોટા ગોળા જેવો દેખાય છે. બધા તારાઓ પણ ભડકે બળતા વાયુના ગોળા જ છે.

તારાનું કેન્દ્ર ઘણું ઘટ્ટ એટલે કે સઘન (dense) અને તપ્ત (hot) હોય છે. આવા અત્યંત ઊંચા તાપમાનને કારણે પદાર્થોના પરમાણુઓ (atoms) અત્યંત ગતિમાં આવે છે જેને પરિણામે તેમના કેન્દ્રકો (nuclei) પરસ્પર અથડાય છે અને સંયોજાઈને એક નાભિક કે કેન્દ્રક (nucleus) બનાવે છે. તારાઓના કેન્દ્રમાં ક્રમશઃ થતી આવી શૃંખલાબંધ પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થતાંથતાં આખરે ચાર હાઇડ્રોજન નાભિ સંયોજાઈને હિલિયમનું એક બૃહત્ નાભિ બને છે. સતત ચાલતી આ પ્રક્રિયા દરમિયાન પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઉષ્મા અને પ્રકાશ ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થાય છે. તારાની ભિતરમાં ચાલતી હાઇડ્રોજનમાંથી હિલિયમ બનવાની આ પ્રક્રિયાને નાભિકીય સંયોજન કે નાભિકીય સંગલન (nuclear fusion) કહેવાય છે. સહેલી ભાષામાં કહીએ તો, દરેક તારાના કેન્દ્રમાં એક પ્રચંડ કુદરતી નાભિકીય ભઠ્ઠી એટલે કે ન્યૂક્લીયર રિએક્ટર આવેલું છે, જેનાથી મળતી શક્તિને કારણે તે પ્રકાશે છે. આ રીતે તારા અટક્યા વગર અબજો વર્ષ સુધી પ્રકાશતા રહે છે. પરંતુ કુદરતમાં જેમ બધાનો નાશ નિર્માયો છે તેમ તારા પણ કાળે કરી નાશ પામે છે.

પૃથ્વીના વાયુમંડળમાં હવાના પ્રવાહોને લીધે તારા ટમકતા કે ઝબૂકતા દેખાય છે. ક્ષિતિજ નજદીકના તારા વધારે ઝબૂકે છે પછી એ જ તારો માથા પર આવતા ઓછો ઝબૂકે છે. ઝબૂકતા તેજસ્વી તારા ક્યારેક એકાએક રંગબેરંગી બનીને લાલથી નીલા રંગ ઉત્સર્જિત કરતા જણાય છે. આ પણ વાયુમંડલીય ઘટના છે. તારાનો પ્રકાશ વાયુમંડલમાં તૂટી જતાં આવું



આકૃતિ -4-1 : પૃથ્વી પરથી જોતાં તારાઓ એક જૂથમાં દેખાય છે, પણ તે બધા એકબીજાથી ઘણે દૂર છે. તેમની વચ્ચે કોઈ સંબંધ નથી. એટલે જ આકાશગંગાના બીજા ખૂણે જઈને જોઈએ તો આ આકારો તદ્દન બદલાયેલા લાગે!

કેટલાક જાણીતા તારાપુંજો (Asterisms)

	તારાપુંજ	*તારામંડળ/તારા*
1	મધુચક્ર (Beehive)	કર્ક
2	સપ્તર્ષિ,મોટો ડોયો, (Big Dipper), હળ (Plough)	સપ્તર્ષિ/ઋક્ષ/રીંછમંડળ
3	અંગૂઠી, વીંટી (Circlet)	મીન
4	રોહિણી ગુચ્છ (Hyades)	વૃષભ
5	મહેરાબ (Keystone)	શૌરિ
6	લવારાં/અજશિશુ (Kids)	રથી/બ્રહ્મમંડલ
7	ઉત્તર ચોકડી (Northern Cross)	હંસમંડળ
8	કૃત્તિકા (Pleiades)	વૃષભ
9	દાતરડું (Sickle of Leo)	સિંહ
10	ચાની કીટલી (Tea Pot)	ધનુમંડળની કડછી તથા બીજા તારા થઈને
11	નાનો ડોયો, કડછી (Little Milk Dipper)	ધનુમંડળ
12	દર્શકતારા (The Pointers)	α/β-સપ્તર્ષિ
13	ગ્રીષ્મ ત્રિકોણ (Summer Triangle)	હંસપુચ્છ, અભિજિત, શ્રવણ
14	Zaydeh's Tiangle	હંસપુચ્છ, શ્રવણ, ખગાશ્વમુખ (Enif)
15	શિશિર ત્રિકોણ (Winter Tiangle)	આર્દ્રા, પ્રભાસ, વ્યાધ
16	ખોટી યા કપટી ચોકી (False Cross)	નૌવસ્ર/નૌતલ
17	ભાદ્રપદાનો ચોરસ (Square of Pegasus)	ખગાશ્વના α,β અને γ તથા દેવયાનીના α And ભેગા થઈને
18	મહાન હીરો (Great Diamond)	આલ્ફા-મૃગયાશુન (α CVn), સિંહપુચ્છ, ચિત્રા, સ્વાતિ
19	શિશિર ષટ્કોણ (Winter Hexagon)	બ્રહ્મહૃદય, પ્રભાસ, વ્યાધ–પુરુષ,રોહિણી,વ્યાધ. છ તારાઓ ભેગા થઈને
20	કન્યા ત્રિકોણ (Virgo Triangle)	સ્વાતિ, સિંહપુચ્છ (ઉ.ફા.), ચિત્રા

જોવા મળે છે. જરા ધારીને જોતાં જણાશે કે બધા તારા જેમ એકસરખા તેજસ્વી નથી, તેમ તેમના રંગ પણ એકસરખા નથી. જરા ધ્યાન દઈને જોઈએ તો તેમના રંગ પરખાય છે. તારા નીલા, નીલશ્વેત, સફેદ, આછા પીળા, પીળા, નારંગી, લાલ, રતાશ પડતા નારંગી એમ વિવિધ રંગી હોય છે. તારાઓના રંગ પરથી તેમની સપાટીનાં તાપમાન જાણી શકાય છે. અગત્યની વાત એ છે કે તારાઓને ઓળખવા તેમના રંગ અંગેની જાણકારી કામ લાગે છે. પણ તારાઓના રંગ માટે વાતાવરણ કારણભૂત નથી. તારાનો આ નિજી મામલો છે. નરી આંખ કરતા બાયનોક્યુલર અને દૂરબીનમાંથી જોતા આ બાબત વધુ સ્પષ્ટ થાય છે.

જેમ બધા તારા એકસરખા તેજસ્વી નથી, એકસરખા રંગના નથી, તેમ તેમના અંતરો પણ આપણાથી એકસરખા નથી. તમે અનુભવ્યું હશે કે એકમેકથી ઘણે અંતરે આવેલા પહાડો દૂરથી જોતાં, એકબીજાની નજદીક આવેલા લાગે છે. તે જેમ દૃષ્ટિભ્રમ છે, તેવી જ રીતે તારા એકમેકથી દૂર આવેલા હોવા છતા એકમેકની પાસે આવેલા દેખાય છે તે પણ દૃષ્ટિભ્રમ જ છે. ખરેખર તો તે બધાને એકબીજા સાથે કોઈ લેવાદેવા નથી. અનંત આકાશમાં આવેલા આવા અવ્યવસ્થિત તારાઓને કાલ્પનિક રીતે જોડીએ એટલે દૃષ્ટિસમક્ષ અમુક આકારો સર્જાય છે. માનવજાતને મનપસંદ આવા વિવિધ આકારોને આપણે ***'તારામંડળ'*** નામ આપ્યું છે. અંગ્રેજીમાં તેને 'Constellation' (કૉન્સ્ટેલેશન) કહેવાય. સમગ્ર આકાશમાં નાનામોટા થઈ આવા કુલ 88 તારામંડળો છે. તે દરેકની પાછી સરહદો છે. પણ આ બધું માત્ર કાલ્પનિક છે. અવલોકનની સગવડતા ખાતર આવું કરવામાં આવ્યું છે. બાકી આકાશમાં આવું કશું નથી. આ બધા તારામંડળો અને તેમાં આવેલા તારાઓના નામો તેમની સાથે સાંકળી લેવામાં આવેલી પૌરાણિક કથાઓ, વીર યોદ્ધાઓ, કે દેવ-દેવીઓ વગેરે કે પછી આવા જ કાલ્પનિક પ્રાણીઓ, ભાતભાતના પદાર્થો યા વસ્તુઓ વગેરે પરથી પાડવામાં આવ્યા છે. તારામંડળોનું વર્ણન કરતી વખતે તેમની સાથે સંકળાયેલી કેટલીક પૌરાણિક કથાઓની પણ વાત કરવાથી તારામંડળો યાદ રાખવા સહેલા પડે છે.

અહીં સાથે આપેલી મૃગ અને શર્મિષ્ઠા નામના બે અત્યંત જાણીતા તારામંડળોની **આકૃતિ-4-1** જોતાં ખ્યાલ આવશે કે તેમાંના તારાઓ ખરેખર કેવા એકમેકથી અને આપણાથી પણ અલગ અલગ અંતરે દૂર છે. રસપ્રદ વાત એ છે કે, આપણા

આકાશમાં દેખાતા આ બધા તારામંડળોના આકારો આપણા સૂર્યમંડળમાંથી દેખાતા આકારો છે. પણ જો આકાશગંગાના બીજા ખૂણે જઈને જોઈએ તો આ પરિચિત આકારો એટલી હદે બદલાઈ જાય કે આપણે તેમને ઓળખી પણ ન શકીએ!

આ તબક્કે *'Asterism'* એટલે શું તે પણ સમજી લઈએ. *'ઍસ્ટેરિઝમ'* એટલે તારાઓનું એવું જૂથ કે જેનો અધિકૃત તારામંડળમાં સમાવેશ થતો ન હોય. આવા તારાઓ વડે બનતી ભાત (પૅટર્ન) ઊડીને આંખે વળગે તેવી (conspicuous) હોય છે. તેમાં કોઈ એક જ તારામંડળના તારા પણ હોય કે પછી પડોશમાં આવેલા એકથી વધુ તારામંડળોના તારાઓ પણ હોય. આપણે તારાઓના આવા જૂથને ***'તારાપુંજ'*** નામ આપ્યું છે. ઘણીવાર તો તારામંડળ કરતાં તેમના તારાપુંજ વધારે જાણીતા હોય છે. જેમ કે, *'Ursa Major'* ઉત્તર ધ્રુવની પાસે આવેલું અત્યંત જાણીતું તારામંડળ છે. આમ તો તેનો અર્થ 'ઋક્ષ' એટલે કે *'રીંછ'* થાય- મોટું રીંછ. એટલે આપણે પણ તેને *'રીંછમંડળ'* નામ આપ્યું છે. પણ નરી આંખે જોતાં તેમાં સાત તારાઓને તરતજ ઓળખી શકાય છે. આથી આપણે તેને 'સપ્તર્ષિ' નામ આપ્યું છે; પણ પશ્ચિમના લોકો તેમાં 'Big Dipper' (મોટો ચમચો, માટલામાંથી પાણી લેવાનો મોટો ડોયો કે પછી ઉલેચણું) અને 'Plough' (ખેડૂતના હળ)ની કલ્પના કરે છે. આવા તારાપુંજોની મદદથી તારામંડળો કે તારાઓને શોધવામાં ઘણી સરળતા રહે છે. દા. ત. વૃષભમંડળમાં આવેલા *'કૃત્તિકા'* નામના તારાપુંજની મદદથી આસપાસના ઘણાં તારામંડળો શોધી શકાય છે. આવાં કેટલાંક તારાપુંજોની યાદી અહીં આપેલી છે તે તારાદર્શનમાં ઉપયોગી થશે. તારાપુંજ અંગે મઝાની વાત એ છે કે સગવડતા ખાતર ધારો તો તમે પણ મનપસંદ આકાર કલ્પીને નવું તારાપુંજ બનાવી શકો! આ રીતે પણ તારાઓ અને તારામંડળોને યાદ રાખી શકો!

વિરાટ અંતરો માપવાના એકમો

તારાઓ સહિત અન્ય આકાશી પિંડો આપણાથી *અધધ . . .* થઈ જવાય એટલા દૂર આવેલા છે. તેમના અંતરો કિલોમીટર કે માઈલ જેવા પરિમાણોમાં વ્યક્ત કરવા સુવિધાજનક નથી. એટલે ખગોળવિદોએ તે માટે કેટલાક એકમો (માપદંડ) અપનાવ્યા છે. આવો એક મૂળભૂત એકમ ***'ખગોલીય એકમ'*** (astronomical unit/સંજ્ઞા : AU) છે. સૂર્યના કેન્દ્ર અને પૃથ્વીના કેન્દ્ર વચ્ચેનું સરેરાશ અંતર 14,95,97,870 કિલોમીટર છે. આ અંતરને 'ખગોલીય એકમ' કહેવાય છે.

આવું એનાથી મોટું બીજું એકમ ***પ્રકાશવર્ષ*** (light year) છે. આ શબ્દમાં વર્ષ શબ્દ હોવા છતાં એ સમયનું માપ નથી, કે નથી તે પ્રકાશનું વર્ષ. તે એક અંતરનું માપ છે. પ્રકાશવર્ષ એટલે પ્રકાશે એક વર્ષમાં કાપેલું અંતર. પ્રકાશનું કિરણ એક સેકંડમાં આશરે ત્રણ લાખ કિ.મી. કાપે છે. આ વેગથી પ્રકાશનાં કિરણો એક વર્ષમાં જેટલું અંતર કાપે તેને એક પ્રકાશ-વર્ષનું અંતર કહે છે. એક વર્ષમાં આશરે 3,15,36,000 સેકંડ હોય છે. આમ એક પ્રકાશવર્ષ અંતર એટલે લગભગ 9463 અબજ કિલોમીટર થાય (1 પ્રકાશવર્ષ = આશરે 94,63,00,00,00,000 કિલોમીટર). પ્રકાશવર્ષ માટે આપણે *'પ્ર.વ.'* સંક્ષેપ વાપરીશું. આકાશનો સૌથી નજદીક આવેલો તારો પ્રૉક્સિમા-સૅન્ટૉરી આપણાથી 4.3 પ્ર.વ. છે, અર્થાત્, 40,00,000 કરોડ કિલોમીટર દૂર છે. મતલબ કે ત્યાંથી આજે નીકળેલા પ્રકાશના કિરણને આપણા સુધી આવતા આટલા કરોડ વર્ષ લાગે! આ રીતે સૂરજ આપણાથી 8 પ્રકાશ-મિનિટ અને 18 સેકંડ દૂર છે. ત્યાંથી નીકળેલા પ્રકાશને પૃથ્વી સુધી આવતાં આટલો સમય લાગે છે. તેનો અર્થ એવો પણ થાય કે સૂર્યમાં અચાનક કાંઈ થાય તો તેની ખબર આપણને આશરે આઠેક મિનિટ પછી ખબર પડે! સૂર્યને આપણે આઠેક મિનિટ 'જૂનો' જોઈએ છીએ!

પ્રકાશવર્ષથી મોટો માપદંડ ***'પાર્સેક'*** છે. *'Parsec'* શબ્દ *'**par**allax-**sec**ond'* પરથી બનાવવામાં આવ્યો છે. પાર્સેક એટલે એવા તારાનું અંતર કે જે એક કોણીય સેકંડ (1'') લંબન દર્શાવે છે. એક પાર્સેક એટલે આશરે 3.26 પ્રકાશવર્ષ અને આશરે 2,06,265 ખગોલીય એકમ. *પાર્સેકની સંજ્ઞા pc છે.*

પાર્સેકથી મોટો માપદંડ ***'કિલોપાર્સેક'*** *(kiloparsec)* છે. તેની સંજ્ઞા *kpc* છે. એક હજાર પાર્સેક (1000 pc) અથવા 3,262 પ્ર.વ. બરાબર એક કિલોપાર્સેક (kpc) થાય. આકાશગંગાના અંતરો કિલોપાર્સેકમાં કહીએ તો, તેના એક છેડેથી બીજા છેડા વચ્ચેનું અંતર 50 કિલોપાર્સેક છે અને તેના કેન્દ્રથી સૂર્યનું અંતર 8 કિલોપાર્સેક છે.