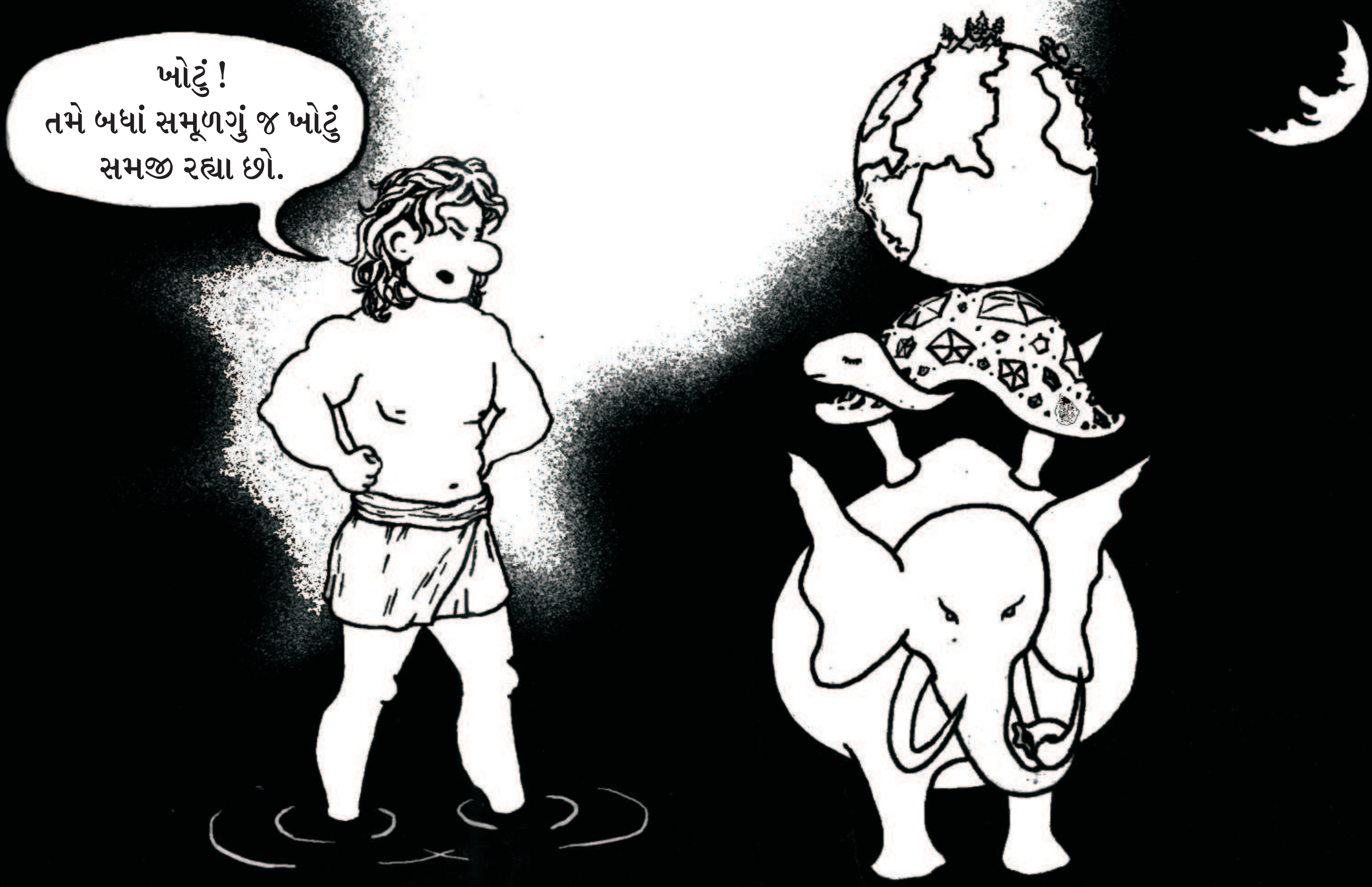
ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તા

Story of Astronomy



લેખન અને ચિત્રાંકન

ઉદય પાટીલ

એકલવ્ય

આર્ચ પ્રકાશન

ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તા

Story of Astronomy

લેખન અને ચિત્રાંકન

ઉદય પાટીલ

एकलव्य

આર્ચ પ્રકાશન

Gujarati translation of the book "Story of Astronomy" written and illustrated by Uday Patil.
Published By: Eklavya, Bhopal-2008

અનુવાદઃ નીપા ભરૂચા / ડૉ.રેખાબેન મહેતા
સહયોગઃ સ્વાતિ દેસાઈ - આર્ચ ટીમ
શુદ્ધિકરણઃ આશા વિરેન્દ્ર

Any individual or organization is granted the right to translate / publish / distribute this book for non-commercial purposes and under an identical or equivalent copyleft notice.

All other rights rest with the original author Uday Patil.

April 2023 / 1000 Copy
Printed on 80 gsm

ગુજરાતી પ્રકાશનઃ આર્ચ
મૂળ પ્રકાશકઃ એકલવ્ય-ભોપાલ

Published By
ARCH
Nagariya, Taluka-Dharampur
Dist-Valsad-396050 (Guj)
Email: arch.dharampur@gmail.com

एकलव्य

English Copy Available at:
Eklavya
Jamnala Bajaj Parisar, Near Fortune Kasturi, Jatkhedi
Bhopal, MP-462026
www.eklavya.in, books@eklavya.in

English and Hindi Books are Available at: https://archive.org/details/@arvind_gupta

મુદ્રકઃ માર્ક ક્રિએશન

સહયોગ રાશિઃ રૂા.૧૦૦-૦૦

મિહિર ને....

..... મારા આર્ટવર્કનો મોટો ચાહક.

પ્રસ્તાવના

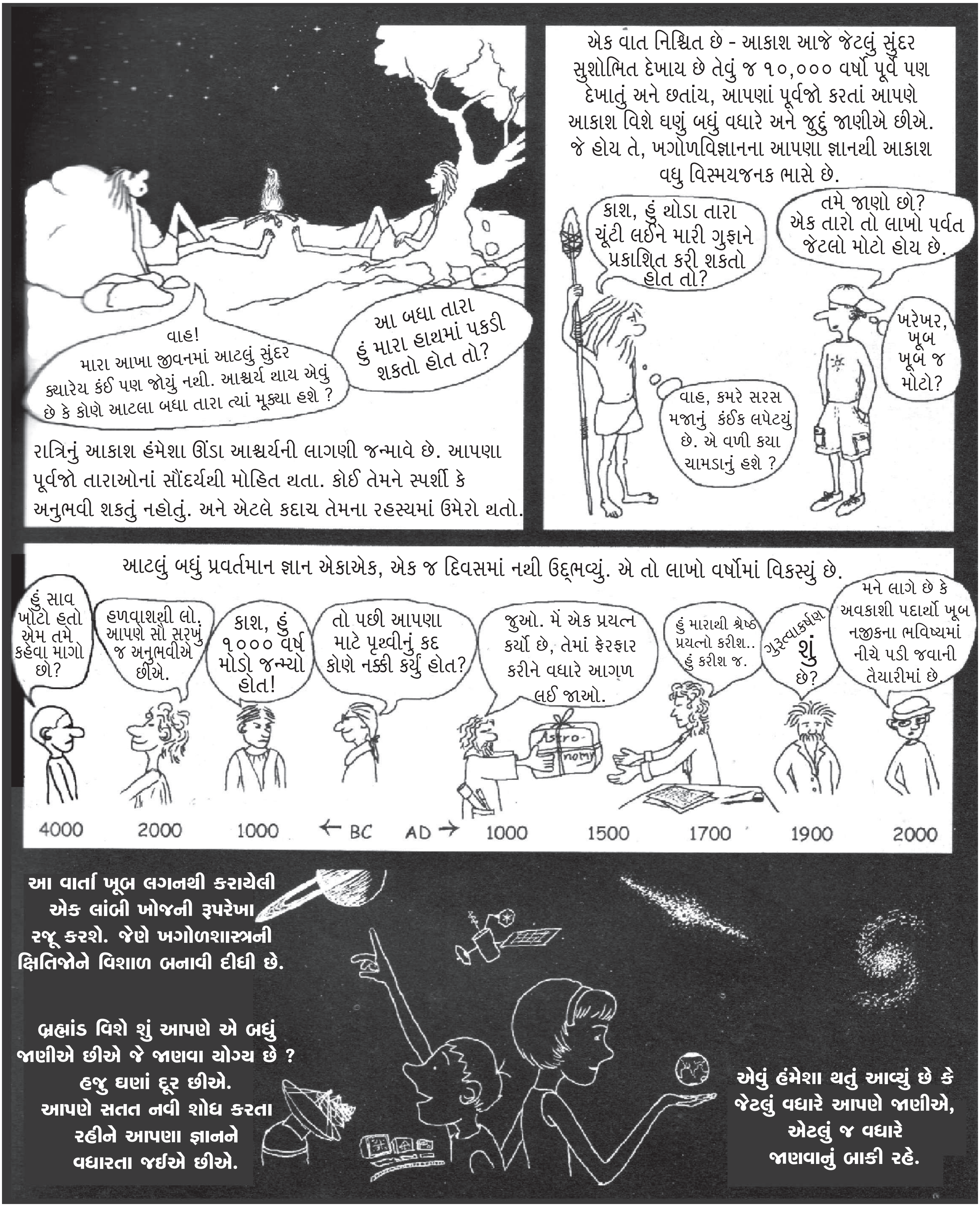
ખગોળશાસ્ત્રનો અભ્યાસ શા માટે ? વિશાળ બ્રહ્માંડમાં લાખો-અબજો આકાશગંગા (Galaxies) અને સૂર્યમંડળો આવેલા છે. આ બધામાં આપણાં પોતાના સૂર્યમંડળની દીવાદાંડી જેવો એક તારો એટલે કે આપણો સૂર્ય. બ્રહ્માંડીય વિશ્વનાં ધોરણો પ્રમાણે તો એ એક નજીવો - મામૂલી તારો કહેવાય. પૃથ્વી પરની અસાધારણ પરિસ્થિતિએ જીવનને અને ચેતનાને જન્મ આપ્યો. તર્ક કરવાની આપણી અદ્ભુત ક્ષમતા; વધુ ને વધુ સંશોધન માટે, આપણા પોતાના મૂળ વિષે વધુ જાણવા માટે, બ્રહ્માંડની વિશાળતામાં આપણાં સ્થાન વિષે જાણવા માટે, આપણને સક્ષમ બનાવે છે. આપણા પૂર્વજો કરતાં આપણે બ્રહ્માંડ વિષે ઘણું વધારે જાણતા થયા છીએ. આમ છતાંય હજીય ઘણા અનુત્તરિત પ્રશ્નો આપણી સમક્ષ ઊભા છે.

ખગોળશાસ્ત્રનો વિષય એ ખરેખર, ખગોળ જેટલો જ વિશાળ છે. આ વિષેનું આપણું જ્ઞાન રાતોરાત તો આવ્યું નથી. કેટલાંય હજારો વર્ષો દરમ્યાન એનો વિકાસ થયો છે. ખગોળશાસ્ત્રનો ઈતિહાસ એ મનુષ્યના પોતાના ઈતિહાસના સમયગાળા જેટલો જ ગણાય. એમાં કશું આશ્ચર્ય નથી કે, આ ઈતિહાસ એટલો જ રસપ્રદ અને જટિલ છે, જેટલું વિજ્ઞાન સ્વયં. પરંતુ આ સચિત્ર પુસ્તક ખગોળશાસ્ત્રના વિજ્ઞાન વિષે નથી. તે એના વિકાસને એક વાર્તાના સ્વરૂપે રજુ કરવાનો પ્રયત્ન છે.

ખરેખર તો આટલી જટિલ અને સમૃધ્ધ વાર્તાનો સાર એક નાની કોમિક બુકમાં આપવો અશક્ય કહેવાય. કેટલીક ઘટનાઓ પસંદ કરીને મેં અહીં મૂકી છે. ખૂબ બધા સિધ્ધાંતો અને વિવાદો જેની ચર્ચા હજુ પણ ચાલી રહી છે તેને મેં અહીં અવગણી છે. મેં સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ સામગ્રીનો અને વર્ણન કરવા યોગ્ય-સરળ વૃતાંતોનો સાર આપ્યો છે. એથી એવું જણાય કે કેટલીક જગ્યાઓએ મેં કોઈ એક પક્ષ લીધો હોય, પરંતુ મારો એવો કોઈ ચોક્કસ હેતુ નહોતો.

મને જે બધી મદદ મળી છે તેના સિવાય આ પુસ્તક લખવાનું શક્ય ન બન્યું હોત. આ પુસ્તકને નાણાકીય મદદ માટે સર રતન ટાટા ટ્રસ્ટનો અને શ્રી અરવિંદ ગુપ્તાનો, જેમણે મને પુસ્તકની કલ્પનાની શરૂઆતથી માંડીને છેક પ્રિન્ટીંગ સુધી મદદ કરી છે એમનો આભાર માનવો જ રહ્યો. ખૂબ ઊંડાઈથી પુસ્તકની હસ્તપ્રત ચકાસવા અને જેનું મૂલ્ય પણ આંકવું ઓછું પડે તેવા પ્રતિભાવો આપવા શ્રી જયંત નારલીકરનો અને ડો.પ્રદીપ ગોથોસ્કરનો પણ આભાર માનું છું. આ પુસ્તકને તૈયાર કરવાની અને પાને પાને દરેક પળની ઉત્તેજનાઓમાં ભાગીદાર બનતી મારી પત્ની પલ્લવીનો પણ ઉલ્લેખ કરવો રહ્યો.

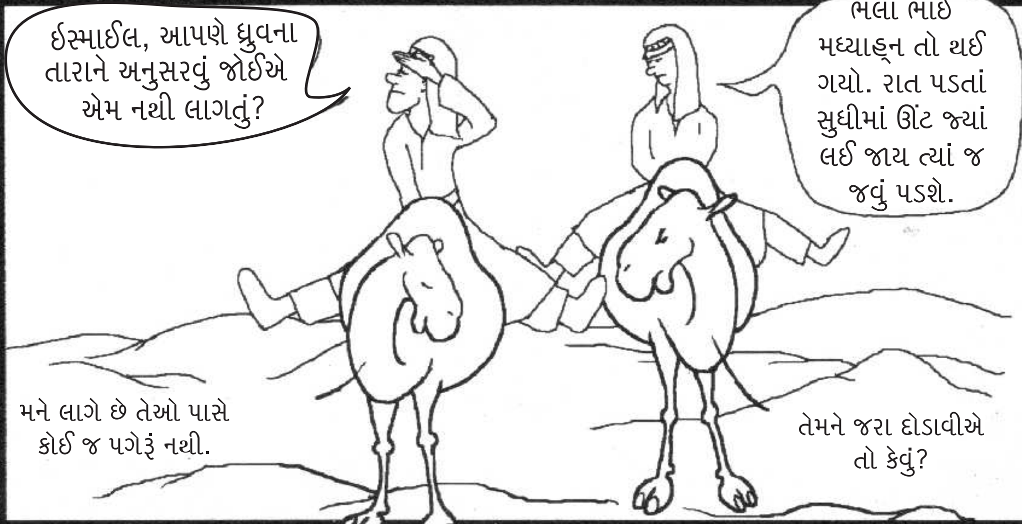
- ઉદય પાટિલ


વાહ!
મારા આખા જીવનમાં આટલું સુંદર ક્યારેય કંઈ પણ જોયું નથી. આશ્ચર્ય થાય એવું છે કે કોણે આટલા બધા તારા ત્યાં મૂક્યા હશે ?
આ બધા તારા હું મારા હાથમાં પકડી શકતો હોત તો?
રાત્રિનું આકાશ હંમેશા ઊંડા આશ્ચર્યની લાગણી જન્માવે છે. આપણા પૂર્વજો તારાઓનાં સૌંદર્યથી મોહિત થતા. કોઈ તેમને સ્પર્શી કે અનુભવી શકતું નહોતું. અને એટલે કદાચ તેમના રહસ્યમાં ઉમેરો થતો.
એક વાત નિશ્ચિત છે - આકાશ આજે જેટલું સુંદર સુશોભિત દેખાય છે તેવું જ ૧૦,૦૦૦ વર્ષો પૂર્વે પણ દેખાતું અને છતાંય, આપણાં પૂર્વજો કરતાં આપણે આકાશ વિશે ઘણું બધું વધારે અને જુદું જાણીએ છીએ. જે હોય તે, ખગોળવિજ્ઞાનના આપણા જ્ઞાનથી આકાશ વધુ વિસ્મયજનક ભાસે છે.
કાશ, હું થોડા તારા ચૂંટી લઈને મારી ગુફાને પ્રકાશિત કરી શકતો હોત તો?
તમે જાણો છો? એક તારો તો લાખો પર્વત જેટલો મોટો હોય છે.
ખરેખર, ખૂબ ખૂબ જ મોટો?
વાહ, કમરે સરસ મજાનું કંઈક લપેટ્યું છે. એ વળી કયા ચામડાનું હશે ?
આટલું બધું પ્રવર્તમાન જ્ઞાન એકાએક, એક જ દિવસમાં નથી ઉદ્ભવ્યું. એ તો લાખો વર્ષોમાં વિકસ્યું છે.
હું સાવ ખોટો હતો એમ તમે કહેવા માગો છો?
હળવાશથી લો. આપણે સૌ સરખું જ અનુભવીએ છીએ.
કાશ, હું ૧૦૦૦ વર્ષ મોડો જન્મ્યો હોત!
તો પછી આપણા માટે પૃથ્વીનું કદ કોણે નક્કી કર્યું હોત?
જુઓ. મેં એક પ્રયત્ન કર્યો છે, તેમાં ફેરફાર કરીને વધારે આગળ લઈ જાઓ.
Astro-nomy
હું મારાથી શ્રેષ્ઠ પ્રયત્નો કરીશ.. હું કરીશ જ.
ગુરુત્વાકર્ષણ શું છે?
મને લાગે છે કે અવકાશી પદાર્થો ખૂબ નજીકના ભવિષ્યમાં નીચે પડી જવાની તૈયારીમાં છે.
4000 2000 1000 ← BC AD → 1000 1500 1700 1900 2000
આ વાર્તા ખૂબ લગનથી કરાયેલી એક લાંબી ખોજની રૂપરેખા રજૂ કરશે. જેણે ખગોળશાસ્ત્રની ક્ષિતિજોને વિશાળ બનાવી દીધી છે.
બ્રહ્માંડ વિશે શું આપણે એ બધું જાણીએ છીએ જે જાણવા યોગ્ય છે ? હજુ ઘણાં દૂર છીએ. આપણે સતત નવી શોધ કરતા રહીને આપણા જ્ઞાનને વધારતા જઈએ છીએ.
એવું હંમેશા થતું આવ્યું છે કે જેટલું વધારે આપણે જાણીએ, એટલું જ વધારે જાણવાનું બાકી રહે.

રાત્રિના ભવ્ય આકાશથી આપણા પૂર્વજો મોહિત થઈ જતા. તે આશ્ચર્ય, ભીતિ અને ડરની લાગણી જન્માવતું. તેઓ તારાઓને વિવિધ પેટર્નમાં ગોઠવાયેલા જોતાં. લોકો તારાઓમાં દાનવો, માછલીઓ, પ્રાણીઓ અને સુંદર સ્ત્રીઓ જોતા. તેમાંથી તેઓ સુંદર વાર્તાઓની રચના કરતા.
નોમી, હું જે જોઉં છું તે તું પણ જોઈ રહી છે?
હા, ઝોગ હા. હું જોઉં છું.
તમે હિમયુગમાંથી આદિમાનવને (નિએન્ડરથલ) અવગણી શકો. આદિમાનવની સામે હિમયુગને નહીં.
સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારાઓએ દંતકથાઓમાં અને દરેક સંસ્કૃતિનાં લોકસાહિત્ય રચવામાં અગત્યનો ભાગ ભજવ્યો.
ભારતમાં એવું માનવામાં આવતું કે આપણી પૃથ્વી - જે એક મોટો સપાટ જથ્થો છે - હાથીઓની પીઠના ટેકા પર ઊભી છે. જ્યારે હાથીઓ દરિયામાં તરતા વિશાળ કાચબાની પીઠ પર ઊભા છે. ક્યારેક આ કાચબો પૃથ્વીનો ભાર ઊંચકીને થાકી જાય છે. ત્યારે તેનું શરીર હલાવે છે. તેથી ધરતીકંપ થાય છે.
ગ્રીક લોકોની પોતાની દંતકથાઓ હતી. જેમાં ટાઈટન એ શક્તિશાળી ભગવાન મનાતા. એટલાસ - એક ટાઈટન યોદ્ધો - આકાશને આધાર આપવામાં અને તેને પૃથ્વીપર પડતું બચાવવા માટે જવાબદાર ગણવામાં આવતો, "પૃથ્વીએ ઊંચકેલા એટલાસ"નું પ્રખ્યાત ચિત્ર તો હમણાં-હમણાંની ખોટી સંકલ્પના છે.
હેય..! આ શું ખેલ છે? પૃથ્વીને ઊંચકનાર તો હું છું.
ભાગ, એટલાસ
અને ભગવાનને ખાતર... તારી ગ્રીક દંતકથાઓને બરાબર સમજીને આવ.
હું રાજીખુશીથી મારું કામ છોડી દઈશ. છે કોઈ?
આવી વાર્તાઓ, ફળદ્રુપ કલ્પનાઓની ફક્ત ઉડાનો ન હતી. ખરેખર તો તે બ્રહ્માંડને સમજાવવાના આરંભિક પ્રયત્નો હતાં.
એણે જ શરૂઆતનું બ્રહ્માંડ વિજ્ઞાન રચ્યું.

કેલેન્ડર અને ઘડિયાળ નહોતા શોધાયા ત્યારે આકાશ પણ સમય અને દિશા નક્કી કરવાનો એક અગત્યનો સંદર્ભ બનતું.

તે વણઝારાઓ અને દરિયાખેડુઓને તેમની મંઝિલ સુધી પહોંચવામાં સહાયક બનતું.

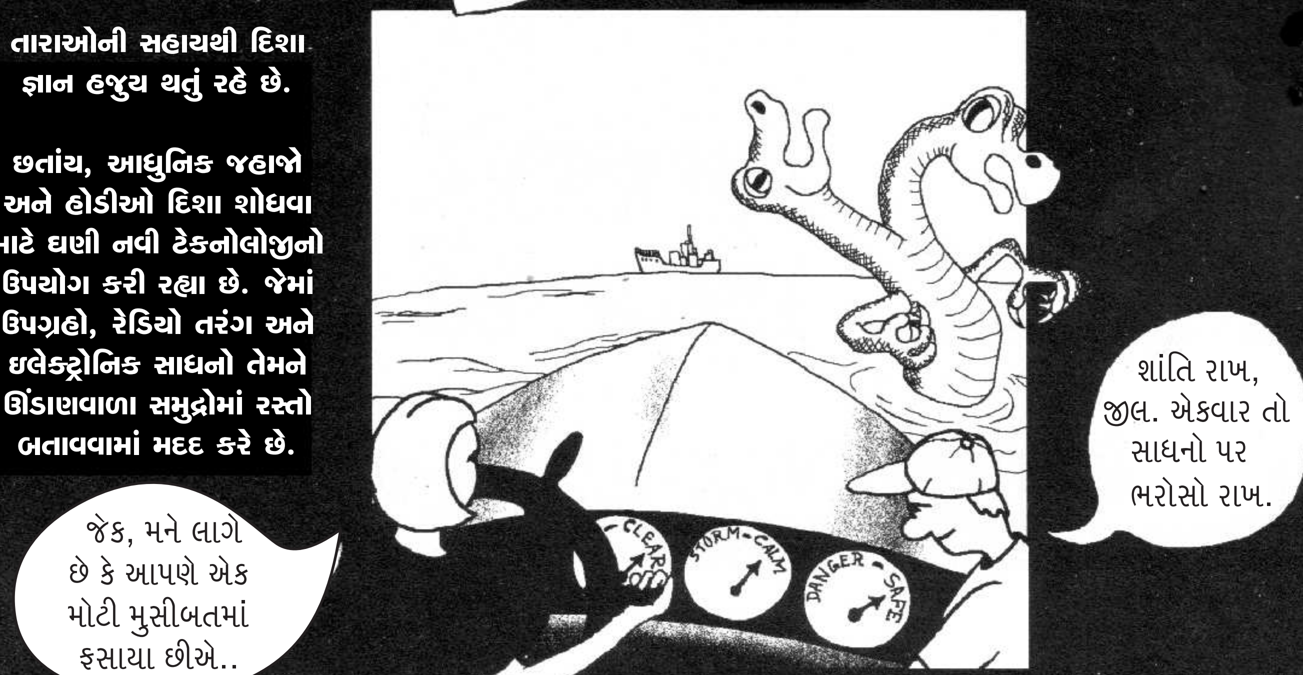


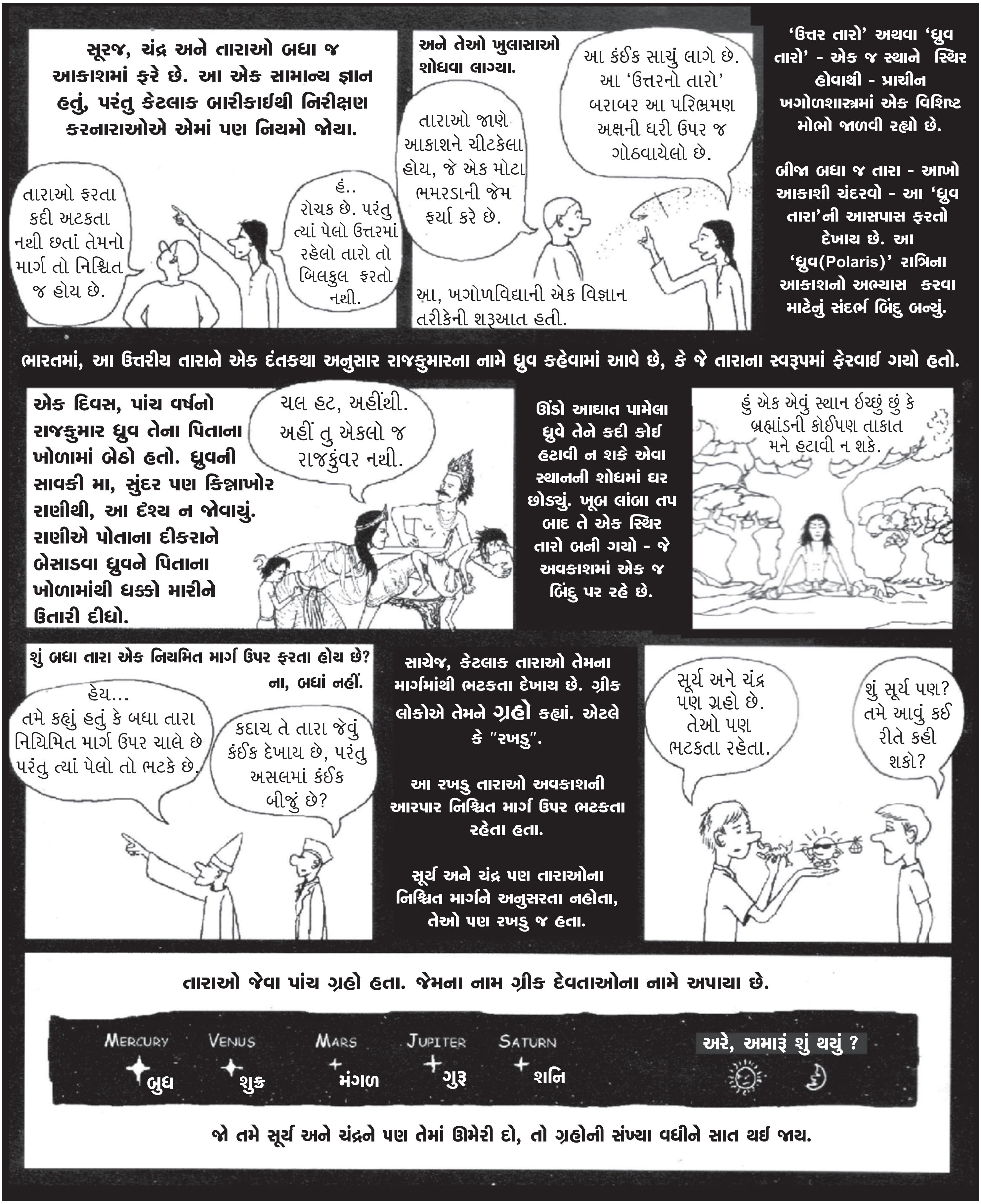
નાવિકોને પણ આકાશદર્શન ઘણું સહાયરૂપ બનતું. વિશાળ સમુદ્રની મધ્યમાં તારાઓ તેમને તેમનું સ્થાન નિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરતા.

ખગોળશાસ્ત્રમાં થયેલો વિકાસ નેવિગેશનને (દિશા વિજ્ઞાનને) આધુનિકતા તરફ દોરી ગયો. નાવિકો તારાઓની સ્થિતિનું અર્થઘટન અને સમુદ્રો પાર કરતાં શીખ્યા.

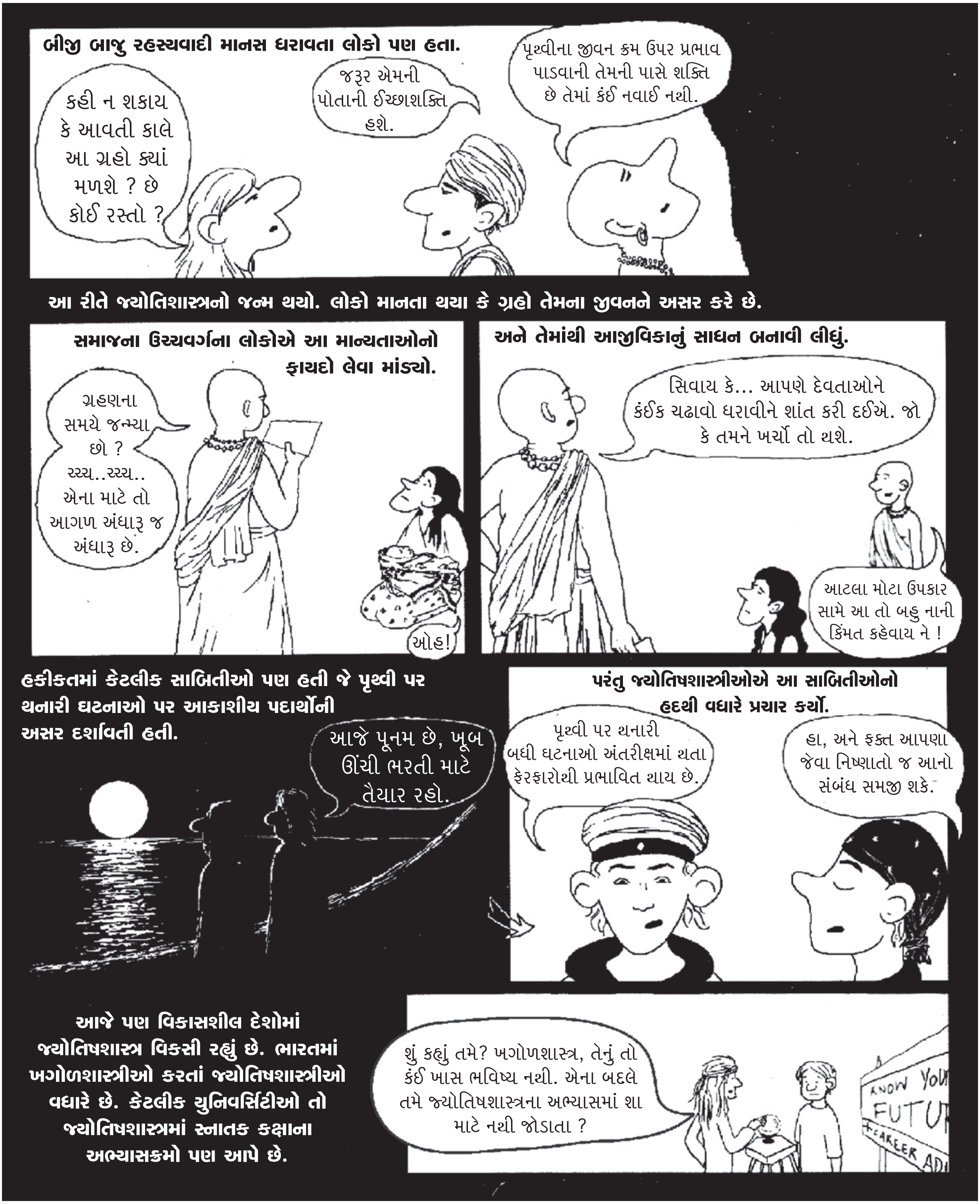
તારાઓની સહાયથી દિશા જ્ઞાન હજુય થતું રહે છે.

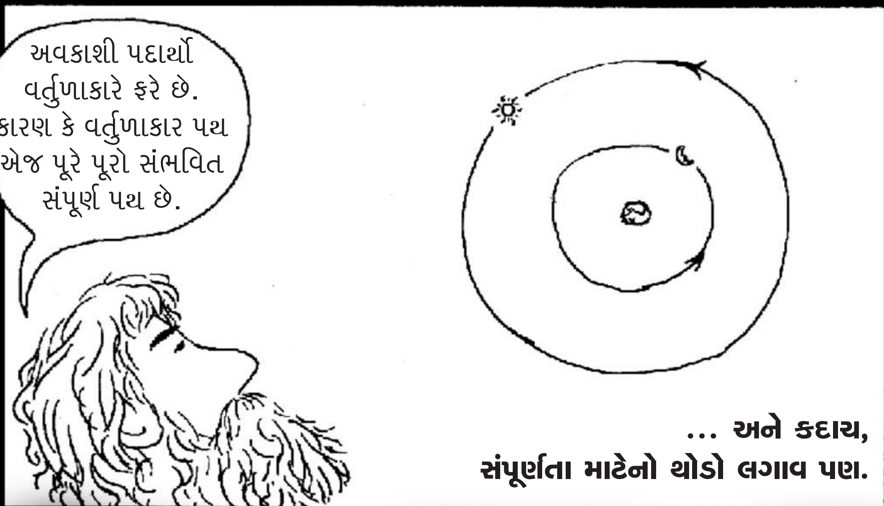
છતાંય, આધુનિક જહાજો અને હોડીઓ દિશા શોધવા માટે ઘણી નવી ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છે. જેમાં ઉપગ્રહો, રેડિયો તરંગ અને ઇલેક્ટ્રોનિક સાધનો તેમને ઊંડાણવાળા સમુદ્રોમાં રસ્તો બતાવવામાં મદદ કરે છે.




સૂરજ, ચંદ્ર અને તારાઓ બધા જ આકાશમાં ફરે છે. આ એક સામાન્ય જ્ઞાન હતું, પરંતુ કેટલાક બારીકાઈથી નિરીક્ષણ કરનારાઓએ એમાં પણ નિયમો જોયા.
તારાઓ ફરતા કદી અટકતા નથી છતાં તેમનો માર્ગ તો નિશ્ચિત જ હોય છે.
હં.. રોચક છે. પરંતુ ત્યાં પેલો ઉત્તરમાં રહેલો તારો તો બિલકુલ ફરતો નથી.
અને તેઓ ખુલાસાઓ શોધવા લાગ્યા.
તારાઓ જાણે આકાશને ચીટકેલા હોય, જે એક મોટા ભમરડાની જેમ ફર્યા કરે છે.
આ કંઈક સાચું લાગે છે. આ 'ઉત્તરનો તારો' બરાબર આ પરિભ્રમણ અક્ષની ધરી ઉપર જ ગોઠવાયેલો છે.
આ, ખગોળવિદ્યાની એક વિજ્ઞાન તરીકેની શરૂઆત હતી.
'ઉત્તર તારો' અથવા 'ધ્રુવ તારો' - એક જ સ્થાને સ્થિર હોવાથી - પ્રાચીન ખગોળશાસ્ત્રમાં એક વિશિષ્ટ મોભો જાળવી રહ્યો છે.
બીજા બધા જ તારા - આખો આકાશી ચંદરવો - આ 'ધ્રુવ તારા'ની આસપાસ ફરતો દેખાય છે. આ 'ધ્રુવ(Polaris)' રાત્રિના આકાશનો અભ્યાસ કરવા માટેનું સંદર્ભ બિંદુ બન્યું.
ભારતમાં, આ ઉત્તરીય તારાને એક દંતકથા અનુસાર રાજકુમારના નામે ધ્રુવ કહેવામાં આવે છે, કે જે તારાના સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ ગયો હતો.
એક દિવસ, પાંચ વર્ષનો રાજકુમાર ધ્રુવ તેના પિતાના ખોળામાં બેઠો હતો. ધ્રુવની સાવકી મા, સુંદર પણ કિન્નાખોર રાણીથી, આ દૃશ્ય ન જોવાયું. રાણીએ પોતાના દીકરાને બેસાડવા ધ્રુવને પિતાના ખોળામાંથી ધક્કો મારીને ઉતારી દીધો.
ચલ હટ, અહીંથી. અહીં તુ એકલો જ રાજકુંવર નથી.
ઊંડો આઘાત પામેલા ધ્રુવે તેને કદી કોઈ હટાવી ન શકે એવા સ્થાનની શોધમાં ઘર છોડ્યું. ખૂબ લાંબા તપ બાદ તે એક સ્થિર તારો બની ગયો - જે અવકાશમાં એક જ બિંદુ પર રહે છે.
હું એક એવું સ્થાન ઈચ્છું છું કે બ્રહ્માંડની કોઈપણ તાકાત મને હટાવી ન શકે.
શું બધા તારા એક નિયમિત માર્ગ ઉપર ફરતા હોય છે?
ના, બધાં નહીં.
હેય... તમે કહ્યું હતું કે બધા તારા નિયિમિત માર્ગ ઉપર ચાલે છે પરંતુ ત્યાં પેલો તો ભટકે છે.
કદાચ તે તારા જેવું કંઈક દેખાય છે, પરંતુ અસલમાં કંઈક બીજું છે?
સાચેજ, કેટલાક તારાઓ તેમના માર્ગમાંથી ભટકતા દેખાય છે. ગ્રીક લોકોએ તેમને ગ્રહો કહ્યાં. એટલે કે "રખડુ".
આ રખડુ તારાઓ અવકાશની આરપાર નિશ્ચિત માર્ગ ઉપર ભટકતા રહેતા હતા.
સૂર્ય અને ચંદ્ર પણ તારાઓના નિશ્ચિત માર્ગને અનુસરતા નહોતા, તેઓ પણ રખડુ જ હતા.
સૂર્ય અને ચંદ્ર પણ ગ્રહો છે. તેઓ પણ ભટકતા રહેતા.
શું સૂર્ય પણ? તમે આવું કઈ રીતે કહી શકો?
તારાઓ જેવા પાંચ ગ્રહો હતા. જેમના નામ ગ્રીક દેવતાઓના નામે અપાયા છે.
MERCURY બુધ
VENUS શુક્ર
MARS મંગળ
JUPITER ગુરૂ
SATURN શનિ
અરે, અમારૂં શું થયું ?
જો તમે સૂર્ય અને ચંદ્રને પણ તેમાં ઊમેરી દો, તો ગ્રહોની સંખ્યા વધીને સાત થઈ જાય.

તારાઓનો માર્ગ ખૂબ ઝડપથી બદલાય છે. તેમની ગતિ થોડી જ મિનિટોમાં જોઈ શકાય છે. બીજી તરફ અવકાશના તાણા-વાણામાં ગ્રહોની ગતિ તેની સરખામણીમાં ખૂબ ધીમી હતી.
આ ગ્રહો તો ગોકળગાયની ગતિએ ચાલે છે. એમના વિશે કંઈક શોધી શકું, તે પહેલા તો હું મૃત્યુ પામ્યો હોઈશ.
જો તને એકાદ પગેરૂં પણ મળી જાય તો તારી જાતને ભાગ્યશાળી માનજે.
ગ્રહોની ગતિ વિશે જાણવા માટે કેટલાય દિવસો, ક્યારેક તો મહિનાઓ સુધી ચોકસાઈપૂર્વક જોયા કરવું પડતું હતું. તેમની ગતિનો અભ્યાસ લાંબો અને કંટાળાજનક હતો.
શુક્ર તો સાવ ભટકી ગયો છે. કંઈક અજીબોગરીબ રીતે ચાલી રહ્યો છે.
કદાચ આવી રીતે ભટકવામાં પણ કોઈ નિયમ હોય...
કંઈ વાંધો નહીં. નિરીક્ષણ કરતાં રહો.
અધ્યયનમાંથી મળેલા આંકડાઓમાંથી કોઈ નિયમ ઉભરવાનું શરૂ થાય તે પહેલા તો, સામુહિક પ્રયત્નોમાં કેટલીયે સદીઓ વીતી ગઈ.
આ કઠિન મહેનતના પરિણામે બે હકીકતો સ્પષ્ટ થઈ.
સહુથી પહેલું તો, ગ્રહો અનિયમિત રીતે ગતિ કરતા નથી, એની ગતિ પાછળ એક ચોક્કસ નિયમ છે. તેનો અર્થ એ થયો કે તેની ગતિનું અગાઉથી અનુમાન કરી શકાય છે.
બસ એટલુ જ તો જાણવાનું છે કે અનુમાન લગાવવા કેવી રીતે?
બીજું, આકાશમાં થતા પરિવર્તનોની અસર પૃથ્વી પર દેખાતી હતી.
RA*ના સોગંદ! અરે જો, ત્યાં વ્યાધ દેખાય છે. તે આપણી નાઈલ નદીમાં પૂરનું કારણ બનશે.
NUT* ના સોગંદ! એવું કહી ન શકાય કે તે વ્યાધ (Sirius) ની કારસ્તાની છે. પરંતુ આ બંને ઘટનાઓ વચ્ચે કંઈક સંબંધ તો છે.
*RA - Sun God; *Nut-sky Goddess.
ઈજીપ્તમાં, નાઈલ નદીમાં આવતા વાર્ષિક પૂરથી જીવન સંચાલિત થતું હતું.
જ્યારે તેઓ સૂર્યોદયના થોડાક સમય પહેલા ચમકતા વ્યાધને ઉગતો જોતા ત્યારે જાણી જતા કે પૂરનો સમય નજીક છે.
ઈજીપ્તવાસીઓના ખગોળશાસ્ત્રના જ્ઞાને અમને એ ક્ષમતા આપી કે તેઓ વ્યાધના પુનઃ આગમનના સમયની બિલકુલ સાચી ગણતરી કરી શકતા હતા.
0
5
10
15
મેં આને બિલકુલ પાકુ કરી દીધું છે. આ પિરામિડ પર લાકડીનો પડછાયો આપણને બતાવે છે કે નાઈલ નદીમાં પૂર આવવાને કેટલા દિવસો બાકી રહ્યા હશે.
આ તો સ્પષ્ટ છે. ખરેખર સ્પષ્ટ. ચાલો જોઈએ....
હે ભગવાન! ૧૦ દિવસમાં તો પૂર આવશે.
કુદરતી ઘટનાઓની નિયમ અનુસાર આગાહી કરવા માટે સમય માપવા માટે એક સારી પદ્ધતિની આવશ્યક્તા હતી. જેણે કેલેન્ડરને જન્મ આપ્યો. અવકાશના તાણા-વાણામાં સૂર્યનું એક ચક્કર એક વર્ષ બનાવતું હતું. જ્યારે ચંદ્રની કળાઓથી બનતી પૂર્ણ આવૃતિ એક મહિનો બનાવતી હતી.
ખેતી અને રાજ્યનું સાશન બંને જ હવે યોજનાબદ્ધ રીતે ચલાવી શકાતું હતું. જેમ કે એ ઘડિયાળથી ચાલતું હોય.
સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારાઓ સમય રાખનારાઓ બન્યા. પૃથ્વી ફરતે તેમની દૈનિક ગતિ દિવસનો સમય કહી આપતી, જ્યારે તારાઓના સમૂહની વચ્ચે તેમનું ભ્રમણ વાર્ષિક સમય બતાવતો હતો.
કાલે સવારે આપણો બીજ રોપવાનો સમય છે. ચાલો આજે જલ્દી સૂઈ જાઓ.
તો પછી અમારા મહેનતાણાંનો સમય ક્યારે છે?
હું અત્યંત થાક અનુભવું છું.
તો પછી તમને કઈ વસ્તુ ચલાવી રહી છે?
વર્ષ
YEAR
માસ
MONTH


બીજી બાજુ રહસ્યવાદી માનસ ધરાવતા લોકો પણ હતા.
કહી ન શકાય કે આવતી કાલે આ ગ્રહો ક્યાં મળશે ? છે કોઈ રસ્તો ?
જરૂર એમની પોતાની ઈચ્છાશક્તિ હશે.
પૃથ્વીના જીવન ક્રમ ઉપર પ્રભાવ પાડવાની તેમની પાસે શક્તિ છે તેમાં કંઈ નવાઈ નથી.
આ રીતે જ્યોતિશાસ્ત્રનો જન્મ થયો. લોકો માનતા થયા કે ગ્રહો તેમના જીવનને અસર કરે છે.
સમાજના ઉચ્ચવર્ગના લોકોએ આ માન્યતાઓનો ફાયદો લેવા માંડ્યો.
ગ્રહણના સમયે જન્મ્યા છે ? સ્ચ્ચ..સ્ચ્ચ.. એના માટે તો આગળ અંધારૂ જ અંધારૂ છે.
ઓહ!
અને તેમાંથી આજીવિકાનું સાધન બનાવી લીધું.
સિવાય કે... આપણે દેવતાઓને કંઈક ચઢાવો ધરાવીને શાંત કરી દઈએ. જો કે તમને ખર્ચો તો થશે.
આટલા મોટા ઉપકાર સામે આ તો બહુ નાની કિંમત કહેવાય ને !
હકીકતમાં કેટલીક સાબિતીઓ પણ હતી જે પૃથ્વી પર થનારી ઘટનાઓ પર આકાશીય પદાર્થોની અસર દર્શાવતી હતી.
આજે પૂનમ છે, ખૂબ ઊંચી ભરતી માટે તૈયાર રહો.
પરંતુ જ્યોતિષશાસ્ત્રીઓએ આ સાબિતીઓનો હદથી વધારે પ્રચાર કર્યો.
પૃથ્વી પર થનારી બધી ઘટનાઓ અંતરીક્ષમાં થતા ફેરફારોથી પ્રભાવિત થાય છે.
હા, અને ફક્ત આપણા જેવા નિષ્ણાતો જ આનો સંબંધ સમજી શકે.
આજે પણ વિકાસશીલ દેશોમાં જ્યોતિષશાસ્ત્ર વિકસી રહ્યું છે. ભારતમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ કરતાં જ્યોતિષશાસ્ત્રીઓ વધારે છે. કેટલીક યુનિવર્સિટીઓ તો જ્યોતિષશાસ્ત્રમાં સ્નાતક કક્ષાના અભ્યાસક્રમો પણ આપે છે.
શું કહ્યું તમે? ખગોળશાસ્ત્ર, તેનું તો કંઈ ખાસ ભવિષ્ય નથી. એના બદલે તમે જ્યોતિષશાસ્ત્રના અભ્યાસમાં શા માટે નથી જોડાતા ?



આધુનિક ખગોળશાસ્ત્રનો વિકાસ એરિસ્ટોટલના લખાણોમાંથી શરૂ થયેલો જોઈ શકાય. જેઓ પ્રસિધ્ધ તત્વજ્ઞાની હતા.

એરિસ્ટોટલ : ૩૮૪-૩૨૨ ઇ.સ.પૂર્વે

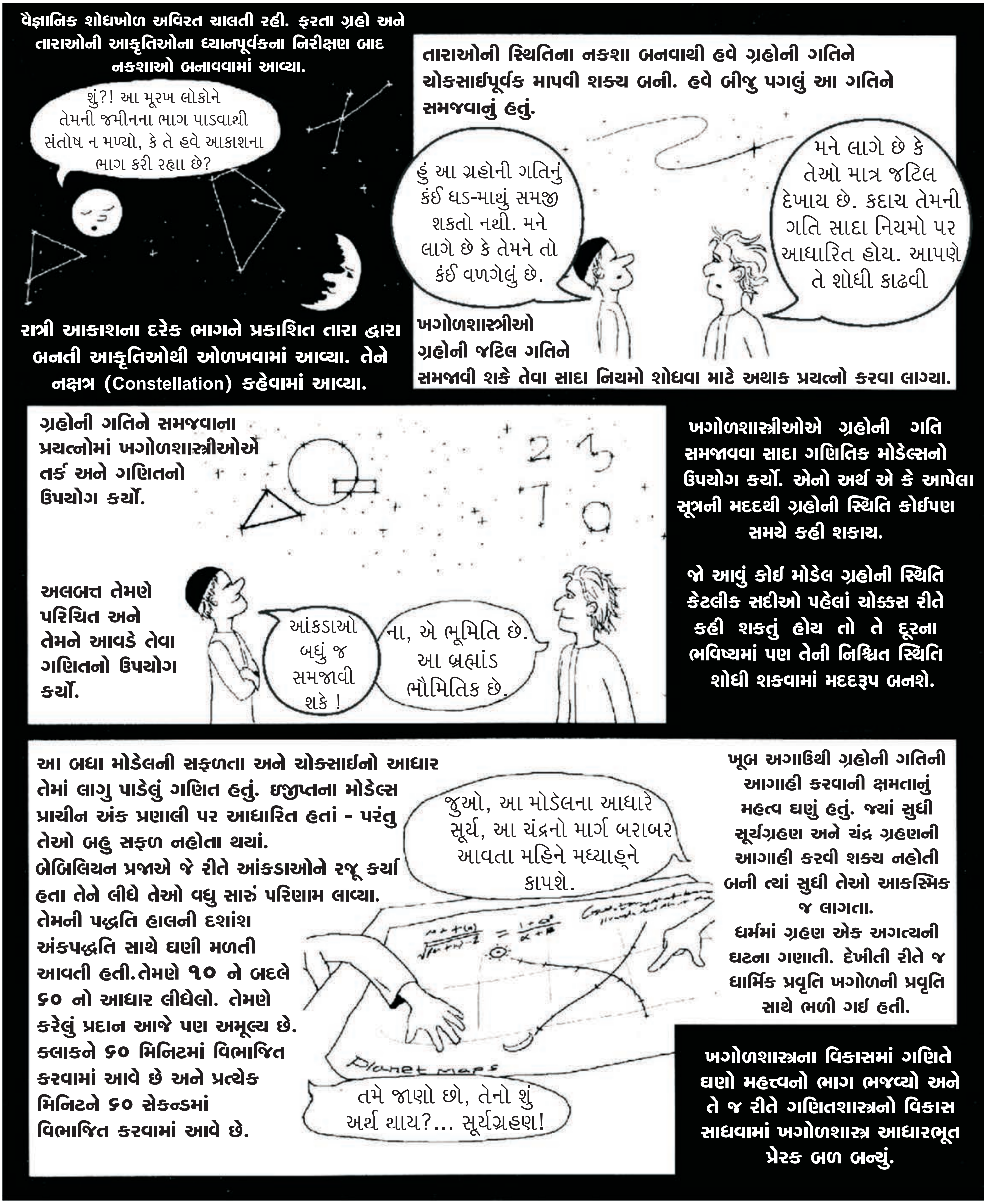
આ ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાની પહેલો હતો કે જેણે તત્ત્વજ્ઞાનની વ્યાપક પદ્ધતિની રચના કરી. તેના લખાણોએ વિવિધ મુદ્દા આવરી લીધા - રાજકારણ, નૈતિક્તા, સૌંદર્યશાસ્ત્ર, તત્ત્વમીમાંસા, તર્ક, વિજ્ઞાન. તર્કનો ઔપચારિક રીતે અભ્યાસ કરનાર તે પ્રથમ હતો.

તેના વિચારોનો ઘણી તત્ત્વજ્ઞાનીય અને ધાર્મિક પરંપરાઓ પર જબરદસ્ત પ્રભાવ હતો. એરિસ્ટોટલીયન તત્ત્વજ્ઞાન એ હજુ પણ અધ્યયનનું એક સક્રિય ક્ષેત્ર છે.

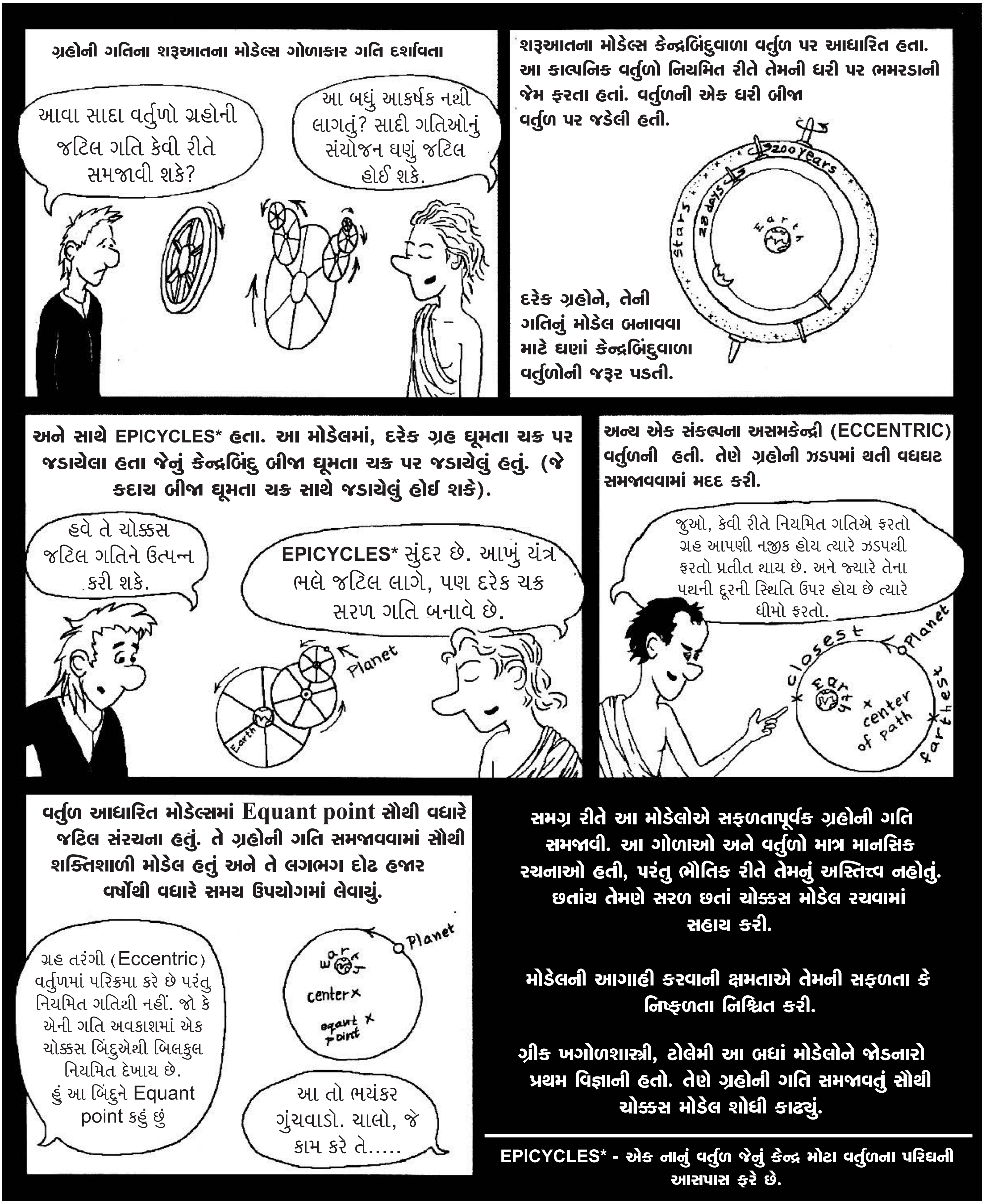
તેણે ઈતિહાસના ઘણા ચિંતકો ઉપર પ્રભાવ પડ્યો હતો જેમાં તેનો સૌથી માનીતો વિદ્યાર્થી હતો, "એલેક્ઝાન્ડર ધ ગ્રેટ - સિકંદર મહાન"

એવું માનવામાં આવે છે કે એરિસ્ટોટલના વિચારો એક જ મગજમાંથી ઉપજેલું આજ સુધીનું સર્વાધિક પ્રભાવશાળી વિચાર તંત્ર છે. એમના દર્શને ઘણી સભ્યતાઓના બૌદ્ધિક વિકાસને આકાર આપ્યો.
જેવું કે ઘણા વિષયોમાં થયું, ખગોળશાસ્ત્રમાં પણ એમના વિચારોનો ઊંડો પ્રભાવ રહ્યો. વર્તુળ અને ગોળાકાર આકૃતિઓની ધારણા પર લગભગ ૨૦૦૦ વર્ષ સુધી કોઈ સવાલ ઊભો કરવામાં આવ્યો નહતો.

એ પણ સ્પષ્ટ નથી કે ખગોળશાસ્ત્ર ઉપર એરિસ્ટોટલનો પ્રભાવ આશીર્વાદરૂપ હતો કે એક અડચણ. પરંતુ વિજ્ઞાનમાં તેમનું ખરુ યોગદાન તેમના દ્વારા શરૂ કરાયેલી પરંપરામાં છે. તેમણે બ્રહ્માંડ વિષે પ્રશ્નો ઊભા કર્યા. આ પ્રાકૃતિક ઘટનાઓ વ્યાખ્યાયિત કરવાના પ્રયત્નો કર્યા જેને લોકો વગર વિચાર્યે સ્વીકારી લેતા હતા.



વૈજ્ઞાનિક શોધખોળ અવિરત ચાલતી રહી. ફરતા ગ્રહો અને તારાઓની આકૃતિઓના ધ્યાનપૂર્વકના નિરીક્ષણ બાદ નકશાઓ બનાવવામાં આવ્યા.
શું?! આ મૂરખ લોકોને તેમની જમીનના ભાગ પાડવાથી સંતોષ ન મળ્યો, કે તે હવે આકાશના ભાગ કરી રહ્યા છે?
રાત્રી આકાશના દરેક ભાગને પ્રકાશિત તારા દ્વારા બનતી આકૃતિઓથી ઓળખવામાં આવ્યા. તેને નક્ષત્ર (Constellation) કહેવામાં આવ્યા.
તારાઓની સ્થિતિના નકશા બનવાથી હવે ગ્રહોની ગતિને ચોકસાઈપૂર્વક માપવી શક્ય બની. હવે બીજુ પગલું આ ગતિને સમજવાનું હતું.
હું આ ગ્રહોની ગતિનું કંઈ ધડ-માથું સમજી શકતો નથી. મને લાગે છે કે તેમને તો કંઈ વળગેલું છે.
મને લાગે છે કે તેઓ માત્ર જટિલ દેખાય છે. કદાચ તેમની ગતિ સાદા નિયમો પર આધારિત હોય. આપણે તે શોધી કાઢવી
ખગોળશાસ્ત્રીઓ ગ્રહોની જટિલ ગતિને સમજાવી શકે તેવા સાદા નિયમો શોધવા માટે અથાક પ્રયત્નો કરવા લાગ્યા.
ગ્રહોની ગતિને સમજવાના પ્રયત્નોમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓએ તર્ક અને ગણિતનો ઉપયોગ કર્યો.
અલબત્ત તેમણે પરિચિત અને તેમને આવડે તેવા ગણિતનો ઉપયોગ કર્યો.
આંકડાઓ બધું જ સમજાવી શકે !
ના, એ ભૂમિતિ છે. આ બ્રહ્માંડ ભૌમિતિક છે.
ખગોળશાસ્ત્રીઓએ ગ્રહોની ગતિ સમજાવવા સાદા ગણિતિક મોડેલ્સનો ઉપયોગ કર્યો. એનો અર્થ એ કે આપેલા સૂત્રની મદદથી ગ્રહોની સ્થિતિ કોઈપણ સમયે કહી શકાય.
જો આવું કોઈ મોડેલ ગ્રહોની સ્થિતિ કેટલીક સદીઓ પહેલાં ચોક્કસ રીતે કહી શકતું હોય તો તે દૂરના ભવિષ્યમાં પણ તેની નિશ્ચિત સ્થિતિ શોધી શકવામાં મદદરૂપ બનશે.
આ બધા મોડેલની સફળતા અને ચોક્સાઈનો આધાર તેમાં લાગુ પાડેલું ગણિત હતું. ઇજીપ્તના મોડેલ્સ પ્રાચીન અંક પ્રણાલી પર આધારિત હતાં - પરંતુ તેઓ બહુ સફળ નહોતા થયાં. બેબિલિયન પ્રજાએ જે રીતે આંકડાઓને રજૂ કર્યા હતા તેને લીધે તેઓ વધુ સારું પરિણામ લાવ્યા. તેમની પદ્ધતિ હાલની દશાંશ અંકપદ્ધતિ સાથે ઘણી મળતી આવતી હતી.તેમણે ૧૦ ને બદલે ૬૦ નો આધાર લીધેલો. તેમણે કરેલું પ્રદાન આજે પણ અમૂલ્ય છે. કલાકને ૬૦ મિનિટમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે અને પ્રત્યેક મિનિટને ૬૦ સેકન્ડમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે.
જુઓ, આ મોડેલના આધારે સૂર્ય, આ ચંદ્રનો માર્ગ બરાબર આવતા મહિને મધ્યાહ્ને કાપશે.
Planet maps
તમે જાણો છો, તેનો શું અર્થ થાય?... સૂર્યગ્રહણ!
ખૂબ અગાઉથી ગ્રહોની ગતિની આગાહી કરવાની ક્ષમતાનું મહત્વ ઘણું હતું. જ્યાં સુધી સૂર્યગ્રહણ અને ચંદ્ર ગ્રહણની આગાહી કરવી શક્ય નહોતી બની ત્યાં સુધી તેઓ આકસ્મિક જ લાગતા.
ધર્મમાં ગ્રહણ એક અગત્યની ઘટના ગણાતી. દેખીતી રીતે જ ધાર્મિક પ્રવૃતિ ખગોળની પ્રવૃતિ સાથે ભળી ગઈ હતી.
ખગોળશાસ્ત્રના વિકાસમાં ગણિતે ઘણો મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો અને તે જ રીતે ગણિતશાસ્ત્રનો વિકાસ સાધવામાં ખગોળશાસ્ત્ર આધારભૂત પ્રેરક બળ બન્યું.



ગ્રહોની ગતિના શરૂઆતના મોડેલ્સ ગોળાકાર ગતિ દર્શાવતા
આવા સાદા વર્તુળો ગ્રહોની જટિલ ગતિ કેવી રીતે સમજાવી શકે?
આ બધું આકર્ષક નથી લાગતું? સાદી ગતિઓનું સંયોજન ઘણું જટિલ હોઈ શકે.
શરૂઆતના મોડેલ્સ કેન્દ્રબિંદુવાળા વર્તુળ પર આધારિત હતા. આ કાલ્પનિક વર્તુળો નિયમિત રીતે તેમની ધરી પર ભમરડાની જેમ ફરતા હતાં. વર્તુળની એક ધરી બીજા વર્તુળ પર જડેલી હતી.
Stars
Earth
દરેક ગ્રહોને, તેની ગતિનું મોડેલ બનાવવા માટે ઘણાં કેન્દ્રબિંદુવાળા વર્તુળોની જરૂર પડતી.
અને સાથે EPICYCLES* હતા. આ મોડેલમાં, દરેક ગ્રહ ઘૂમતા ચક્ર પર જડાયેલા હતા જેનું કેન્દ્રબિંદુ બીજા ઘૂમતા ચક્ર પર જડાયેલું હતું. (જે કદાચ બીજા ઘૂમતા ચક્ર સાથે જડાયેલું હોઈ શકે).
હવે તે ચોક્કસ જટિલ ગતિને ઉત્પન્ન કરી શકે.
EPICYCLES* સુંદર છે. આખું યંત્ર ભલે જટિલ લાગે, પણ દરેક ચક્ર સરળ ગતિ બનાવે છે.
Planet
Earth
અન્ય એક સંકલ્પના અસમકેન્દ્રી (ECCENTRIC) વર્તુળની હતી. તેણે ગ્રહોની ઝડપમાં થતી વધઘટ સમજાવવામાં મદદ કરી.
જુઓ, કેવી રીતે નિયમિત ગતિએ ફરતો ગ્રહ આપણી નજીક હોય ત્યારે ઝડપથી ફરતો પ્રતીત થાય છે. અને જ્યારે તેના પથની દૂરની સ્થિતિ ઉપર હોય છે ત્યારે ધીમો ફરતો.
closest
Planet
Earth
center of path
farthest
વર્તુળ આધારિત મોડેલ્સમાં Equant point સૌથી વધારે જટિલ સંરચના હતું. તે ગ્રહોની ગતિ સમજાવવામાં સૌથી શક્તિશાળી મોડેલ હતું અને તે લગભગ દોઢ હજાર વર્ષોથી વધારે સમય ઉપયોગમાં લેવાયું.
ગ્રહ તરંગી (Eccentric) વર્તુળમાં પરિક્રમા કરે છે પરંતુ નિયમિત ગતિથી નહીં. જો કે એની ગતિ અવકાશમાં એક ચોક્કસ બિંદુએથી બિલકુલ નિયમિત દેખાય છે. હું આ બિંદુને Equant point કહું છું
Planet
Earth
center
equant point
આ તો ભયંકર ગુંચવાડો. ચાલો, જે કામ કરે તે.....
સમગ્ર રીતે આ મોડેલોએ સફળતાપૂર્વક ગ્રહોની ગતિ સમજાવી. આ ગોળાઓ અને વર્તુળો માત્ર માનસિક રચનાઓ હતી, પરંતુ ભૌતિક રીતે તેમનું અસ્તિત્વ નહોતું. છતાંય તેમણે સરળ છતાં ચોક્કસ મોડેલ રચવામાં સહાય કરી.
મોડેલની આગાહી કરવાની ક્ષમતાએ તેમની સફળતા કે નિષ્ફળતા નિશ્ચિત કરી.
ગ્રીક ખગોળશાસ્ત્રી, ટોલેમી આ બધાં મોડેલોને જોડનારો પ્રથમ વિજ્ઞાની હતો. તેણે ગ્રહોની ગતિ સમજાવતું સૌથી ચોક્કસ મોડેલ શોધી કાઢ્યું.
EPICYCLES* - એક નાનું વર્તુળ જેનું કેન્દ્ર મોટા વર્તુળના પરિઘની આસપાસ ફરે છે.

ટોલેમી ગ્રીક ખગોળશાસ્ત્રી હતા. તેનું સાચું નામ ક્લાઉડિયસ ટોલેમીયસ હતું. તેના અંગત જીવન વિશે ખાસ જાણવા મળતું નથી.
હા..હું ગ્રીક છું, પરંતુ ઈજીપ્તમાં રહેતો હતો અને મેં 'અલ્માજેસ્ટ' લખી હતી. આનાથી વધારે તમે શું જાણવા ઈચ્છો છો?
'અલ્માજેસ્ટ' ટોલેમીએ લખેલા લોકપ્રિય પુસ્તકનું નામ છે. મૂળ ગ્રીક શીર્ષક 'Megale Syntaxis' નો અર્થ હતો ગાણિતિક સંકલન. સમય જતા તેનું 'Al Majisti' (અથવા સૌથી મહાન) નામે અરબી ભાષામાં ભાષાંતર થયું અને ત્યારબાદ 'Almagestum' નામે લેટિન ભાષામાં.
ખરેખર તે ખગોળશાસ્ત્રનો અદ્‌ભુત ગ્રંથ હતો
ક્લાઉડિયસ ટોલેમી ઇ.સ. ૮૫-૧૬૫
'અલ્માજેસ્ટ' ૧૩ ભાગોમાં વહેંચાયેલું ખૂબ વ્યાપક કામ હતું. તેમાં ૧૦૦૦ તારાઓ અને અવકાશમાં નોંધાયેલી વિવિધ ઘટનાઓની યાદી હતી.
PTOLEMY
ASTRONOMY
Geography
Almagest V-1
Almagest V-2
Almagest V-3
Almagest V-4
Almagest V-5
Almagest V-6
Almagest V-7
Almagest V-8
Almagest V-9
Almagest V-10
Almagest V-11
Almagest V-12
Almagest V-13
Cartography
PTOLEMY
સૌથી વધું અગત્યનું તો એ હતું કે તેમાં ગ્રહોની ગતિના મોડેલ્સ અંગે ભૂતકાળના ખગોળશાસ્ત્રીઓની પદ્ધતિઓ અને ટોલેમીના પોતાના સંશોધનોનું સંકલન હતું.
ટોલેમી એલકેઝાન્ડ્રિયા (ઇજીપ્ત)માં રહેતો. તે ખગોળશાસ્ત્રી, ગણિતજ્ઞ, ભૂસ્તરશાસ્ત્રી અને નકશા દોરનાર હતો. તે ખગોળશાસ્ત્રના પ્રથમ ગ્રંથ 'અલ્માજેસ્ટ'નો લેખક હતો.
ખગોળશાસ્ત્રમાં તેની સર્જકતાનો શાસનકાળ ૧૪૦૦ વર્ષ સુધી રહ્યો.
ટોલેમીની સફળતા તેના મોડેલ્સની આગાહી કરવાની શક્તિમાં રહેલી હતી.
અદ્‌ભુત! પરંતુ આ epicycles અને equant point મારે માટે પચાવવા થોડા અઘરા છે.
પરંતુ આ epicycles અને equant point કામ તો કરે છે. તેમનો ઉપયોગ કરીને હું ચોક્સાઈથી ગ્રહોની ગતિની આગાહી કરી શકું છું.
પરંતુ કેટલાક પ્રશ્નો પણ હતા.
જો epicycles ગ્રહોને પૃથ્વીની એકદમ નજીક લઈ આવે અને પછી તેમને દૂર લઈ જાય તો પછી ગ્રહો શા માટે મોટા થતા અને પછી સંકોચાતા દેખાતા નથી?
તમે ટોલેમીની યંત્રણા શબ્દશઃ તો નથી લીધી ને ?
ટોલેમીના બધા મોડેલ્સની યાંત્રિક ગણતરીઓ, epicycles અને equant point માત્ર માનસિક રચનાઓ હતી તેવું તો સ્વીકારવામાં આવેલું. તેનાથી તો માત્ર ગ્રહોની દેખાતી ગતિના જ મોડેલ બનેલા, ગ્રહોની ભૌતિક વાસ્તવિકતાના નહીં.

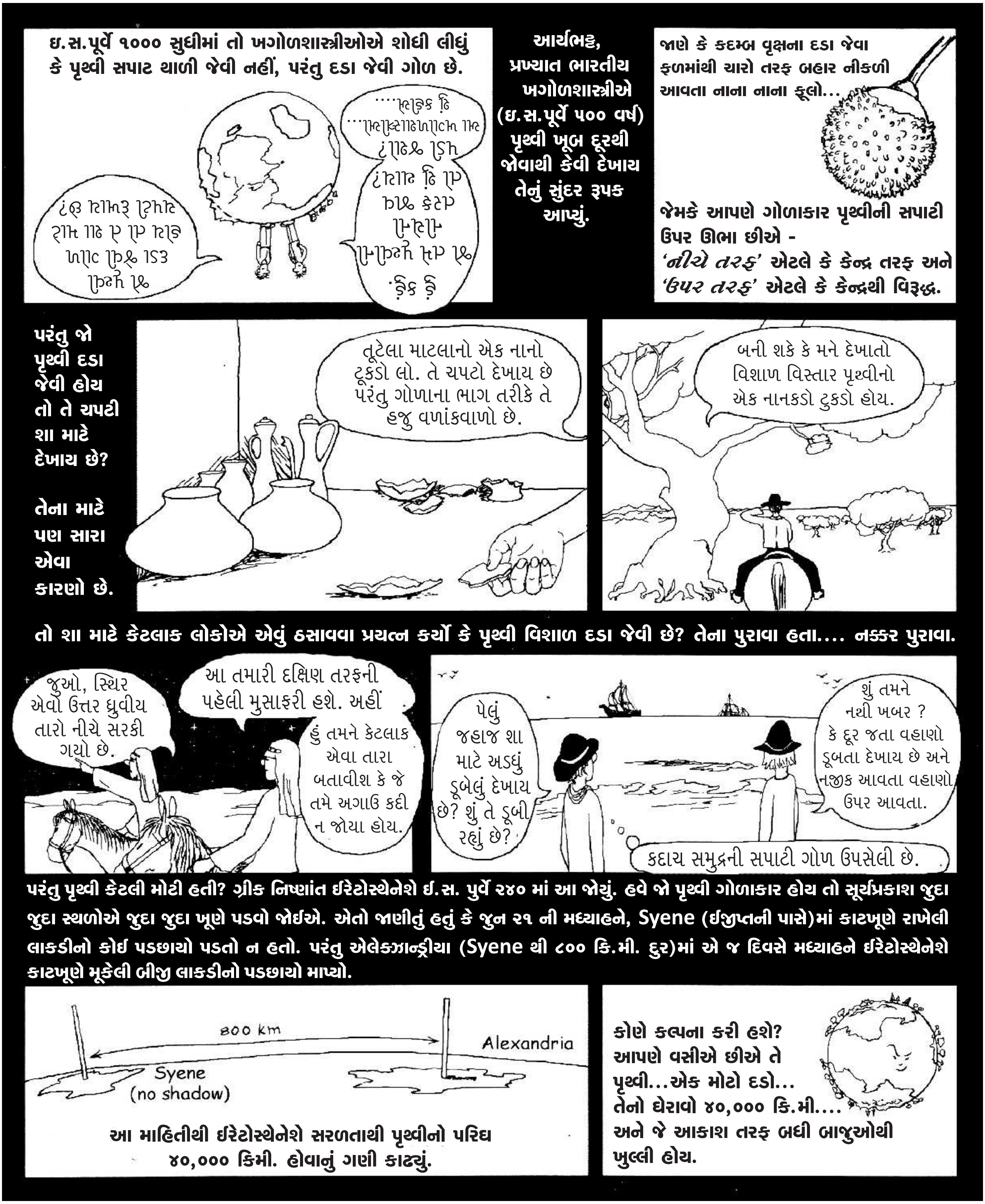
ટોલેમીએ કરેલું બ્રહ્માંડનું વર્ણન પૃથ્વીકેન્દ્રી હતું. સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારા જેવા ભાસતા ગ્રહો પૃથ્વીની આસપાસ epicycles અને equant pointsથી રચાયેલી કલ્પનાત્મક યંત્રણાના આધારે ફરતા હતા. દરેક ગ્રહ એક આગવા નિરાળા વર્તુળનું કોચલું હતું. સૌથી બહારના ગ્રહથી પણ દૂર બધા તારા એક ઘૂમતા વર્તુળ ઉપર જડાયેલા હતા.

નાના ફેરફારો સિવાય ટોલેમીનું બ્રહ્માંડનું મોડેલ ૧૪૦૦ વર્ષ સુધી વ્યવહારિક રીતે તો કોઈપણ ફેરફાર વગર ટકી રહ્યું. આ સદીઓ દરમિયાન 'અલ્માજેસ્ટ'નું ભાષાંતર થયું અને તે આખી દુનિયામાં બાઈબલની જેમ વંચાતુ હતું.

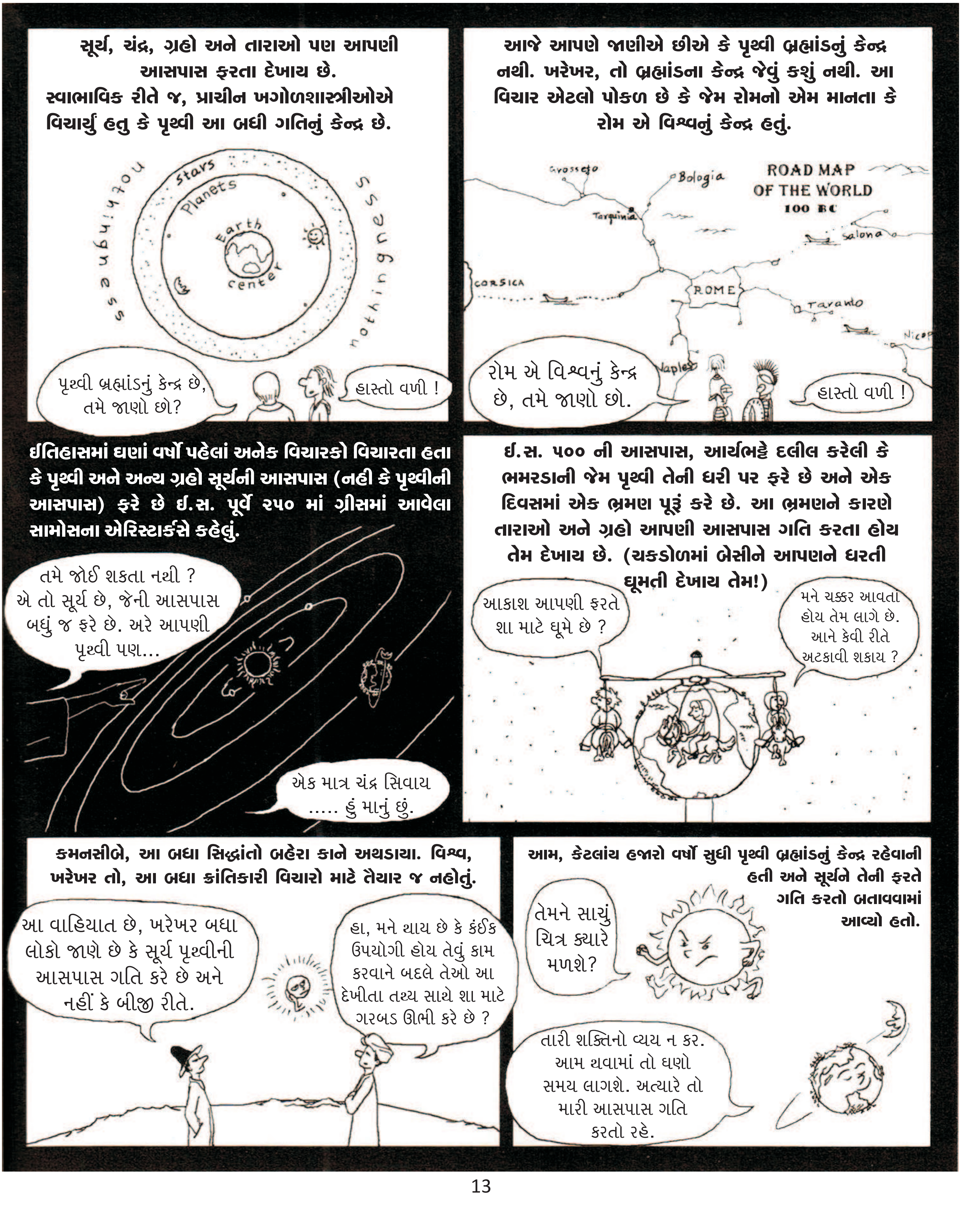
Schema huius przmiffæ diuiflonis sphaerarum.

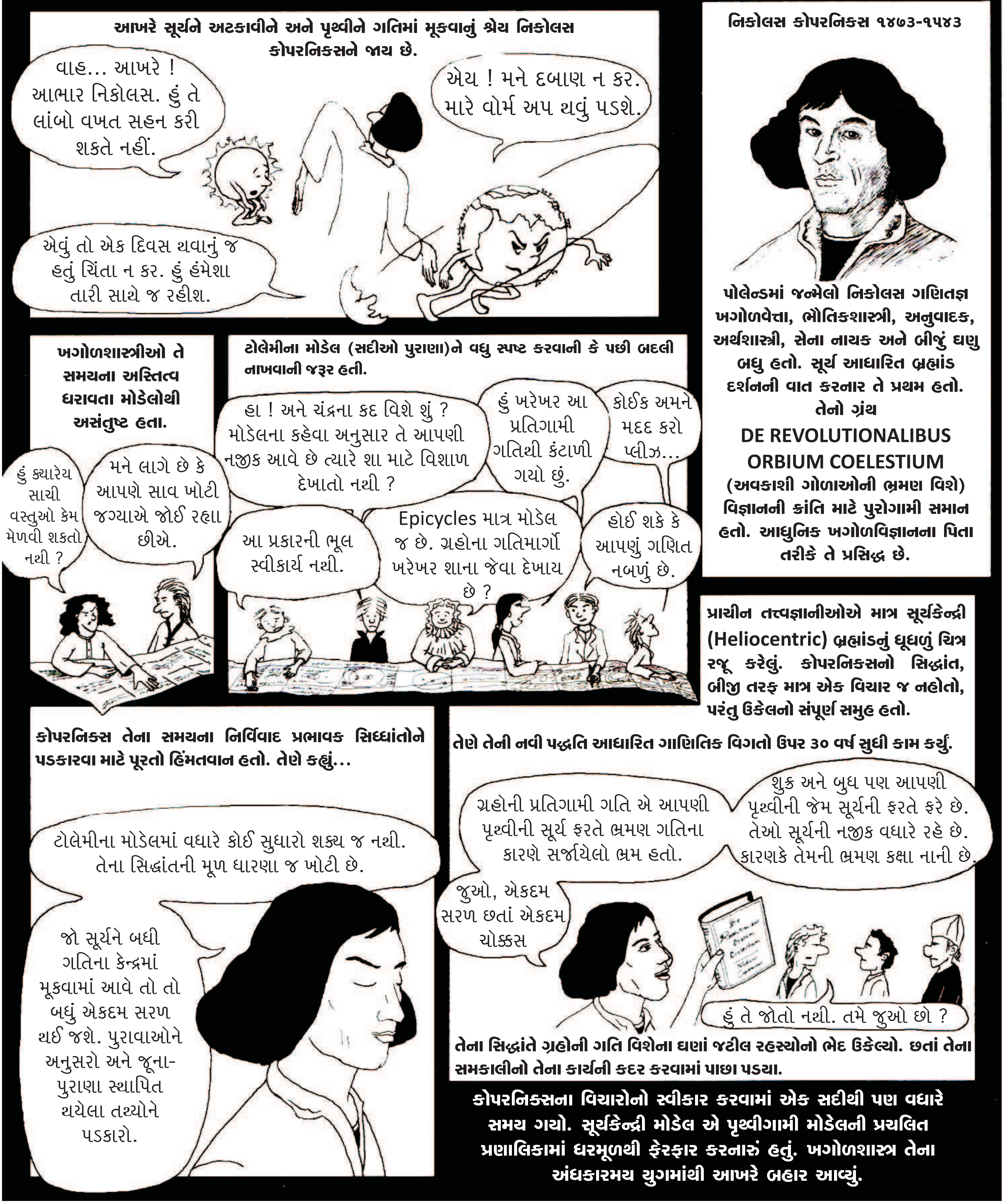
આપણા પ્રવર્તમાન જ્ઞાન પ્રમાણે તો ટોલેમીની બ્રહ્માંડ અંગેની સમજ સદંતર ભૂલભરેલી હતી. પરંતુ તેના સમય દરમિયાન (અને આવનારી સદીઓ સુધી) તેનો બ્રહ્માંડ અંગેનો ખ્યાલ 'ધર્મોપદેશ'ની જેમ પ્રચલિત હતો.

ટોલેમીના મોડેલને પડકારવા માટે ઘણા તેજસ્વી લોકોના સંયુક્ત પ્રયત્નોએ મોટો ભાગ ભજવ્યો. કોપરનિકસના હિંમતભર્યા દ્રષ્ટિકોણ, કેપ્લરની પરવલીય કક્ષાઓ અને ગેલિલિયોએ શોધેલા ટેલિસ્કોપે અંતે ટોલેમીના વિશ્વ પ્રચલિત બ્રહ્માંડના દ્રષ્ટિકોણને નિરર્થક ઠેરવ્યો અને ખગોળવિજ્ઞાનના અંધારયુગનો અંત આણ્યો.



ઇ.સ.પૂર્વે ૧૦૦૦ સુધીમાં તો ખગોળશાસ્ત્રીઓએ શોધી લીધું કે પૃથ્વી સપાટ થાળી જેવી નહીં, પરંતુ દડા જેવી ગોળ છે.
આર્યભટ્ટ, પ્રખ્યાત ભારતીય ખગોળશાસ્ત્રીએ (ઇ.સ.પૂર્વે ૫૦૦ વર્ષ) પૃથ્વી ખૂબ દૂરથી જોવાથી કેવી દેખાય તેનું સુંદર રૂપક આપ્યું.
જાણે કે કદમ્બ વૃક્ષના દડા જેવા ફળમાંથી ચારો તરફ બહાર નીકળી આવતા નાના નાના ફૂલો...
જેમકે આપણે ગોળાકાર પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ઊભા છીએ -
'નીચે તરફ' એટલે કે કેન્દ્ર તરફ અને 'ઉપર તરફ' એટલે કે કેન્દ્રથી વિરૂદ્ધ.
પરંતુ જો પૃથ્વી દડા જેવી હોય તો તે ચપટી શા માટે દેખાય છે?
તેના માટે પણ સારા એવા કારણો છે.
તૂટેલા માટલાનો એક નાનો ટૂકડો લો. તે ચપટો દેખાય છે પરંતુ ગોળાના ભાગ તરીકે તે હજુ વળાંકવાળો છે.
બની શકે કે મને દેખાતો વિશાળ વિસ્તાર પૃથ્વીનો એક નાનકડો ટુકડો હોય.
તો શા માટે કેટલાક લોકોએ એવું ઠસાવવા પ્રયત્ન કર્યો કે પૃથ્વી વિશાળ દડા જેવી છે? તેના પુરાવા હતા.... નક્કર પુરાવા.
જુઓ, સ્થિર એવો ઉત્તર ધ્રુવીય તારો નીચે સરકી ગયો છે.
આ તમારી દક્ષિણ તરફની પહેલી મુસાફરી હશે. અહીં
હું તમને કેટલાક એવા તારા બતાવીશ કે જે તમે અગાઉ કદી ન જોયા હોય.
પેલું જહાજ શા માટે અડધું ડૂબેલું દેખાય છે? શું તે ડૂબી રહ્યું છે?
શું તમને નથી ખબર ? કે દૂર જતા વહાણો ડૂબતા દેખાય છે અને નજીક આવતા વહાણો ઉપર આવતા.
કદાચ સમુદ્રની સપાટી ગોળ ઉપસેલી છે.
પરંતુ પૃથ્વી કેટલી મોટી હતી? ગ્રીક નિષ્ણાંત ઈરેટોસ્થેનેશે ઈ.સ. પુર્વે ૨૪૦ માં આ જોયું. હવે જો પૃથ્વી ગોળાકાર હોય તો સૂર્યપ્રકાશ જુદા જુદા સ્થળોએ જુદા જુદા ખૂણે પડવો જોઈએ. એતો જાણીતું હતું કે જુન ૨૧ ની મધ્યાહને, Syene (ઈજીપ્તની પાસે)માં કાટખૂણે રાખેલી લાકડીનો કોઈ પડછાયો પડતો ન હતો. પરંતુ એલેક્ઝાન્ડ્રીયા (Syene થી ૮૦૦ કિ.મી. દુર)માં એ જ દિવસે મધ્યાહને ઈરેટોસ્થેનેશે કાટખૂણે મૂકેલી બીજી લાકડીનો પડછાયો માપ્યો.
800 km
Alexandria
Syene
(no shadow)
આ માહિતીથી ઈરેટોસ્થેનેશે સરળતાથી પૃથ્વીનો પરિઘ ૪૦,૦૦૦ કિમી. હોવાનું ગણી કાઢ્યું.
કોણે કલ્પના કરી હશે? આપણે વસીએ છીએ તે પૃથ્વી...એક મોટો દડો... તેનો ઘેરાવો ૪૦,૦૦૦ કિ.મી.... અને જે આકાશ તરફ બધી બાજુઓથી ખુલ્લી હોય.


સૂર્ય, ચંદ્ર, ગ્રહો અને તારાઓ પણ આપણી આસપાસ ફરતા દેખાય છે.
સ્વાભાવિક રીતે જ, પ્રાચીન ખગોળશાસ્ત્રીઓએ વિચાર્યું હતુ કે પૃથ્વી આ બધી ગતિનું કેન્દ્ર છે.
nothingness
Stars
Planets
Earth
center
nothingness
પૃથ્વી બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર છે, તમે જાણો છો?
હાસ્તો વળી !
આજે આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વી બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર નથી. ખરેખર, તો બ્રહ્માંડના કેન્દ્ર જેવું કશું નથી. આ વિચાર એટલો પોકળ છે કે જેમ રોમનો એમ માનતા કે રોમ એ વિશ્વનું કેન્દ્ર હતું.
Grosseto
Bologia
Tarquinia
ROAD MAP OF THE WORLD 100 BC
Salona
CORSICA
ROME
Taranto
Naples
રોમ એ વિશ્વનું કેન્દ્ર છે, તમે જાણો છો.
હાસ્તો વળી !
ઈતિહાસમાં ઘણાં વર્ષો પહેલાં અનેક વિચારકો વિચારતા હતા કે પૃથ્વી અને અન્ય ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ (નહી કે પૃથ્વીની આસપાસ) ફરે છે ઈ.સ. પૂર્વે ૨૫૦ માં ગ્રીસમાં આવેલા સામોસના એરિસ્ટાર્કસે કહેલું.
તમે જોઈ શકતા નથી ? એ તો સૂર્ય છે, જેની આસપાસ બધું જ ફરે છે. અરે આપણી પૃથ્વી પણ...
એક માત્ર ચંદ્ર સિવાય ..... હું માનું છું.
ઈ.સ. ૫૦૦ ની આસપાસ, આર્યભટ્ટે દલીલ કરેલી કે ભમરડાની જેમ પૃથ્વી તેની ધરી પર ફરે છે અને એક દિવસમાં એક ભ્રમણ પૂરૂં કરે છે. આ ભ્રમણને કારણે તારાઓ અને ગ્રહો આપણી આસપાસ ગતિ કરતા હોય તેમ દેખાય છે. (ચકડોળમાં બેસીને આપણને ધરતી ઘૂમતી દેખાય તેમ!)
આકાશ આપણી ફરતે શા માટે ઘૂમે છે ?
મને ચક્કર આવતા હોય તેમ લાગે છે. આને કેવી રીતે અટકાવી શકાય ?
કમનસીબે, આ બધા સિદ્ધાંતો બહેરા કાને અથડાયા. વિશ્વ, ખરેખર તો, આ બધા ક્રાંતિકારી વિચારો માટે તૈયાર જ નહોતું.
આ વાહિયાત છે, ખરેખર બધા લોકો જાણે છે કે સૂર્ય પૃથ્વીની આસપાસ ગતિ કરે છે અને નહીં કે બીજી રીતે.
હા, મને થાય છે કે કંઈક ઉપયોગી હોય તેવું કામ કરવાને બદલે તેઓ આ દેખીતા તથ્ય સાથે શા માટે ગરબડ ઊભી કરે છે ?
આમ, કેટલાંય હજારો વર્ષો સુધી પૃથ્વી બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર રહેવાની હતી અને સૂર્યને તેની ફરતે ગતિ કરતો બતાવવામાં આવ્યો હતો.
તેમને સાચું ચિત્ર ક્યારે મળશે?
તારી શક્તિનો વ્યય ન કર. આમ થવામાં તો ઘણો સમય લાગશે. અત્યારે તો મારી આસપાસ ગતિ કરતો રહે.

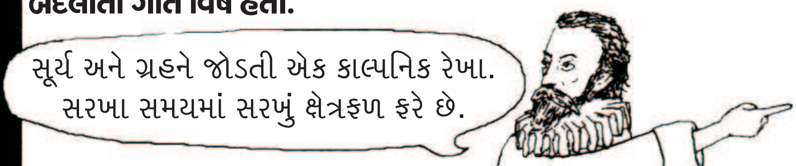

આખરે સૂર્યને અટકાવીને અને પૃથ્વીને ગતિમાં મૂકવાનું શ્રેય નિકોલસ કોપરનિકસને જાય છે.
વાહ... આખરે ! આભાર નિકોલસ. હું તે લાંબો વખત સહન કરી શકતે નહીં.
એય ! મને દબાણ ન કર. મારે વોર્મ અપ થવું પડશે.
એવું તો એક દિવસ થવાનું જ હતું ચિંતા ન કર. હું હંમેશા તારી સાથે જ રહીશ.
નિકોલસ કોપરનિકસ ૧૪૭૩-૧૫૪૩
પોલેન્ડમાં જન્મેલો નિકોલસ ગણિતજ્ઞ ખગોળવેત્તા, ભૌતિકશાસ્ત્રી, અનુવાદક, અર્થશાસ્ત્રી, સેના નાયક અને બીજું ઘણુ બધુ હતો. સૂર્ય આધારિત બ્રહ્માંડ દર્શનની વાત કરનાર તે પ્રથમ હતો. તેનો ગ્રંથ DE REVOLUTIONALIBUS ORBIUM COELESTIUM (અવકાશી ગોળાઓની ભ્રમણ વિશે) વિજ્ઞાનની ક્રાંતિ માટે પુરોગામી સમાન હતો. આધુનિક ખગોળવિજ્ઞાનના પિતા તરીકે તે પ્રસિદ્ધ છે.
ખગોળશાસ્ત્રીઓ તે સમયના અસ્તિત્વ ધરાવતા મોડેલોથી અસંતુષ્ટ હતા.
હું ક્યારેય સાચી વસ્તુઓ કેમ મેળવી શકતો નથી ?
મને લાગે છે કે આપણે સાવ ખોટી જગ્યાએ જોઈ રહ્યા છીએ.
ટોલેમીના મોડેલ (સદીઓ પુરાણા)ને વધુ સ્પષ્ટ કરવાની કે પછી બદલી નાખવાની જરૂર હતી.
હા ! અને ચંદ્રના કદ વિશે શું ? મોડેલના કહેવા અનુસાર તે આપણી નજીક આવે છે ત્યારે શા માટે વિશાળ દેખાતો નથી ?
હું ખરેખર આ પ્રતિગામી ગતિથી કંટાળી ગયો છું.
કોઈક અમને મદદ કરો પ્લીઝ...
આ પ્રકારની ભૂલ સ્વીકાર્ય નથી.
Epicycles માત્ર મોડેલ જ છે. ગ્રહોના ગતિમાર્ગો ખરેખર શાના જેવા દેખાય છે ?
હોઈ શકે કે આપણું ગણિત નબળું છે.
પ્રાચીન તત્ત્વજ્ઞાનીઓએ માત્ર સૂર્યકેન્દ્રી (Heliocentric) બ્રહ્માંડનું ધૂંધળું ચિત્ર રજૂ કરેલું. કોપરનિકસનો સિદ્ધાંત, બીજી તરફ માત્ર એક વિચાર જ નહોતો, પરંતુ ઉકેલનો સંપૂર્ણ સમુહ હતો.
કોપરનિક્સ તેના સમયના નિર્વિવાદ પ્રભાવક સિધ્ધાંતોને પડકારવા માટે પૂરતો હિંમતવાન હતો. તેણે કહ્યું...
ટોલેમીના મોડેલમાં વધારે કોઈ સુધારો શક્ય જ નથી. તેના સિદ્ધાંતની મૂળ ધારણા જ ખોટી છે.
જો સૂર્યને બધી ગતિના કેન્દ્રમાં મૂકવામાં આવે તો તો બધું એકદમ સરળ થઈ જશે. પુરાવાઓને અનુસરો અને જૂના-પુરાણા સ્થાપિત થયેલા તથ્યોને પડકારો.
તેણે તેની નવી પદ્ધતિ આધારિત ગાણિતિક વિગતો ઉપર ૩૦ વર્ષ સુધી કામ કર્યું.
ગ્રહોની પ્રતિગામી ગતિ એ આપણી પૃથ્વીની સૂર્ય ફરતે ભ્રમણ ગતિના કારણે સર્જાયેલો ભ્રમ હતો.
શુક્ર અને બુધ પણ આપણી પૃથ્વીની જેમ સૂર્યની ફરતે ફરે છે. તેઓ સૂર્યની નજીક વધારે રહે છે. કારણકે તેમની ભ્રમણ કક્ષા નાની છે.
જુઓ, એકદમ સરળ છતાં એકદમ ચોક્કસ
હું તે જોતો નથી. તમે જુઓ છો ?
તેના સિદ્ધાંતે ગ્રહોની ગતિ વિશેના ઘણાં જટીલ રહસ્યોનો ભેદ ઉકેલ્યો. છતાં તેના સમકાલીનો તેના કાર્યની કદર કરવામાં પાછા પડયા.
કોપરનિક્સના વિચારોનો સ્વીકાર કરવામાં એક સદીથી પણ વધારે સમય ગયો. સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ એ પૃથ્વીગામી મોડેલની પ્રચલિત પ્રણાલિકામાં ધરમૂળથી ફેરફાર કરનારું હતું. ખગોળશાસ્ત્ર તેના અંધકારમય યુગમાંથી આખરે બહાર આવ્યું.

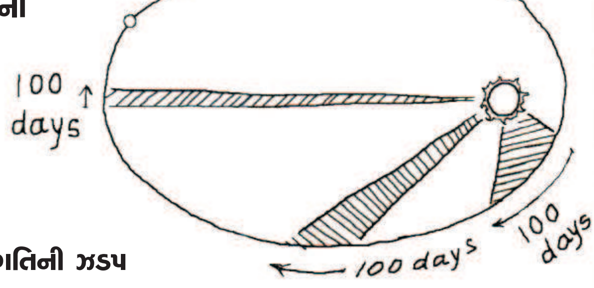
કમનસીબે, કોપરનિક્સનું સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ, ટોલેમીના પૃથ્વીકેન્દ્રી મોડેલને સુધારનાર સાબિત ન થયું.
આટલો સુંદર સિદ્ધાંત છતાંય..
કારણો દ્વિમુખી હતાં. પહેલું તો કોપરનિક્સે ભ્રમણકક્ષાની વિસ્તૃત પ્રકૃતિને ઓળખી નહીં.
તેના બદલે તેણે Epicycle ના જટિલ બંધારણ પર કાર્ય કર્યું.
બીજું, તેણે ભૂલભરેલા અવલોકનો પર કાર્ય કર્યું.
કોણ કહે કે આ સરળતાથી સમજાય તેવું ?
મને તો કંઈ સમજાતું નથી. આવા આમૂલ વિચારો. છતાં આવી ઢીલી ઢીલી વિગતો.
અનુમાનો સાથે સંબંધિત વ્યવહારિક પ્રશ્નો, એ એક માત્ર મુદ્દા નહોતા. વૈચારિક મુદ્દા પણ એમાં હતા.
જો આપણે બધાં સૂર્ય ફરતે આવી પ્રચંડ ગતિથી ફરતાં હોઈએ તો તેનો જરાક પણ અનુભવ મને કેમ નથી થતો ?
ઓહ ! સૂર્ય તરફ આવડી વિશાળ દડા જેવી પૃથ્વીને કોણ ધકેલે છે ?
મને કહે... પૃથ્વી એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ જતી હોય તો આપણને શું અવકાશી પેટર્નમાં કંઈક પેરેલેક્સ ન દેખાય ?
પેરેલેક્સ એ વળી શું ?
★ પેરેલેક્સની ચર્ચા માટે પાના નંબર ૩૨ જુઓ.
આવા મૂળભૂત પ્રશ્નોના ઉત્તર ખૂબ મોડા મળ્યા. તેણે સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંત વિષેના સંદેહોને તો નાબૂદ કર્યા જ, સાથે સાથે બ્રહ્માંડની કાર્યપદ્ધતિ વિષે વિશદ સમજ પૂરી પાડી.
પણ હાલ તો, તેણે કોપરનિક્સના ચિત્રમાં અડચણ ઊભી કરી આપી.
બધાં જ લોકો કોપરનિક્સના કાર્ય વિશે સંદેહ નહોતા કરતા. ખરેખર તો તેનું એક વિશાળ પ્રશંસક જૂથ હતું.
તમારે તમારો સિદ્ધાંત ચોક્કસ પ્રકાશિત કરવો જોઈએ. વિશ્વને એની જરૂર છે.
ખબર નથી. મારે હજી ઘણી વિગતો ઉપર અભ્યાસ કરવાની જરૂર છે. વધુમાં ....
કોપરનિક્સને મુખ્ય ડર હતો.... ચર્ચ.
કોપરનિક્સ જાણતો હતો. જો ચર્ચમાં તેના વિચારો ફગાવી દેવામાં આવશે તો માત્ર કોઈક સારા સંત જ તેમને બચાવી શકશે. તે સાચે જ ચર્ચને નારાજ કરવા નહોતો ઈચ્છતો. તેનો સહયોગી - ખરેખર એક ચબરાક છોકરો - સાચવીને ચાલ્યો અને છતાં પુસ્તકનું પ્રકાશન કર્યું.
De Revolutionibus Orbium Coelestium
1543
dedicated to HOLY FATHER POPE PAUL III
કમનસીબે, તે પુસ્તક નિષ્ફળ નીવડયું અને તેને મળવી જોઈતી લોકપ્રિયતા મળી નહીં. કોપરનિક્સનો સિદ્ધાંત સદી સુધી એમ જ પડી રહ્યો. પરંતુ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને પૂરેપુરો અવગણી શકાય તેવું ન હતું. એમાં નવાઈ નહોતી કે, ખગોળશાસ્ત્રીઓ વર્ષો જુના પૃથ્વીકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને ટકાવી રાખવા ખૂબ સંઘર્ષ કરતા રહ્યા.
કોપરનિક્સની વાતમાં દમ છે. આપણે કંઈક કરવું જોઈએ.
હા, નહીં તો આપણે આપણી નક્કર જમીન (*terra firma) કાયમ માટે ગુમાવી દઈશું.
*Solide earth in Latin

કોપરનિકસે દર્શાવેલ પરિસ્થિતિને મોટો આંચકો આપનાર હતો, એક ડેનિશ ખગોળશાસ્ત્રી 'ટાયકો બ્રાહે'. એણે કહ્યું ....
સાચે જ. બધા ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ગતિ કરે છે, માત્ર પૃથ્વી અને ચંદ્ર સિવાય. ખરેખર તો સૂર્ય, તેના કેટલાક ઉપગ્રહો સહિત સ્થિર પૃથ્વીની આસપાસ ગતિ કરે છે (અને તે જ ખરેખર તો બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર છે.)
ટાઈકો બ્રાહે (૧૫૭૧- ૧૬૩૦)
કોપરનિકસના દર્શન ઉપર, ટાઈકોનું આક્રમણ, કંઈક અંશે સંપૂર્ણ હતું. તેણે કોપરનિકસના સિદ્ધાંતમાંની બધી જ સંકલ્પનાઓ રહેવા દીધી અને છતાં પુનઃ પૃથ્વીને બ્રહ્માંડના કેન્દ્રમાં પ્રસ્થાપિત કરી. ખરેખર તો ટાઈકોનું દર્શન ગ્રહોની સાપેક્ષ ગતિના સંદર્ભમાં તો કોપરનિકસને મળતું જ આવતું હતું અને સાપેક્ષ ગતિઓ જ અવલોકી શકાતી હતી.
ટાઈકોએ ખરેખર તો યામ પદ્ધતિ (Coordinate system)ને બદલી. તેણે કોપરનિકસે દર્શાવેલ ગ્રહોની ગતિમાં પૃથ્વીને કેન્દ્રમાં દર્શાવીને એ ગતિને સમજાવવાનો પ્રયત્ન કર્યો. યામ પદ્ધતિમાં ફેરફાર કરવાથી અન્ય કોઈ સાપેક્ષ ગતિને અસર થતી નથી.
આમ, ટાઈકોએ એકબાજુ કોપરનિકસના સિદ્ધાંતને બાજુમાં મુકી દીધો અને બીજી બાજુ તે સિદ્ધાંતને પૂરેપૂરા પોતાના નામે જોડી દીધા.
ડેન્માર્કમાં જન્મ. યુરેનીબોર્ગ ઓબ્ઝર્વેટરી (Heavenly Castle) નામે પ્રથમ સંશોધન કેન્દ્ર સ્થાપ્યું. સચોટ અવલોકનો પ્રત્યે તે હંમેશા તીવ્ર લાગણી ધરાવતો હતો.
તે સૂર્યને કેન્દ્ર તરીકે નિહાળવામાં નિષ્ફળ નીવડયો. પરંતુ ખગોળશાસ્ત્રમાં તેનો ફાળો પોતાની રીતે આપવામાં ખૂબ મહત્વનો રહ્યો. નિરીક્ષણોની ચોકસાઈને પુરું મહત્ત્વ આપવામાં તેનું સ્થાન પ્રથમ કહેવાય.
જો તમારાં નિરીક્ષણો ભૂલભરેલા હોય તો તમારા સિદ્ધાંતો પણ ખોટા રચાય. કોપરનિકસને જ જુઓ.
ટાયકોને તે સમયે અસ્તિત્વ ધરાવતા પ્રાપ્તાંકો (ડેટા) પર ભરોસો નહોતો.
હું મારા રચેલા સિદ્ધાંતોની સંપૂર્ણ જવાબદારી લેવામાં માનું છું.
તેના જીવનનો મોટા ભાગનો સમય ચોક્કસ અને નિશ્ચિત અવલોકનો કરવામાં અને ચોક્કસાઈ ધરાવતાં સાધનો બનાવવામાં ગયો.
ટાયકોએ એકાદ દાયકા સુધી સહાયકોના જૂથ સાથે કામ કર્યું. તેણે એકત્ર કરેલ ડેટા ભવિષ્યના ખગોળશાસ્ત્રીઓ માટે માહિતીના આધારભૂત સ્રોત તરીકે ઉપયોગી થયા.
મને સ્પષ્ટતા કરવા દો... આ ડેટા ટાયકોએ આપેલા છે. જો તમારું મોડેલ કંઈક જુદુ બતાવતું હોય, તો તમારા મોડેલમાં દોષ વિચારો, ડેટાને નહીં.
પાછળથી ટાયકોએ યુવાન કેપ્લરને તેના સહાયક તરીકે કાર્ય કરવાનું નિમંત્રણ આપ્યું. આ વ્યવસ્થાએ ખગોળશાસ્ત્રના ભવિષ્ય ઉપર ખૂબ ઊંડી અસર ઊભી કરી.
કેપ્લરને, ટાયકોના ડેટા ગ્રહોની ગતિના પોતાના નિયમો સમજાવવામાં અત્યંત ઉપયોગી થયાં. કેપ્લરે સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને હંમેશ માટે સ્થાપિત કરવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવી.

ટાયકોના અનુગામી કેપ્લરે વિચાર્યું કે માત્ર ગતિને જ પ્રતિમાનબદ્ધ (Modeling) કરવી પૂરતું નથી.
માત્ર ગ્રહોની ગતિનું જ વર્ણન કરવાથી મને સંતોષ થતો નથી.
જોહન્સ, તું બીજું શું કરવા ઈચ્છે છે ?
હું ગ્રહો આ જ રીતે ગતિ શા માટે કરે છે તે જાણવા ઉત્સુક છું. કયું બળ તેમના માર્ગે ટકાવી રાખે છે?
શું તેઓ ઈશ્વરીય ઈચ્છાથી ગતિ કરતાં નથી?
શું તેનું કહેવું એમ છે કે ગ્રહોની ગતિ એ ભૌતિક વિજ્ઞાનની બાબત છે અને ફક્ત ભૂમિતિની નહીં ?
કમનસીબે કેપ્લરના ભૌતિકવિજ્ઞાન આધારિત ગ્રહોની ગતિના વિચારો ધૂંધળા અને અસ્પષ્ટ રહ્યા. આપણા પ્રવર્તમાન આધારભૂત જ્ઞાનના પ્રકાશમાં તે ભૂલભરેલા જ હતા.
સૂર્ય ચુંબકીય બળ ફેલાવે છે અને તે ગ્રહોને ગતિમાં રાખે છે. તેની ગેરહાજરીમાં ગ્રહો તત્કાળ થંભી જશે.
કેટલું રસપ્રદ !
અને કેવું ચમત્કારિક !!
પરંતુ ગ્રહોની ગતિ વિશેનું કેપ્લરનું મોડેલ અસાધારણ હતું. ૧૭ મી સદીના આરંભમાં કેપ્લરે વિશ્વ સમક્ષ ત્રણ નિયમો રજૂ કર્યા.
તે નિયમો અત્યારે કેપ્લરના નિયમો તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. પછીના દાયકાઓમાં ઉભરેલા સિદ્ધાંતોમાં બ્રહ્માંડને એક સફળ ભૌતિક સિદ્ધાંત તરીકે રજુ કરવામાં આ નિયમોએ પાયાની ભૂમિકા ભજવી.
જહોન્સ કેપ્લર ૧૫૭૧ - ૧૬૩૦
જર્મનીમાં જન્મ - ગણિતજ્ઞ, ખગોળશાસ્ત્રી અને જ્યોતિષવિદ્; વિશ્વ તેને બ્રહ્માંડમાં ગ્રહોની ગતિના ત્રણ નિયમો માટે યાદ કરે છે. તેણે ખગોળશાસ્ત્રને અવકાશીય ભૌતિક વિજ્ઞાન તરીકે ઓળખાવ્યું અને કોપરનિકસના વિશ્વ વિષેના દષ્ટિકોણને પ્રચલિત કરવામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો.
તેણે એપીસાઈકલના જટિલ વર્તુળોની રચનાને માત્ર એક લંબગોળ (ઉપવલય)માં ફેરવીને ગ્રહોની ગતિને સમજાવી. એ એક પ્રતિભાશાળી વ્યક્તિનું ચિન્હ જ કહેવાય.
કોઈ એપીસાયકલ નહીં, કોઈ સમકક્ષ બિંદુ (equants) નહીં,... કેપ્લર ખરેખર જીનિયસ છે !
ખરું જ. છે તો એકદમ સરળ છતાં એકદમ ચોક્કસ !
કેપ્લરનું ભ્રમણકક્ષાનું મોડેલ સંપૂર્ણતઃ સરળ અને સંપુર્ણપણે ચોક્કસ હતું. ઉપવલયી ભ્રમણકક્ષા કેપ્લરના પ્રથમ નિયમ તરીકે પ્રસિદ્ધ થઈ.
રસપ્રદ તો એ બન્યું કે ટાયકોના સહજ પ્રાપ્ત ડેટાએ કેપ્લરની સિદ્ધિમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો. આ ડેટાની ચોકસાઈને કારણે કેપ્લરે એપીસાઈકલ આધારિત મોડેલની ક્ષતિ સ્વીકારી. તેથી તેણે નવા વિકલ્પો શોધ્યા (અને ઉપલવયને પસંદ કર્યો)
હું સોગંદપૂર્વક કહી શકું કે હવે બીજી કોઈ શક્યતા જ નથી !
નરી આંખે કરેલા નિરીક્ષણોમાં ટાયકોના ડેટા સર્વશ્રેષ્ઠ હતા. પરંતુ પછીના દાયકાઓમાં ટેલીસ્કોપથી કરવામાં આવેલ નિરીક્ષણોની સરખામણીમાં તો તે નગણ્ય જ કહેવાય.
જો કેપ્લરને ટેલીસ્કોપીય ડેટા મળ્યો હોત, તો તેને ખ્યાલ આવત કે ગ્રહોની કક્ષા સંપૂર્ણ ઉપવલયી પણ નથી. ટાયકોના ડેટા તેને એક નિશ્ચિત તારણ પર પહોંચવા માટે યથાર્થ હતા.

કેપ્લરનો પ્રથમ નિયમ ગ્રહના ગતિમાર્ગ વિષે હતો, જ્યારે બીજો નિયમ તેની બદલાતી ગતિ વિષે હતો.

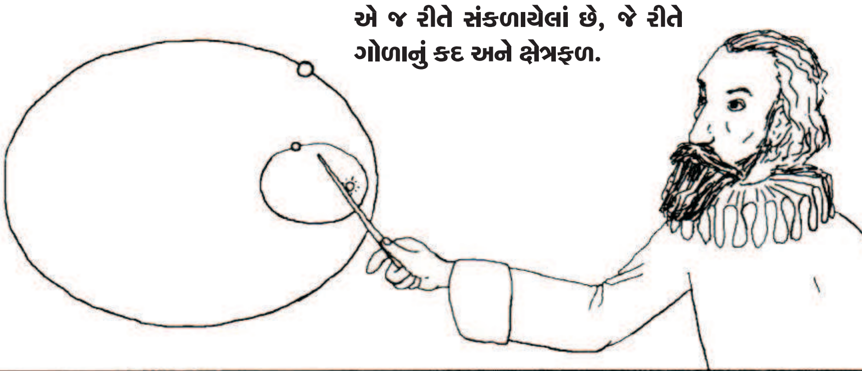




આ નિયમ અનુસાર, જો તમે એક નિશ્ચિત બિંદુએ ગ્રહની તેની કક્ષામાં ગતિની ઝડપ જાણતા હો, તો તમે બીજા બધા બિંદુ પર તેની ઝડપ સરળતાથી મેળવી શકો.

તેના પ્રથમ બે નિયમો તો પ્રભાવી હતા જ પરંતુ ખરેખર તો એ ત્રીજો નિયમ હતો કે જેણે બાજી મારી. ગ્રહના ભ્રમણના સમય અને ભમ્રણની કક્ષાના કદ વચ્ચે ત્રીજા નિયમે એકદમ સરળ સંબંધ દર્શાવ્યો.

ગ્રહના ભ્રમણ સમય T અને કદ S એ જ રીતે સંકળાયેલાં છે, જે રીતે ગોળાનું કદ અને ક્ષેત્રફળ.



ગણિતિક રીતે,
T^2/S^3 = અચળ.

ઉદાહરણ તરીકે જો કોઈ ગ્રહની કક્ષા અન્ય ગ્રહની કક્ષા કરતાં ૪ ગણી વિશાળ હોય તો તેને ભ્રમણ પૂરું કરવામાં ૮ ગણો સમય થાય.

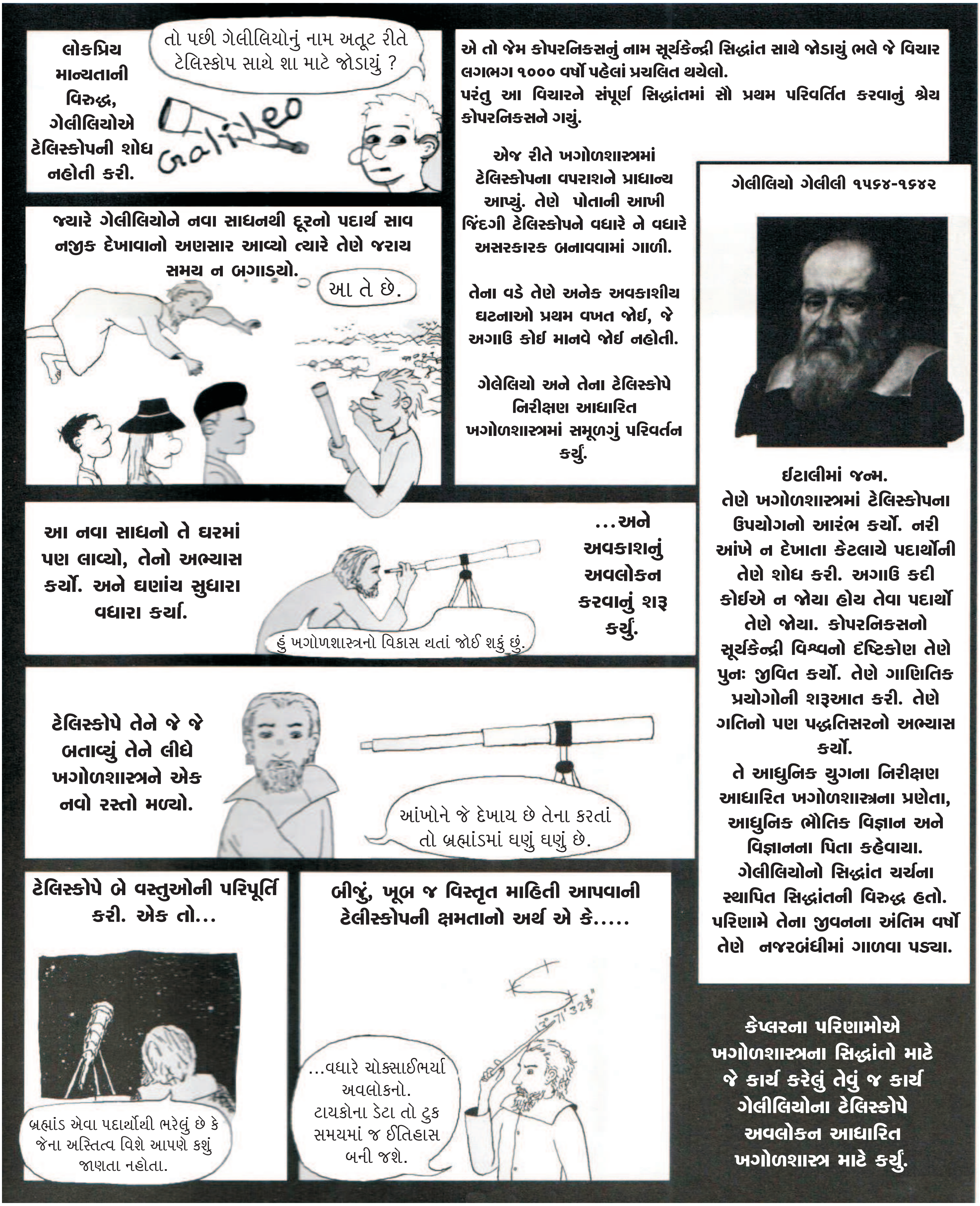
કેપ્લરના ઉપવલયી મોડેલ અને પ્રાપ્ત ડેટા વચ્ચે સંપૂર્ણ સામ્ય હતું. ટોલેમીએ અવકાશીય ખોજનો આરંભ કર્યો હતો. છેવટે કેપ્લર એક નિર્ણય પર પહોંચ્યો. કેપ્લરના સિદ્ધાંતે એક યાત્રાનો અંત અને બીજી યાત્રાનો આરંભ કર્યો.

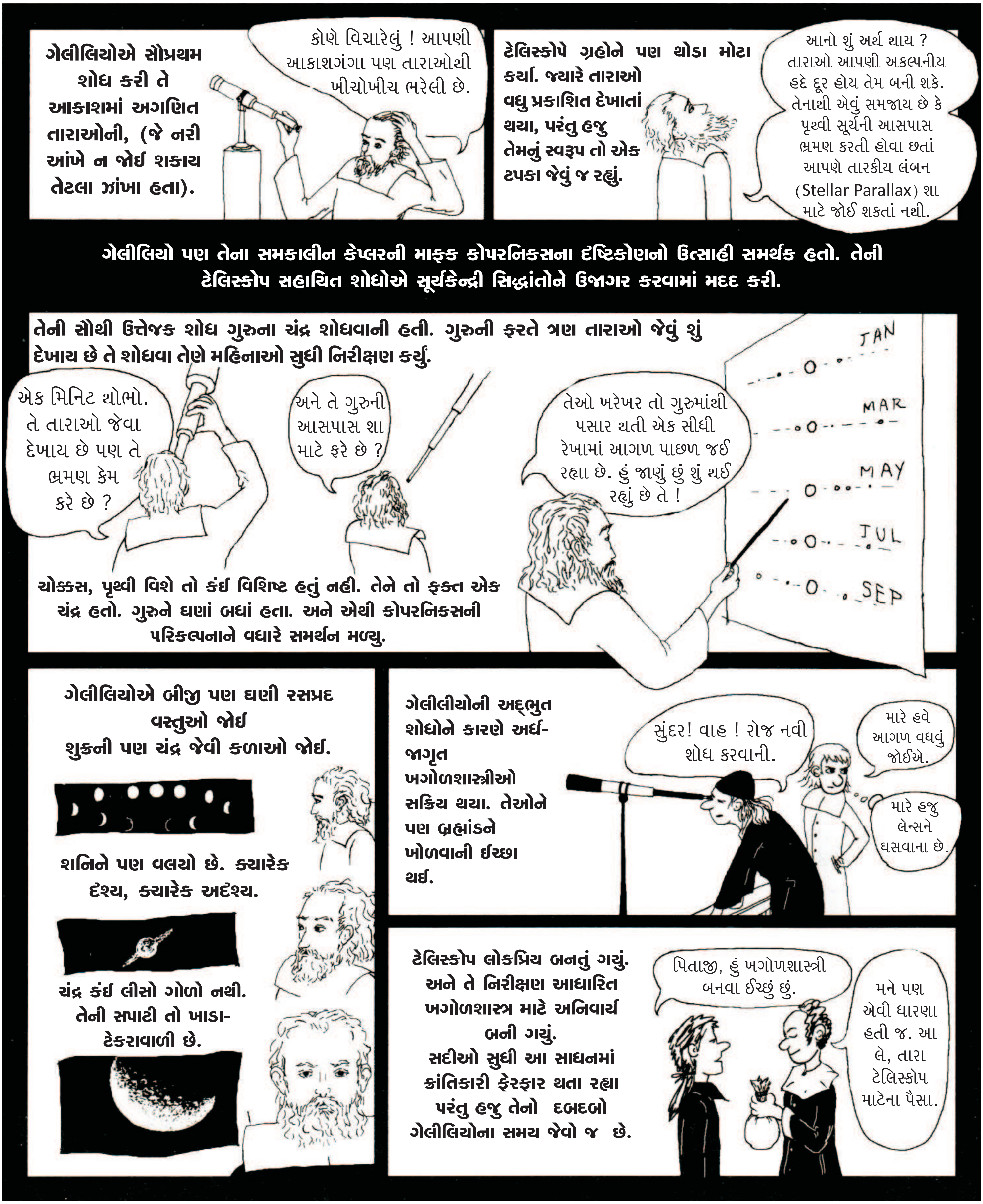
કેપ્લરના નિયમો વિશે ધ્યાન ખેંચનારી બાબત એ હતી કે તે બધા ગ્રહોને એકસરખી રીતે લાગુ પાડી શકાતા હતા (અલબત્ત, ચંદ્ર સિવાય). આ નિયમોમાં કશુંક મૂળભૂત હતું. કેપ્લરના નિયમો માત્ર ગ્રહોની ગતિનું જ વર્ણન નહોતા કરતા પરંતુ આ નિયમો તો ગ્રહોની ગતિનું હાર્દ રજૂ કરતાં હતાં. કેપ્લરના નિયમોનો ઊંડો અભ્યાસ, શું બ્રહ્માંડની યંત્રણા ઉપર ચોક્કસ પ્રકાશ પાડનારી બની શકે ?

ખરેખર, બરાબર આમ જ થયું. કેપ્લરના નિયમો, ગેલીલિયોનું ટેલિસ્કોપ અને ન્યુટનના ગાણિતિક સમીકરણોએ સાથે મળીને અવકાશીય ભૌતિક વિજ્ઞાનનો નવો યુગ શરૂ કર્યો.

ખગોળશાસ્ત્રના ઈતિહાસમાં ૧૭મી સદી કદાચ સહુથી વિશેષ ઉત્તેજક અને ઉત્સાહપ્રેરક બની રહી.

બહુ શરૂઆતથી જ કેપ્લર કોપરનીકસના વિચારોનો જબરદસ્ત પક્ષકાર હતો. પરંતુ તેની ઉપવલયી કક્ષાએ સૂર્યકેન્દ્રી ખ્યાલને સજીવન કરવામાં કંઈ ફાળો ન આપ્યો. ટાયકોએ જેવું કોપરનીકસના સિદ્ધાંતો વિષે કર્યું તેવું કેપ્લરના સિદ્ધાંતો વિષે પણ થઈ શકે. સૂર્ય (તેના ગ્રહ-સમૂહ સાથે) પૃથ્વી ફરતે ફરે છે, તે તો ઉપવલયી કક્ષાઓના ખગોળશાસ્ત્ર સાથે પણ ગોઠવાતું હતું. સદ્ભાગ્યે, ચંદ્ર કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ પ્રમાણે ચાલતો ન હતો. કેપ્લરે એવી સમજૂતી આપી કે ચંદ્ર અન્ય ગ્રહોની માફક સૂર્યની આસપાસ નથી ફરતો અને તેથી ગ્રહો જેવું વર્તન નથી કરતો. પરંતુ જો ટાઈકોનું ચિત્ર સાચું હોય તો, સૂર્ય (જે પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે) તે ચંદ્રથી જુદું અને તેની આસપાસ ફરતા ગ્રહો જેવું વર્તન શા માટે કરે છે? આ કેપ્લર માટે મજબૂત મુદ્દો બનતો હતો. પરંતુ ગેલીલિયોના અથાક પ્રયત્નો અને ત્યાર બાદ ન્યુટનના ભૌતિકશાસ્ત્રનાં સિધ્ધાંતોના આવિર્ભાવથી પૃથ્વીકેન્દ્રી સિદ્ધાંતો હંમેશ માટે સ્થપાઈ ગયા. આ બધાં છતાં, કેપ્લરનું ઉપવલયી ખગોળશાસ્ત્ર જ ખરા ખગોળશાસ્ત્ર તરીકે માન્ય થયું અને તેણે ભૂતકાળના બીજા બધા જ સિદ્ધાંતો પર પડદો પાડી દીધો.


લોકપ્રિય માન્યતાની વિરુદ્ધ, ગેલીલિયોએ ટેલિસ્કોપની શોધ નહોતી કરી.
તો પછી ગેલીલિયોનું નામ અતૂટ રીતે ટેલિસ્કોપ સાથે શા માટે જોડાયું ?
Galileo
એ તો જેમ કોપરનિકસનું નામ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંત સાથે જોડાયું ભલે જે વિચાર લગભગ ૧૦૦૦ વર્ષો પહેલાં પ્રચલિત થયેલો.
પરંતુ આ વિચારને સંપૂર્ણ સિદ્ધાંતમાં સૌ પ્રથમ પરિવર્તિત કરવાનું શ્રેય કોપરનિકસને ગયું.
જ્યારે ગેલીલિયોને નવા સાધનથી દૂરનો પદાર્થ સાવ નજીક દેખાવાનો અણસાર આવ્યો ત્યારે તેણે જરાય સમય ન બગાડ્યો.
આ તે છે.
એજ રીતે ખગોળશાસ્ત્રમાં ટેલિસ્કોપના વપરાશને પ્રાધાન્ય આપ્યું. તેણે પોતાની આખી જિંદગી ટેલિસ્કોપને વધારે ને વધારે અસરકારક બનાવવામાં ગાળી.
તેના વડે તેણે અનેક અવકાશીય ઘટનાઓ પ્રથમ વખત જોઈ, જે અગાઉ કોઈ માનવે જોઈ નહોતી.
ગેલેલિયો અને તેના ટેલિસ્કોપે નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્રમાં સમૂળગું પરિવર્તન કર્યું.
ગેલીલિયો ગેલીલી ૧૫૬૪-૧૬૪૨
ઈટાલીમાં જન્મ.
તેણે ખગોળશાસ્ત્રમાં ટેલિસ્કોપના ઉપયોગનો આરંભ કર્યો. નરી આંખે ન દેખાતા કેટલાયે પદાર્થોની તેણે શોધ કરી. અગાઉ કદી કોઈએ ન જોયા હોય તેવા પદાર્થો તેણે જોયા. કોપરનિકસનો સૂર્યકેન્દ્રી વિશ્વનો દૃષ્ટિકોણ તેણે પુનઃ જીવિત કર્યો. તેણે ગાણિતિક પ્રયોગોની શરૂઆત કરી. તેણે ગતિનો પણ પદ્ધતિસરનો અભ્યાસ કર્યો.
તે આધુનિક યુગના નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્રના પ્રણેતા, આધુનિક ભૌતિક વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનના પિતા કહેવાયા.
ગેલીલિયોનો સિદ્ધાંત ચર્ચના સ્થાપિત સિદ્ધાંતની વિરુદ્ધ હતો. પરિણામે તેના જીવનના અંતિમ વર્ષો તેણે નજરબંધીમાં ગાળવા પડ્યા.
આ નવા સાધનો તે ઘરમાં પણ લાવ્યો, તેનો અભ્યાસ કર્યો. અને ઘણાંય સુધારા વધારા કર્યા.
હું ખગોળશાસ્ત્રનો વિકાસ થતાં જોઈ શકું છું.
...અને અવકાશનું અવલોકન કરવાનું શરૂ કર્યું.
ટેલિસ્કોપે તેને જે જે બતાવ્યું તેને લીધે ખગોળશાસ્ત્રને એક નવો રસ્તો મળ્યો.
આંખોને જે દેખાય છે તેના કરતાં તો બ્રહ્માંડમાં ઘણું ઘણું છે.
ટેલિસ્કોપે બે વસ્તુઓની પરિપૂર્તિ કરી. એક તો...
બ્રહ્માંડ એવા પદાર્થોથી ભરેલું છે કે જેના અસ્તિત્વ વિશે આપણે કશું જાણતા નહોતા.
બીજું, ખૂબ જ વિસ્તૃત માહિતી આપવાની ટેલીસ્કોપની ક્ષમતાનો અર્થ એ કે.....
...વધારે ચોક્સાઈભર્યા અવલોકનો.
ટાયકોના ડેટા તો ટુક સમયમાં જ ઈતિહાસ બની જશે.
કેપ્લરના પરિણામોએ ખગોળશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતો માટે જે કાર્ય કરેલું તેવું જ કાર્ય ગેલીલિયોના ટેલિસ્કોપે અવલોકન આધારિત ખગોળશાસ્ત્ર માટે કર્યું.


ગેલીલિયોએ સૌપ્રથમ શોધ કરી તે આકાશમાં અગણિત તારાઓની, (જે નરી આંખે ન જોઈ શકાય તેટલા ઝાંખા હતા).
કોણે વિચારેલું ! આપણી આકાશગંગા પણ તારાઓથી ખીચોખીચ ભરેલી છે.
ટેલિસ્કોપે ગ્રહોને પણ થોડા મોટા કર્યા. જ્યારે તારાઓ વધુ પ્રકાશિત દેખાતાં થયા, પરંતુ હજુ તેમનું સ્વરૂપ તો એક ટપકા જેવું જ રહ્યું.
આનો શું અર્થ થાય ? તારાઓ આપણી અકલ્પનીય હદે દૂર હોય તેમ બની શકે. તેનાથી એવું સમજાય છે કે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ભ્રમણ કરતી હોવા છતાં આપણે તારકીય લંબન (Stellar Parallax) શા માટે જોઈ શકતાં નથી.
ગેલીલિયો પણ તેના સમકાલીન કેપ્લરની માફક કોપરનિકસના દૃષ્ટિકોણનો ઉત્સાહી સમર્થક હતો. તેની ટેલિસ્કોપ સહાયિત શોધોએ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતોને ઉજાગર કરવામાં મદદ કરી.
તેની સૌથી ઉત્તેજક શોધ ગુરુના ચંદ્ર શોધવાની હતી. ગુરુની ફરતે ત્રણ તારાઓ જેવું શું દેખાય છે તે શોધવા તેણે મહિનાઓ સુધી નિરીક્ષણ કર્યું.
એક મિનિટ થોભો. તે તારાઓ જેવા દેખાય છે પણ તે ભ્રમણ કેમ કરે છે ?
અને તે ગુરુની આસપાસ શા માટે ફરે છે ?
તેઓ ખરેખર તો ગુરુમાંથી પસાર થતી એક સીધી રેખામાં આગળ પાછળ જઈ રહ્યા છે. હું જાણું છું શું થઈ રહ્યું છે તે !
JAN
MAR
MAY
JUL
SEP
ચોક્કસ, પૃથ્વી વિશે તો કંઈ વિશિષ્ટ હતું નહી. તેને તો ફક્ત એક ચંદ્ર હતો. ગુરુને ઘણાં બધાં હતા. અને એથી કોપરનિકસની પરિકલ્પનાને વધારે સમર્થન મળ્યુ.
ગેલીલિયોએ બીજી પણ ઘણી રસપ્રદ વસ્તુઓ જોઈ
શુક્રની પણ ચંદ્ર જેવી કળાઓ જોઈ.
શનિને પણ વલયો છે. ક્યારેક દૃશ્ય, ક્યારેક અદૃશ્ય.
ચંદ્ર કંઈ લીસો ગોળો નથી. તેની સપાટી તો ખાડા-ટેકરાવાળી છે.
ગેલીલીયોની અદ્‌ભુત શોધોને કારણે અર્ધ-જાગૃત ખગોળશાસ્ત્રીઓ સક્રિય થયા. તેઓને પણ બ્રહ્માંડને ખોળવાની ઈચ્છા થઈ.
સુંદર! વાહ ! રોજ નવી શોધ કરવાની.
મારે હવે આગળ વધવું જોઈએ.
મારે હજુ લેન્સને ઘસવાના છે.
ટેલિસ્કોપ લોકપ્રિય બનતું ગયું. અને તે નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્ર માટે અનિવાર્ય બની ગયું. સદીઓ સુધી આ સાધનમાં ક્રાંતિકારી ફેરફાર થતા રહ્યા પરંતુ હજુ તેનો દબદબો ગેલીલિયોના સમય જેવો જ છે.
પિતાજી, હું ખગોળશાસ્ત્રી બનવા ઈચ્છું છું.
મને પણ એવી ધારણા હતી જ. આ લે, તારા ટેલિસ્કોપ માટેના પૈસા.

માત્ર શુદ્ધ ભૂમિતિ આધારિત ગ્રહોની ગતિની સમજ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને સાબિત ન કરી શકી. આ માટે ગેલીલિયોએ ગતિશાસ્ત્રનો પદ્ધતિસરનો અભ્યાસ હાથ ધર્યો.
હવે, કયું બળ આ દડાને ગબડતો રાખે છે ?
તેણે પ્રયોગો હાથ ધર્યા...
કોણે કહ્યું કે વધારે દળવાળા પદાર્થો ઝડપથી નીચે પડે છે?
અને તેણે પોતાના તારણો નીપજાવ્યાં.
નિયમિત ગતિ એ પદાર્થોની સાહજિક અવસ્થા છે. કોઈ બાહ્ય પદાર્થ (કે બળ) પદાર્થની નિયમિત ગતિ માટે આવશ્યક નથી.
નિયમિત ગતિમાં સ્થિર સ્થિતિ એ માત્ર એક વિશિષ્ટ અવસ્થા છે. જડત્વને કારણે પદાર્થ સ્થિર અવસ્થામાં અને ગતિમાન અવસ્થામાં રહે છે. અને તે જ તેને પોતાની જાતે અટકી જતો રોકે છે.
તેના વિચારો ઘણાં ક્રાંતિકારી હતા.
ગતિમાં અચાનક ફેરફાર (જેમ કે ગતિ કરતા પદાર્થને અટકાવવો અને સ્થિર પદાર્થને ગતિમાં લાવવો) માટે બાહ્યબળ જરૂરી છે.
જો તમે નિયમિત ગતિ પણ અતિશય વેગથી કરતા હો તો તમને તેનો અનુભવ થતો નથી. પરંતુ ગતિમાં ત્વરિત ફેરફારનો અનુભવ તરત જ થાય છે.
અને આ તો લિફ્ટનો ઉપયોગ કરનાર કોઈ પણ સરળતાથી ચકાસી શકે
આપણે શા માટે ગતિ કરતાં નથી ?
તે અટકે ત્યાં સુધી રાહ જો.
ગેલીલિયોના ગતિશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતોએ કોપરનિકસના મોડેલને પુનઃ સ્થાપિત કરવામાં ખૂબ મદદ કરી.
તું જાણે છે, ગેલીલિયોની વાતો અર્થપૂર્ણ તો છે જ.
હા.... અને જો ગેલીલિયો સાચો હોય તો કોપરનિકસ પણ સાચો ઠરે.
ગેલીલિયોના ગતિવિષયક ખ્યાલો એ પાયો બન્યો કે જેના ઉપર ભૌતિક વિજ્ઞાનનો વિકાસ ખિલવા માંડ્યો.
પ્રવેગ એ લાગુ પાડેલ બળના પ્રમાણમાં હોય છે.
ગુરુત્વાકર્ષણને પ્રવેગથી અળગું કરી શકાય તેમ નથી.
બ્રહ્માંડ વિષે ગેલીલિયોના વિચારો નિરીક્ષણો અને તર્કના મજબૂત પાયા ઉપર રચાયેલા હતા. તેના સિદ્ધાંતો ક્રાંતિકારી હતા અને પ્રવર્તમાન વિચારોની વિરુદ્ધ હતા, ખાસ કરીને પવિત્ર ગ્રંથોના વિચારોની. ચર્ચે આ વાતને એક ધમકી તરીકે લીધી.
ગેલીલિયોને કેદ કરવામાં આવ્યો. તેના લખાણો પર પ્રતિબંધ લદાયો. તેના જીવનના છેલ્લાં વર્ષો તેણે નજરકેદમાં વીતાવ્યાં.
ચર્ચે ગેલીલિયો અને વિજ્ઞાનની ઘટનાઓને સમજવામાં ૪૦૦ વર્ષ જેટલો સમય લીધો. ઈ.સ.૧૯૯૨ માં પોપ જ્હોન પોલ બીજાએ ગેલીલિયો સાથે થયેલ અમાનવીય વર્તનની માફી માગી. તેમણે જાહેરમાં સ્વીકાર્યું કે પૃથ્વી સ્થિર નથી.

કેપ્લરે ખગોળશાસ્ત્રીઓને ગ્રહોની ગતિને અવકાશીય વિજ્ઞાન તરીકે જોવાની વિનંતી કરી હતી. ગેલીલિયો ગતિની કેટલીક મૂળભૂત સમજણ પર પહોંચ્યો હતો. પરંતુ ગ્રહોની કક્ષાઓ બાબતે કોઈ પાસે સાચી કડી નહોતી.
ગ્રહોને આવા સુંદર વળાંકવાળા પથ પર કોણ ગતિ કરતું રાખે છે? કદાચ કયાંક અદશ્ય રસ્તાઓ છે !
એ રોબર્ટ હૂક હતો, જેણે સૌપ્રથમ સાચી સમજણ આપી.
હૂકે ઊંડી આંતરસૂઝનું પ્રદર્શન કર્યું, પરંતુ પોતાના વિચારોને વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંત તરીકે રજૂ કરવામાં જરૂરી ગણિતીય સમજ તેમાં ખૂટતી હતી.
શું થઈ રહ્યું છે તે હું જોઈ શકું છું.
જો હું ગણિત વિષેનો નિષ્ણાત હોત તો....
હૂકે સૌ પ્રથમ ગુરુત્વાકર્ષણને ઓળખી બતાવ્યું.....
સૂર્ય ગ્રહોને પોતાની તરફ આકર્ષે છે.
....અને અવકાશીય યંત્રણામાં ગુરુત્વાકર્ષણની ભૂમિકાને.
અને જો આવું કોઈ બળ લાગતું ન હોત તો, ગ્રહો નિયમિત રીતે સીધી રેખામાં ગતિ કરતા હોત! ગેલીલિયોએ શું કહેલું તે યાદ છે ?
oops!
એ સૂર્યનું આકર્ષણ છે જે આ સીધા પથને ઉપવલયી પથમાં ફેરવે છે.
માત્ર સૂર્ય જ નહીં. દરેક ગ્રહ તેના ઉપગ્રહોને પોતાની તરફ આકર્ષે છે.
હૂકે તો એમ પણ કહ્યું કે આ ગુરુત્ત્વાકર્ષણ બળ દૂરના પદાર્થો કરતાં નજીકના પદાર્થો પર વધારે લાગે છે. તેથી સૂર્યની નજીકના ગ્રહો વિશાળ કક્ષાઓવાળા ગ્રહો કરતાં વધારે ઝડપથી ગતિ કરે છે.
હૂકના વિચારો ખરેખર સ્પર્શી જનારા હતા. જો કે તેને કોઈ ગાણિતિક આધાર નહોતો. સદ્નસીબે ન્યુટન નામનો ગણિત વિષેશજ્ઞ પણ આ જ દિશામાં વિચારતો હતો. તેણે સંપૂર્ણ રીતે વૈજ્ઞાનિક આધારો સાથેના સિદ્ધાંતો રજૂ કર્યા. અને અવકાશીય ભૌતિક વિજ્ઞાનને એક નિર્ણાયાત્મક વળાંક આપ્યો.

ગેલીલિયો અને રોબર્ટ હૂકનો ફાળો સાચે જ નોંધનીય અને આશાજનક હતો. પરંતુ તેમણે અવકાશીય યંત્રણા વિશેની કોઈ સમજણ ઊભી નહોતી કરી. કેપ્લરની શોધો દ્વારા આરંભાયેલી જ્વાળા ગુણાત્મક સમજોથી ઠરવાની નહોતી. કેપ્લરના નિયમોને ગાણિતિક ચોકસાઈથી રજૂ કરવાની અત્યંત પ્રબળ આવશ્યકતા હતી.
અને આ શ્રેય આઈઝેક ન્યુટનને જાય છે. તેણે ફક્ત સૂક્ષ્મ માહિતીઓ પર કામ કર્યું એટલું જ નહીં પરંતુ તેને માટે જરૂરી ગણિતની પણ શોધ કરી.
હૂકે આંતરસૂઝથી અનુભવ્યું કે જો કોઈ સૂર્યથી ઘણે દૂર જાય તો તેનું ગુરુત્વાકર્ષણબળ ઘટતું જાય છે. પરંતુ સૂર્ય અને ગ્રહોના અંતર અને. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વચ્ચે ચોક્કસ શું સંબંધ છે? તે હજુ એક રહસ્ય જ હતું.
આખરે, ગુરુત્વાકર્ષણ વ્યસ્ત વર્ગના સિદ્ધાંતને અનુસરે છે તે શોધી શકાયું. આ નિયમ અનુસાર ગુરુત્વાકર્ષણ બળનું ખેંચાણ, મૂળ સ્ત્રોતથી અંતરના વર્ગના પ્રમાણમાં ઘટે છે.
આ એકદમ સરળ છે. અંતરને બમણું કરો તો ખેંચાણ ચારગણું નબળું થશે.
વ્યસ્ત વર્ગનો સિદ્ધાંત સમજવા માટે અઘરો નહોતો. હકીકતમાં તો તે સરળતાથી સમજી શકાય એવો સહજ અને કુદરતી હતો.
સૌ જાણે છે કે મીણબત્તીમાંથી નીકળતો પ્રકાશ તેના અંતરના વર્ગના પ્રમાણે ઘટતો જાય છે. તો પછી ગુરુત્વાકર્ષણ માટે પણ આ જ લાગુ ના કરી શકાય ?
તમે એવું સૂચવવા માગો છો કે સૂર્ય, ગુરુત્વાકર્ષણને પણ પ્રકાશની જેમ જ **ઉત્સર્જિત** કરે છે ?
મૂળ સવાલ હતો, શું ગુરુત્વાકર્ષણના વ્યસ્ત વર્ગના નિયમે ઉપવલયી ભ્રમણકક્ષા ઊભી કરી હશે?
જો તેવું હોય તો તે સાચો નિયમ છે.
જો તેવું ન હોય તો ગુરુત્વાકર્ષણ બીજી રીતે વર્તે છે.
રોબર્ટ હૂકે દાવો કર્યો કે ગુરુત્વાકર્ષણનો અંતરના વર્ગના વ્યસ્તનો નિયમ ગ્રહોની ઉપલવલયી કક્ષાઓને જન્મ આપે છે. પરંતુ તેણે કોઈ સાબિતી આપવાનો ઈન્કાર કર્યો.
હું નહી આપું
અંતે રોબર્ટ હૂક ચર્ચા કરવા માટે આઈઝેક ન્યુટન પાસે ગયો. ત્યાં સુધીમાં ન્યુટન ઘણો નામાંકિત અને સ્થાપિત ગણિતજ્ઞ બની ચૂક્યો હતો. કમનસીબે આ મુલાકાત એક સંઘર્ષમાં પરિણમી.
આઈઝેક, મને લાગે છે કે તમે આખો મુદ્દો ચૂકી ગયા છો.
મારા વિચારોને પડકારવાની તે હિંમત કેવી રીતે કરી શકે ?
ન્યુટનને આ જરાય ગમ્યું નહી. તે ફરીથી કોચલામાં ભરાઈ ગયો પરંતુ માત્ર પરિસ્થિતિનો વિશેષ ઊંડાણભર્યો અભ્યાસ હાથ ધરવા.
મારે તે જોવું પડશે. અને હું શોધીને જ જંપીશ.

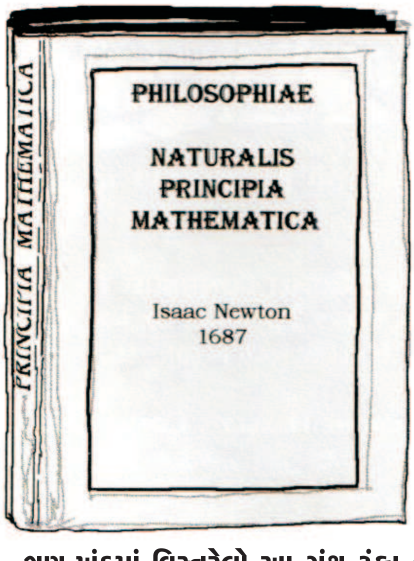
હૂકને મળ્યા બાદ, ન્યુટને ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત ઘડી કાઢ્યો. પરંતુ તે પરિણામો તેણે પોતાની પાસે જ રાખ્યા.
હાશ ! આખરે મેં કરી દીધું. હવે મને ફરી પ્રકાશના રંગોના મુદ્દા પર જવા દે.
સદ્દભાગ્યે, આ જ સમયગાળા દરમ્યાન રોયલ સોસાયટીનો એક યુવાન સભ્ય - એડમન્ડ હેલી પણ આ અવકાશીય યંત્રણાના ભૌતિક સિદ્ધાંતોમાં ઊંડો રસ ધરાવતો હતો.
હૂકે પોતાના વિચારો માટે કોઈ ગાણિતીક માહિતી નહીં આપતા નિરાશ થયેલો હેલી ન્યુટન પાસે ગયો.
ધારો કે સૂર્ય અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત નિયમ અનુસાર ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ઉત્પન્ન કરતો હોય તો ગ્રહની કક્ષાનો આકાર કેવો હોય?
અલબત્ત ઉપવલય જ !
આ મીટીંગ ખરેખર પરિણામલક્ષી હતી. થોડા સમય બાદ ન્યુટને હેલીને પોતાના ગાણિતિક સિદ્ધાંતો આધારિત એક નાનો લેખ મોકલ્યો.
છેવટે !
હેલીની ઉત્તેજના અનહદ હતી.
ન્યુટનના નાના લેખમાં હેલીના અપેક્ષા કરતા ક્યાંય વધારે પરિણામો આપેલા હતા. ગુરુત્વાકર્ષણના સિદ્ધાંતના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણના ધારણાની સાથે સાથે ન્યુટને દર્શાવ્યું હતું કે ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષા ઉપવલયી હશે (કેપ્લરનો પ્રથમ નિયમ) જેની ઝડપ કેપ્લરના બીજા નિયમ અનુસાર ચલિત થતી રહેશે અને ભ્રમણ કક્ષાનો સમય કેપ્લરના ત્રીજા નિયમને આધારે હતો.
આઈઝેક ન્યુટન
૧૬૪૩ - ૧૭૨૭
ઈંગ્લેંડમાં જન્મ. તેણે કેલ્ક્યુલસની શોધ કરી, જે કદાચ વિજ્ઞાન વિશ્વમાં તેનો સૌથી મહત્વનો ફાળો હતો.
(કેલ્ક્યુલસની શોધનો દાવો લીબ્નીઝે પણ નોંધાવ્યો. અને તે કદી સ્થાપિત ન થનાર વિવાદમાં પરિણમ્યો.)
તેણે ગતિશાસ્ત્રનો સિદ્ધાંત ઘડી કાઢ્યો, જેનાથી ભૌતિકવિજ્ઞાનને નક્કરતા અને પરિપક્વતા મળી. આકાર આપતા ગતિશાસ્ત્રની શોધ કરી. કેલ્ક્યુલસ અને ગતિશાસ્ત્રના ઉપયોગ દ્વારા તેણે ખગોળશાસ્ત્રનો પ્રથમ ભૌતિક સિદ્ધાંત ઘડી કાઢ્યો.
તેણે પ્રકાશની ખાસિયત વિશે પણ અભ્યાસ કર્યો. તેણે પરાવર્તનીય ટેલિસ્કોપની શોધ કરી. (તે ન્યુટનના ટેલિસ્કોપ તરીકે પણ જાણીતું છે.)
ન્યુટનના પરિણામોએ બે હજાર વર્ષોથી ચાલી આવતી મૂંઝવણોનો અંત આણ્યો. બ્રહ્માંડનું સ્પષ્ટ ચિત્ર ઉભરી રહ્યુ હતું.
એમાં આકાશી પદાર્થોની ગતિને સમજાવી શકતા નિયમોનો એક સાદો સમૂહ હતો.
આ તો દુ:સ્વપ્નમાંથી જાગ્યાં હોઈએ તેવું લાગે છે.
ન્યુટનના કાર્યની સબળતા જોઈ હેલીએ તેને તેના સિદ્ધાંત પ્રકાશિત કરવા માટે સમજાવ્યો.

ન્યુટન ચોકસાઈનો ખૂબ આગ્રહી હતો. તે અધકચરા સિધ્ધાંતો પ્રકાશિત કરી વિવેચના અને હાંસીને પાત્ર થવા કરતા પ્રકાશન ન કરવાનું પસંદ કરતો.

ઘણી સમજાવટ પછી તેણે નમતું જોખ્યું તેના સિદ્ધાંતોને પ્રકાશિત કરી શકાય તે રીતે લખવા તૈયાર થયો.

પછીના ત્રણ વર્ષ ન્યૂટને તેના પર ખૂબ કામ કર્યું. છેવટે તે તેની સર્વોત્તમ કૃતિ સાથે બહાર આવ્યો. આવતા બસો વર્ષ સુધી તેના સિધ્ધાંતો ભૌતિકશાસ્ત્રના બાઈબલ તરીકે સ્થાપિત થવાના હતા.

તે ત્રણ વર્ષો દરમિયાન ન્યૂટને તેના નવ પાનાનાં લેખને ગ્રંથાકારે વિસ્તૃત કર્યો અને તેને
PHILOSOPHIAE NATRUALIS PRINCIPIA MATHEMATIC
અથવા
"પ્રાકૃતિક તત્ત્વજ્ઞાનના ગણિતીય સિદ્ધાંતો"
એવા આકર્ષક શિર્ષક આપીને પ્રકાશિત કર્યો.



ત્રણ ખંડમાં વિસ્તરેલો આ ગ્રંથ ટૂંકા નામ PRINCIPIA MATHEMATICA અથવા માત્ર PRINCIPIA થી જાણીતો થયો.

થોડા સમયમાં જ PRINCIPIA નિર્વિવાદિત સત્ય તરીકે પ્રસ્થાપિત થયો અને તેનો કર્તા જાણે કે દંતકથાનું પાત્ર !

PRINCIPIA એ ત્રણ બાબત કરી:

(a) પદાર્થની ગતિનું નિયંત્રણ કરતા સિદ્ધાંતો રજૂ કર્યા.

(b) બ્રહ્માંડમાં દરેક પદાર્થ અન્ય પદાર્થને કઈ રીતે આકર્ષે છે તેનું સચોટ વર્ણન આપ્યું, અને

(C) આ બંને એકત્ર કરી ગ્રહો શા માટે અમુક જ રીતે ગતિ કરે છે તેની સમજૂતી આપી.

પહેલા બે અદ્‌ભુત તો હતા, છતાં તે એક સરળ કાર્ય હતું. જ્યારે ગ્રહોની ગતિની સચોટ સમજૂતી ખૂબ જ જટિલ ગણિતીય કાર્ય હતું. ન્યૂટને તો એની શરૂઆત કરી હતી.

આરંભથી જ હેલીએ ન્યુટનના કામમાં ઊંડો રસ લીધો હતો. હકીકતમાં પ્રીન્સીપીઆનાં પ્રકાશનના ખર્ચ માટે હેલીએ જ પોતાનું અંગત ભંડોળ વાપર્યું હતું.
હું ઋણી છું
ખરેખર તો મને અત્યંત આનંદ થયો છે. લો, આ તમારી પોતાની પ્રત.
ન્યુટનના સિધ્ધાંતોને લોકપ્રિય બનાવવામાં હેલીએ મહત્વની ભૂમિકા ભજવી આના કારણે તેને ઘણી ખ્યાતિ મળી.
સાર્વત્રિક ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો મુજબ ધૂમકેતુને પણ ઉપવલયી કક્ષા હોવી જોઈએ. તો પછી આપણે ધૂમકેતુને આવતાં-જતાં જ શા માટે જોઈ શકીએ છીએ ?
ધૂમકેતુની કક્ષા પણ ઉપવલયી હોઈ શકે, પરંતુ તે ખૂબ લંબાયેલી હશે. આપણે આવા લાંબા ઉપવલયનો બીજો છેડો જોઈ શકતા નથી. અને ચોક્કસ પણે ધૂમકેતુ ફરીથી આવે ત્યારે તે જોવા માટે જેટલું લાંબુ આપણે જીવી જ ન શકીએ.
હેલીને ન્યુટનમાં દઢ વિશ્વાસ હતો. તેણે આ હકીકતને ચકાસવાનું નક્કી કર્યું.
એવા કોઈ ધૂમકેતુ હશે જ, જે સમયે સમયે પાછા ફરતા હશે.
જો આમ હોય, તો મને ઈતિહાસમાંથી આવી નોંધ મળવી જોઈએ.
તેણે ઈતિહાસિક માહિતીનો ડુંગર ખોદી કાઢયો. અને તે એક ધૂમકેતુના દેખાવાની નિયતકાલીન શ્રેણી ખરેખર શોધી શક્યો.
HOLY DOG*! આ એક તો છે... જેનું દર ૭૬ વર્ષે પુનરાગમન થાય છે.
ભગવાનના સમ ! એટલે કે તે આજથી છ દસકા પછી પાછો દેખાશે. શું હું તે જોવા જીવતો હોઈશ ?
ઉચ્ચારણ
"HOLY COW"* અંગ્રેજો ભારત ગયા ત્યાં સુધી શોધાયું ન હતું.
હેલીની આગાહી મુજબ ૧૭૫૮ માં એક ધૂમકેતુ દેખાયો, તે ખરેખર એક ઐતિહાસિક ઘટના હતી. જો કે દુઃખદ બાબત છે કે હેલી તો તેના બે દાયકા પહેલા અવસાન પામેલો.
તે સાચો હતો. હેલી સાચો હતો
અને ન્યૂટન પણ
હેલીની આગાહી મુજબ હેલીનો ધૂમકેતુ લગભગ દર ૭૬ વર્ષે સૂર્યની મુલાકાત લે છે.
આજે પણ હેલીનો ધૂમકેતુ વિશ્વનું ધ્યાન ખેંચે છે. તેનું પુનઃ દર્શન લોકોના ટોળાને આકર્ષે છે.
હેલીના ધૂમકેતુને તેના પુનરાગમનની આગાહી મુજબ ૨૦૬૧ ના કોઈક સમયગાળામાં નિહાળવા તૈયાર રહેજો.

PRINCIPIA માં રજૂ થયેલા ગતિના નિયમો માત્ર અવકાશી પદાર્થો પૂરતા સીમિત ન હતા. તે બધા જ પદાર્થોને લાગુ પાડી શકાતા.
તમે એમ કહો છો કે જો જમીન મને ધક્કો ન મારે તો હું ચાલી ન શકું ?
બરફ પર ચાલવાનો પ્રયત્ન કરી જો પછી તમને સમજાઈ જશે કે હું શું કહેવા ઈચ્છું છું.
તરત જ વિજ્ઞાનીઓએ તેમના ધ્યાનમાં આવતી બધી જ સંભવિત ભૌતિક ઘટનાઓને ન્યુટનના ગતિના નિયમો લાગુ પાડવાનું શરૂ કરી દીધું.
ખૂબ જ આનંદ સાથે જોયું કે, તેમણે જે કંઈ ચકાસ્યું તે સઘળું PRINCIPIAમાં વર્ણવેલા માળખામાં બંધબેસતું હતું.
એનાથી જ્ઞાન મેળવવાના દરવાજાઓ પૂરની ઝડપે ખુલી ગયા.
ન્યૂટોનીયન ભૌતિકશાસ્ત્રના છત્ર નીચે વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી પૂરબહારમાં વિકસવા લાગ્યા.
ન્યૂટોનીયન ભૌતિકશાસ્ત્રે ભૌતિક વિજ્ઞાન અને ઈજનેરી શાસ્ત્ર ઉપર ૨૦૦ વર્ષ શાસન કર્યું.
ન્યૂટને જાણે કે પ્રકૃતિનાં રહસ્યો ઉજાગર કરી દીધા.
... હવે લોકોએ વૈજ્ઞાનિક શોધમાં શ્રધ્ધા વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કર્યું.
હવે વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી વિકાસ માટેની તાકાત બનશે.

સૌરમંડળમાં ધ્યાન ખેંચાય એવું એક ખાલીપણું કેટલાક લોકોએ જોયું. ચાર આંતરગ્રહો અને બે બાહ્યગ્રહો વચ્ચે વિશાળ ખાલી જગ્યા હતી. આ વિસંગતિ કઈ રીતે સમજાવી શકાય ?
શક્ય છે કે ગુરૂની ભ્રમણકક્ષાની અંદર કોઈ નાનો ગ્રહ હોય, જે આપણા ટેલિસ્કોપમાંથી છટકી ગયો હોય.
સર્જનહાર શાણો છે. બાહ્યગ્રહો એટલા મોટા છે કે જો નજીકમાં કોઈ નાનો ગ્રહ હોય તો તેઓ તેની ભ્રમણકક્ષાને સરળતાથી વિચલિત કરી શકે.
કેટલાક લોકોએ વિચાર્યું કે ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાનું કદ એક ચોક્કસ શ્રેણીને અનુસરે છે.
જો તમે પૃથ્વીની કક્ષાના 1/10 ભાગને માપનના એકમ તરીકે લો, તો ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાનું કદ અંદાજીત રીતે પૂર્ણાંક સંખ્યામાં મળે. ચડતા ક્રમમાં તે ૪,૭,૧૦,૧૬,૫૨ અને ૧૦૦ છે.
કેવું રસપ્રદ ! અને તમે શ્રેણીમાંના દરેક પૂર્ણાંકમાંથી ક્રમિક રીતે ૪ બાદ કરી અને ૩ વડે ભાગો તો તમને નવી શ્રેણી ૦,૧,૨,૪,૧૬,૩૨ મળે.
આવી અદ્ભૂત સરળ શ્રેણી ભાગ્યે જ યોગાનુંયોગ હોઈ શકે. ખગોળશાસ્ત્રીઓની દૃઢ માન્યતા હતી કે આ શ્રેણી ગ્રહની ભ્રમણકક્ષાના માપ અનુસાર નિયમબદ્ધ હતી, સિવાય કે ૮ ની સંખ્યા ચૂકાઈ જતી હતી.
'ચૂકાઈ ગયેલી સંખ્યા' એટલે તમે શું કહેવા માંગો છો? આપણે હજુ ગ્રહ જોયો નથી એટલું જ. આ માત્ર થોડા સમયની જ વાત છે.
ખરેખર. પ્રશ્ન એટલો જ છે કે કોણ તેને પહેલા શોધે છે.
૧૭૮૧ માં વિલીયમ હર્ષલ નામના શોખીન ખગોળશાસ્ત્રીએ એક નવા ગ્રહની શોધ કરી. તેને યુરેનશ નામ આપવામાં આવ્યું. રસપ્રદ રીતે, તેની કક્ષા ગુરુની કક્ષાની અંદર ન હતી કે જ્યાં ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહની શોધ હતી. પરંતુ છેક શનિની કક્ષાની બહાર હતી.
જો તે ચૂકાઈ ગયેલો ગ્રહ ન હોય તો પણ શું?
પણ જો! તો પણ એ હજુ શ્રેણીમાં જ છે, તે શનિની પછી છે. સંખ્યા ૬૪ ને બંધબેસતી!
નવા શોધાયેલા ગ્રહ યુરેનસની કક્ષાનું માપ નિયમ મુજબ હતું તે બાબત ઘણી પ્રોત્સાહક હતી. કંઈ નહીં તો સંખ્યા ૮ ને બંધબેસતા, ચૂકાઈ ગયેલ ગ્રહની શોધમાં વધારે ઝડપ આવી.
૧૮૦૧ માં Giuseppe Piazzi નામના ઈટાલિયન ખગોળશાસ્ત્રીએ ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના વિસ્તારમાં ફરતો એક નાનકડો પદાર્થ જોયો. પછીનાં થોડાં વર્ષોમાં ત્રણ બીજા નાના પદાર્થો પણ તે જ વિસ્તારમાં શોધાયા.
મને લાગે છે કે આ ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના ટુકડાઓ છે, જે કોઈક અવકાશી અકસ્માતને લીધે નાના નાના ટૂકડામાં તૂટી ગયા હોય.
તો પછી, તેવા બીજા વધારે ટુકડાઓ પણ હોઈ શકે. આપણે તેને લઘુગ્રહો (Asteroids) કહીશું.
૧૮૯૧ સુધીમાં ૩૦૦ જેટલા લઘુગ્રહો શોધી શકાયા. તે બધા સૂર્યની આસપાસ, ૮મા ક્રમના ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના વિસ્તારમાં ભ્રમણ કરતા હતા.
આજે પણ, લઘુગ્રહો કેવી રીતે ઉદ્ભવ્યા તે કોઈ ખરેખર જાણતું નથી. વ્યાપક રીતે સ્વીકૃત સિદ્ધાંત અનુસાર ગુરૂના જબરદસ્ત આકર્ષણે આ બધા ટુકડાઓને ગ્રહ બનતા અટકાવ્યા હોય.

નેપ્ચ્યુનની આગાહી અને શોધ અત્યંત નાટયાત્મક હોવા છતાં, તેના અસ્તિત્વથી યુરેનસના માર્ગમાં થતું વિચલન પૂરેપૂરું જાણી ન શકાયું. એક નાની વિસંગતિ, જે સમજાવી નહોતી શકાઈ તે હજુ એક વણદેખ્યા ગ્રહને કારણે હશે તેમ ધારવામાં આવ્યું. સ્વાભાવિક રીતે જ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ સૂર્યમંડળમાં નવમા ગ્રહના સ્થાનની આગાહી કરવા પ્રયત્ન કરવા માંડ્યા. ઈ.સ.૧૯૩૦ માં એક નાનકડો પદાર્થ (આપણા ચંદ્રના પાંચમાં ભાગ જેવડો) આગાહી કરેલ સ્થાન પર જોવામાં આવ્યો. તેને પ્લુટો નામ આપવામાં આવ્યું.

આજે આપણે જાણીએ છીએ કે યુરેનસના માર્ગમાં ધ્યાન ખેંચાય એટલું વિચલન લાવવા માટે પ્લુટો અત્યંત નાનો છે. યુરેનસના આગાહી કરેલ અને નિરીક્ષણ માર્ગ વચ્ચેની વિસંગતતા નેપ્ચ્યુનના દળના ક્ષતિયુક્ત અંદાજને કારણે હતી. અદ્‌ભૂત યોગાનુયોગે, ક્ષતિયુક્ત ગણતરીથી જે સ્થાનની આગાહી કરી હતી તે જ સ્થાન પર પ્લુટો મળી આવ્યો.

ઈ.સ. ૨૦૦૬ થી પ્લુટોને ગ્રહ ગણવામાં આવતો નથી, પરંતુ નેપ્ચ્યુનને પાર સૂર્યનું પરિભ્રમણ કરતા અનેક વામન ગ્રહો પૈકીનો એક ગણવામાં આવે છે.

ન્યુટનનો સિદ્ધાંત માત્ર અંદાજિત રીતે સાચો છે, તે ગળે ઉતારવું મુશ્કેલ હતું, પરંતુ પુરાવા જડબેસલાક હતા. વળી આઈન્સ્ટાઈનનો સિદ્ધાંત ક્રાંતિકારી રીતે સુંદર હતો. તેના અનુસાર અવકાશ અને સમય એક પોત-વસ્ત્રમાં ગુંથાઈ ગયા હતાં. તેણે કહ્યું કે ગુરુત્વાકર્ષણ એ કોઈ બળ નથી, પરંતુ સમય-અવકાશના પોતને કારણે થતી બળ જેવી ભ્રમણા છે, જે મુક્ત રીતે ફરતા પદાર્થના માર્ગને વળાંક આપે છે.

આઈન્સ્ટાઈને તર્ક કર્યો કે સમય-અવકાશનું પોત માત્ર પદાર્થના પથને જ નહીં, પરંતુ પ્રકાશના પથને પણ વળાંક આપે છે. 'ગુરૂત્વિય લેન્સીંગ' નામથી ઓળખાતી આ ઘટનાનું કાળજીપૂર્વક માપન કરવામાં આવ્યું, જે આઈન્સ્ટાઈનની ગણતરી સાથે સુસંગત હતું. ખગોળીય ચંત્રણાંને સમજવા માટે 'સાપેક્ષતાના સામાન્ય સિદ્ધાંત' નો ચડીયાતા સિદ્ધાંત તરીકે ધીમે ધીમે સ્વીકાર થયો.

આઈન્સ્ટાઈનનો સિદ્ધાંત લગભગ એક સદીથી અડીખમ ઊભો છે. અવકાશી ગતિને સમજાવવા માટે પ્રાપ્ય સિદ્ધાંતોમાં તે આજે પણ શ્રેષ્ઠ છે.

કેપ્લરે ગ્રહોની ગતિની મૂળભૂત ખાસિયત શોધી કાઢી હતી. ન્યુટનના પાણીદાર ગણિતે તેની પાછળની ભૌતિક યંત્રણાને ઉજાગર કરી.
તે (ન્યૂટનના સિદ્ધાંત) ગ્રહોની ગતિ તો સમજાવે છે, પરંતુ આ પેલા બધા તારાઓનું શું ?
અરે.... તમે ગ્રહો વિષે આગાહી કરી શકો તેના કરતાં હું તારાઓ વિષે વધારે સારી રીતે આગાહી કરી શકું. તારાઓ સદાયે નિશ્ચલ જ રહેવાના.
ખગોળશાસ્ત્રના ઈતિહાસમાં આદિકાળથી બે વિચારોમાં ખાસ પરિવર્તન નહોતું આવ્યું....
તારાઓ સુંદર નાના મજાના પદાર્થો છે, બરાબરને ?
હા, તેઓ એક ભવ્ય અને વિશાળ ગોલકની અંદર મઢાયેલા છે.
તારાઓની નિશ્ચિત ભાત (Pattern) એ એક પાયો હતો જેના પર ગ્રહનો પૂરા અભ્યાસ આધારિત હતો. પરંતુ તારાઓ પોતે માનવ મનમાં જિજ્ઞાસા પેદા કરવામાં નિષ્ફળ રહ્યા.
તારાઓ સુંદર છે પણ રસપ્રદ નથી.
તેમ છતાં તેઓ અત્યંત ઉપયોગી છે.
તારાઓ કેટલા દૂર છે ? આ સ્વાભાવિક પ્રશ્ન હતો. પરંતુ કોઈ પાસે યોગ્ય દિશા-દર્શન ન હતું. અને કોઈ કડી પણ ન હતી.
તારાઓ કેટલા દૂર હશે? તમે મારા માટે એક તારો નીચે પાડી આપશો?
મને ખબર નથી, તેમ છતાં એક નિશાન લગાવું. મને એક પથ્થર આપીશ ?
પૃથ્વીથી તારાઓનું અંતર કહી શકાય તેવો કોઈ નિરીક્ષણ આધારિત કોઈ પુરાવો હતો નહીં. ખગોળશાસ્ત્રીઓ અનેક જાતના અનુમાનો કરતા રહ્યા. કંઈપણ જાતના અનુમાનો...
તારકીય ગોલક બધા ગ્રહોની પાર છે, નહિતર બધા ગ્રહો તેમાં અથડાયા કરતા હોત, ખરૂને ?
હું તમારી સાથે સંમત છું, પરંતુ મને લાગે છે કે તેઓ સૌથી દૂરના ગ્રહ શનિની એકદમ પાછળ છે.
કોપરનીકસના સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને આધારે એક પ્રબળ સંકેત મળ્યો.
જો પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ પરિભ્રમણ કરતી હોય ત્યારે ઘણું અંતર કાપતી હોય તો તો આ આખી ગોઠવણમાં આપણને વિસ્થાપનાભાસ (Parallax)* કેમ જોવા નથી મળતો?
મને પણ એ જ (પ્રશ્ન) પજવે છે. બની શકે કે તારાઓનાં અતિ લાંબા અંતરની સરખામણીમાં પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષા એક નાનકડું ટપકું હોય.
*વિસ્થાપનાભાસઃ અવલોકનકર્તા પોતાનું સ્થાન બદલે તો પદાર્થના સ્થાનમાં પણ ફેરફાર દેખાય.

બારીમાંથી તમારું માથુ ઘૂમાવતા બહાર દેખાતાં દશ્યો ખસતાં હોય તેવું તમે અનુભવ્યું છે ?
અલબત્ત, આ તો ભ્રમ છે.
છે જ, તેને જ વિસ્થાપનાભાસ કહે છે.
વિસ્થાપનાભાસ એ નજીક અને દૂરના પદાર્થો સંબંધેની બાબત છે. તમે તમારું જોવાનું સ્થાન બદલો, તો દેખાતી વસ્તુઓનું સ્થાન પણ સાપેક્ષ રીતે બદલાતું લાગે છે. આ તફાવત તમારા અને વસ્તુના અંતર પર આધારિત છે.
જુઓ ! ટેકરી, વૃક્ષ અને ઘોડો બધા જ નજીક આવતાં કે દૂર જતાં દેખાય છે. જેમ જેમ હું મારું માથું ફેરવું છું તેમ તેમ ...
પરંતુ વૃક્ષ અને તેની નીચે ચરતી ગાય બંને સાથે ખસતા લાગે છે.
આપણી બંને આંખો પણ જુદાં જુદાં પ્રતિબિંબ જુએ છે, કારણ કે તેઓ જુદી જુદી જગ્યાએથી વિશ્વને નિહાળે છે.
જો હું એક જ આંખ વડે દશ્ય જોઉં અને પછી બીજી આંખ વડે જોઉં તો શું થાય ?
તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે તમારા માથાને એક બાજુથી બીજી બાજુ ફેરવતાં દેખાતી અસર જ આંખને ખોલ-બંધ કરીને જોવાથી પણ મળે છે.
વિસ્થાપનાભાસ ખરેખર ઉપયોગી છે. પદાર્થોનું સાપેક્ષ રીતે સ્થાનાંતર, આપણાથી તેમના અંતર અંગેનો ખ્યાલ આપે છે.
તમે વિસ્થાપનાભાસનો ઉપયોગ કરી અંતર કહી શકો ?
હા, ચોક્કસ ! તમે પણ કહી શકો. ખરેખર તો આપણે સહુ તેમાં નિષ્ણાંત છીએ.
તમારી એક આંખ બંધ કરીને મારી આંગળીના ટેરવાને તમારા ટેરવાથી સ્પર્શવા પ્રયત્ન કરો. હવે તમારી બંને આંખો ખુલ્લી રાખીને આ પ્રયત્ન કરી જૂઓ.
તમારા બંને અંગુઠાને તમારા નાકની સામે સીધી રેખામાં રાખો, એક અંગુઠો નાકથી નજીક અને બીજો અંગુઠો નાકથી દૂર. હવે વારાફરતી બંને આંખો વડે જુઓ.
જુઓ, જ્યારે હું ડાબી આંખથી જોઉં છું, ત્યારે મારો ડાબો અંગુઠો એ જમણા અંગુઠાની ડાબી બાજુ કેવી રીતે દેખાય છે?
પરંતુ જમણી આંખથી જોઉં તો તે જમણા અંગુઠાની જમણી તરફ ખસે છે.
આ વિસ્થાપનાભાસ તો ભારે ગુંચવણભર્યો છે.
અને છતાં ઉપયોગી...
આપણી બંને આંખો વડે ઝીલાતાં પ્રતિબિંબ પર મગજમાં પ્રક્રિયા થઈ વસ્તુના અંતરનો અંદાજ મળે છે. બંને પ્રતિબિંબના એકત્રીકરણને ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિ (Stereo vision) કહેવાય છે, જેને કારણે આપણને વિશ્વનું ત્રિપરિમાણીય દશ્ય મળે છે.
ઉપરની બંને બારીઓની વચ્ચેના કોઈ બિંદું પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરો. હવે તમને ત્રણ બારીઓ દેખાય નહીં ત્યાં સુધી કાગળને તમારાથી ધીમે ધીમે દૂર લેતા જાઓ. વચ્ચેની બારીમાં શું દેખાય છે?

આપણી ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિ નજીકના પદાર્થોનું અંતર અંદાજવા માટે પૂરતી સરસ છે, પરંતુ એક કિલોમીટર કે વધારે દૂરના પદાર્થોનું ચોક્કસ સ્થાન મેળવવામાં તે નિષ્ફળ નીવડે છે.
ચંદ્ર તેની સાથે ટકરાતા તારાઓને નીચે પાડી નહિ દેતો હોય ?
તારાઓ ચંદ્રથી ક્યાંયે દૂર છે. ચંદ્રની તેમની સાથે ટકરાવાની કોઈ શક્યતા જ નથી.
એક કિલોમીટરથી વધારે દૂર રહેલા પદાર્થો બંને આંખોને લગભગ સરખા જ દેખાય છે. વધારેમાં વધારે આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે તે પદાર્થો અત્યંત દુર હોવા જોઈએ.
આપણી ત્રિપરિમાણિય દૃષ્ટિ આપણને અવકાશી પદાર્થોના અંતરનો અંદાજ લગાવવામાં મદદરૂપ થતી નથી.
પ્રાચીન ગ્રીકો ભૂમિતિમાં માહીર હોવાને કારણે તેમણે વિસ્થાપનાભાસથી અત્યંત દૂરના પદાર્થોના અંતર માપવાની પધ્ધતિ વિકસાવેલી.
તે ત્રિપરિમાણિય દૃષ્ટિ જેટલું સુંદર નથી, પણ કાર્યક્ષમ તો છે જ.
તેમણે બે આંખ વચ્ચેનાં અંતર કરતાં ઘણા વધારે અંતરે આવેલાં બે બિંદુએથી એક જ દૃશ્યને નિહાળ્યું. આ બંને પ્રતિબિંબોની સરખામણી કરીને તેઓ ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિના વિસ્તારની સીમા પાર આવેલા પદાર્થોનું અંતર અંદાજી શકતા.
વહાણ દીવાદાંડી સાથે 32° નો ખૂણો રચે છે.
અહીંથી 32° અને 20 મિનિટનો ખૂણો રચે છે.
મને એક સેકન્ડ આપ,... ઓકે, તે કિનારાથી ૬ માઈલના અંતરે હોવું જોઈએ.
જોવાના બે સ્થાન વચ્ચેનું અંતર જેટલું વધારે, તેટલું વધારે દૂરનું અંતર માપી શકાય.
જૂઓ, આ પાંચ મીટર પહોળા સાધનથી હું 100 કિલોમીટર સુધીનું અંતર માપી શકું છું.
વિસ્થાપનાભાસનો ઉપયોગ કરીને ખગોલીય અંતર માપવા માટે બે, જોવા માટેના એવાં સ્થાન પસંદ કરવાં પડે જે એકબીજાથી હજારો કિલોમીટર દૂર હોય.
બે અવલોકનોની સરખામણી કરો - એક સંધ્યા સમયે અને બીજું પ્રભાતે. રાત્રિ દરમિયાન પૃથ્વીનું ભ્રમણ તમને હજારો કિલોમીટર દૂર લઈ ગયું હશે.
ખરેખર જબરદસ્ત વિચાર છે. હવે, છ મહિનાના અંતરે કરેલાં અવલોકનો લઈએ તો કેવું ? આપણે સૂર્યની ફરતે અર્ધી ભ્રમણકક્ષા તો પાર કરી ગયાં હશું.
આને વાર્ષિક વિસ્થાપનાભાસ (ANNUAL PARALLAX) કહેવાય. પ્રાચીન સમયમાં પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષાનું માપ અજ્ઞાત હતું, ત્યારે વાર્ષિક વિસ્થાપનાભાસની મદદથી માત્ર સાપેક્ષ અંતરો મેળવી શકાતાં.
મારી ગણતરી અનુસાર શનિની ભ્રમણકક્ષા પૃથ્વી કરતાં 9 ગણી મોટી છે. એટલે કે ખરેખર કેટલી મોટી?
અલબત્ત 18 AU*. તમને હજુ કોઈ નક્ષત્રીય વિસ્થાપનાભાસ મળ્યો?
આપણે હવે જાણીએ છીએ કે નક્ષત્રીય વિસ્થાપનાભાસ (STELLAR PARALLAX) સરળતાથી અવલોકવા માટે પૃથ્વીની કક્ષા પણ પૂરતી મોટી નથી. તારાઓ તો અત્યંત દૂર હતા. પરંતુ પ્રયત્નો ચાલુ રહ્યા.
AU*: ખગોળશાસ્ત્રીય એકમ- પાના નં.૩૬ પર જુઓ.

અંતે એવી એક વિચિત્ર તારકીય ઘટના બની, જેણે બધા ખગોળશાસ્ત્રીઓનું ધ્યાન તારાઓ તરફ ખેચ્યું.
કેટલો પ્રકાશિત તારો ! મને ખાત્રી છે કે તે ગઈ કાલે ત્યાં ન હતો.
પણ હું તો માનતો હતો કે તારકીય ગોલક ક્યારેય બદલાતું નથી.
ઈ.સ.૧૫૭૨ માં ટાયકોએ એક તેજસ્વી તારો જોયો. તે 'નોવા', એટલે કે નવા તારા, તરીકે ઓળખાયો.
હેય... પેલો નોવા ક્યાં ગયો?
લાગે છે કે આવ્યો હતો તે જ રસ્તે ગયો.
પછીના દશકાઓમાં વધારે નોવાઓ શોધાયા. ઘણા તો થોડા દિવસોમાં અદૃશ્ય થઈ ગયા. કેટલાક અદૃશ્ય થતા રહ્યા અને ફરી ફરી દેખાતા રહ્યા.
આ તારકીય ઘટનાઓએ ખગોળશાસ્ત્રીઓનું ધ્યાન ખેચ્યું. નવા શોધાયેલ ટેલીસ્કોપને કારણે ઘણો ફરક પડયો.
આ નોંધનીય છે.... તારાઓની તેજસ્વીતા બદલાતી રહે છે.
કેટલાકમાં તો ખરું જ.
અત્યાર સુધી ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ બધી તારકીય ઘટનાઓ કેવી રીતે ચૂકી ગયા? એક તો, તેજસ્વી તારાઓ બદલાતા ન હતા. એટલે ટેલિસ્કોપની શોધ પહેલાં, તારાઓની તેજસ્વીતાનો ફેરફાર નોંધવો મુશ્કેલ હતો. ટોલેમીના સમયથી જ તારકીય ગોલક અપરિવર્તશીલ મનાતો હતો. આવા અચળ તારાઓને જોવામાં શા માટે સમય વેડફવો? નોવાને કારણે આ અભિગમ બદલાયો. હવે ખગોળશાસ્ત્રીઓ ફરીથી તારાઓનો અભ્યાસ કરવા લાગ્યા.
અને એક વખત વૈજ્ઞાનિકોએ તારકીય કાર્યશીલતા નિહાળવાનું શરૂ કર્યું કે તેમને આવી ઘટનાઓ વિપુલ પ્રમાણમાં મળી. બ્રહ્માંડ ચલાયમાન તારકોથી ભરપૂર હતું.
કેટલાક તારાઓ અનિયમિત રીતે ચલિત થતા હતા તો કેટલાક નિશ્ચિત સમયાંતરે થતા હતા. કંઈક થયા કરતું. આ તારકીય કાર્યશીલતાએ વૈજ્ઞાનિક સમુદાયને ઉત્તેજીત કરી દીધો. ઘણાં બધાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ સંભવિત ખુલાસા લઈને આગળ આવ્યા.
તારાઓ સૂર્ય જેવા જ છે, માત્ર ખૂબ જ દૂર
શું અમુક પ્રકારના સૂર્ય-કલંકો, તારાઓને ક્યારેક અલ્પ-પ્રકાશિત (ઝાંખા) બનાવે છે ?
એવું બને કે કેટલાંક તારાઓને પોતાની આસપાસ ફરતા ગ્રહો હોય જેને લીધે સમયાંતરે તેમનું ગ્રહણ થતું હોય.
મેં બે તારાઓને એકબીજાની આસપાસ ફરતા જોયા, તે પણ ઉપવલયી ભ્રમણકક્ષામાં!

તારાકીય વિસ્થાપનાભાસનું અવલોકન કાયમની જેમ નિરાશાજનક રહેતું. દરમિયાન, બીજી ઘણી બાબતો બની.
અંતર માપવા માટે વિસ્થાપનાભાસ જેવું સાધન બીજું કશું જ નહી.
નિઃશંક ! પરંતુ જિંદગીએ તો આગળ ધપવું જ રહ્યું. તમને ખબર છે કે બ્રહ્માંડમાં બીજી વસ્તુઓ પણ છે.
૧૬૫૦ ની મધ્યમાં ડચ ભૌતિકશાસ્ત્રી ક્રિશ્ચિયન હ્યુજીન્સે (CHRISTIAAN HUYGENS) પૃથ્વી અને વ્યાધ તારા (Sirius) વચ્ચેના અંતરનો અંદાજ મેળવ્યો.
વ્યાધ સૂર્યથી અલગ નથી એમ ધારીએ તો, તેની તેજસ્વિતા જોતાં તે કેટલો દૂર હોઈ શકે ?
હું ધારુ છું કે સૂર્ય કરતાં ૩૦,૦૦૦ ગણો દૂર હશે. હા, જો કે તે ધારવું મુશ્કેલ છે.
હ્યુજીન્સની ધારણા પાયાવિહોણી હતી અને તેની પદ્ધતિ અપરિપક્વ હતી. ખગોળશાસ્ત્રીઓને સૂર્ય કેટલો દૂર છે તેની પણ ખબર ન હતી. પરંતુ તેના અંદાજને કારણે લોકો બ્રહ્માંડની વિશાળતાની તરફ જોતા થયા અને પ્રશંસા કરતા થયા.
આવી જ ધારણાઓને આધારે ન્યૂટને પણ વ્યાધનાં અંતરનો અંદાજ મેળવ્યો હતો.
જો મારી ગણતરી સાચી હોય તો વ્યાધ સૂર્ય કરતાં લાખો ગણો દૂર છે.
આ તો ભેજાનું દહીં કરે તેવું છે.
ન્યુટનનું નાનું વિદ્વાનમંડળ જ માત્ર આ અંદાજ વિષે જાણતું હતું. તેઓ અચંબિત થઈ ગયા હતા.
ઈ.સ. ૧૬૭૧માં, જ્યોવેન્ની કેસીની (Giovanni Cassini) નામના ઈટાલિયન-ફ્રેંચ ખગોળશાસ્ત્રીએ પૃથ્વી અને મંગળ ગ્રહ વચ્ચેનું અંતર મેળવ્યું.
આનો અર્થ શું થાય તે જાણો છો? હવે આપણે સૂર્યમંડળમાં બધા અંતર ગણી શકીએ.
કારણકે આપણે પહેલેથી જ આ અંતરો વચ્ચેનો સંબંધ જાણીએ છીએ એટલે ?
શું સૂર્ય આપણાંથી ૧૫૦,૦૦૦,૦૦૦ કિલોમીટર દૂર છે ? ચાલતી પકડ !
અને શનિની ભ્રમણકક્ષા કેટલી મોટી છે તેની કલ્પના કર. ૨,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી. થી પણ વધારે.
પંદર કરોડ કિ.મી.! બે અબજ કિ.મી.! આ અંતરો તો મગજ ભમાવી દે તેવાં છે.
જો આપણો સૂર્ય અને તેના ગ્રહો એટલે કે સૂર્યમંડળ જ જો આટલું વિશાળ હતું, તો પછી તારાગોલક તો કેટલું વિશાળ હતું? ન્યુટને 'તારા ગોલક' (Star Sphere)નું માપ અધધધ ... ૨,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી. આંક્યું.
બધા તારાઓ આપણી ધારણા મુજબ તારા ગોલકમાં મઢેલા હશે? કે પછી તે બધા આપણાંથી જુદા જુદા અંતરોએ વેરાયેલા-વધારે દૂરના તારા ઝાંખાં દેખાતા? તો પછી બ્રહ્માંડ તો કેટલુંયે વિશાળ હશે ?

દરેક વ્યક્તિ સંમત હતી કે વિશ્વ અત્યંત વિશાળ છે, પરંતુ કેટલું ? ઈતિહાસના સમયગાળા દરમિયાન લોકોની જુદી જુદી માન્યતાઓ હતી.
વિશ્વ વિરાટ છે. તેના છેડે પહોંચવા તમારે ૧૦૦૦ દિવસ સુધી સીધે સીધું ચાલવું પડે.
ખરેખર ! લોકોના કહેવા મુજબ પૃથ્વી તો છેડા વગરનો એક ગોળો છે. અને બ્રહ્માંડ ચોતરફ લાખો કિલોમીટર સુધી ફેલાયેલું છે.
આકાશગંગામાં આપણું સૂર્યમંડળ તો રજકણ જેવડું જ નથી ?
ઈતિહાસમાં વારંવાર લોકો એ તારણ પર આવતાં રહ્યાં કે આપણી ધારણા કરતાં બ્રહ્માંડ ઘણું વિશાળ છે. અને દરેક કાળે તેમની કલ્પનાને પડકાર મળ્યો.
સૂર્ય આપણાંથી ૧૫૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી. દૂર છે? એ ચોક્કસપણે કેટલું થાય ?
તે મારી સમજની બહાર છે. હું કલ્પના પણ ન કરી શકું. વળી, મને તો શૂન્યોની ગણતરીઓ જ ડરામણી લાગે છે.
અન્ય ભૌતિક રાશિઓની જેમ અંતર પણ બીજા અંતરની સાપેક્ષમાં જ અભિવ્યક્ત થઈ શકે. બીજાં અંતરોની ગણતરી માટે સામાન્યતઃ વ્યાપક રીતે જાણીતું અંતર એકમ તરીકે લેવાય છે.
આ બંદર ઘણું વિશાળ છે. એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી લગભગ ૫૦૦૦ અંગુઠા - લંબાઈ (બંને હાથ બાજુ તરફ લંબાવતાં બે અંગુઠા વચ્ચેનું અંતર) જેટલું હશે.
કોલંબસ, ભગવાનની ખાતર, તું જહાજની લંબાઈના સંદર્ભે વાત ન કરી શકે ?
જે લંબાઈ માપવાની હોય તેને અનુરૂપ કેટલાક એકમ સાહજિક રીતે બીજા કરતાં વધારે અનુકૂળ હોય.
૬૦ ઈંચ ? અશક્ય !
...અને ૭૨ મીટરની ભવ્ય ઊંચાઈ
બૈજિંગ હજુ કેટલા માઈલ દૂર છે ?
જ્યારે સૂર્યમંડળનું પૃથ્થકરણ થઈ રહ્યું હતું ત્યારે સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચેનું અંતર સાહજિક રીતે એકમ તરીકે લેવાયું. આ અંતરને ખગોળીય એકમ - Astronomical Unit અથવા ટૂંકમાં AU કહેવાય છે.
તમને ખબર છે કે પૃથ્વીની કક્ષાનો વ્યાસ 2 AU છે.
આવી સામાન્ય હકીકત કહેવાની જરૂર નથી. તમને ખબર છે કે શનિની કક્ષાની પહોળાઈ (વ્યાસ) 18 AU છે ?
રસપ્રદ વાત એ છે કે જ્યારે ખગોળીય એકમનો ઉપયોગ શરૂ થયો, ત્યારે તેનું માપ તો અજાણ જ હતું. પરંતુ સૂર્યમંડળમાં અંતરોના ગુણોત્તરની જાણ હોવાથી તેનો હેતુ સિધ્ધ થયો. પછીથી ૧૬૭૨ માં તેનું માપ માઈલમાં અંદાજવામાં આવેલું. ત્યારથી તે સૂર્ય મંડળ માટે સાહજિક એકમ તરીકે પ્રચલિત થયો.
અદ્‌ભુત ! એક AU 150,000,000 કિ.મી લાંબો છે! એટલે કે સૂર્ય મંડળ 2,700,000,000 કિલોમીટર સુધી વિસ્તરેલું છે.
આ તો જબરદસ્ત અંતર કહેવાય. પણ તે 18 AU* જ થયું ને?
★ ૧૭ મી સદીમાં, સૂર્યમંડળ શનિ આગળ સમાપ્ત થતું હતું.

AU આંતર સંબંધિત ગ્રહોના અંતર માટે મૂળભૂત એકમ તરીકે ઉપયોગી થયો. પરંતુ શું તે તારાઓના વિશ્વ માટે યોગ્ય હતું ?
તમે આ સાંભળ્યું છે ? આકાશગંગા ૧,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ AU જેટલી વિસ્તરેલી છે.
હું આવા અંતરો વિશે કલ્પના નથી કરી શકતો કે નથી સમજી શકતો. તમને ખબર છે શૂન્યોની ગણતરીમાં હું કેટલો નબળો છું.
અત્યંત દૂર આવેલા તારાઓનાં અંતરની ગણતરી માટે એક નવા જ એકમની તાત્કાલિક જરૂરિયાત ઊભી થઈ. તે શું હોઈ શકે ?
માનવજાત તો મનથી પ્રવાસી જ રહી છે. વિચરતી અવસ્થામાં હતા ત્યારથી જ આપણે અંતરની ગણતરી મુસાફરીના સમય સાથે જ સરખાવતા.
ગીઝાનો પીરામીડ કેટલો દૂર છે ?
પગે ચાલતાં માત્ર ત્રણ દિવસ દૂર..
તે તો મારા માટે ફક્ત ૩ કલાક જ થશે. વાંધો નહીં.
અંતર જાણવા માટે મુસાફરીના સમયની ગણતરી નો ઉપયોગ ઘણો પ્રચલિત હતો.
અહીંથી માત્ર બે કલાકના અંતરે (બસના સંદર્ભે)
કોઈ આકાશી અંતરોના સંદર્ભે મુસાફરીના સમય આધારિત વાત કરી શકે ?
મને આશા છે કે તમે અવકાશનો પ્રવાસ હજુ નહીં વિચારતા હોવ.
સાવ નાખી દેવા જેવી વાત ન કર. આપણે અવકાશમાં કેવી રીતે મુસાફરી કરી શકીએ ? પરંતુ એવું કશુંક છે જે આમ કરે છે.
જો કોઈક આવી મુસાફરી બ્રહ્માંડની આરપાર કરતું હતું અને જે આપણને પરિચિત હતું તો તે છે. "પ્રકાશ"
પ્રકાશ અતિશય ઝડપે ગતિ કરે છે. વિજ્ઞાનીઓએ પ્રકાશની ગતિની ઝડપ નક્કી કરવા માટે પ્રયોગો કર્યા.
ગુરૂના ગ્રહ ઉપર તેના ચંદ્રોનો પડછાયાને જોઈને હું અનુમાન કરી શકું કે સૂર્યમાંથી ઉત્સર્જિત થતો પ્રકાશ પૃથ્વી પર આવવા માટે ૮ મિનિટનો સમય લે છે.
જબરદસ્ત ઝડપી. એનો અર્થ એમ પણ થાય કે પ્રકાશ વ્યાધથી પૃથ્વી સુધી પહોંચવા માટે ૮ વર્ષનો સમય લે છે.
છોકરા... તે ખૂબ.. ખૂબ.. ખૂબ.. દૂર છે.
પ્રકાશે અવકાશમાં એક આખા વર્ષમાં કાપેલું અંતર એક પ્રકાશવર્ષ તરીકે ઓળખાય છે. અને તે ઝડપથી અવકાશી અંતરો માપવા માટે ખૂબ જ અનુકૂળ એકમ બની ગયો.
આ એકદમ આધુનિક માહિતી છે. આકાશગંગા ૧૦૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ જેટલી પહોળી છે.
આ તો માન્યામાં ન આવે એટલું છે. પરંતુ હવે હું શૂન્યોની ગણતરી તો કરી શકીશ.
પ્રકાશ પૃથ્વી ફરતે એક જ સેકન્ડમાં ૭ વખત ફરી શકે છે. તમે કલ્પના કરી શકો કે તે એક વર્ષમાં કેટલે દૂર સુધી મુસાફરી કરી શકે. તે લગભગ ૯,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિમી અથવા ૬૦,૦૦૦ AU હોઈ શકે !

જ્યારે ખગોળશાસ્ત્રીઓ અવકાશી Parallax ના અવલોકનની મથામણ કરતાં હતાં ત્યારે અન્ય કેટલીક મહત્વની ઘટનાઓ બની.
૧૭૮૨ માં જેમ્સ બ્રેડલીએ ચીંધ્યું કે...
...જો પૃથ્વી અવકાશમાં અત્યંત વેગથી ફરતી હોત તો જે પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે તે તેના મૂળ ખૂણા કરતાં થોડા અંશ વળેલો દેખાય. અવકાશી પદાર્થની સ્થિતિમાં આ આકાર સૂક્ષ્મ વિકૃતિ સર્જી શકે.
તમે ક્યારેય સમાંતર વરસાદને જોયો છે ? જે તમે દોડતા હોવ ત્યારે ખૂણેથી આવતો દેખાય છે?
મારી પીઠ હજુ સૂકી છે.
ભૂતકાળના ડેટાનું વ્યવસ્થિત પૃથક્કરણ કરતાં જણાયું કે ખરેખર સૂર્ય ફરતે ફરતી પૃથ્વીની ગતિ દર્શાવતી અવકાશી સ્થિતિમાં સહેજ વિકૃતિ હોય છે.
બ્રેડલી મેધાવી હતો. તમે જોયું તેણે અહીં શું કર્યું. આપણી પૃથ્વી અવકાશમાં સહેજ બદલાય છે તેની પ્રાયોગિક સાબિતી આપી.
પરંતુ ખરાબ સમાચાર એ છે કે આપણે આ વિકૃતિને ધ્યાનમાં લઈ ડેટાનું પુનઃ પૃથ્થકરણ કરવું પડશે.
૧૭૪૮ માં બ્રેડલીએ ભૂલનો એક અન્ય સ્ત્રોત શોધી કાઢયો.
પૃથ્વીની ભ્રમણની ધરી પોતે જ એકદમ ધીમેથી ઘૂમી રહી છે.
મને આ ન કહો. હવે, આપણે ભૂલસુધારાના બીજા તબક્કામાંથી પસાર થવું પડશે.
ભલે આજે તે આપણને ત્રાસદાયક દેખાય છે. પણ તેણે કરેલા ભૂલનિર્દેશના કારણે ખગોળશાસ્ત્રમાં તો પ્રગતિ જ સધાશે.
જો કે રાહ જોવી યોગ્ય જ હતું. આખરે અંતે, ફ્રેડરિક બેસેલ, જર્મન ખગોળશાસ્ત્રીએ અવકાશી વક્ર (Parallax) ૧૮૩૮ માં શોધી કાઢ્યો.
આ વક્ર તો નાનો છે, પરંતુ ભૂલ વિનાનો.
એનો અર્થ કે તારાઓ ખરેખર ઘણા-ઘણા જ દૂર છે.
ટેલિસ્કોપમાં આધુનિક ફેરફાર વિના બેસેલ અવકાશી વક્રને શોધવા માટે સક્ષમ નહોતો. અલબત્ત સહેલાઈથી દેખાતા વક્રને કારણે ખૂબ ઓછા તારાઓમાંના એકને શોધી કાઢવા તે નસીબદાર હતો.
ખગોળશાસ્ત્રીઓનો સમૂહ તારાઓમાં વક્ર માપવા માંડ્યા અને શોધવા માંડ્યા.
છતાં હજુય મોટા ભાગના તારાઓમાં Parallax જોવા મળતો નથી.
તેનો અર્થ એમ થાય કે તેમાનાં બહુ થોડા આપણી નજીક છે. લગભગ સો હજાર અબજ કિમી અંતરમાં.
તમે તેમને નજીક કહો છો ?
અરે, નજીક દેખાતા તારાઓ પણ આપણા સૂર્યમંડળની બાહ્ય સીમાથી પણ હજારો ગણા દૂર દૂર છે.

આપણો દૂધિયો પટ્ટો તેના ગ્રીક નામ આકાશગંગા (Galaxy) પરથી ઉતરી આવ્યું છે.
હર્ષલને આકાશગંગા કેટલી વિશાળ છે તેનો અંદાજ નહોતો. તેણે ભૂલથી સૂર્યમંડળ આકાશગંગાની મધ્યમાં હોવાનું અનુમાન કરેલું. પરંતુ અગત્યની વાત એ હતી કે હર્ષલે પરિચિત બ્રહ્માંડનું વ્યાપક સ્વરૂપ ઘડયું હતું.
રકાબી આકારની આકાશગંગા, અબજો તારાઓથી ખીચોખીચ ભરેલી અને સૂર્ય આકાશગંગામાંનો એક આવો તારો - એવું બ્રહ્માંડ.
બ્રહ્માંડનું આ ચિત્ર આવનારા ૧૫૦ વર્ષો સુધી અસ્તિત્વમાં રહ્યું.

એથી વિરૂદ્ધ આકાશગંગાનું પ્રારંભિક કદ તેના હોવા કરતાં ઘણું નીચું આંકવામાં આવેલું.

વધુ તીવ્રતા ધરાવતા ટેલિસ્કોપ અને વિશેષ સંશોધનોએ દર્શાવ્યું કે દૂધિયા પટ્ટાની આકાશગંગા અગાઉ ધાર્યા કરતાં ઘણી જ વિશાળ હતી.

વર્તમાન અંદાજ અનુસાર વિશાળ રકાબી જેવી દૂધિયા આકાશગંગામાં ૨૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ તારાઓ પથરાયેલા છે. ૧૦૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ પહોળી અને લગભગ ૧૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ વચ્ચેના ઉપસેલા ભાગેથી પહોળી.

અને આપણું સૂર્યમંડળ આ આકાશગંગાની મધ્ય અને છેડાની વચ્ચેના કોઈક ભાગે આવેલું છે.

ગ્રહો, ચંદ્ર, તારાઓ અને આકાશગંગા ઉપરાંત રાત્રિના આકાશમાં કેટલાક ધૂંધળા પટ્ટા જોવા મળ્યા. તેમને નિહારિકાઓ (લેટિનમાં વાદળાને નેબ્યુલા કહે છે, તેનું બહુવચન - નેબ્યુલે) નામ આપવામાં આવ્યું.
હું કેટલાંક અઠવાડિયાઓ સુધી ત્યાં નાનું વાદળું જોઉં છું. તે જરાપણ વિચલીત થતું નથી.
જાણે તે અવકાશી - ગોલકને ચોંટી ગયું હોય તેવું લાગે છે. મને નથી લાગતું કે તે વરસાદ લાવનારું વાદળ હોય
એ કહેવાની જરૂર નથી કે ટેલિસ્કોપથી નિહારિકાઓ વિષે ઘણી માહિતી મળી.
નરી આંખે જોઈ શકાય તેના કરતાં ઘણી વધારે નિહારિકાઓ છે.
આ પણ તારાઓનું ભરચક ઝૂમખું છે.
શ્રેષ્ઠ કક્ષાના ટેલિસ્કોપથી પણ ખરી નિહારિકા તારાઓ વચ્ચે લટકતાં વાયુઓ જેવી દેખાતી.
અદ્યતન ટેલિસ્કોપથી કેટલીક નિહારિકાઓ આવી દેખાય છે.
આ નિહારિકાઓ શું છે ? આ ધૂંધળો વાયુ તારાઓ વચ્ચે શું કરે છે ? નિહારિકાઓએ ઘણા પ્રશ્નો ઊભા કર્યા. અને ઘણા સિદ્ધાંત-વાદ રજૂ થયા.
નિહારિકાઓ ધૂલીય કણોના અત્યંત વિશાળ વાદળાંઓ છે. તેઓ પ્રકાશે છે કારણ તેની અંદર પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતા તારાઓ સમાવિષ્ટ છે.
આવું ધૂલીય વાદળ તેના પોતાના ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે સંકોચાઈ ન જાય?
...અને ઘટ્ટતાને કારણે ગરમ થાય, ત્યાં સુધી કે તે એટલું ગીચ અને ગરમ બને કે તે તારો બની જાય.
કેવું અદ્ભૂત ! આપણો સૂર્ય પણ પહેલાં નિહારિકા હશે ?
નિહારિકાઓના આકાર, કદ અને તેજસ્વિતામાં ઘણું વૈવિધ્ય હતું. પરંતુ આ આંતર-અવકાશી વાદળોમાંથી આવતો પ્રકાશ તારાઓના પ્રકાશ કરતાં તદ્દન અલગ હતો.
પરંતુ તેમાં એક અપવાદ હતો.
તમે દેવયાની તારક-સમૂહમાં રહેલી નિહારિકા જોઈ ? હું ચોક્કસપણે કહી શકું છું કે તે જે ઉત્સર્જિત કરે છે તે તારાઓનો પ્રકાશ જ છે.
પરંતુ મને તો ત્યાં એક પણ ડાઘ દેખાતો નથી. તે તો માત્ર લીસો વાયુ જ છે.

દેવયાની તારક-સમૂહમાં સ્થિત આ નિહારિકા દેવયાની-નિહારિકા તરીકે ઓળખાઈ
હેય, હું ત્યાં એક ડાઘો જોઉં છું. મને આશ્ચર્ય થાય છે કે પહેલાં કોઈએ તે કેમ ન જોયું ?
પરંતુ આ નાનકડું ટપકું તો થોડા જ સમયમાં અદૃશ્ય થઈ ગયું.
મને તો કશું જ દેખાતું નથી. તે માત્ર સાધારણ વાયુ છે. કદાચ તમે કલ્પના કરી હશે.
મને લાગે છે કે તો તે પછી કદાચ નવતારક (નોવા) હશે.
પછીના દાયકાઓમાં અનેક અલ્પકાલીન ટપકાં દેવયાની નિહારિકામાં નોંધાયા હતા.
આ નવતારકો નિહારિકામાં સ્થિત છે ? કે તેઓ માત્ર દૃષ્ટિરેખામાં જ છે ?
તે શોધી કાઢવાનો કોઈ રસ્તો તો ચોક્કસ હશે જ.
હર્બર ક્યુર્ટીસ નામના અમેરિકન ખગોળશાસ્ત્રીએ સમગ્ર આકાશમાં બનતા નવતારકોનો અભ્યાસ કર્યો અને એક તારણ પર પહોંચ્યો.
ત્યાં આકાશના નાનકડા હિસ્સામાં ઘણાં બધાં નોવા દેખાય છે.
આ બધાં નવતારકો (નોવા) દેવયાની નિહારિકા સાથે સંલગ્ન છે.
હંમેશની માફક ઘણા પ્રશ્નો ઊભા થયા અને ઘણા સિદ્ધાંતો-વાદ રજૂ થયાં.
તેઓ આટલા ધૂંધળા શા માટે છે ? અને સહુ પ્રથમ તો તેઓ ખરેખર નવતારકો છે ?
દેવયાની નિહારિકા એટલી દૂર છે કે તેના નવતારકો ધૂંધળા તારાઓ કરતાં પણ ધૂંધળા દેખાય છે.
આ કેવી રીતે શક્ય છે ? જો તમે કહો છો તે સાચું હોય તો નિહારિકા બ્રહ્માંડની બાહ્ય સીમાથી પણ અત્યંત દૂર હોવી જોઈએ.
જો નિહારિકા આટલી બધી દૂર હોય તો તે ધૂલીય વાદળ છે કે ખીચોખીચ તારાઓનું ઝૂમખું છે તે નક્કી કરવું મુશ્કેલ બને.
હવે પૂરતી કલ્પનાઓ બહુ થઈ. આપણને નક્કર સાબિતીની જરૂર છે.
૧૯૧૭ માં એડ્વિન હબલ નામના અમેરિકન ખગોળશાસ્ત્રીએ નિર્ધાર્યું કે દેવયાની નિહારિકા એક વિશાળ પણ અતિશય ધૂંધળા તારાઓના ઘટ સમૂહ છે.
ચોક્કસપણે તે દૂધિયા પટ્ટામાંનો ભાગ હોવા માટે તો ઘણું જ દૂર છે.
શું આ નિહારિકા પોતે જ એક સંપૂર્ણ આકાશગંગા હોઈ શકે ?
દેવયાની નિહારિકા એક અલગ અને સ્વતંત્ર દૂરની આકાશગંગા હોય તે સિધ્ધાંત મોટાભાગના અવલોકનોમાં બંધબેસતું હતું.
આમ ફરીથી બ્રહ્માંડ આપણા ધાર્યા કરતાં વધારે જટીલ નીકળ્યું.
અને આપણી કલ્પનાથી અત્યંત વિશાળ પણ.

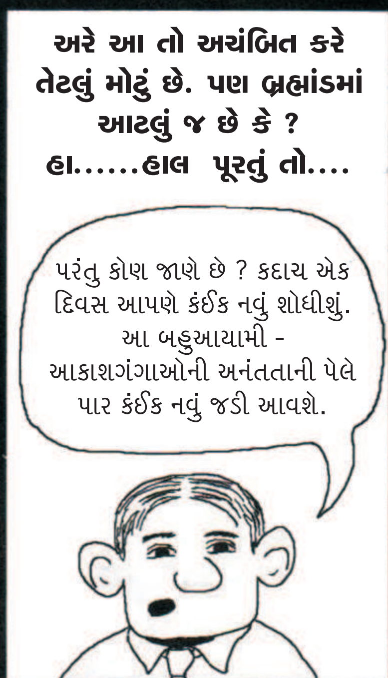
તો હવે બ્રહ્માંડ અંગે આપણું પ્રવર્તમાન ચિત્ર કેવું છે ?

બ્રહ્માંડ આશરે ૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (સો અબજ) આકાશગંગાઓના અનેક ઝૂમખાંઓથી છવાયેલું છે, દરેક ઝૂમખામાં હજારો આકાશગંગાઓ છે.

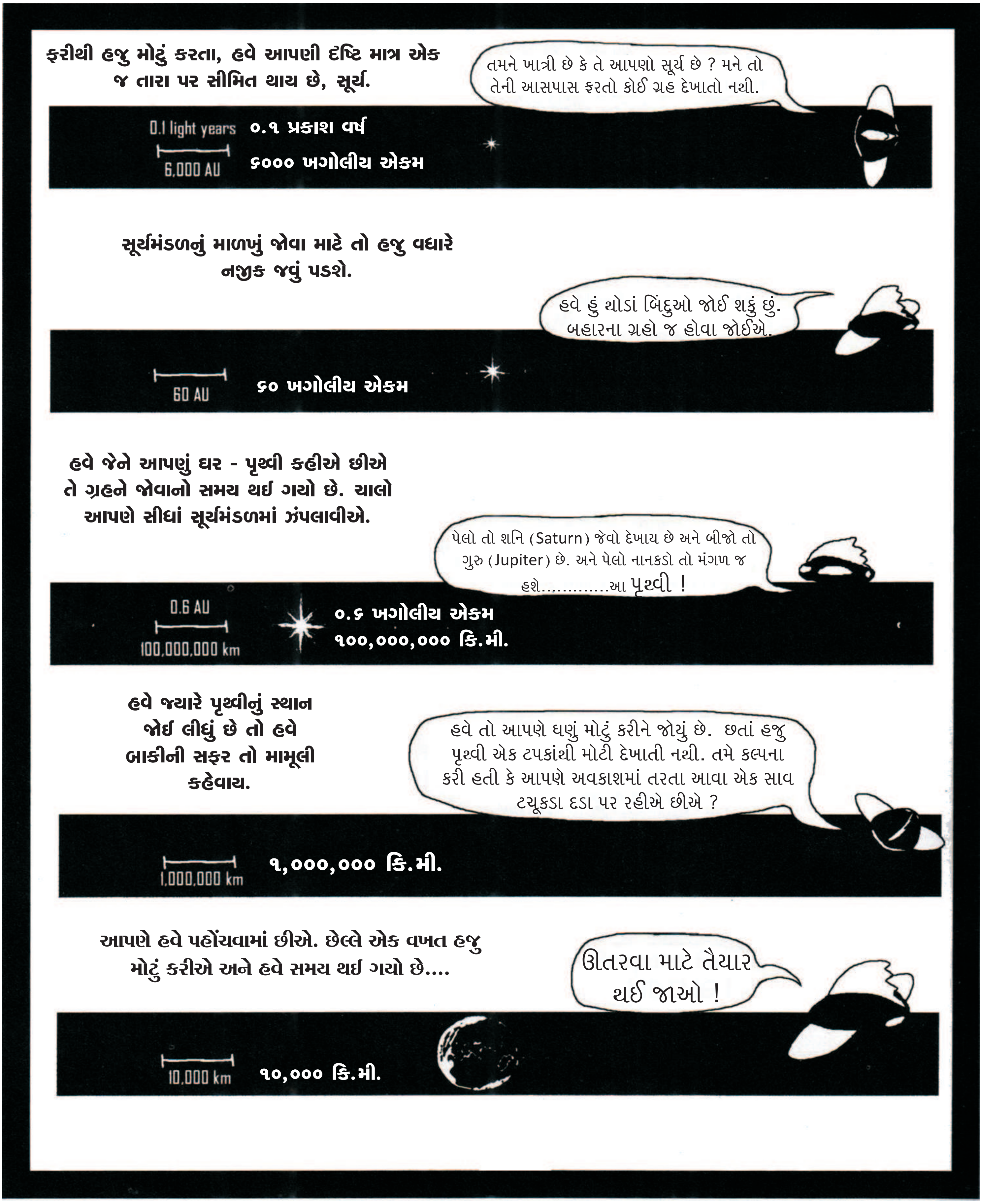
સરેરાશ કદ ધરાવતી આકાશગંગામાં ૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (સો અબજ) તારાઓ છે અને તે ૧૦૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષમાં વ્યાપ્ત છે.

બ્રહ્માંડનો વિસ્તાર લગભગ ૨૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (બસો અબજ) પ્રકાશવર્ષ જેટલો અંદાજવામાં આવે છે.

આકાશગંગામાં તારાઓ વચ્ચે અને ઝૂમખાંની આકાશગંગાઓ વચ્ચે વિશાળ અવકાશ છે. વાસ્તવમાં બ્રહ્માંડ મહદંશે અતિ વિશાળ રિક્ત - ખાલી જગ્યા છે.
અલબત્ત... આ અવકાશ ખરેખર ખાલી નથી... કારણ બ્રહ્માંડના દરેક ખૂણામાં ઝાંખો પ્રકાશ પથરાયેલો છે.



આ વિશાળ બ્રહ્માંડમાં આપણું સ્થાન ક્યાં છે ? આપણે ક્યાં રહીએ છીએ ? અબજો - અબજો આકાશગંગાઓથી બનેલા આ બ્રહ્માંડમાં આપણી પૃથ્વી, આપણું સૂર્યમંડળ, આપણી આકાશગંગા બધાં ક્યાં છે ?
આપણે રાત્રે જે આકાશ જોઈએ છીએ તે આપણા નજદીકી તારાઓથી વ્યાપ્ત છે. મને આ બધાં તારાઓ અને બધી આકાશગંગાઓની પાર જઈને બ્રહ્માંડનો નજારો કરવાનું ગમશે.
ધારોકે આપણે બ્રહ્માંડમાં કોઈ પણ સ્થળે જવા સક્ષમ છીએ. તમે પૃથ્વીથી જેટલાં દૂર જઈ શકો એટલે દૂર જાઓ. તમને શું દેખાશે ? ધૂંધળા ટપકાંઓનાં ઝૂંડ. આ બધા તારાઓ છે ? આકાશગંગાઓ છે ?
ના... દરેક ટપકું એ આકાશગંગાઓનું ઝૂમખું છે. સામાન્ય કદના ઝૂમખામાં હજારો આકાશગંગાઓ છે. અનંત અવકાશમાં આવા અબજો ઝૂમખાંઓ વેરાયેલાં છે.
1,000,000,000 light years
૧,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ
ચાલો, પૃથ્વીનું સ્થાન શોધવાની શરૂઆત કરીએ. આપણે આવ્યાં તે જ દિશામાં નાનો ટુકડો જોઈએ. આ ટુકડાને મોટો કરીને જોઈએ, તો તે ઝૂમખામાંની આકાશગંગાઓને અલગ-અલગ જોઈ શકીશું.
ચોક્કસ આ બધામાંથી એક આકાશગંગા એ આપણી મંદાકિની છે ?
૧૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ
10,000,000 light years
અલબત્ત. હવે મંદાકિનીની પડોશના એક નાનકડા ટૂકડાને વધુ મોટો કરીને જોઈએ.
આહ ! આ તો મંદાકિની લાગે છે ! અને ત્યાં દેખાતી પેલી બીજી આકાશગંગા છે તે તો દેવયાની જ હશે ને ?
100,000 light years
૧,૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ
ચાલો હવે આપણા સૂર્ય તરફ દૃષ્ટિ કરીએ. ફરીથી આપણે મંદાકિનીના નાના ભાગને સૂર્યમંડળની દિશામાં મોટો કરીને જોઈએ.
બહુ સરસ દેખાતું નથી. માત્ર તારાઓનો જથ્થો જ દેખાય છે. હજુ વધારે મોટું કરવાની જરૂર છે.
1000 light years
૧૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ
આપણે આપણી મંઝિલ તરફ બીજું એક પગલું આગળ ભરીએ. હવે આપણે પ્રત્યેક તારાને અલગ - અલગ જોઈ શકીએ છીએ.
છેવટે!... સૂર્ય ! તેની નજીકમાં આવેલો તારો જય (Proxima Centauri) છે
10 light years 600,000 AU
૧૦ પ્રકાશ વર્ષ
૬૦૦,૦૦૦ ખગોળીય એકમ
અત્યાર સુધી ઘણી લાંબી મજલ તો થઈ ગઈ. પરંતુ હજુ આપણાં ઘરે પહોંચતા સુધીમાં બહુ લાંબો પંથ કાપવાનો છે.

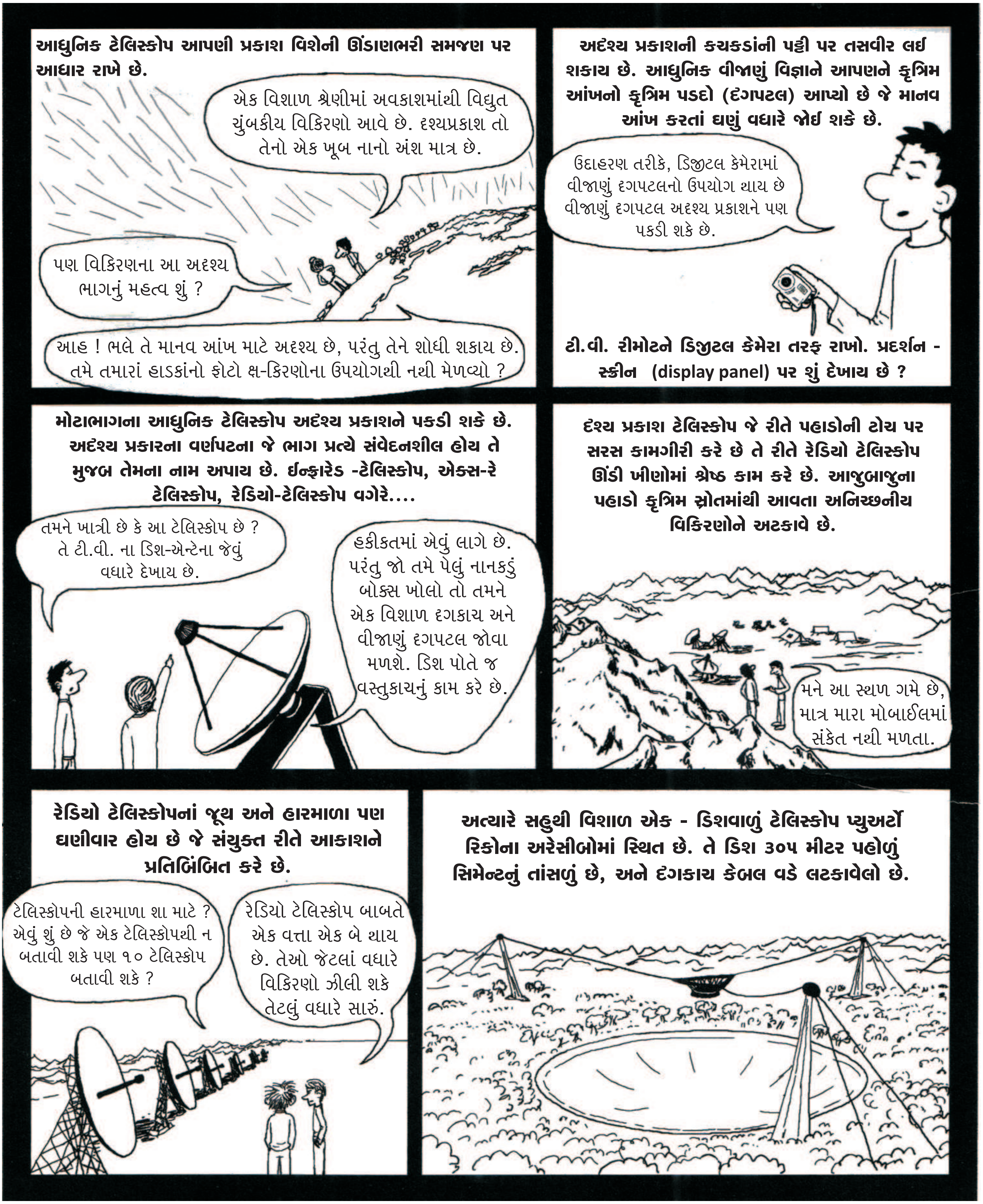

ફરીથી હજુ મોટું કરતા, હવે આપણી દૃષ્ટિ માત્ર એક જ તારા પર સીમિત થાય છે, સૂર્ય.
તમને ખાત્રી છે કે તે આપણો સૂર્ય છે ? મને તો તેની આસપાસ ફરતો કોઈ ગ્રહ દેખાતો નથી.
0.1 light years
૦.૧ પ્રકાશ વર્ષ
6,000 AU
૬૦૦૦ ખગોલીય એકમ
સૂર્યમંડળનું માળખું જોવા માટે તો હજુ વધારે નજીક જવું પડશે.
હવે હું થોડાં બિંદુઓ જોઈ શકું છું. બહારના ગ્રહો જ હોવા જોઈએ.
60 AU
૬૦ ખગોલીય એકમ
હવે જેને આપણું ઘર - પૃથ્વી કહીએ છીએ તે ગ્રહને જોવાનો સમય થઈ ગયો છે. ચાલો આપણે સીધાં સૂર્યમંડળમાં ઝંપલાવીએ.
પેલો તો શનિ (Saturn) જેવો દેખાય છે અને બીજો તો ગુરુ (Jupiter) છે. અને પેલો નાનકડો તો મંગળ જ હશે............આ પૃથ્વી !
0.6 AU
100,000,000 km
૦.૬ ખગોલીય એકમ
૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી.
હવે જ્યારે પૃથ્વીનું સ્થાન જોઈ લીધું છે તો હવે બાકીની સફર તો મામૂલી કહેવાય.
હવે તો આપણે ઘણું મોટું કરીને જોયું છે. છતાં હજુ પૃથ્વી એક ટપકાંથી મોટી દેખાતી નથી. તમે કલ્પના કરી હતી કે આપણે અવકાશમાં તરતા આવા એક સાવ ટચૂકડા દડા પર રહીએ છીએ ?
1,000,000 km
૧,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી.
આપણે હવે પહોંચવામાં છીએ. છેલ્લે એક વખત હજુ મોટું કરીએ અને હવે સમય થઈ ગયો છે....
ઊતરવા માટે તૈયાર થઈ જાઓ !
10,000 km
૧૦,૦૦૦ કિ.મી.

એક સમયે સામાન્ય એકમ તરીકે વપરાતું પ્રકાશ વર્ષ હવે રહ્યું નહી.
તેઓ કહે છે કે બ્રહ્માંડ ૧૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ કરતાં પણ વધારે પહોળું છે.
એટલે કે તમે એવું કહો છો કે ૧૦^૧૦ પ્રકાશ વર્ષ. તો તે ૧૦^૨૬ મીટર થાય.
તેમ છતાં પ્રકાશ વર્ષ બ્રહ્માંડનું વર્ણન કરવામાં વિશિષ્ટ ભૂમિકા ભજવે છે.
પ્રકાશ વર્ષમાં દર્શાવાતું અંતર પ્રકાશને તે અંતર કાપવા માટે લાગતો સમય સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવે છે.
તો આજે હું જે દેવયાની આકાશગંગા જોઉ છુ. તે ૨,૦૦૦,૦૦૦ વર્ષ પહેલાં જેવી હતી તે જોઉ છું ?
તદ્દન સાચું ! પ્રકાશને દેવયાનીથી આપણાં સુધી પહોંચતા એટલો સમય લાગે છે.
જો તે ૨,૦૦૦,૦૦૦ વર્ષ અગાઉ આવી દેખાતી હોય તો અત્યારે કેવી દેખાતી હશે ?
સંભવિત રીતે ખાસ જુદી નહીં. આકાશગંગાઓમાં થોડા લાખ વર્ષોમાં ખાસ ફેરફાર થતો નથી. પરંતુ ચોક્કસ રીતે જાણવાનો કોઈ રસ્તો નથી.
અવકાશમાં આપણે જેટલા ઊંડા ઉતરીએ તેટલું આપણે સમયમાં પણ વધારે ઊંડા જઈએ છીએ.
બ્રહ્માંડમાં આ સૌથી દૂરના પદાર્થો છે.
તો તે બધા સૌથી વધારે પ્રાચીન પણ હશે.
ક્વાસાર નામે ઓળખાતા આ સહુથી વધારે દૂરના પદાર્થો કોઈ નવા જન્મેલા બ્રહ્માંડની યુવા આકાશગંગાઓ હોઈ શકે. તેમના ખૂબ દૂરના અંતરને કારણે આપણે ખરેખર તેનો આકાર જાણી શકતા નથી.
એક વાત નિશ્ચિત છે. આ ક્વાસાર ટેલિસ્કોપમાંથી દેખાય છે તેના કરતાં તો વાસ્તવમાં તદ્દન જુદા હોવા જોઈએ.
અને તેમનું સ્થાન પણ જુદું હોઈ શકે. અત્યારે આપણે જે નિહાળીએ છીએ તે તો અબજો વર્ષ પહેલાંનું પિક્ચર છે.
આપણી વર્તમાન જાણકારી મુજબ સૌથી દૂરના ક્વાસાર બ્રહ્માંડના આરંભનો નિર્દેશ કરે છે. જો તેની પાર કશું જોઈ શકાતું ન હોય તો સંભવત તેની પહેલાં કશું અસ્તિત્વ નહિ ધરાવતું હોય.
બુદ્ધિગમ્ય લાગે છે, નહિ ?
પરંતુ કોણ જાણે છે. કદાચ કોઈ એક દિવસે...
ખરેખર, ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તાએ આપણને કશું શીખવાડ્યું હોય તો તે..... 'કોઈ સિદ્ધાંત અંતિમ નથી'

૪૦૦ વર્ષ પૂર્વે ગેલીલિયોએ ટેલિસ્કોપનો ઉપયોગ કર્યો ત્યારથી તે સાધન ખગોળશાસ્ત્ર સાથે અભિન્ન રીતે જોડાઈ ગયું છે.
નરી આંખે જે કંઈ જોઈ શકાય છે તે તો જોવાઈ ગયું છે. ટેલિસ્કોપ જ આપણી એક માત્ર આશા છે.
આ ટેલિસ્કોપથી જે જોઈ શકાય તે બધું જ મેં જોયું છે. હવે મને વધારે શકિતશાળી ટેલિસ્કોપની જરૂર છે.
નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્રમાં પ્રગતિ એટલે ટેલિસ્કોપમાં થતાં સુધારાઓ.
સહુથી પહેલું ટેલિસ્કોપ (ગેલીલિયન ટેલિસ્કોપ) બે લેન્સ ધરાવતું હતું.
.... એક મોટો લેન્સ જે વસ્તુકાચ અને એક નાનો જે દ્રષ્ટિકાચ તરીકે ઓળખાતો
Eye piece
Objective
વસ્તુકાચ જેટલો મોટો તેટલો તે વધારે પ્રકાશ ઝીલી શકતો અને તે વધુ વસ્તુઓ દેખાડી શકતો.
ગેલીલિયન ટેલિસ્કોપમાં કેટલીક અંગભૂત સમસ્યાઓ હતી.
મોટા લેન્સને ઘસવામાં ઘણી મુશ્કેલી હતી. તે ખૂબ વજનદાર હતા અને પોતાના વજનથી નમી પડતા.
આ પ્રતિબિંબ ધારદાર અને સ્પષ્ટ કેમ નથી દેખાતું ?
.... અને આ કિનારીઓ હંમેશા રંગીન અને ઝાંખી શા માટે દેખાય છે ?
પ્રકાશના ગુણધર્મોનાં ન્યૂટનની ઊંડી દ્રષ્ટિએ ન્યૂટનને વસ્તુકાચને બદલે વક્ર અરીસાનો ઉપયોગ કરવા પ્રેર્યો.
કાચનો લેન્સ જુદા જુદા રંગોના પ્રકાશને અલગ અલગ ખૂણેથી વાળે છે. સફેદ પ્રકાશ ઘણાં રંગોનો બનેલો હોવાથી આપણને મેઘધનુષીય પ્રતિબિંબ જોવા મળે છે.
અરીસો આમ તો લેન્સ જેવું જ કામ કરે છે - પ્રકાશને કેન્દ્રિત કરવાનું. પરંતુ લેન્સથી વિરુધ્ધ તે બધા રંગોને સમાન રીતે કેન્દ્રિત કરે છે.
વળી, અરીસાની એક જ સપાટી ઘસવી પડે અને તે લેન્સની સરખામણીમાં ઘણો હળવો હતો. પરાવર્તનીય ટેલિસ્કોપ (ન્યુટોનીયન ટેલિસ્કોપ) આજે પણ શીખાઉ ખગોળશાસ્ત્રીઓનું પ્રિય છે.
વધારે સારાં ટેલિસ્કોપની રચના તે માત્ર એક પડકાર હતો. ખગોળશાસ્ત્રીઓને વાતાવરણમાં ધૂળ અને અસ્થિરતાનો પણ સામનો કરવાનો હતો, કે જેને કારણે ટેલિસ્કોપની નિરીક્ષણ ક્ષમતા સીમિત થઈ જતી.
ચાલો આપણે ટેલિસ્કોપને હિમાલય પર લઈ જઈએ. આ ગાંડા ટોળાંથી દૂર.
સ્વર્ગની ઝાંખી કરવા આપણે આ દુન્યવી જીવન છોડી દેવું પડશે ?
આજે મોટાભાગની વેધશાળાઓ પર્વતોની ટોચ પર એકાંતવાસી સાધનાના સ્થળો જેવા છે.
હાલના સમયમાં તો આવકાશમાં સ્થિત ટેલિસ્કોપ વડે બ્રહ્માંડનું એકદમ સ્પષ્ટ ચિત્ર મેળવી શકાય છે.
હૂ...હું... અહીં તો ભારે ઠંડી છે.
પરંતુ ગુરૂની નજીક શું અદ્‌ભુત નજારો છે !
કેટલાંક ટેલિસ્કોપ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે જ્યારે કેટલાંક સૂર્યમંડળમાં. હબલ અને વોયેજર નામના પ્રખ્યાત અવકાશી ટેલિસ્કોપે આપણને બ્રહ્માંડની અસંખ્ય તસવીરો મોકલી છે. માહિતીસભર - સાથે સાથે શ્વાસ થંભાવી દે તેવા સુંદર !

જેમ જેમ ટેલિસ્કોપ બ્રહ્માંડની વધુને વધુ માહિતી આપવામાં આગળ વધ્યાં, તેની સમકક્ષ એક બીજી જબરદસ્ત ઘટના બની.
જુઓ ! સૂર્યપ્રકાશ અનેક રંગોનો બનેલો છે. પ્રિઝમ પ્રકાશના કિરણને તેના રંગીન ઘટકોમાં વિભાજીત કરે છે.
અને જો તમે આ ઘટકોને ફરી એકત્ર કરો, તો તમે જે સફેદ પ્રકાશથી શરૂઆત કરી હતી, તે મળે છે.
૧૬૬૬ ની ન્યૂટનની આ શોધની ઉંડી અસરો પડી.
પ્રાચીન મનુષ્યો જાણતાં હતાં કે સ્ફટિકમાંથી પસાર થતો પ્રકાશ મેઘધનુષ્ય જેવી રચના બનાવે છે. પરંતુ તેઓ એમ માનતાં હતાં કે એ રંગો તો સ્ફટિક આપે છે.
છેવટે તો સ્ફટિક જાદૂઈ જ ને. નહીં ?
પરંતુ ન્યૂટનની સ્પષ્ટતા પછી ધ્યાન સ્ફટિકને બદલે પ્રકાશ પર કેન્દ્રિત થયું.
૧૮મી સદીમાં લોકોએ શોધી કાઢયું કે પ્રકાશમાં મેઘધનુષ્યના રંગો કરતાં ઘણું વધારે સમાયેલું છે.
વૈજ્ઞાનિકોએ અંધારા ઓરડામાં પ્રયોગો કર્યા.
કેવું વિચિત્ર ! મેઘધનુષ્યની પછીના અંધારા વિસ્તારમાં પણ ગરમીની અસર દેખાય છે.
અરે, આ તો બિહામણું છે ! મેઘધનુષ્યની તસવીર તેના પોતાના કરતાં ઘણી પહોળી છે.
મને ખબર છે આવું શા માટે થાય છે. સૂર્યપ્રકાશમાં કેટલાક એવા રંગો છે, જે નરી આંખે જોઈ નથી શકતા. પ્રિઝમ દૃશ્ય રંગોને વિભાજીત કરે છે તેવી રીતે આ અદૃશ્ય રંગોને પણ વિભાજીત કરે છે.
દૃશ્ય અને અદૃશ્ય રંગોના સંયુક્ત વિસ્તારને વર્ણપટ કહે છે.
વર્ણપટના જાંબલી રંગની પાછળના આ અદૃશ્ય વિસ્તારને હું ‘પારજાંબલી’ (Ultraviolet) નામ આપું છું.
સરસ, આપણે લાલ રંગના આગળના અદૃશ્ય વિસ્તારને ‘અધોરક્ત’ (Infrared) કહીશું.
V I B G Y O R
આધુનિક વાદ મુજબ, પ્રકાશ તરંગોનો બનેલો છે. જુદા જુદા રંગોની પ્રકાશની તરંગલંબાઈ જુદી જુદી હોય છે. દૃશ્યમાન વર્ણપટ (મેઘધનુષ્યના રંગો)માં લાલ રંગની તરંગલંબાઈ સૌથી વધારે અને જાંબલીની તરંગલંબાઈ સૌથી ઓછી હોય છે. પારજાંબલીની તરંગલંબાઈ તો જાંબલીથી પણ ઓછી હોય છે. અધોરક્તની તરંગ લંબાઈ લાલ રંગ કરતાં વધારે હોય છે.
આજે આપણે જાણીએ છીએ કે બ્રહ્માંડમાં પ્રકાશનો સમગ્ર વર્ણપટ ઈન્ફ્રારેડ અને પારજાંબલીની પાર વિસ્તરેલો છે. દૃશ્યમાન પ્રકાશ તો તેનો એક નાનો અંશ છે. મેઘધનુષ્યના રંગોની જેમ, અદૃશ્ય વર્ણપટના ભાગોને પણ નામ અપાયાં છે, ક્ષ-કિરણો, ગામા કિરણો, સૂક્ષ્મતરંગો, રેડિયો તરંગો વગેરે...

ઈ.સ. ૧૮૩૫ માં ઓગસ્ટ કોમ્ટે નામના ફ્રેંચ તત્ત્વજ્ઞાનીએ કહ્યું હતું.....
તારાઓ શાના બનેલા છે તે કહેવા મનુષ્યો ક્યારેય સમર્થ નહિ બને.
બહુ જલ્દી તે ખોટો પૂરવાર થવાનો હતો.
૧૯મી સદીમાં, શ્રેણીબદ્ધ શોધોએ વર્ણપટના અભ્યાસને ખગોળશાસ્ત્રના હૃદયમાં વસાવી દીધું.
જો હું આ શ્રેણીબદ્ધ શોધોને પ્રિઝમમાંથી પસાર કરું તો પરિણામી મેઘધનુષ્ય કેવું દેખાશે ?
આ શ્વેત-તપ્ત લોખંડના સળિયામાંથી આવતા પ્રકાશ માટે કેવું દેખાશે ?
જુદા જુદા સ્રોતોમાંથી ઉત્સર્જિત થતા પ્રકાશ વિષે સંશોધન કરવામાં આવ્યું.
ખૂબ ઉત્તેજના અનુભવતાં અનુભવતાં વૈજ્ઞાનિકોએ શોધ્યું કે જુદા જુદા પદાર્થોને ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે જુદા જુદા વર્ણપટ મળે છે. લાંબા અભ્યાસ બાદ તો તેઓ ફક્ત વર્ણપટ જોઈને જ પ્રકાશ ઉત્સર્જતા પદાર્થો ઓળખી શકતા.
આ એક તૃતીયાંશ સોનું અને બે તૃતીયાંશ ચાંદી જેવું લાગે છે. તમને શું લાગે છે ?
ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ નવી ક્ષમતાથી રોમાંચિત થઈ ગયા.
આ તો ખરેખર રોમાંચક છે. તો પછી આપણે તારાઓના વર્ણપટને કેમ ન જોઈએ ? કદાચ આપણે જાણી શકીશું કે તેમનું તેજ કયા ઘટકોને કારણે છે
આ ઉત્તેજના તરતજ એક ઊંડી શ્રદ્ધામાં ફેરવાઈ ગઈ.
જો આપણે સૂર્ય પર પહોંચીને તેનો નાનકડો અંશ ખેંચી લાવીએ તેનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરીએ તો ....
....સૂર્યનું વર્ણપટ જેટલું દર્શાવી શકે છે તેનાથી વધારે સંભવતઃ આપણે વધુ કશું શીખી ન શકીએ.
હિલિયમ (હવામાં તરતાં બલૂનમાં વપરાતો વાયુ) તત્ત્વ સહુ પ્રથમ સૂર્ય વર્ણપટ દ્વારા ઓળખી કઢાયું. પછીથી તેને પ્રયોગશાળામાં છૂટો પાડી શકાયો.
ગ્રહો, તારાઓ, નિહારિકાઓ, આકાશગંગા ઈ. ના વર્ણપટોનું વિસ્તૃત રીતે પૃથ્થકરણ કરવામાં આવ્યું. તેના કારણે તારાઓ અને નિહારિકાઓ શાનાં બનેલા છે અને તે પદાર્થ કઈ રીતે જ્વલન પામી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે તે તરફની થીયરીઓ તરફ આપણે દોરાયા.
વર્ણપટના વિજ્ઞાનને કારણે બ્રહ્માંડની ભૌમિતિક રચનાના અભ્યાસ પરથી દૂર હટીને ત્યાં બનતી ભૌતિક ઘટનાઓ પર કેન્દ્રિત થયું.
ન્યૂટને આકાશી પિંડો અવકાશમાં કઈ રીતે ગતિ કરે છે અને પરસ્પર કઈ રીતે પ્રક્રિયા કરે છે તેનું ભૌતિકવિજ્ઞાન આપ્યું. વર્ણપટ વિજ્ઞાને પ્રત્યેક અવકાશી પિંડમાં બનતી પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ શક્ય બનાવ્યો.
આજે ખગોળશાસ્ત્ર ભૌતિક વિજ્ઞાનની એક શાખા ગણાય છે.


આધુનિક ટેલિસ્કોપ આપણી પ્રકાશ વિશેની ઊંડાણભરી સમજણ પર આધાર રાખે છે.
એક વિશાળ શ્રેણીમાં અવકાશમાંથી વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો આવે છે. દશ્યપ્રકાશ તો તેનો એક ખૂબ નાનો અંશ માત્ર છે.
પણ વિકિરણના આ અદશ્ય ભાગનું મહત્વ શું ?
આહ ! ભલે તે માનવ આંખ માટે અદશ્ય છે, પરંતુ તેને શોધી શકાય છે. તમે તમારાં હાડકાંનો ફોટો ક્ષ-કિરણોના ઉપયોગથી નથી મેળવ્યો ?
અદશ્ય પ્રકાશની કચકડાંની પટ્ટી પર તસવીર લઈ શકાય છે. આધુનિક વીજાણું વિજ્ઞાને આપણને કૃત્રિમ આંખનો કૃત્રિમ પડદો (દગપટલ) આપ્યો છે જે માનવ આંખ કરતાં ઘણું વધારે જોઈ શકે છે.
ઉદાહરણ તરીકે, ડિજીટલ કેમેરામાં વીજાણું દગપટલનો ઉપયોગ થાય છે વીજાણું દગપટલ અદશ્ય પ્રકાશને પણ પકડી શકે છે.
ટી.વી. રીમોટને ડિજીટલ કેમેરા તરફ રાખો. પ્રદર્શન - સ્ક્રીન (display panel) પર શું દેખાય છે ?
મોટાભાગના આધુનિક ટેલિસ્કોપ અદશ્ય પ્રકાશને પકડી શકે છે. અદશ્ય પ્રકારના વર્ણપટના જે ભાગ પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય તે મુજબ તેમના નામ અપાય છે. ઈન્ફ્રારેડ -ટેલિસ્કોપ, એક્સ-રે ટેલિસ્કોપ, રેડિયો-ટેલિસ્કોપ વગેરે....
તમને ખાત્રી છે કે આ ટેલિસ્કોપ છે ? તે ટી.વી. ના ડિશ-એન્ટેના જેવું વધારે દેખાય છે.
હકીકતમાં એવું લાગે છે. પરંતુ જો તમે પેલું નાનકડું બોક્સ ખોલો તો તમને એક વિશાળ દગકાચ અને વીજાણું દગપટલ જોવા મળશે. ડિશ પોતે જ વસ્તુકાચનું કામ કરે છે.
દશ્ય પ્રકાશ ટેલિસ્કોપ જે રીતે પહાડોની ટોચ પર સરસ કામગીરી કરે છે તે રીતે રેડિયો ટેલિસ્કોપ ઊંડી ખીણોમાં શ્રેષ્ઠ કામ કરે છે. આજુબાજુના પહાડો કૃત્રિમ સ્રોતમાંથી આવતા અનિચ્છનીય વિકિરણોને અટકાવે છે.
મને આ સ્થળ ગમે છે, માત્ર મારા મોબાઈલમાં સંકેત નથી મળતા.
રેડિયો ટેલિસ્કોપનાં જૂથ અને હારમાળા પણ ઘણીવાર હોય છે જે સંયુક્ત રીતે આકાશને પ્રતિબિંબિત કરે છે.
ટેલિસ્કોપની હારમાળા શા માટે ? એવું શું છે જે એક ટેલિસ્કોપથી ન બતાવી શકે પણ ૧૦ ટેલિસ્કોપ બતાવી શકે ?
રેડિયો ટેલિસ્કોપ બાબતે એક વત્તા એક બે થાય છે. તેઓ જેટલાં વધારે વિકિરણો ઝીલી શકે તેટલું વધારે સારું.
અત્યારે સહુથી વિશાળ એક - ડિશવાળું ટેલિસ્કોપ પ્યુઅર્ટો રિકોના અરેસીબોમાં સ્થિત છે. તે ડિશ ૩૦૫ મીટર પહોળું સિમેન્ટનું તાંસળું છે, અને દગકાચ કેબલ વડે લટકાવેલો છે.

આપણે માનીએ છીએ કે આપણે આપણા બ્રહ્માંડના સહુથી પ્રાચીન અને સહુથી દૂરના પદાર્થો જોયા છે. ધારી લઈએ કે, આપણી માન્યતા સાચી છે, તો પછી હવે કંઈ શોધવાનું બાકી રહે છે ?
શરત માર તું...જરૂર છે જ. હજુ તો આપણા સહુથી નજીકના પડોશીની પણ ખૂબ જ ઓછી તપાસ થઈ છે.
ખરેખર, હજુ તો અનંત વસ્તુઓ શોધવા-તપાસવાની છે. પ્રવર્તમાન અવકાશ કાર્યક્રમની કાર્યસૂચિ મોટી છે.
સહુ પ્રથમ અને મુખ્ય કાર્ય આપણી જિજ્ઞાસાને સંતોષવાનું છે. બહાર આ બધું શું છે તે જાણવાનું.
વધારામાં, આપણા કેટલાંક પ્રાયોગિક ઉદ્દેશો પણ છે.
એક મુખ્ય કાર્ય પૃથ્વી પરના જીવનને લુપ્ત થતું અટકાવવા તેનું રક્ષણ કરવું.
ક્યારેક કોઈ વિશાળકાય ઉલ્કા પૃથ્વીને અફળાય તેવી શક્યતા ઘણી ઓછી છે. આવું બને તો આપણા ગ્રહ પરથી જીવનનો સદંતર નાશ થઈ જાય.
આવી ઘટનાને અગાઉથી જાણી લેવા અને આવી ઉલ્કાનો માર્ગ બદલવા આપણે સમર્થ બનવું પડે
આપણે આપણા ગ્રહને જીવી ન શકાય તેવો કરી મૂકીએ તેવી શક્યતાઓ દેખાઈ રહી છે. કેટલાંક વિચારે છે કે માનવ જાતને બચાવવાનો એક માત્ર રસ્તો અવકાશમાં વસાહત બનાવવાનો છે.
એ સહેલું ન હતું પણ કરવા યોગ્ય તો હતું.
સમયસરનું પણ
માત્ર પૃથ્વી પરજ જીવન છે તેવો ખ્યાલ વધારે પડતો સરળ અને અહંકારી છે. પરંતુ પરગ્રહી જીવનનો ભેટો કરવા આપણે ખૂબ દૂર સુધી યાત્રા કરવી પડે.
.... અમે સંપર્ક કર્યો છે.... પુનઃ... અમે સંપર્ક કર્યો છે... ઓવર.
....zgrooftah# ....moree... zgrooftah finnn!....
દૂ...ર સુધીની અવકાશયાત્રા, બીજા સજીવોનો મેળાપ અને બ્રહ્માંડ વિશે વધુ માહિતીથી આપણી ક્ષિતિજ વિસ્તરશે. તે કદાચ આપણને પૂર્વગ્રહો, સંકુચિતતા અને તૃષ્ણા પર વિજય મેળવવામાં સહાયક થશે અને આપણને 'એક પૃથ્વી - એક સમુદાય' તરીકે સ્વીકારતા પણ.
અમે પૃથ્વીવાસીઓ છીએ તમને મળીને આનંદ થયો.
રેગો, તમે સાચા છો. ઝુરકાની બહાર પણ જીવન છે.
તેઓ મૈત્રીપૂર્ણ લાગે છે, અત્યંત વિચિત્ર દેખાવ છતાં પણ...

ક્ષતિ સુધાર

કેટલાક સુધારા / ટાઈપમાં અથવા કેટલાક એવા શબ્દો કે જેમનું ઉચ્ચારણ જુદું થતું હોય અને કેટલાક એવા શબ્દો છે જેનું અંગ્રેજી નામ પ્રચલિત હોવા છતાં ગુજરાતી જાણવું જરૂરી લાગે છે તેનો ઉલ્લેખ અહીં કર્યો છે. આવી ભૂલો તરફ ધ્યાન દોરવા બાબત અમે ડૉ. રેખાબેન મહેતાના આભારી છીએ.

પાના નંબર	અશુદ્ધ કે ટાઈપમાં ભૂલ	અંગ્રેજી શબ્દ	શુધ્ધ
5 (છેલ્લા ભાગમાં)	અમને, સાશન		એમને, શાસન
7	અડચણ, પૂરે પૂરો		વિઘ્ન, પૂરેપૂરો
8		રેન્ડમ	આકસ્મિક
9,10,11,17		Epicycle	અધીચક્ર
9	અસમકેન્દ્રી / તરંગી	Eccentric	ઉત્કેન્દ્રીત
10		Equant point	સમકક્ષ બિંદુ
10	અલ્માજેસ્ટ		અલ્માગેસ્ટ
10,18	યંત્રણા		યાંત્રિકી
11	પરવલયી	Elliptical	ઉપવલયી
12	ચારો		ચારે
	ઈરેટોસ્થેનેશ		ઈરેટોસ્થેનીસ
14	શક્તે નહીં		ના શક્ત
	પૃથ્વીગામી		પૃથ્વીકેન્દ્રી
16	પ્રાપ્તાંકો		માહિતી
17	કેપ્લરનું નામ - જોહન્સ, યથાર્થ		જોહાન્નસ યોગ્ય
18 બીજા ચિત્રમાં	= અચળ		T^2 / S^3 = અચળ
19	ટેલિસ્કોપ		ગેલેલિયોએ ટેલિસ્કોપના વપરાશને
22	વિષેશજ્ઞ		વિશેષજ્ઞ
24	કેલ્કયુલસ		કલનશાસ્ત્ર
	લિબ્નીઝ	Precession	લાઈબ્નિઝ
30			અયન / પુનરસરણ
38	અવકાશીવક્ર ને બદલે		વિસ્થાપનાભાસ -> વાંચવું

12+

શું બધા તારાઓ એક જ પેટર્નમાં ગતિ કરે છે ?

અને ગ્રહોનું શું ? તેઓ પણ કેમ ભટકી રહ્યા છે ?

જો પૃથ્વી દડા જેવી ગોળ છે, તો એ આવી સપાટ કેમ દેખાય છે ?

શું સૂર્ય જેમ પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે તેવી જ રીતે ગુરૂત્વાકર્ષણ પણ કરે છે ?

આ પેરેલેક્ષ શું છે ? અને ખગોળીય અંતર માપવામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

હા, ખગોળ શાસ્ત્રનું વિષયવસ્તુ ખગોળ જેટલું જ વિશાળ છે. આ વિષેનું આપણું જ્ઞાન કંઈ રાતોરાત તો આવ્યુ નથી. કેટલાંય હજારો વર્ષોમાં તેનો ઉદ્ભવ થયો છે. ખગોળશાસ્ત્રનો ઈતિહાસ મનુષ્યના પૂરા ઈતિહાસકાળને આવરી લે છે. તેના ઈતિહાસ, વિજ્ઞાનના ઈતિહાસ જેટલો જ જટિલ પરંતુ રસપ્રદ છે તેમાં કંઈ નવાઈ નથી.

આ ચિત્રવાર્તા ખગોળશાસ્ત્રના વિજ્ઞાન વિષેની નથી. એ તો તેના વિકાસને વાર્તાના સ્વરૂપમાં રજૂ કરવાનો એક પ્રયત્ન છે.

આર્ચ પ્રકાશન

સહયોગ રાશિઃ રૂા.૧૦૦-૦૦

एकलव्य

મૂળ પ્રકાશકઃ એકલવ્ય