

પ્રિન્સિપિયાનું ત્રીજું પુસ્તક

વિકલભાઈ અં. પટેલ

પ્રિન્સિપિયાનાં ત્રણ પુસ્તકો છે. પુસ્તક Iમાં કેન્દ્રીય બળો અને તેના કારણે જે ભ્રમણકક્ષાઓ મળે તેનો અભ્યાસ છે. ભ્રમણ માટેના માધ્યમમાં કોઈ પણ જાતનો વિરોધ નથી. જ્યારે પુસ્તક IIમાં ભ્રમણ માટેના માધ્યમમાં હવા, પ્રવાહીઓ વગેરે હોય તેનો અભ્યાસ છે. પુસ્તક I અને IIમાં જે બધું તૈયાર કર્યું તેનો ઉપયોગ વિશ્વનો અને તેમાંયે સૂર્યમંડળનો એટલે કે ગ્રહો અને ગ્રહોની આસપાસ ફરતા ચંદ્રોનો (ઉપગ્રહોનો) ન્યૂટનના વિશ્વવ્યાપી ગુરુત્વાકર્ષણ બળનો ઉપયોગ કરીને અભ્યાસ કર્યો જે પુસ્તક IIIમાં આપ્યું છે. ખરેખર આ વાંચતાં આનંદ એટલા માટે થાય છે કે માનવશક્તિ આવું વિચારી શકે છે અને એકલા હાથે આટલું બધું ગંભીર અને ઊંડાણવાળું કામ કરી શકે છે તેનો વિચાર કરતાં અહોભાવ થાય છે.

પુસ્તક IIIના છ વિભાગો છે. પહેલા વિભાગમાં પદાર્થ વિજ્ઞાનના (Natural Philosophy) પ્રગતિ કરવા માટેના જરૂરી નિયમો આપ્યા છે. બીજા ભાગમાં જુદી-જુદી અસાધારણ (Phenomena) વિગતો આપી છે કે જેના ઉપર વિશ્વની રચનાનું સ્પષ્ટીકરણ થઈ શકે. ત્રીજા ભાગમાં વિશ્વના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમથી ગ્રહો અને તેમના ચંદ્રોની ગતિ સમજાવી છે. ચોથા ભાગમાં ભરતી, પાંચમા ભાગમાં ચંદ્રના વેગનું સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ જે પ્રિન્સિપિયાનું સરસમાંનું એક છે. છઠ્ઠો અને છેલ્લો ભાગ પૂંછડિયા તારાની ગતિનો છે. ત્રીજું પુસ્તક પહેલાં બેની જેમ વિભાગોમાં વહેંચાયેલું નથી.

ન્યૂટન પુસ્તક IIIથી ઓળખાણ એ રીતે આપે છે કે તે આગળનાં બે કરતાં જુદી જાતનું છે. આ પુસ્તક સમજવા માટે ન્યૂટન જણાવે છે, “Read with care the definitions, the Law of Motion, and the first three sections of Book I. He/She may pass on to this book, and consult each of the remaining propositions of the first two books as references in this, and his occasions, shall require.”

આના કારણે આપણે પહેલાં બંને પુસ્તકો પૂરાં કર્યા વગર પુસ્તક IIIની શરૂઆત કરી છે. આમ કરવાનું કારણ થોડીક વિવિધતા હોય તો સારું. આના કારણે આપણે Book IIIનો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રિન્સિપિયાના પુસ્તક IIIની પહેલી આવૃત્તિની શરૂઆત જ નવ અનુમાનોથી (Hypothesis) થઈ જેની ટીકાકારોએ ખૂબ જ ટીકા કરી. આથી ન્યૂટને આ અનુમાનોને બે ભાગમાં વહેંચ્યાં. પહેલાં ચાર અનુમાનો ‘Rules for Natural philosophy’ના નામથી ઓળખાય છે અને બાકી રહેલાં અનુમાનો સુધારા-વધારા કરતાં છ વિલક્ષણો (Phenomena) તરીકે ઓળખાય છે.

ન્યૂટનના તત્ત્વજ્ઞાનના પ્રયોજનના (Reasons) નિયમો :

નિયમ ૧ :

We are to admit no more causes of natural things than such as are both true and sufficient to explain their appearances.

આપણે વધારે કુદરતી કારણો સ્વીકારીશું નહિ જ્યારે સાચા અને પૂરતાં કારણો વર્ણન કરવા પૂરતાં હોય.

આનો આશય Nature does nothing in vain and more is in vain when less will serve, for Nature is pleased with Simplicity

કુદરત કારણ વગર કશું જ કરતી નથી અને જ્યારે ઓછામાં કરી શકે ત્યારે વધારાનાં નકામાં છે. કુદરત સાદાઈથી ખુશ છે.

નિયમ ૨ :

‘Therefore to the same natural effects we must as far as possible, assign the same causes.’

આથી એક જ જાતની કુદરતી અસર માટે જ્યાં સુધી શક્ય હોય ત્યાં સુધી સમાન કારણો આપો.

ન્યૂટનનું કહેવું છે કે જે ભૌતિક અસરો અને ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો જે આપણી પૃથ્વી ઉપર છે તે વિશ્વમાં સર્વત્ર છે.

નિયમ ૩ :

The qualities of bodies, which admit neither intension nor remission of degree, and which are found to belong to all bodies within the reach of own experiments, are to be esteemed the universal qualities of all bodies whatsoever

પદાર્થોના ગુણધર્મો જે તીવ્ર નથી કે ડિગ્રી ઉત્સર્જન નથી અને જે આપણા પ્રયોગોમાં આવતા સર્વે પદાર્થોમાં રહેલા છે તે ગુણધર્મોને વિશ્વવ્યાપક ગુણધર્મો તરીકે આદરભાવે સ્વીકારવા જોઈએ.

નિયમ ૪ :

In experimental philosophy We are to look upon propositions collected by general induction from phenomena as accurately or very nearly true, notwithstanding any contrary hypotheses that may be imagined, till such time as other phenomena occur, by which they may either be made more accurate or liable to exceptions.

પ્રાયોગિક તત્ત્વજ્ઞાનમાં આપણે ઘટનાઓમાંથી સામાન્ય અનુમાન દ્વારા એકત્રિત કરેલી દરખાસ્તોને ચોક્કસ અથવા ખૂબ જ સાચી તરીકે જોવી જોઈએ, કલ્પના કરી શકાય તેવી કોઈ પણ વિપરીત પૂર્વધારણાઓ સાથે, અન્ય ઘટનાઓ બને ત્યાં સુધીના સમય સુધી, જેના દ્વારા તેઓને વધુ સચોટ બનાવી શકીએ અથવા કાયદેસર અપવાદ.

પ્રિન્સિપિયાની ત્રીજી આવૃત્તિમાં નિયમ 4 ન્યૂટને આપેલો, આ બધા નિયમોમાં અગત્યનો નિયમ છે. આનો ખાસ આશય તો અનુમાનથી (Induction) મેળવેલાં પરિણામો કોઈ કાલ્પનિક અધિકર્તથી (Hypothesis) મેળવેલાં પરિણામોની સામે માન્ય કરવા માટે છે.

વિગત (Data)

ન્યૂટન નીચેની છ માહિતીઓ જોડે કામ કરે છે. આ માહિતીઓને ફીનોમીના (Phenomena) તરીકે ઓળખે છે. તત્ત્વજ્ઞાનમાં કોઈ વસ્તુનું અસ્તિત્વ સાબિત થયું હોય કે ન થયું હોય, તેના ગુણધર્મો સમજમાં આવ્યા હોય કે ન આવ્યા હોય, પણ મગજને જે સાચું દેખાય તેને ફીનોમીના તરીકે ઓળખે છે. જ્યારે ભૌતિકશાસ્ત્રમાં, “જોઈ શકાય તેવો પ્રસંગ (observable event)” ફીનોમીના કહેવાય છે. આપણે ગુજરાતીમાં પણ આ જ અર્થમાં ફીનોમીના ઓળખીશું.

ફીનોમીના I

A That he circumjovial planets [or satellites of Jupiter], by radii drawn to the center of Jupiter, describe areas proportional to the times, of description; and their periodic times - the fixed stars being at rest are as the $3/2$ power of their distances from that center.

નોંધ : જ્યુપિટર એટલે કે ગુરુ અથવા બૃહસ્પતિ જે સૂર્યમાળાનો મોટામાં મોટો ગ્રહ છે. આ ગ્રહના ચંદ્રો અંગ્રેજીમાં circumjovial planets તરીકે ઓળખાય છે.

ગુરુના ચંદ્રોથી ગુરુના કેન્દ્રને જોડતી ત્રિજ્યાઓથી બનતું ક્ષેત્રફળ વર્ણનના સમયના પ્રમાણસાર છે; અને તેમનો આવર્તકાળ (નિયત તારાઓ નિષ્ક્રિય છે) તેમના કેન્દ્રથી અંતરના $3/2$ વર્ગ છે.

ફીનોમીના II

The circumsaturnian planets [or satellites of saturn], by radii drawn to the center of Saturn, describe areas propotional to the times of description, and their periodic time - the fixed stars being at rest - are as the $3/2$ powers of their distances from its center.

શનિના ચંદ્રથી શનિના કેન્દ્રને જોડતી ત્રિજ્યાઓથી બનતું ક્ષેત્રફળ વર્ણનના સમયના પ્રમાણસાર છે અને તેમનો આવર્તકાળ (નિયત તારાઓ નિષ્ક્રિય (Rest) તેમના કેન્દ્રથી અંતરના $3/2$ વર્ગ છે.

ફીનોમીના III

The orbits of the five primary planets - Mercury, venus, Mars, Jupiter and Saturn - encircle the sun

મુખ્ય પાંચ ગ્રહો બુધ, શુક્ર, મંગળ, ગુરુ અને શનિની ભ્રમણકક્ષાઓ સૂર્યને ઘેરે છે.

ફીનોમીના IV

The periodic times of the five primary planets and of either the sun about the earth or the earth about the sun - the fixed stars being at rest - are as the $3/2$ powers of their mean distances from the sun.

મુખ્ય પાંચ ગ્રહોની અને પૃથ્વીનો આવર્તકાળ સૂર્યથી તેમના અંતરના $3/2$ વર્ગ છે.

ફીનોમીના V

The Primary planets, by radii drawn to the earth describe areas in no way propotional to the times but, by radii drawn to the sun, traverse areas proportional to the times.

મુખ્ય ગ્રહોથી પૃથ્વીને જોડતી ત્રિજ્યાઓથી બનતું ક્ષેત્રફળ (વર્ણનના) સમયના પ્રમાણસાર નથી પણ સૂર્યને જોડતી ત્રિજ્યાઓથી બનતું ક્ષેત્રફળ સમયના પ્રમાણસાર છે.

ફીનોમીના VI

The moon, by a radius drawn to the center of the earth, describes areas proportional to the time of description

ચંદ્રથી પૃથ્વીના કેન્દ્રને જોડતી ત્રિજ્યાઓથી વર્ણવતા ક્ષેત્રફળ વર્ણનના સમયના પ્રમાણસર છે.

જાણે કે ચંદ્રની ગતિને સૂર્યના બળથી થોડીક અસર થશે પણ તે ખૂબ જ નાની ભૂલ થતી હોઈને આપણે તેને મહત્ત્વ આપીશું નહિ.

ન્યૂટન ગુરુના ચંદ્ર ઉપર લાગતા કેન્દ્રગામી બળ વિશેનું પ્રમેય આપે છે. ગુરુના ચંદ્રની ગ્રહ ગુરુના કેન્દ્ર સાથે જુદા-જુદા સમયે જોડવાથી બનતી આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ સમયના તફાવતને પ્રમાણસર હોઈને પુસ્તક I ના પ્રમેય 2 ના કારણે

પ્રમેય ૧ :

The forces by which the circumjovial planets [or Satellites of Jupiter] are continually drawn away from rectilinear motions and are maintained in their respective orbits are directed to the center of Jupiter and are inversely as the squares of the distances of their places from that center.

જે ગુરુના ચંદ્રોને સીધી રેખાઓની ગતિમાંથી સતત ખેંચી લઈને તેમને યોગ્ય ભ્રમણકક્ષાઓમાં રાખે છે તે બળો ગુરુગ્રહના કેન્દ્ર તરફ વળે છે અને તેઓ (બળો) કેન્દ્રથી ચંદ્રો સુધીના અંતરોના વર્ગોના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. આ જ વસ્તુઓ શાંતિ ગ્રહના ચંદ્રોને પણ લાગુ પડે છે.

પ્રમેય ૨ :

The forces by which the primary planets are continually drawn away from rectilinear motions and are maintained in their respective orbits are directed to the sun and are inversely as the squares their distances from its center.

જે મુખ્ય ગ્રહોને સીધી રેખાની ગતિ સતત ખેંચી લઈને તેમની યોગ્ય ભ્રમણકક્ષામાં રાખે છે તે બળો સૂર્ય તરફ વળે છે અને આ (બળો) સૂર્યના કેન્દ્રથી ગ્રહો સુધીના અંતરોના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

પ્રમેય ૩ :

The force by which the Moon is maintained in its orbit is directed toward the earth and is inversely as the square of the distance of its place from the center of the earth.

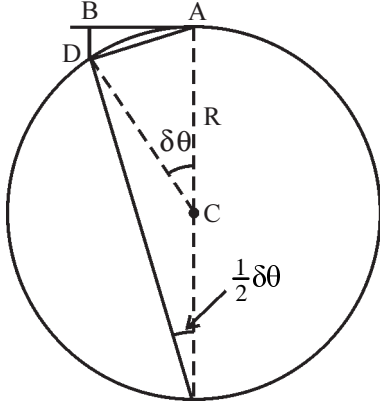
જે બળ ચંદ્રને તેની ભ્રમણકક્ષામાં જાળવી રાખે છે તે પૃથ્વી તરફ વળે છે અને પૃથ્વીના કેન્દ્રથી તેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

પ્રમેય ૪

The moon gravitates towards the earth and by the force of gravity is continually drawn off from rectilinear motion and kept in its orbit.

ચંદ્ર પૃથ્વી તરફ આકર્ષાય છે અને ગુરુત્વાકર્ષણ બળ સતત રીતે સીધી રેખાની ગતિમાંથી ખેંચી લઈને તેની ભ્રમણ કક્ષામાં રાખે છે.

સાબિતી : ન્યૂટને આની સાબિતી માટે આકૃતિ 1 માં બતાવ્યા પ્રમાણે ચંદ્ર એક મિનિટમાં સીધી રેખાથી કેટલો નીચે આવશે તે ગણી બતાવ્યું છે.



આકૃતિ 1

કેન્દ્ર C એ પૃથ્વી છે અને ચંદ્ર A બિંદુએ છે. ન્યૂટનના ગતિના પહેલા નિયમ પ્રમાણે જો ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ન હોય તો ચંદ્ર Aથી B સીધી રેખામાં મુસાફરી કરે છે, પણ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ જેનું કેન્દ્ર C છે તે હોઈને આ બંને બળોના કારણે ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષા ચાપ AD બને છે. ટૂંકમાં ચંદ્ર Bથી નીચે D એ આવે છે. આપણે BDની લંબાઈ શોધવી છે. ધારો કે ચંદ્ર એક મિનિટમાં કોણીય ચાપ (Angular Arc) $\delta\theta$ બનાવે છે. ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ 27 દિ 7 ક 43 મિનિટમાં એક ચક્કર ફરે છે.

આથી, $\delta\theta = \frac{2\pi}{27 \text{ દિ } 7 \text{ ક } 43 \text{ મિ}} = \frac{2\pi}{39,343}$ Radian છે.

$\triangle ABD$ માં, આપણે $\angle BAD = \alpha$ લઈએ. આથી, $\angle DAC = 90^\circ - \alpha$ છે. $AC = DC$ હોઈને $\angle CDA = \angle DAC = 90^\circ - \alpha$ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે,

$$\angle CDA + \angle DAC + \angle DCA.$$

$$= (90^\circ - \alpha) + (90^\circ - \alpha) + \delta\theta = 180^\circ$$

$$\therefore \delta\theta = 2\alpha \quad \therefore \alpha = \frac{\delta\theta}{2} \text{ થાય.}$$

$$\therefore \angle BAD = \frac{\delta\theta}{2}$$

$\triangle ABD$ માં,

$$\sin \angle BAD = \sin \frac{\delta\theta}{2} = \frac{BD}{AD}, \delta\theta \text{ નાનો હોઈને,}$$

$$\sin \frac{\delta\theta}{2} \equiv \frac{\delta\theta}{2} = \frac{BD}{R\delta\theta} \quad \therefore BD = \frac{1}{2} R(\delta\theta)^2$$

$R = AC$ એ ચંદ્રનું પૃથ્વીના કેન્દ્રથી P અંતર છે, જેના બરાબર $60 R_E$ જ્યાં, R_E એ પૃથ્વીની ત્રિજ્યા છે. એટલે કે, $AC = 60 R_E$ છે.

$$\text{પૃથ્વીનો પરિઘ} = 2\pi R_E = 1.232496 \times 10^8 \text{ પેરિસ ફીટ}$$

$$R_E = \frac{1.232496 \times 10^8}{2\pi}$$

$$\therefore BD = AD \left(\frac{\delta\theta}{2} \right) = \frac{1}{2} (R\delta\theta)(\delta\theta) = \frac{1}{2} R(\delta\theta)^2$$

$$= \frac{1}{2} 60 R_E (\delta\theta)^2 = \frac{1}{2} \left\{ 60 \times \frac{1.232496 \times 10^8}{2\pi} \right\} \left\{ \frac{2\pi}{39,343} \right\}^2$$

$$= 60\pi \frac{1.232496}{(3.9343)^2} = 15 \frac{1}{120} \text{ Paris Feet}$$

$$= 15 \frac{1}{120} \times 12 \times 2.707 = 487.5 \text{ Cm}$$

પૃથ્વી ઉપર જે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ લાગે છે તે જ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ચંદ્ર ઉપર લાગતું હોય તો,

$$F_m = \frac{Gm_1m_2}{R^2} = G \frac{m_1m_2}{(60 R_E)^2} = \frac{1}{3600} \left[\frac{m_1m_2}{R_E^2} G \right]$$

$$= \frac{1}{3600} F_e$$

$$\therefore F_e = 3600 F_m$$

F_e = પૃથ્વી ઉપરનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ

F_m = ચંદ્ર ઉપરનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ

આથી, પૃથ્વીની સપાટી ઉપર લાગતું બળ ચંદ્ર ઉપર લાગતા ગુરુત્વાકર્ષણથી 3600 ગણું છે.

જે બળ ચંદ્રના ખેંચાઈને નીચે પડવાના માટે જવાબદાર છે તે જ બળ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર પડતા પદાર્થો માટે જવાબદાર હોય તો તે બળ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ચંદ્રની સપાટી ઉપર 3600 ગણું છે. આ કારણે સરખું અંતર કાપવા માટે ચંદ્ર ઉપર 60 ગણો સમય જોઈએ. પૃથ્વી ઉપર 1 સેકન્ડમાં જે અંતર કાપાય તે જ અંતર કાપવા માટે 60 સેકન્ડ (એટલે કે 1 મિનિટ) ચંદ્ર ઉપર જોઈએ.

પૃથ્વી ઉપર અંતર કાપવાનું સૂત્ર,

$$S = \frac{1}{2}gt^2 \text{ માં } t = 1 \text{ મૂકતાં } 25 = g \text{ થાય.}$$

આથી, $g = 2\left(15\frac{1}{120}\right) = 975 \text{ cm/sec}^2$ થાય, જે હાલમાં વપરાતી $g = 970 \text{ cm/sec}^2$ ની ઘણી નજીક હોઈને આપણે કહી શકીએ કે જે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ પૃથ્વી ઉપર લાગે છે તે જ બળ ચંદ્રને એક મિનિટમાં $15\frac{1}{120}$ ફીટ નીચે ખેંચે છે.

આ ખૂબ જ અગત્યનું પરિણામ છે. આને ટેકો આપવા ન્યૂટને નીચેનો વિચાર પ્રયોગ સૂચવ્યો.

ગુરુ અને શનિના ગ્રહોને અનેક ચંદ્રો છે તે જ પ્રમાણે ધારો કે પૃથ્વીને અનેક ઉપગ્રહો છે. ધારો કે પૃથ્વીની આસપાસ નીચામાં નીચી ભ્રમણકક્ષામાં ઘણા ચંદ્રો ફરે છે. આખરે એક ચંદ્રની પૃથ્વીના પર્વતની ટોચની ઊંચાઈએ ભ્રમણકક્ષા હશે. આ ભ્રમણકક્ષામાં ચંદ્રને રાખવા માટે વપરાતું બળ પૃથ્વી ઉપર લાગતા બળથી જુદું હોય તો આ ચંદ્ર બે બળોથી નીચે ધસતો આવતો હોય. આમ બનતું ન હોઈને કહી શકીએ કે ચંદ્ર ઉપર લાગતું તે પૃથ્વી પર લાગતું બળ જ છે. પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષા અને પૃથ્વી ઉપર પડતી વસ્તુઓ ઉપર કાબૂ ધરાવે છે.

ન્યૂટન પૃથ્વી અને ચંદ્રની સરખામણી ગુરુ અને તેના ચંદ્રો સાથે કરીને આ બંને systemમાં સરખાપણું હોઈને નિયમ 2ના કારણે તેમનું બંનેનું સામાન્ય કારણ કયું ? સામાન્ય કારણ ગુરુત્વાકર્ષણ છે.

પ્રમેય ૫

That the circumjovial planets gravitate towards Jupiter; the circumsaturnal towards Saturn; the circumsolar towards the Sun; and by the forces of their gravity are drawn

off from rectilinear motions and retained in curvilinear orbits.

ગુરુના ઉપગ્રહો ગુરુ તરફ આકર્ષાય છે; શનિના ઉપગ્રહો શનિ તરફ આકર્ષાય છે; સૂર્યના ગ્રહો સૂર્ય તરફ આકર્ષાય છે; ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી સુરેખા ગતિમાં મુસાફરી કરનારને ખેંચી લઈ અને તેમની વકરેખા ભ્રમણકક્ષામાં રાખે છે.

અત્યાર સુધી વિશ્વમાં તારાઓ, ગ્રહો અને ઉપગ્રહોને તેમની ભ્રમણકક્ષામાં રાખવા જે કેન્દ્રગામી બળ છે તે બીજું કોઈ નહિ પણ ગુરુત્વાકર્ષણ (Gravitating) બળ જ છે. [આપણા નિયમો I, II, II અને IVથી જે] આથી આપણે હવે ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી જ ઓળખીશું.

ઉપપ્રમેય ૧ :

There is therefore, a power of gravity tending to all the planets for, doubtless, Venus, Mercury, and the rest are bodies of the same sort with Jupiter and Saturn. And since all attraction is mutual, Jupiter will therefore gravitate towards all his own Satellites, Saturn towards his, the Earth towards the Moon, and the Sun towards all the Primary planets.

આથી ગુરુત્વાકર્ષણની શક્તિ બધા ગ્રહો તરફી છે; શંકા વગર શુક્ર, બુધ અને બાકીના ગુરુ અને શનિની જેમ અને બધાં આકર્ષણો અરસપરસ હોઈને ગુરુ તેના બધા ચંદ્રો તરફ આકર્ષાય છે. શનિ પણ તે જ રીતે, પૃથ્વી તેના ચંદ્ર તરફ અને સૂર્ય તેના પ્રાથમિક ગ્રહો તરફ આકર્ષાય છે.

ઉપપ્રમેય ૨ :

The force of gravity which tends to any one planet is inversely as the Square of the distance of places from that planet's center.

ગુરુત્વાકર્ષણ બળ, જેનું કોઈ એક ગ્રહ તરફ વલણ હોય, તે ગ્રહના કેન્દ્રથી તેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

ઉપપ્રમેય ૩

All the planets do mutually gravitate towards one another by cor. 1 and 2. And hence it is that Jupiter and Saturn, when near their conjunction by their mutual attractions sensibly disturb each other's motions. So the Sun disturbs the Motions of the Moon; and both Sun and Moon disturb our sea, as We shall hereafter explain.

ઉપપ્રમેય 1 અને 2થી બધા ગ્રહો અરસપરસ એકબીજાને આકર્ષે છે અને આથી ગુરુ અને શનિ જ્યારે એકબીજાની નજીક હોય ત્યારે પરસ્પર આકર્ષણથી એકબીજાની ગતિમાં ખલીલ પડે છે. એ જ રીતે સૂર્ય-ચંદ્રની ગતિમાં ખલેલ પડે છે. અને સૂર્ય અને ચંદ્ર આપણા દરિયાને ખલેલરૂપ થાય છે જેને આપણે હવે પછી સમજાવીશું.

પ્રમેય ૬

All bodies gravitate towards each of the planets and at any given distance from the center of any one planet the weight of any body whatever towards that planet is proportional to the quantity of matter which the body contains.

બધા જ પદાર્થો દરેક ગ્રહ તરફ આકર્ષાય છે અને ગ્રહના કેન્દ્રથી આપેલા અંતરે આવેલા કોઈ પણ પદાર્થનું “આપેલા ગ્રહ તરફ”નું વજન તે પદાર્થમાં રહેલા દ્રવ્યના પ્રમાણસર છે. સાદી ભાષામાં ન્યૂટનનું કહેવું છે કે કોઈ પણ ગ્રહની સાપેક્ષમાં કોઈ પણ જગ્યાએ કોઈ પણ પદાર્થનું વજન તેના દ્રવ્યના પ્રમાણસર છે. આની સાબિતી પ્રયોગોના

પરિણામોના આધારે આપેલી છે.

આ પ્રમેય ન્યૂટનના સર્વવ્યાપી ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમનું કેન્દ્ર અને મહત્ત્વશીલ ભાગ છે.

ઉપપ્રમેય 1 : Hence the weights of bodies do not depend upon their forms and textures; for if the weights could be altered with the forms, they would be greater or less according to the variety of forms, in equal matter; altogether against experience.

હવેથી પદાર્થનાં વજનો તેમની આકૃતિ કે આકાર અને વણાટ ઉપર આધાર રાખતા નથી; જો આકૃતિ કે આકાર જોડે વજન બદલી શકતાં હોત, તો ભાતભાતની આકૃતિઓ પ્રમાણે તે (વજન) વધારે કે ઓછું હોત જે સંપૂર્ણપણે અનુભવ વિરુદ્ધ છે.

પ્રમેય 4 અને 6 પછી ન્યૂટને બે પદાર્થો વચ્ચેના પારસ્પરિક આકર્ષણનો નિયમ નીચે પ્રમાણે જણાવ્યો.

પ્રમેય ૭

That there is a power of gravity pertaining to all bodies, proportional to the several quantities of matter which they contain.

આથી પ્રત્યેક પદાર્થમાં પારસ્પરિક આકર્ષણ બળ જે પદાર્થમાં રહેલા ઘણા દ્રવ્યોના પ્રમાણસર છે તે રહેલું છે.

આ લેખ નીચેનાં પુસ્તકોના આધારે લખાયો છે.

- (1) Cohen, I. Bernard. “A guide to Newton’s Principia.” In Isaac Newton : The Principia, by I. Bernerd cohen and Ann Whiteman, Berkely : University of california Press, 1999.
- (2) Collin, Pask. “Magnificent Principia.” Prometheus Books New York, 2019.
- (3) Chandrasekhar, S. “Newton’s Principia for the common Reader.” Clarendon Press, Oxford, 1995.

– વિહ્વલભાઈ અં. પટેલ

‘સ્વરાજ’ નરસિંહજીના મંદિર પાસે, ઉવારસદ રોડ, શેરઠા

Mo. : 94280 19042

ગાંધીજી રાષ્ટ્રવાદની ભૂમિકાએ રહીને કામ કરે છે; એટલે તેઓ વર્ગાવિગ્રહની દૃષ્ટિએ વિચાર નથી કરતા, ને વર્ગ વર્ગ વચ્ચેના કજિયાની પતાવટ કરાવવા ઇચ્છે છે; એ સાચું છે. પણ જે અમલી કામ તેમણે પોતે કર્યું છે, ને જે કામ કરતાં તેમણે લોકોને શીખવ્યું છે, તેનાથી જનસમૂહમાં પ્રચંડ જાગૃતિ આવી છે, અને સામાજિક પ્રશ્નોને ઘણું જ મહત્ત્વ અપાવા લાગ્યું છે. વળી, જ્યાં જ્યાં જરૂર પડે ત્યાં, ધનિક વર્ગના જામી પડેલા સ્વાર્થોનો ભોગ આપીને પણ ગરીબ જનતાનું કલ્યાણ સાધવાનો જે આગ્રહ તેમણે રાખ્યો છે. તેને લીધે રાષ્ટ્રીય હિલચાલમાં જનસમૂહના કલ્યાણની સાધનાને ઘણું અગત્યનું સ્થાન મળ્યું છે...

તેઓ ભારતવર્ષના આત્માની, તેના સ્વમાનની, તથા તેનાં દીનદલિત કરોડોની અગણિત બોજાઓમાંથી છૂટવાની ઝંખનાની, સાક્ષાત મૂર્તિ છે, એમ અમે માનીએ છીએ; અને બ્રિટિશ સરકાર કે બીજું કોઈ તેમનું અપમાન કરે, તો તેને અમે ભારતવર્ષનું તથા તેની પ્રજાનું અપમાન લેખ્યું છે.

જવાહરલાલ નહેરુ