

ગુડ મોર્નિંગ તમારા બધાનું ગુરુત્વાકર્ષણ પરના બીજા પ્રવચનમાં સ્વાગત છે તમારે યાદ રાખવું જોઈએ કે આ એક પ્રથમ ભૌતિક બળ અને મૂળભૂત ભૌતિક બળ છે જેનો તમે અભ્યાસ કરી રહ્યાં છો તે તમારા અભ્યાસક્રમમાં અત્યાર સુધી તમે જે પણ અભ્યાસ કર્યો હતો તે આવશ્યકપણે મોડેલિંગ હતું પછી ભલે તે અથડામણ હોય કે ઘર્ષણ અથવા કોઈપણ અન્ય બળ પરંતુ અહીં આપણે એવા બળની ચર્ચા કરી રહ્યા છીએ કે જેની ભૌતિક ઉત્પત્તિ જનસામાન્યમાંથી આવે છે અને તેના પ્રારંભિક રૂપે મેં જે કર્યું તે ગતિશીલતાના મૂળભૂત ખ્યાલોને સંક્ષિપ્તમાં સુધારવાનું હતું જેથી મૂળભૂત ખ્યાલોનો સારાંશ ગતિના ત્રણ નિયમોમાં રજૂ કરવામાં આવે. ન્યૂટન દ્વારા જેથી જો હું તેમને પુનરાવર્તન કરું તો પ્રથમ કાયદો અનિવાર્યપણે સંદર્ભની જડતી ફેમને વ્યાખ્યાયિત કરે છે. ધારીને કે તમે જાણો છો કે બળ શરીર પર કાર્ય કરે છે કે નહીં,

તેથી તે કહે છે કે જો શરીર પર કોઈ બળ દ્વારા કાર્ય કરવામાં આવતું નથી, તો ત્યાં વિશેષ છે સંદર્ભના ફેમો જ્યાં શરીર એકસરખી ગતિ સાથે આગળ વધશે તેમાં કોઈ પ્રવેગ નહીં હોય .

બીજો લોક બળનું પરિમાણ કરે છે અને પરિમાણ  $t$  જે રીતે તમે તેને ગાણિતિક રીતે વ્યક્ત કરો છો તે સંદર્ભની જડતા ફેમમાં કરવામાં આવે છે અને પછીથી તમે અભ્યાસ કરશો કે જ્યારે તમે ફરતી ફેમ અથવા એકસરખી રીતે પ્રવેગક ફેમ જેવા બિન-જડતી ફેમ પર જાઓ છો ત્યારે ત્યાં અભૌતિક દળો હશે જ્યાં ન્યૂટનનો કાયદો હોવો જોઈએ. બીજો કાયદો સંશોધિત કર્યો જેથી બીજો કાયદો અનિવાર્યપણે જણાવે છે કે જડતા ફેમમાં પ્રવેગક અથવા તેનાથી પણ વધુ સારી વેગ પરિવર્તનનો દર જે શરીર દ્વારા સહન કરવામાં આવે છે તે લાગુ બળના પ્રમાણસર હોય છે. અહીં સૌથી મહત્વની બાબત એ છે કે તે સમજાય છે કે લાગુ બળ જાણીતું છે. અમે પ્રવેગકને જોઈને પ્રયોજિત બળ શું છે તે નિર્ધારિત કરવાનો પ્રયાસ કરતા નથી એવું માનવામાં આવે છે કે લાગુ બળ જાણીતું છે અને મેં તમને ઉદાહરણ તરીકે કહ્યું તેમ સરળ હાર્મોનિક ગતિના કિસ્સામાં આપણે  $f$  લખીએ છીએ તે માર્શનસ  $kx$  બરાબર છે. આપણે લખીએ છીએ ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયાના કિસ્સામાં આપણે લખીએ છીએ  $f$  એ  $e$  ચોરસ ઉપર  $r$  ચોરસ  $r$  ટોપી જે આપણે લખીએ છીએ તે છે અથવા વધુ સારું આપણે  $e^2 / r^2$  લખીએ છીએ  $r$  ચોરસ આર ટોપી અને સંભવતઃ તમે 4 પાઇ એપ્સીલોન નોટ વગેરે પર એક પરિબળ મૂકવાનું પસંદ કરી શકો છો

તેથી મૂળભૂત રીતે આપણે શું કહીએ છીએ તે એ છે કે જ્યારે હું લાગુ બળની વાત કરું છું ત્યારે હું જે કરી રહ્યો છું તે મોટી સંખ્યામાં પર આધારિત છે અવલોકનો અને આપણી પોતાની અંતઃપ્રેરણા અને પછી અમે તેને ન્યૂટનના સમીકરણમાં પ્લગ કરીએ છીએ  $dp$  દ્વારા  $dt$   $f$  લાગુ થાય છે અને તપાસીએ છીએ કે આપણું મોડેલિંગ સાચું છે કે નહીં આ એવી વસ્તુ છે જેને આપણે યાદ રાખવાની જરૂર છે ત્રીજો નિયમ મેં તમને કહ્યું તે આવશ્યકપણે સંરક્ષણનું નિવેદન છે કુલ વેગનો જે ખૂબ જ મૂળભૂત સિદ્ધાંત છે અને આપણે તે યાદ રાખવું જોઈએ કારણ કે પાછળથી જ્યારે હું ગુરુત્વાકર્ષણ સાથે સંકળાયેલી સમસ્યાઓ પર કામ કરવા જઈ રહ્યો છું અને પછી જ્યારે અન્યો તમને ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયા શીખવશે અથવા તો અન્ય દળોનો અર્થ વેગના સંરક્ષણમાં ઘણી સમસ્યાઓ છે. અથડામણ પછી છૂટાછવાયા પછી કણની સ્થિતિ શું છે તે શોધવા માટે વ્યાપકપણે ઉપયોગ કરવામાં આવશે વગેરે વગેરે વગેરે વેગનું સંરક્ષણ છે પરંતુ તેમાંથી એક છે સંરક્ષણ કાયદાઓ

તેથી આજે હું જે કરવા માંગુ છું તે છે અન્ય સંરક્ષણ કાયદા કે જે આપણા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે એટલે કે ઊર્જાનું સંરક્ષણ આ એક ખૂબ જ મૂળભૂત સિદ્ધાંત છે અને ભૌતિકશાસ્ત્રમાં વેગનું સંરક્ષણ અને ઊર્જાનું સંરક્ષણ બંને ખૂબ જ ઉચ્ચ સ્થાન ધરાવે છે. ખૂબ જ ઉચ્ચ સ્થાન અને તમામ સિદ્ધાંતો કે જે અમે પ્રસ્તાવિત કરીએ છીએ તે તેમની સાથે સુસંગત હોવા જોઈએ જો કે આ સમયે આપણે એક સાવધાનીનું નિવેદન અથવા એક નિવેદન ઉમેરવું જોઈએ જે સ્પષ્ટીકરણની પ્રકૃતિ છે અને તે છે જ્યારે વેગનું સંરક્ષણ સીધું ઊર્જાનું સંરક્ષણ નથી એક ખૂબ જ સીધો ખ્યાલ કારણ કે ઊર્જા ઘણા ઘણા સ્વરૂપોમાં આવી શકે છે હકીકતમાં ઊર્જાના સંરક્ષણના કાયદાની ચોક્કસ રચનામાં થર્મોડાયનેમિક્સનો સમાવેશ થાય છે જ્યાં તમે તેને તમામ પ્રકારની ઊર્જાને ધ્યાનમાં લો અને જરૂરી નથી કે યાંત્રિક ઊર્જા જ્યારે તમારા મિકેનિક્સ કોર્સમાં તમે ફક્ત યાંત્રિક ઊર્જા સાથે વ્યવહાર કરવા જઈ રહ્યા છીએ પરંતુ થર્મોડાયનેમિક્સ અથવા અન્ય કોઈપણ  $a$  તમે જાણો છો કે પોષણ સહિત અન્ય કોઈ શિસ્ત તમે ચિંતા કરો છો કે તમે કેટલી કેલરીનો વપરાશ કરો છો જેમાં રાસાયણિક ઊર્જા ગરમીનો સમાવેશ થાય છે વગેરે વગેરે તે કુલ ઊર્જા છે જે સંરક્ષિત છે

તેથી તે અર્થમાં ઊર્જાના સંરક્ષણના વિધાનની યોગ્ય ઉચ્ચારણ ખરેખર મિકેનિક્સમાંથી આવતી નથી ગતિશીલતા કે જે આપણે અહીં શીખીએ છીએ. અથવા તમારા ઉચ્ચ અભ્યાસમાં વાસ્તવમાં થર્મોડાયનેમિક્સના ખૂબ વ્યાપક ક્ષેત્રમાં જે કંઈક છે જે આપણે યાદ રાખવાની છે

તેથી હવે હું ઊર્જાના સંરક્ષણના વિધાનથી શરૂઆત કરું છું જેથી આપણા માટે સૌથી મહત્વપૂર્ણ ખ્યાલ એ છે કે કાર્ય પૂર્ણ થયું છે અને આ એક તકનીકી વ્યાખ્યા છે

તેથી જ્યારે હું પૂર્ણ થયેલ કાર્યની વિભાવનાને જોઉં છું ત્યારે હું શું કરીશ. હું શું કરવા જઈ રહ્યો છું તે ધારવું છે કે ત્યાં એક ચોક્કસ બળ છે અને આ બળ એક કણ પર કાર્ય કરી રહ્યું છે

તેથી બળ કાર્ય કરે છે એક કણ શરીર પર અને શરીર ફરે છે

તેથી ચાલો આપણે કહીએ કે  $t$  બરાબર શરૂઆતમાં શરીર અહીં હતું પછીના સમયે શરીર અહીં છે

તેથી આ ટી છે અને આ મારા માટે માફ કરશો.  $s$  એ  $t$  1 છે આ  $t$  2 છે અને આપણે કલ્પના કરીએ કે એક પ્લેનર ગતિ છે આ મારું  $x$  કોઓર્ડિનેટ છે અને આ મારું  $y$  કોઓર્ડિનેટ છે

તેથી મધ્યવર્તી સમય માટે ચાલો આપણે કલ્પના કરીએ કે શરીરે આ ગતિને ચલાવી છે જે હવે આપણે જોઈ રહ્યા છીએ હું શું કરી શકું તે દરેક બિંદુએ હું શોધી શકું છું કે ડિસ્પ્લેસમેન્ટ શું છે હું શોધી શકું છું કે ડિસ્પ્લેસમેન્ટ શું છે અને હું શું કરું છું તે ટી1 થી વિસ્થાપનની દિશા સાથે બળના ઘટક એફ ડોટ ડીએસનું મૂલ્યાંકન કરવું છે  $t$  2 આ માર્ગ પર હું જે કરવા જઈ રહ્યો છું તે તમે તમારા ઉચ્ચ વર્ગોમાં ખૂબ

ઊડાણથી આનો અભ્યાસ કરશો પરંતુ આવશ્યકપણે વિધાન એ છે કે જો આને કરવામાં આવેલ કાર્ય તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે તો અમે કહીએ છીએ કે જો કાર્ય કરવામાં આવે તો બળ રુદ્ધિયુસ્ત છે. પાથથી સ્વતંત્ર તેથી ચાલો હું પુનરાવર્તન કરું કે અમે કહીએ છીએ કે બળ રુદ્ધિયુસ્ત છે જો કરવામાં આવેલ કાર્ય પાથથી સ્વતંત્ર હોય તો તેનો અર્થ શું થાય છે ખાસ કરીને ધારો કે તમારું શરીર એક બિંદુએ શરૂ થયું હતું અને તે સ્થળની આસપાસ ફરતું હતું અને ટીને કારણે પાછું આવ્યું હતું. તે બળની ક્રિયા તો પછી આ પાથ જે પણ છે તે ધ્યાનમાં લીધા વિના કુલ કાર્ય શૂન્ય છે કુલ પૂર્ણ કાર્ય શૂન્ય છે તેથી મારું બળ આ દિશામાં કાર્ય કરી રહ્યું છે મારું વિસ્થાપન આ દિશામાં છે આ મારી એફ છે આ મારી ડીએસ છે તેથી મૂળભૂત રીતે હું સરવાળો કરું છું તમામ સંભવિત વસ્તુઓ જો તે 0 હોય તો આપણે કહીએ છીએ કે આવા બળ એક રુદ્ધિયુસ્ત બળ છે તે યાદ રાખવું અગત્યનું છે કે અહીં કામનો ખ્યાલ એક તકનીકી ખ્યાલ છે અને તેને અભિન્ન  $f$  ડોટ  $ds$  તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે હવે તેનો અર્થ શું છે જો તમે મારા માટે બાંહેધરી આપો છો કે જે કાર્ય ખરેખર પાથથી સ્વતંત્ર છે, તો પછી તમે ફરીથી તમારા ઉચ્ચ વર્ગોમાં શીખી શકશો કે આ  $f$  લખી શકાય છે, ચાલો આપણે ધારીએ કે તે સંભવિત વ્યુત્પન્નના  $r$  ના સંદર્ભમાં વ્યુત્પન્નના અંતર પર આધારિત છે.  $r$  ના સંદર્ભમાં સંભવિતતાનું વ્યુત્પન્ન તે છે જે આપણે લખવા જઈ રહ્યા છીએ તેથી આ કરવા માટે હું ધારી રહ્યો છું કે બળ ફક્ત પરસ્પર વિભાજન પર આધાર રાખે છે હું તેના પર પછીથી આવીશ તેથી જે કિસ્સામાં અમને શરત મળે છે તે અડધા  $mv$  સ્કેલર વત્તા  $v$  પર  $r$  ની બરાબર છે અને આ ઊર્જાના સંરક્ષણનું વિધાન છે તેથી આપણે ગતિ ઊર્જા સાથે અડધા  $mv$  ચોરસને ઓળખીએ છીએ અને આ  $v$   $r$  ને સંભવિત ઊર્જા કહેવામાં આવે છે તેથી જો કોઈ કણ ચોક્કસ ગતિ ઊર્જાથી શરૂ થાય છે તે ઘટતું જ રહેશે કારણ કે કુલ ઊર્જા એક સંરક્ષિત જથ્થો છે જ્યાં સુધી તેની તમામ ગતિ ઊર્જા સંભવિત ઊર્જામાં રૂપાંતરિત ન થાય અથવા જો કોઈ કણ સંભવિત ઊર્જા સાથે આરામથી શરૂ થાય તો તે એવી રીતે આગળ વધે છે કે સંભવિત ઊર્જા ઘટતી રહે છે અને ગતિ ઊર્જા વધતી જ રહે છે તેથી આપણા મગજમાં એવું શું ઉદાહરણ છે કે હું એક શરીર લઈ અને તેને પ્રારંભિક વેગથી ઉપર ફેંકી દઉં છું તે બધી ગતિ ઊર્જા હતી, પરંતુ પછી જ્યારે તે ટોચ પર પહોંચે છે ત્યારે તે બધી સંભવિત ઊર્જા હોય છે. શૂન્યની બરાબર ગતિ ઊર્જા શૂન્ય છે અને જ્યારે તે નીચે પડવાનું શરૂ કરે છે ત્યારે તે બધી સંભવિત ઊર્જા હતી અને જ્યારે તે પૃથ્વીની સપાટી પર અથવા તમારા હાથ પર પહોંચી ત્યારે તે બધી ગતિ ઊર્જા એટલે કે આપણી પાસે જે છે તે છે અને મને ખાતરી છે કે તમે લોકો જાણો છો કે કુલ ઊર્જા એ માપી શકાય તેવો જથ્થો નથી માત્ર ઊર્જા તફાવતો માપી શકાય છે તેથી તમે  $v$  ના કોઈપણ સ્થિરાંક ઉમેરી શકો છો તે ખરેખર વાંધો નથી તેથી આ પ્રારંભિક છે આપણે તેનાથી પરિચિત હોવા જોઈએ તેથી હવે હું અન્ય સંરક્ષણ કાયદો જણાવવા જઈ રહ્યો છું, હું તમને કોઈ દલીલ આપવા જઈ રહ્યો નથી, પરંતુ હું ફક્ત એટલું જ જણાવીશ કે મેં ગતિના ત્રીજા નિયમ દ્વારા વેગનું સંરક્ષણ દર્શાવ્યું છે, અલબત્ત ગતિના ત્રીજા નિયમ તે સાબિત કરતું નથી કે વેગ એ સંરક્ષિત છે તે માત્ર એટલું જ જણાવે છે કે વેગ એ એક સંરક્ષિત જથ્થો છે મેં તમને એ પણ કહ્યું છે કે રુદ્ધિયુસ્ત દળો તરીકે ઓળખાતા દળોનો એક વિશેષ વર્ગ છે જેના માટે ઊર્જા દ્વારા ઊર્જાનું સંરક્ષણ કરવામાં આવે છે, મારો અર્થ એ નથી કે તેનો અર્થ કોઈ ઊર્જા નથી ગતિ ઊર્જા વત્તા સંભવિત ઊર્જા અને ગુરુત્વાકર્ષણ પરના અભ્યાસક્રમમાં તે જ આપણા માટે મહત્વપૂર્ણ છે, આપણે અન્ય તમામ પ્રકારની ઊર્જા અને ત્રીજા સંરક્ષણ વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી કાયદો એ કુલ કોણીય વેગનું સંરક્ષણ છે. આ બિંદુએ કુલ કોણીય વેગનું સંરક્ષણ કેવી રીતે થાય છે તેનો અભ્યાસ કરવો તે આપણા માટે ખૂબ ઉપયોગી નથી, અલબત્ત આપણે એવું નિવેદન આપી શકીએ છીએ કે કુલ ટોર્ક શૂન્ય છે પછી કોણીય વેગ સાચવવામાં આવે છે પરંતુ ત્યાં ઊડા મુદ્દાઓ છે અમને એમાં ન આવવા દો કે અમે તેને લઈશું અથવા જે તમને શીખવશે તે યોગ્ય સમયે તે લેશે હવે મેં તમને કહ્યું છે કે અમે પહેલીવાર એક મૂળભૂત બળ જોઈ રહ્યા છીએ અમે ફક્ત મોડેલિંગ નથી કરી રહ્યા તેથી મને દો યાદ કરો મેં તમને છેલ્લા લેક્ચરમાં શું કહ્યું હતું હું કહું છું કે ત્યાં ઘર્ષણ છે હું કહું છું કે સ્નિગ્ધતા છે પરંતુ ઘર્ષણ એ ખૂબ જ જાગૃત નિવેદન છે ઉદાહરણ તરીકે ઘર્ષણ એ ગતિથી સ્વતંત્ર હોઈ શકે છે જે ઘર્ષણ બળ ગતિ ઘર્ષણ બળના પ્રમાણસર હોઈ શકે છે ગતિના વર્ગના પ્રમાણસર, ઘર્ષણનો અર્થ એ છે કે તે હંમેશા ગતિનો વિરોધ કરે છે અને તમે જે પણ ઊર્જા ગુમાવો છો તે ગરમી અથવા એવી કોઈ વસ્તુ તરીકે વિખેરાઈ જાય છે. આ જ વસ્તુ સ્નિગ્ધતામાં થાય છે, તેથી તે મોડેલિંગનો પ્રશ્ન છે કે આપણે ઘર્ષણ બળનું મૂળ શું છે તે માટે પૂછતા નથી, તેથી એક સારો પ્રશ્ન છે કે જ્યારે આપણે ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્ર જેવા અભ્યાસની શરૂઆત કરીએ છીએ ત્યારે પૂછી શકીએ છીએ કે શું છે દળો જે સૌથી મૂળભૂત છે જેમાંથી દરેક અન્ય બળ આવી શકે છે જેથી મારી પાસે મારી એડહેસિવ ટેપ છે, મારી પાસે મારો ગમ છે, પછી ત્યાં એવા શરીર છે જે એકબીજાને વળગી રહે છે. તમારી પાસે તમારો વેલ્કો છે જે શરીરને એકસાથે જોડે છે તેથી ત્યાં ઘણા બધા દળો છે જે ગેકોઝ યંત્ર છે દિવાલોની પાછળ દાખલા તરીકે, પરમાણુઓ એકબીજા સાથે બંધાયેલા છે. સૂર્ય અને પૃથ્વી એકબીજા સાથે બંધાયેલા છે આપણો આખો આકાશગંગા એક જ આકાશગંગા છે જ્યાં તારાઓ એકબીજા સાથે બંધાયેલા છે તેથી ત્યાં સંખ્યાબંધ દળો છે અને એક સારો પ્રશ્ન છે. પૂછો એ શક્ય છે કે ત્યાં નાની સંખ્યામાં કહેવાતા મૂળભૂત દળો છે જેમાંથી દરેક વસ્તુ ઉદ્ભવે છે ત્યાં એક પ્રશ્ન છે જે આપણે પૂછી શકીએ છીએ અને તે તારણ આપે છે કે જવાબ હા છે અને ચાલો આપણે કહીએ કે 400 અથવા 500 વર્ષનું ભૌતિકશાસ્ત્ર કહેવાતું આધુનિક દિવસનું ભૌતિકશાસ્ત્ર આપણે જાણીએ છીએ કે તમામ દળોને ચારમાંથી એક પર લાવી શકાય છે અને તે મેં આ સ્વાઇડમાં સૂચિબદ્ધ કર્યું છે જે પ્રથમ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ છે જે આપણને બાંધે છે. પૃથ્વી સાથે જે યંત્રને પૃથ્વી સાથે જોડે છે જે યંત્ર પૃથ્વી સિસ્ટમને સૂર્ય સાથે જોડે છે વગેરે વગેરે પછીનું બળ એ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક બળ છે જે દરેક જગ્યાએ કાર્ય કરે છે જે હકીકતમાં આપણા

માનવ શરીરમાં જે કંઈ થઈ રહ્યું છે તે કોઈને કોઈ રીતે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક બળ છે. પરમાણુ પરમાણુને પરમાણુઓ પરમાણુઓ સાથે પરમાણુઓ સાથે જોડે છે .

અમુક અર્થમાં તમામ રસાયણશાસ્ત્ર એ ઇલેક્ટ્રોડાયનેમિક્સની અનુમાનિત અથવા લાગુ શાખા છે. પછી આપણે જાણીએ છીએ કે પરમાણુ ઇલેક્ટ્રોનનો બનેલો છે અને ન્યુક્લીઓ પોતે પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનથી બનેલા છે. ખૂબ જ શક્તિશાળી દળો છે કારણ કે પરમાણુ તોડવું ખૂબ મુશ્કેલ છે અને જો તમે અનિયંત્રિત રીતે પરમાણુ તોડશો તો વાસ્તવમાં તે બોમ્બ અને પરમાણુ બોમ્બ બની જાય છે જેથી en પરમાણુ બળમાં ઓર્મસ ઉર્જા સમાયેલ છે. અને તમે લોકો તમારા રેડિયોએક્ટિવિટી પ્રકરણમાં પણ બીટા સડોનો અભ્યાસ કરો છો. આ દળો વચ્ચેનો તફાવત છે.

તેથી મેં આ કોષ્ટકમાં સૂચિબદ્ધ કર્યું છે કે હું શું કરું છું તે હું પરમાણુ બળની તાકાતને ક્રમમાં લઈશ જે હું લઈશ તે જ છે અને હું અન્ય તમામ દળોની તુલના કરવાનું શરૂ કરીશ તેમને તેથી ગુરુત્વાકર્ષણ આપણા માટે ખૂબ જ રસપ્રદ છે. તમે જુઓ છો કે ગુરુત્વાકર્ષણ પરમાણુ બળની તુલનામાં લગભગ શૂન્ય છે કારણ કે તેની તીવ્રતા છે સાપેક્ષ તાકાત છે 10 ની શક્તિ ઓછા 37 તે એક ખૂબ જ પ્રચંડ નાની સંખ્યા છે.

તેથી જો તમે હમણાં જ આ તાકાતથી આગળ વધો છો આપણે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વિશે બધું જ ભૂલી ગયા હોઈએ . આપણા બ્રહ્માંડની ગતિશીલતામાં અથવા માનવ જીવનમાં તમારી કોઈ ભૂમિકા હોવી જોઈએ નહીં, પરંતુ જ્યાં ગુરુત્વાકર્ષણ પ્રવાહમાં હારી જાય છે ngth તે શ્રેણીમાં વધારો કરે છે તેની એક અનંત શ્રેણી છે અને માતા પ્રકૃતિએ આપણને ખૂબ જ વિશાળ પદાર્થો આપ્યા છે અને તેના કારણે જ્યારે તમે ખૂબ દૂરના અંતર પર જાઓ છો ત્યારે ગુરુત્વાકર્ષણ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે અને તે જ કારણ છે કે તમે ચિંતા કરશો નહીં ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વિશે જ્યારે હું જોઈ રહ્યો છું કે આ પેન શું ધરાવે છે તે શું છે પરંતુ મને ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વિશે ચિંતા થાય છે જ્યારે હું મારી જાતને પૂછું છું કે એવું શું છે જે મને પૃથ્વી પરથી કૂદી જવાની અને બાહ્ય અવકાશમાં ભાગી જવાની મંજૂરી આપતું નથી. પરમાણુ દળો વિશે શું થઈ રહ્યું છે પરમાણુ દળો 10 થી 37 ગણી શક્તિની શક્તિ ધરાવે છે પરંતુ પછી તેમની શ્રેણી તેમનું સામ્રાજ્ય ખૂબ જ ઓછા પ્રદેશમાં છે

તેથી આપણી પાસે ગુરુત્વાકર્ષણનું સામ્રાજ્ય છે જે સમગ્ર બ્રહ્માંડ છે તે નબળું છે પરંતુ સમગ્ર બ્રહ્માંડ પરમાણુ દળોનું સામ્રાજ્ય ખૂબ જ મજબૂત છે પરંતુ તે લગભગ 10 થી માઈનસ 15 મીટરની શક્તિના નાના નાના પ્રદેશમાં છે. ઠીક છે અને તે ત્યાં કાર્ય કરે છે પરંતુ તેનાથી આગળ તેને જોવું ખૂબ મુશ્કેલ છે. e ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ફોર્સ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ફોર્સ પરમાણુ બળ કરતાં લગભગ 100 ગણા નબળા હોય છે તેની રેન્જ પણ અનંત છે

તેથી જો તમે બધાને યાદ હોય તો તમે જાણો છો કે તમારા નવમા અને દસ ધોરણથી મારું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ એક ઓવર સ્કવેર્ડ ઇન્વર્સ સ્કવેર લો માય કુલમ્બની જેમ જાય છે. 1 ઓવર આર સ્કવેરની જેમ પણ જાય છે

તેથી જો આ અનંત રેન્જ છે તો મારું કુલોમ્બ બળ પણ અનંત રેન્જનું છે

તેથી એક સારો પ્રશ્ન છે કે આપણે આપણી જાતને પૂછવું જોઈએ કે હા શા માટે ગુરુત્વાકર્ષણ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક દળો પર પ્રભુત્વ મેળવવા સક્ષમ છે તે શા માટે છે એક વસ્તુ જે થઈ રહી છે તેના જવાબમાં એક ખૂબ જ વિચિત્ર કારણ આવે છે એટલે કે આપણી પાસે દળ છે જે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ માટે જવાબદાર છે અને દળ માત્ર એક જ પ્રકારનો થાય છે બધા જ દળ સકારાત્મક હોય છે અને તે બધા એકબીજાને આકર્ષે છે પછી ભલે તે દળ ગમે તેટલો હોય. એક ખૂબ જ સુમદ પરિસ્થિતિ છે કે જ્યાં કોઈ પ્રતિકૂળની કલ્પના જ નથી જ્યારે તે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિકની વાત આવે છે ત્યારે આપણે જાણીએ છીએ કે ત્યાં બે કે છે ચાર્જની ઇન્ડસ ધન શુલ્ક અને નકારાત્મક શુલ્ક જેમ કે શુલ્ક ધન શુલ્ક એકબીજાને ભગાડે છે નકારાત્મક શુલ્ક એકબીજાને ત્રણ ગણા અને હકારાત્મક અને ઋણ શુલ્ક એકબીજાને આકર્ષે છે અને અલબત્ત જો શરીરમાં કોઈ ચાર્જ ન હોય તો તેમાં ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયા હોતી નથી તો શું અમારી પાસે છે કારણ કે ત્યાં બે પ્રકારના ચાર્જ છે જો હું પોઝિટિવ ચાર્જ અને નેગેટિવ ચાર્જની સિસ્ટમ લાવીશ તો શું થશે સિસ્ટમ તમારા રાજ્યમાં પ્રવેશવાનો પ્રયત્ન કરશે વાસ્તવમાં તે એવી સ્થિતિમાં આવશે જ્યાં પોઝિટિવ ચાર્જ અને નેગેટિવ ચાર્જ ભેગા થાય છે તટસ્થ ઓબ્જેક્ટ હવે આ ન્યુટ્રલ ઓબ્જેક્ટ્સ વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ખૂબ જ નાની છે કારણ કે તેઓ વિદ્યુત રીતે તટસ્થ છે ત્યાં કેટલીક નાની અવશેષ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા હશે કારણ કે સકારાત્મક ચાર્જ અમુક રીતે વિતરિત થાય છે નકારાત્મક ચાર્જ અન્ય રીતે વિતરિત થાય છે

તેથી તેના કારણે ત્યાં હશે ખૂબ જ નજીવી ક્રિયાપ્રતિક્રિયા અને તે નજીવી ક્રિયાપ્રતિક્રિયા છે જેનો તમે અભ્યાસ કરો છો અથવા ઉદાહરણ તરીકે વાન ડેર વોલ્સ ફોર્સ અને તે તે છે જે બદલાય છે ઉદાહરણ તરીકે તમારા રાજ્યના સમીકરણમાં તમારા વેન ડેર વોલ્સ રાજ્યના સમીકરણમાં તમે વોલ્યુમ ઇફેક્ટ ટ્રિપલ અને ઇફેક્ટ અને તે જેવી વસ્તુઓ મૂકવાનો પ્રયાસ કરો છો અને તે અસરકારક રીતે ટૂંકા રેન્જમાં બને છે જે 1 છે r સ્કવેર ફોર્સ 1 ઓવર r ની 6 r 1 ની r ની ઘાત 7 4 બનશે

તેથી આ ઘટનાને સ્ક્રીનીંગ કહેવામાં આવે છે દરેક સકારાત્મક ચાર્જ નકારાત્મક ચાર્જથી ઘેરાયેલું રહેવાનું પસંદ કરે છે દરેક નકારાત્મક ચાર્જ વ્યક્તિ માટે પ્રયાસ કરે છે પોઝિટિવ ચાર્જથી ઘેરાયેલું રહેવાનું પસંદ કરે છે સ્ક્રિનિંગ થાય છે અને આ સ્ક્રીનિંગને કારણે મોટા અંતર દ્વારા અલગ પડેલા પદાર્થો વચ્ચેની અસરકારક ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ગુરુત્વાકર્ષણ બળની તુલનામાં ખૂબ જ નબળી હોય છે

તેથી ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક દળોની શ્રેણી માત્ર ની હદ સુધી હોય છે તમે જાણો છો કે વસ્તુઓને એકસાથે પકડી રાખવાથી તે જ થવાનું છે .

અલબત્ત નબળા ક્રિયાપ્રતિક્રિયા બધી ગણતરીઓ પર હારી જાય છે તે લગભગ 10 ની શક્તિ 7 ગણું નબળું કે જે હું આ સ્વાઇડની છેલ્લી લાઇનમાં આ ચોક્કસ સ્વાઇડમાં બતાવી રહ્યો છું અને તેની રેન્જ 10 થી ઓછી છે 17 મીટરની શક્તિ એક પણ આશ્ચર્ય થાય છે કે શા માટે નબળી ક્રિયાપ્રતિક્રિયા સારી રીતે છે તેની ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા છે જે રમવા માટે તમે તમારા જીવનમાં કદાચ ખૂબ પાછળથી અભ્યાસ કરશો. જેથી તે નબળા ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ માટે જવાબદાર છે અને અમારે તે વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી પરંતુ જ્યારે તમે

તમારું 12મું ધોરણ પૂર્ણ કરો છો ત્યાં સુધીમાં તમે ગુરુત્વાકર્ષણ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક અને અમુક હદ સુધી પરમાણુ બળો શીખ્યા હશે. જ્યારે તમે વિભાજન ફ્યુઝનનો અભ્યાસ કરો છો ત્યારે પરમાણુ રિએક્ટરમાં કેટલી ઊર્જા મુક્ત થાય છે વગેરે વગેરેનો ઉપયોગ કરીને આઈન્સ્ટાઈનના સમૂહ ઊર્જા સમતુલાનો ઉપયોગ કરીને આ અમારા માટે વાસ્તવમાં તમામ ઘળોને રેકોર્ડ કરવા માટેનો એક સારો પ્રસંગ છે તેથી હું તમને આવશ્યકપણે જે કહેવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યો છું તે આ ચારમાંથી છે. મૂળભૂત ઘળો ગુરુત્વાકર્ષણ એ છે જે આપણા માટે મહત્વપૂર્ણ છે જ્યારે તમે જાણો છો કે વસ્તુઓ વચ્ચેનું અંતર એક સેન્ટિમેટ પણ કહીએ તો ઠીક છે જ્યારે અંતર માઇક્રોમીટર ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓના ક્રમનું હોય ત્યારે જ મહત્વપૂર્ણ બને છે અને આ તે છે જેનો આપણે અભ્યાસ કરવા જઈ રહ્યા છીએ હવે હું કેટલાક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ નિવેદનો કરવા માંગુ છું આ વસ્તુઓ તમારી પાઠ્યપુસ્તકમાં નથી પણ પછી જો મેં ચૂકવણી ન કરી હોય તેના પર ધ્યાન આપો કે તમામ ગુરુત્વાકર્ષણ રહસ્યમય દેખાશે,

તેથી આના પર થોડો સમય પસાર કરવો તે યોગ્ય છે,

તેથી ચાલો હું થોડી વસ્તુઓ લખવાનું શરૂ કરું અને કૃપા કરીને ધ્યાન આપો હવે તમે બધા ગુરુત્વાકર્ષણ બળનું સ્વરૂપ જાણો છો તેથી મને મોટા અક્ષરોમાં માઇનસ  $g$  લખવા દો બરાબર ચોરસ દ્વારા મને આ ચોક્કસ બિંદુએ ચિન્હ વિશે ચિંતા ન કરવા દો જેથી હું મારા ગણિતમાં ખૂબ ચોક્કસ ન હોવાને કારણે હું મારા શબ્દો સાથે ચોક્કસ બનવાનો પ્રયત્ન કરીશ અને હું આકર્ષક શબ્દનો ઉપયોગ કરીશ. તેથી હું અહીં એજી પણ મૂકીશ મારી જાતને યાદ કરાવો કે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ છે હવે મેં તમને કહ્યું છે કે પ્રયોજિત બળ એ એવી વસ્તુ છે જે હું જાણું છું અને હું આ સમસ્યાને ઉકેલવા માટે ન્યુટનનો નિયમ લાગુ કરવા જઈ રહ્યો છું હું પરિપત્ર ભ્રમણકક્ષાને જોઈશ  $ts$  સીધી રેખા ભ્રમણકક્ષા રેક્ટીલીનિયર ગતિ હું ઉપગ્રહોની ગતિ જોઈશ વગેરે હું એસ્કેપ વેગ જોઈશ તમે લોકો તે બધી સમસ્યાઓ હલ કરશો પરંતુ એક સમસ્યા છે જે સમસ્યા જમણી બાજુએ છે અમારી પાસે એક બે ત્રણ ચાર અજાણ્યા છે ગાણિતિક સમસ્યા તમારા સ્તરે ગુરુત્વાકર્ષણની કોઈપણ સમસ્યાને હલ કરવી ખૂબ જ સરળ છે કારણ કે તમને પૂછવામાં આવશે કે ઘળ  $m$  નો એક કણ સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણ બળના ક્ષેત્રમાં આગળ વધી રહ્યો છે અને પછી કૌંસમાં કૌંસમાં તમારી પરીક્ષામાં તમારા પરીક્ષક કહેશે કે સમૂહનું ઘળ સૂર્ય પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેનું અંતર આટલા બધા કિલો છે અને તમને ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક પણ આપવામાં આવશે, પરંતુ હવે અમારા માટે મોટો પ્રશ્ન એ છે કે જ્યારે તમે ગુરુત્વાકર્ષણનો ખ્યાલ રજૂ કરી રહ્યા છો ત્યારે અમારી પાસે છે જાતને પૂછવા માટે કે હું કહેવાતા સાર્વત્રિક સ્થિરાંક કેવી રીતે નક્કી કરી શકું? ગુરુત્વાકર્ષણ સતત ન્યુટનનું ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિર હું કેવી રીતે માસ  $m$  કેવી રીતે માપી શકું આ ઘળ મીટરને માપો અને હું આ અંતરને કેવી રીતે માપી શકું એ અસાધારણ રીતે મહત્વપૂર્ણ છે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે ન્યુટોનિયન ગુરુત્વાકર્ષણની મહાન સફળતાઓ ખગોળશાસ્ત્રમાંથી આવી હતી અને ન્યુટનના સમય દરમિયાન સૂર્યનું ઘળ શું છે તે જાણવાની કોઈ રીત નહોતી. પૃથ્વીનું ઘળ કેટલું છે તે જાણવું પણ ખૂબ જ અઘરું છે તમે માત્ર એક અણઘડ અંદાજ લગાવી શકો છો અને આપણે બધા જાણીએ છીએ કે અંતર શું છે તેનો અંદાજ કાઢવો પણ એટલો જ મુશ્કેલ છે

તેથી હું તમને સલાહ આપું છું કે બહાર જાઓ અને રાત્રે ઉપર જુઓ આકાશ આજે રાત્રે અને તમે જુઓ છો

તેથી અમારી પાસે આ દ્રષ્ટિ છે મને લાગે છે કે અમે લગભગ સાત કિલોમીટર સુધીની વસ્તુઓ અથવા ગમે તે વચ્ચેના વિભાજનને પારખવામાં સક્ષમ છીએ જેથી તમે જ્યાં આકાશ જુઓ છો અને તે તે છે જ્યાં તમને ઝેનિથથી ક્ષિતિજ અથવા ક્ષિતિજ મળે છે તેનાથી આગળની ક્ષિતિજ તમે દૂરનું માપ કાઢી શકતા નથી

તેથી બધા તારાઓ બધા ગ્રહો બધું જ આપણાથી સમાન અંતરે દેખાય છે તેમજ ચંદ્ર તારાઓ કરતાં મોટો દેખાય છે

તેથી અમે નથી ખબર નથી કે ચંદ્ર આંતરિક રીતે મોટો છે કે ચંદ્ર આપણી નજીક છે,

તેથી જનસમૂહ અને અંતરનો અંદાજ કાઢવા માટે અમને પરીક્ષ પદ્ધતિઓની સંખ્યાબંધ પદ્ધતિઓની જરૂર છે મને આ ખ્યાલને થોડો વધુ તીક્ષ્ણ બનાવવા દો તો ચાલો હું તેને કેવી રીતે બનાવી શકું? ન્યુટનના સમીકરણથી પ્રારંભ કરો જેથી મારી પાસે ઘળ  $m$  નું ઘળ શરીર છે અને તે ચોક્કસ પ્રવેગ સાથે આગળ વધશે અને હું  $gmm$  ને  $r$  ચોરસ દ્વારા લખવા માંગુ છું ચાલો ધારીએ કે આ સમીકરણ અત્યારે એક વિચિત્ર બાબતોમાંની એક છે. જે તમે શોધો છો અને તે એવી વસ્તુ છે જે હું પાછળથી થોડો સમય પસાર કરવા જઈ રહ્યો છું કે આનું પ્રવેગક પરીક્ષણ સમૂહ છે કારણ કે હું ફક્ત તેના વિશે ચિંતિત છું

તેથી મને લખવા દો કે  $a$  પાસે માસ  $mb$  છે સામૂહિક મૂડી  $m$

તેથી હું ધારીશ કે આ મૂડી  $m$  આ નાના  $m$  કરતાં ઘણી મોટી છે

તેથી ચાલો કહીએ કે ખૂબ જ વિશાળ હું એ વિશે ચિંતા કરવાનો નથી કે શરીર  $a$  ની ગતિ કેવી રીતે શરીરની ગતિને અસર કરશે  $b$  હવે તમે અનાદર જુઓ છો  $a$  નું ઘળ કેટલું છે તે બે ઘળ એકબીજાને રદ કરે છે,

તેથી ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્રમાં પરીક્ષણ ઘળનું પ્રવેગ તમારા પોતાના ઘળથી સ્વતંત્ર છે હવે તે એક વાસ્તવિક દુર્ઘટના છે કારણ કે આ એકમાત્ર વસ્તુ છે જેને હું માપી શકું છું. બોલ અને હું તેને ફેંકી દઉં છું, મને બોલના ઘળની ખબર છે પરંતુ તે મને કોઈ માહિતી આપશે નહીં તે મને ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક વિશે કંઈપણ જણાવશે નહીં તે મને પૃથ્વીના ઘળ વિશે કંઈપણ જણાવશે નહીં તે મને પૃથ્વીની ત્રિજ્યા વિશે કંઈ કહેવાનો નથી હું  $r$  વત્તા  $h$  આખો ચોરસ લખી શકું છું તે ગમે તેટલી ઊંચાઈ હોય હું માત્ર ઊંચાઈ જાણું છું પણ તે મને એક મહત્વની વાત કહે છે કે તમે કાંકરા ફેંકો છો કે સીસાનો બ્લોક અથવા કોઈપણ અન્ય ઓબ્જેક્ટ જ્યાં સુધી ઘર્ષણ બળો ભૂમિકા ભજવતા નથી ત્યાં સુધી તે બધા જ પ્રવેગકતાનો ભોગ બને છે અને આ સિદ્ધાંતને સમકક્ષતા સિદ્ધાંત કહેવામાં આવે છે હું તેના પર વધુ સમય વિતાવીશ નહીં પરંતુ આ એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ સિદ્ધાંત છે તે માટે હું થોડા સમય પછી ફરીથી ગુરુત્વાકર્ષણ કાયદો જણાવું છું પરંતુ આ તબક્કે હું આ નિવેદન કરવા માંગુ છું આને સમકક્ષતા સિદ્ધાંત કહેવામાં આવે છે

તેથી મોટો પ્રશ્ન એ છે કે હું મૂડી કેવી રીતે જાણી શકું  $g$  હું મૂડી  $m$  કેવી રીતે જાણું અને હું આ કેવી રીતે જાણું મોટા અંતરની વાત કરું છું, જેમ કે પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચેનું અંતર, પૃથ્વી અને સૂર્ય ચંદ્ર અને આ અને

તેથી વધુ અને

તેથી વધુ અને આ તે છે જ્યાં ખગોળશાસ્ત્રીઓની મહાન યાતુર્ય આવે છે અને આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે ન્યુટનના ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વાત્રિક નિયમનો પાયો અમુક સો વર્ષોના સમયગાળામાં ન હતો પરંતુ હજારો વર્ષોના સમયગાળામાં સમગ્ર વિશ્વના ખગોળશાસ્ત્રીઓએ અવલોકનો કર્યા હતા ખગોળશાસ્ત્રીય અવલોકનો તેઓએ આ સમજવા માટે ગાણિતિક સાધનો વિકસાવ્યા અવલોકનો અને તેઓ મહાન ભૌતિક આંતરદૃષ્ટિ સાથે આવ્યા , અલબત્ત તેઓએ સંખ્યાબંધ ધારણાઓ કરવી પડી હતી જે સદભાગ્યે બધી જ હતી. y તર્કસંગત અને તેથી તે પ્રકૃતિમાં પછીના અવલોકનો દ્વારા પ્રમાણિત કરવામાં આવ્યું હતું.

તેથી હવે હું જે કરવા જઈ રહ્યો છું તે આ સ્થિરાંકો કેવી રીતે નક્કી કરી શકાય તે અંગે વ્યવસ્થિત રીતે ચર્ચા કરવી છે. અમે જે પણ ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યા છીએ તેના માટે 11મા અને 12મા ધોરણના સ્તર પરનું ગણિત પર્યાપ્ત છે

તેથી જો તમને ખબર હોય કે આ સ્વાઇડ પર પાછા આવો તો મને સૂચિબદ્ધ કરવા દો કે હું ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યો છું તે બધા ખ્યાલો શું છે જે કદાચ મારી પાસે હશે આજે તેમાંથી થોડીક ચર્ચા કરવા માટે માત્ર સમય છે જે પ્રથમ હું ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યો છું તે પૃથ્વીનું કદ છે

તેથી કૃપા કરીને આ પ્રકાશને ધ્યાનથી જુઓ મેં પાંચ બુલેટ બનાવ્યા છે

તેથી પ્રથમ બુલેટનો ઉલ્લેખ છે કે આપણે સૌ પ્રથમ જાણવું જોઈએ કે માપ શું છે પૃથ્વીનો અર્થ એ છે કે પૃથ્વીના કદ દ્વારા મારો અર્થ શું છે મારે સૌ પ્રથમ જાણવું જોઈએ કે પૃથ્વી ગોળાકાર છે મને તેના માટે પુરાવાની જરૂર છે પછી હું ત્રિજ્યાનો અંદાજ કાઢવા સક્ષમ હોવો જોઈએ પૃથ્વી પછી મને ખબર હોવી જોઈએ કે ચંદ્રનું કદ શું છે મને ખબર હોવી જોઈએ કે પૃથ્વી ચંદ્રનું અંતર શું છે પછી મને ખબર હોવી જોઈએ કે પૃથ્વી સૂર્યનું અંતર શું છે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો મારી પ્રાથમિક વ્યસ્તતા પહેલા અંદાજિત અંતરમાં હશે જેથી અમે એક લેવા જઈ રહ્યા છીએ હાયરાર્કિકલ અભિગમ પહેલા અંતર મેળવવાની એક મજબૂત પદ્ધતિ મેળવો. તમારે અંતરને ખૂબ જ ચોક્કસ રીતે જાણવું જોઈએ. પછી તમે જાણીતા સમૂહના બે પદાર્થો લો તમારે ચંદ્ર અથવા સૂર્ય અથવા પૃથ્વીના દળને જોવાની જરૂર નથી કે જે મુશ્કેલ જાણીતા માસ છે જેમ કે મેં ડબ્લ્યુબેલને ભારે ધાતુના સમૂહને કહ્યું પછી તેનો ઉપયોગ શોધો તેઓ ગુરુત્વાકર્ષણના સ્થિરાંક સાથે ગુરુત્વાકર્ષણના સ્થિરાંકનો અંદાજ કાઢવા માટે ગુરુત્વાકર્ષણના ન્યૂટોનિયન નિયમનો ઉપયોગ કરે છે અને પછી તેને ગતિના ગેવિલિયન નિયમ સાથે જોડે છે n અથવા અન્ય કોઈ કાયદો અને સૂર્યના પૃથ્વીના દળના દળને મેળવવાનો પ્રયાસ કરો અને પછી તે દળના જે પણ જ્ઞાનને તેની સાથે જોડો કે જે આપણે જાણીએ છીએ તે આવશ્યકપણે હું તમને જણાવવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું તે છે કે ગુરુત્વાકર્ષણનો અભ્યાસ કરવો અથવા તે કોઈપણ બાબત માટે ભૌતિક બળ એ ગાણિતિક ક્વાયટ નથી ભૌતિકશાસ્ત્ર એ વાગુ ગણિત નથી ભૌતિકશાસ્ત્રમાં ખૂબ જ સાવચેતીપૂર્વક અવલોકન અને ખૂબ જ કાળજીપૂર્વક અર્થઘટન સામેલ છે અને તમે આ વિષય સાથે પ્રથમ વખત સંપર્કમાં આવી રહ્યા છો

તેથી આ સમય છે અને આ તે સ્થાન છે જ્યાં આપણે ખરેખરમાં શું થઈ રહ્યું છે તે સમજવાનો પ્રયાસ હું પૃથ્વીની ત્રિજ્યાના ખ્યાલથી શરૂ કરીશ. હવે ત્યાં એક ચોક્કસ ઘર્ષણ છે જે ખૂબ જ લોકપ્રિય છે એટલે કે લોકો માનતા હતા કે પૃથ્વી સપાટ છે અને 15મી સદી 16મી સદીમાં ક્યારેક પરાક્રમી લોકો હતા. 17મી સદીના જેઓ માનતા હતા કે પૃથ્વી વાસ્તવમાં ગોળાકાર છે અને તેઓએ અવગણ્યું કે તેઓ મહાન નાયકો છે અને તેઓ તેમના જીવનનો ત્યાગ કરવા તૈયાર હતા. કોલંબસના સ્વામી છે જેમણે પૂર્વ તરફ મુસાફરી કરવાને બદલે પશ્ચિમ તરફ મુસાફરી કરીને ભારત પહોંચવાનું નક્કી કર્યું હતું, પરંતુ આ ખરેખર કાલ્પનિક છે જે કદાચ પ્રેરણાદાયી હોઈ શકે છે પરંતુ તે સાચા નથી કારણ કે વિશ્વભરના ખગોળશાસ્ત્રીઓ હજારો વર્ષથી વધુ સમયથી જાણતા હતા કે પૃથ્વી એક છે. ગોળાકાર પદાર્થ અને તેથી જ ચંદ્ર અને તે માટેના પુરાવા ગ્રહણમાંથી આવ્યા છે

તેથી દરેક સંસ્કૃતિમાં ચોક્કસ પૌરાણિક સાહિત્ય છે, પછી ભલે તે સુમેરિયન હોય કે બેબીલોનિયન હોય કે ગ્રીક હોય કે રોમન હોય કે ભારતીય હોય કે ચીની હોય જ્યાં તમે કહો છો કે તમે જાણો છો કે પૃથ્વી પૃથ્વી કરતાં સપાટ છે. ઘણા હાથીઓ દ્વારા અથવા ગ્રીક પૌરાણિક કથાઓ દ્વારા સમર્થિત છે, મને લાગે છે કે તે વર્ગમાં છે અથવા કોઈ એવી વ્યક્તિ છે જે પૃથ્વીને પકડી રાખે છે

તેથી તમે કોઈ પણ વ્યક્તિ હોઈ શકો છો, આપણે એ ગેરસમજ ન કરવી જોઈએ કે આ પૌરાણિક કથાઓનો અર્થ છે કે તેમની પોતાની ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવવાની છે કારણ કે તે માનવ માનસની વાત કરે છે બાહ્ય વિશ્વની પ્રકૃતિ વિશે નહીં પરંતુ ખગોળશાસ્ત્રીઓ હંમેશા જાણતા હતા કે તેમની પૃથ્વી ગોળાકાર છે જેથી તમને આપણા પોતાના દેશનું ઉદાહરણ ઉદાહરણ તરીકે મહાન ખગોળશાસ્ત્રી ગણિતશાસ્ત્રી આર્યભટ્ટ જે 5મી સદીમાં રહેતા હતા તે બહુ વહેલા નહોતા તેમણે દલીલ કરી હતી કે પૃથ્વીનો આકાર ગોળાકાર છે અને જ્યારે વિદ્યાર્થી તેમને પૂછે છે કે જો પૃથ્વીનો આકાર ગોળાકાર છે તો તે શા માટે છે? જ્યારે હું બીજી બાજુ ઓડી પર હોઉં ત્યારે નીચે પડવું નહીં પણ હું સાચો જવાબ આપું છું કે કેન્દ્રીય સમાન દેખાવ અહીં જ્યારે હું પૃથ્વીને ગોળા તરીકે જોઉં છું ત્યારે ઉપર અને નીચે કંઈપણ કહેવાય નથી જે તમે પૃથ્વીની સપાટીથી દૂર જાવ ત્યારે સંપૂર્ણ ઉપર હોય છે અને નીચે જ્યારે તમે પૃથ્વી તરફ આગળ વધો છો તો તે જ રીતે જો હું ડાયમેટ્રિકલી વિરુદ્ધ બિંદુ પર આવું છું તો ઠીક છે જ્યારે હું અહીં ઊભો હોઉં ત્યારે હું કહી શકું કે હું પૃથ્વીની નીચે જઈ રહ્યો છું તે જ આપણે નીચે કહીએ છીએ પરંતુ એકવાર હું અહીં આવું છું ઉપર એ પૃથ્વીની સપાટીથી દૂર છે નીચે પૃથ્વી તરફ છે હકીકતમાં અરુબાએ પણ દલીલ કરી છે કે ત્યાં એક રહસ્યમય બળ છે જે દરેક વસ્તુને એકસાથે રાખે છે અલબત્ત તે સમયે તેઓને ગુરુત્વાકર્ષણ વિશે કંઈપણ ખબર ન હતી

તેથી તે કહે છે કે તે વસ્તુઓના સ્વભાવમાં છે

તેથી ખગોળશાસ્ત્રીઓ જાણતા હતા કે અમે એમ નથી કહી રહ્યા કે આર્યભટ્ટ પ્રથમ વ્યક્તિ હતા જેમણે આવું નિવેદન આપ્યું હતું ગ્રીક ખગોળશાસ્ત્રીઓ અથવા કદાચ ઇજિપ્ત અથવા બેબીલોનિયાના અન્ય ખગોળશાસ્ત્રીઓ પણ આ લોકો જાણતા હતા કે તે આવશ્યકપણે પૃથ્વી સહિત તમામ સ્વર્ગીય પદાર્થો પ્રકૃતિમાં ગોળાકાર હતા અને તે બધા અવકાશમાં હતા તેઓ બધા જ ગતિ કરતા હતા કે કોણ કોણ આગળ વધી રહ્યું છે તે એક અલગ પ્રશ્ન છે ઉદાહરણ તરીકે ભારતીય ખગોળશાસ્ત્રીય શાળા ગંભીરતાથી માનતી હતી કે ત્યાં ખૂબ જ શક્તિશાળી પવનો છે જે સ્વર્ગીય પદાર્થોને નિર્ધારિત ભ્રમણકક્ષામાં ખસેડવા માટે નિર્દેશિત કરે છે જેથી તે બળ માટેનું તેમનું મોડેલ હતું તે તેના અત્યાધુનિક સંસ્કરણો હોઈ શકે છે, પરંતુ મુદ્દો એ છે કે હું પૃથ્વીની ત્રિજ્યા નક્કી કરવા સક્ષમ બનવા માંગું છું. નિર્ધારિત કરવાની ઘણી

અણઘડ રીતો છે પૃથ્વીની ત્રિજ્યા જેથી તમે આનો અભ્યાસ કરી શકો જેથી જો પૃથ્વી ગોળાકાર પદાર્થ હોય તો તમે ચોક્કસ ઊંચાઈ આપો છો અને તમે પૂછો છો કે કેવી રીતે  $r_i$  જોઈ શકે છે તો આ મારી ત્રિજ્યા છે યાવો કહીએ કે આ એક અતિશયોક્તિભરી આકૃતિ છે તેથી હું ત્રિકોણમિતિનો ઉપયોગ કરીશ કારણ કે ઊંચાઈ વધતી જાય છે હું વધુ દૂર જોઈ શકું છું. મને આ ઊંચાઈ ખબર છે મને કોણ ખબર છે હું આ અંતર જાણું છું

તેથી તેમાંથી હું પૃથ્વીની ત્રિજ્યાનો અંદાજ લગાવવા સક્ષમ હોવો જોઈએ

તેથી આ એકદમ અશુદ્ધ છે જે હું કહી શકું છું કે હું એક વ્યક્તિ છું, યાવો આપણે કહીએ કે લગભગ છ ફૂટ છે છ વત્તા કંઈક એવી વ્યક્તિને લઈએ. ફીટ ઊંચો લગભગ બે મીટર યાવો આપણે કહીએ કે બે મીટર ઊંચો એક વ્યક્તિ છે જે વ્યક્તિ પૃથ્વીના ગોળાકાર સ્વભાવને કારણે કેટલી દૂર જોઈ શકે છે કારણ કે જો પૃથ્વી સપાટ હોત તો તમારી દ્રષ્ટિની શ્રેણી અનંત હશે. તમે જોઈ શકશો કે અનંતની બહાર, અલબત્ત તમે ઇમારતો કે મનુષ્યો જોઈ શકતા નથી અથવા તે બાબત માટે દુબઈમાં અસ્તિત્વમાં છે તે સૌથી ઊંચી ઇમારતો કે જે પણ જગ્યા છે તે આ જ શહેરને કારણે આપણે તેમને જોઈ શકતા નથી ,

તેથી ઘરે જાઓ.  $mp1e$  મોડલ અને અંદાજ કાઢો કે પૃથ્વીની ત્રિજ્યા કેટલી છે

તેથી આ કંઈક છે જે આપણે કરી શકીએ છીએ

તેથી આ એક સરળ ઉદાહરણ છે આ વસ્તુઓ સાબિત કરતી નથી કે પૃથ્વી ગોળાકાર છે તમારે નેવિગેશન કરવું પડશે જે લોકોએ કર્યું અને લોકો જાણે છે ઉદાહરણ તરીકે, ભૂગોળ પરના ટોલેમીના પુસ્તકમાં પશ્ચિમી દરિયાકિનારે અને પૂર્વીય દરિયાકાંઠે ભારતમાં મોટી સંખ્યામાં સાઇટ્સ શામેલ છે જેથી લોકો ચોક્કસ રીતે જાણે છે કે પૃથ્વી પ્રકૃતિમાં ગોળાકાર છે. હું તમારા માટે જે બતાવવા માંગુ છું તે એક અસાધારણ રીતે સુંદર અંદાજ છે એરાસ્ટોથિનિસ એરેસ્ટર ડેનિસ દ્વારા પૃથ્વીની ત્રિજ્યા યોથી સદી બીસીમાં રહેતા હતા

તેથી ફૂપા કરીને આ સ્વાઇડ જુઓ મને આશા છે કે આ તમારા બધાને દૃશ્યક્ષમ હશે અન્યથા કોઈપણ રીતે હું કાગળની શીટ પર લખીશ અને હું તમને બતાવીશ કે એરેસ્ટેટિનિસ ખરેખર હતું એક મહાન ગણિતશાસ્ત્રી અને તે પણ હતો તે એક આર્મચેર ગણિતશાસ્ત્રી ન હતો તે એક વ્યક્તિ હતો જેણે વાંબા અંતરની મુસાફરી કરીને અવલોકનો પણ કર્યા હતા અને તે યોથી સદી બીસીમાં રહેતા હતા.

તેથી હું યોથી સદીની જાહેરાતમાં આર્યભટ્ટની વાત કરી રહ્યો હતો

તેથી હવે આપણે યોથી સદી બીસીની વાત કરી રહ્યા છીએ

તેથી આર્ય માતાએ તેમના નિવેદનો કર્યા તે પહેલાં અમે 800 વર્ષના ગાળાની વાત કરી રહ્યા છીએ, એરાસ્ટોટિનિસને ત્રિજ્યાનો અંદાજ કાઢવાની સારી પદ્ધતિઓ મળી હતી. પૃથ્વી વિશે તો યાવો હું તમને સમજાવું કે તમારી પાસે જે છે તે પૃથ્વીની સપાટી છે અને તમારે શું કરવું છે તે ચોક્કસ દિવસ પસંદ કરવાનો છે હકીકતમાં આપણા માટે એક સારો દિવસ ઉનાળાના અચન અથવા શિયાળો જેવો હોવો જોઈએ સ્ટોવના દિવસો તેણે કદાચ તે કર્યું ન હતું કારણ કે તમે જાણો છો કે તે ચોક્કસ દિવસે સૂર્યપ્રકાશ સીધા કેન્સરના ઉષ્ણકટિબંધ પર અથવા મકર રાશિના ઉષ્ણકટિબંધ પર 23.5 ડિગ્રી ઉત્તર અથવા દક્ષિણમાં પડે છે તે વિશે વાંધો નથી પરંતુ સમગ્ર વિચાર એ છે કે ત્યાં બે બિંદુઓ હતા મારે તે વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર છે આ બિંદુ એલેક્ઝાન્ડ્રિયાને અનુરૂપ છે અને આ બિંદુ  $os1$  ને અનુરૂપ છે હકીકતમાં આ એક ફૂવો હતો આ એક ફૂવો હતો અને તેમાં પાણી છે જેથી તે શું છે અમારી પાસે હવે તેમની વચ્ચેનું અંતર જાણીતું છે અને તે મને આપવામાં આવ્યું હતું કે હું તરત જ આ 50 સ્ટેડિયામાં વાંચી રહ્યો છું

તેથી આ અંતર 50 સ્ટેડિયા છે

તેથી અંતરનું એકમ સ્ટેડિયમ સ્ટેડિયમ છે તે જગ્યા છે જ્યાં આપણે જઈએ છીએ અને બેસીએ છીએ ભારતમાં ઘડિયાળને અંતરનું એકમ કહેવામાં આવતું હતું જ્યારે લોકો મુસાફરી કરે છે ત્યારે ગ્રીકમાં યોજના કહેવામાં આવતું હતું તે સ્ટેડિયમ તરીકે ઓળખાતું હતું સ્ટેડિયમ અથવા યોગની વિભાવનાની એકમાત્ર સમસ્યા એ છે કે તેઓ સમય સાથે બદલાતા રહે છે પગલાં સમય સાથે બદલાતા રહે છે પરંતુ નામ યાવુ રહે છે

તેથી આપણે થોડું સાવચેત રહેવું પડશે. હવે મુદ્દો એ છે કે હું તેમની વચ્ચેનું અંતર જાણું છું અમે આ સ્ટેડિયાને થોડા સમય પછી સામાન્ય એકમોમાં રૂપાંતરિત કરીશું હવે હું બીજું ચિત્ર દોરવા જઈ રહ્યો છું કારણ કે મેં પહેલેથી જ ડેટાનો ઉપયોગ કર્યો છે

તેથી આ એક છે બિંદુ આ તે ચોક્કસ દિવસેનો બીજો મુદ્દો છે આ એક ખૂબ જ અતિશયોક્તિપૂર્ણ આકૃતિ છે અહીં એક ફૂવો છે સૂર્યના કિરણો સંપૂર્ણ રીતે સામાન્ય રીતે પડી રહ્યા હતા જો હું આને જોવા જઈ રહ્યો છું તો તે હવે સ્પષ્ટપણે 90 ડિગ્રી બનાવે છે પોઈન્ટ તે પૂરતું દૂર હોવું જોઈએ તે એક ચોક્કસ ખૂણો બનાવે છે જેથી તમે દિવસની લંબાઈ જાણો છો અને રાતની લંબાઈ યોગ્ય રીતે બદલાતી રહે છે જેથી જો તમે મતદાનમાં જાવ તો તમારી પાસે 6 મહિના દિવસ અને 6 મહિનાની રાત છે કારણ કે તે ચોક્કસ કારણ છે કારણ કે સૂર્યના કિરણો વધુને વધુ સ્પર્શેન્દ્રિય બની જાય છે અને એક બિંદુ સુધી પહોંચવાનું બંધ કર્યા પછી આ ચોક્કસ પ્રદેશમાં જે તમારી પાસે છે તે છે અને આપણે જાણવું જોઈએ કે કોણ શું છે અને આ ખૂણો લગભગ 7 ડિગ્રી છે. લગભગ 7 ડિગ્રી અને હવે હું આને એક્સ્ટ્રાપોલેટ કરવા જઈ રહ્યો છું તો યાવો આપણે કહીએ કે આ પૃથ્વીનું મારું કેન્દ્ર છે

તેથી આ મારી પાસે છે અને આ મારી પાસે છે અને આ 90 ડિગ્રી છે અને આ 7 ડિગ્રી છે અને આ મારી ત્રિજ્યા છે પૃથ્વીની તો મારે શું કરવું જોઈએ તમે બધાએ  $r$  થીટા સમાન સૂત્રનો અભ્યાસ કર્યો છે જ્યારે હું અંતર વિશે બોલું છું ત્યારે મારો અર્થ એ નથી કે ટનલને કંટાળો આવે અને આ બે બિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર શું છે તે શોધવું તે અંતર છે. આ બે બિંદુઓ જ્યારે હું પૃથ્વીની સપાટી પર આગળ વધી રહ્યો છું

તેથી હું ખરેખર જોઉં છું હા તે કુલ અંતર છે જે આવરી લેવામાં આવતું નથી યુક્લિડિયન અંતર ઠીક નથી સૌથી નાનું અંતર હવે તમે થીટા જાણો છો કારણ કે આ 7 ડિગ્રી હતું તમે જાણો છો કે આ કોણ શું છે. તે તમારા લોકો માટે એક કવાયત તરીકે છોડો જેથી તમારો આર આવશ્યકપણે  $s$  દ્વારા થિટા દ્વારા આપવામાં આવે છે હા એ એકદમ નાની માત્રા છે એટલે કે 50 સ્ટેડી મેં તમને કહ્યું હતું પણ થીટા ખૂબ જ નાનો છે કારણ કે 7 ડિગ્રી ખૂબ જ નાની છે અને થીટા એકમોમાં લખવું જોઈએ રેડિયનના

તેથી  $2\pi$  રેડિયન તમારે તેને  $2\pi$  ગમે તે વડે વિભાજિત કરવું પડશે જો તમે કામ કરો તો તમારે ત્રિજ્યાનો અંદાજ કાઢવામાં સમર્થ હોવા જોઈએ આ બિંદુએ મારે તમને લોકોનો નિર્દેશ કરવો જોઈએ કે અન્યતા ભૂંસી નાખેલી વ્યક્તિ કાં તો નસીબદાર વ્યક્તિ હતી અથવા ખૂબ જ સ્માર્ટ વ્યક્તિ કારણ કે આ દલીલ માત્ર ત્યારે જ કામ કરે છે જ્યારે તે બંને એક જ રેખાંશ પર હોય તો જો તમે પાછળથી કોઈ અન્ય રેખાંશ પર જાઓ છો, તો તમે તેનો અંદાજ લગાવી શકતા નથી. પરંતુ તે તારણ આપે છે કે તેઓ લગભગ સમાન રેખાંશ પર છે  $e$  ગ્લોબ પર જાઓ અને તે જુઓ અને ત્યાં સૌથી મજબૂત છે તે મેળવવામાં સક્ષમ હતા ઠીક ના તે 50 સ્ટેડિયા નહોતા મને ખૂબ જ માફ કરશો તે 5000 સ્ટેડિયા હતું અંતર 5000 સ્ટેડિયા હતું અને તે 800 કિલોમીટરમાં ભાષાંતર કરે છે હા હવે 800 કિલોમીટરમાં ભાષાંતર કરે છે જો તમે ખગ્ગ ઇન કરો છો અને જો તમે ત્રિજ્યા શું છે તે શોધવાનો પ્રયાસ કરો છો તો તમને ત્રિજ્યા મળી છે અથવા તમે જે પરિઘનો અંદાજ લગાવ્યો છે તેને  $2\pi r$  વડે ગુણાકાર કરો છો તો તમને 40 000 કિલોમીટર મળે છે જેથી પરિઘ બે  $\pi r$  બરાબર છે ચાલીસ હજાર કિલોમીટર એટલે તમે જે મેળવવા જઈ રહ્યા છો મને લાગે છે કે પૃથ્વીની વર્તમાન ત્રિજ્યા લગભગ 6400 કિલોમીટર છે તે લખવાનું હું ભૂલી ગયો છું તેથી 6 400 કિલોમીટરને  $2\pi r$  વડે ગુણાકાર કરો જે 6 6 થી 6 થાય તે 36 થાય અને ત્યાં બીજા 4 થી છ યોવીસ ત્રીસ હજાર ચારસો છે અને તેમાં કેટલાક સુધારાઓ છે કારણ કે મેં ફક્ત પાઈનો ઉપયોગ કર્યો છે તે છ બરાબર છે તે છ પોઈન્ટ કંઈક છે અને તેથી તમે જુઓ છો કે તે વર્તમાન મૂલ્યની ખૂબ જ નજીક છે અને તેથી અમે જે કરી શકીએ તે એ છે કે તમે ત્રિકોણ અને વર્તુળો દોરીને જે પણ અભ્યાસ કરો છો તે જાણીતી ત્રિકોણમિતિનો ઉપયોગ કરી શકો છો.

વાસ્તવમાં બધી ત્રિકોણમિતિનો વિકાસ સ્વર્ગીય ગતિને સમજવા માટે કરવામાં આવ્યો હતો અને અલબત્ત ત્રિકોણમિતિ પણ શિલ્પ માટે જરૂરી હતી ઇમારતો માટેનું આર્કિટેક્ચર.

રસપ્રદ વાત એ છે કે તે તેના પૈડાનો પરિઘ જાણતો હતો અને તેણે એક નાની લાકડી અજમાવી હતી અને તે વાસ્તવમાં એક ગાડી પર બેઠો હતો ચાલો આપણે તેને રથ કહીએ એટલે આ રથને તેમનો ઘોડો ચલાવવામાં આવે છે અને દર વખતે રથનું પૈડું એક વર્તુળ પૂર્ણ કરે છે જે લાકડી અથડાવે છે. જમીન તો તે શું કરે છે તે કેટલી વખત લાકડી જમીન પર અથડાશે તેની ગણતરી કરતો રહે છે જેથી તમને ખબર પડે કે કેટલા વર્તુળો કેટલા ક્રાંતિ ns વ્હીલ પૂર્ણ થઈ ગયું છે અને તમે જાણો છો કે વ્હીલનો પરિઘ એ વ્હીલની ત્રિજ્યામાં બે પાઈ છે જે કુલ સંખ્યા દ્વારા ગુણાકાર કરવામાં આવે છે અને તે તમને આવરી લેતું કુલ અંતર આપે છે

તેથી આ રીતે લોકોએ ખરેખર સરળ અસરકારક અને બુદ્ધિશાળી પદ્ધતિઓ ઘડી છે. મોટી વસ્તુઓને માપવા માટે અને આ તે વસ્તુઓ છે જેને આપણે આત્મસાત કરવી જોઈએ તે જરૂરી નથી કે તે કોઈ સમસ્યાને સ્માર્ટ રીતે હલ કરે તે તમારા માટેનો પ્રશ્ન નથી કે તમે જાણો છો કે હું અવેજી દ્વારા અથવા ભાગો દ્વારા સંકલન દ્વારા એકીકૃત કરું છું આ એકમાત્ર કુશળતા નથી તે ટેકનિકલ કૌશલ્યો પણ જરૂરી છે. તેથી આ કરવામાં આવ્યું છે અને પૃથ્વીની ત્રિજ્યા વાસ્તવમાં શું છે તેનો અમને એકદમ સારો ખ્યાલ છે જો તમે મને પૃથ્વીની ત્રિજ્યા આપો તો પૃથ્વીના ઘળનો અંદાજ કાઢવો પણ મુશ્કેલ ન હોવો જોઈએ. હું જાણું છું કે સરેરાશ ઘનતા શું હોવી જોઈએ પરંતુ તે સંપૂર્ણપણે અલગ વાર્તા છે જો કે આ સમયે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે આમાં મોટી સંખ્યામાં ધારણાઓનો સમાવેશ થાય છે જેમ કે હકીકતમાં જ્યારે હું અન્ય પરિસ્થિતિઓને જોઉં છું કે તેમાં વધુ મોટી સંખ્યામાં ધારણાઓ શામેલ હશે અને તે ગણિતનો જે પણ નિયમ છે તે ગણિતમાં જે પણ પરિણામ છે તે મારા રોજિંદા અવલોકનમાંથી મેળવ્યું છે તે મોટા અંતર પર પણ માન્ય છે

તેથી મને તે નિવેદન કરવા દો જેથી હું ત્રિકોણ દોરું અને હું ત્રિકોણના ખૂણોનો સરવાળો 180 અંશ માપું છું. હવે તે અલબત્ત એક પ્રમેય છે કારણ કે હું કહું છું કે બે સમાંતર રેખાઓ એકબીજાને મળતી નથી તે એક સ્વયંસિદ્ધ સાચું છે કે જ્યારે હું છું ત્યારે હું બીજા શબ્દોમાં ધારી રહ્યો છું ભૌતિકશાસ્ત્રમાંથી નિષ્કર્ષ મેળવવા માટે આ અવતરણનો ઉપયોગ કરીને ગાણિતિક પરિણામોને કેવી રીતે બહાર કાઢવું હું કેવી રીતે જાણું કે આ પરિણામો સાચા છે હું તેમને જાણું છું કારણ કે મને અવલોકન દ્વારા જાણવા મળ્યું છે કે તે ભૌતિકશાસ્ત્રીને એમ કહેવા માટે મદદ કરતું નથી કે ઓહ ના તેઓ નિરપેક્ષ પરિણામો છે કારણ કે તે ગાણિતિક પરિણામો છે કમનસીબે તે સાચું નથી કારણ કે ગણિતના કહેવાતા સ્વયંસિદ્ધોને અવલોકન દ્વારા ચકાસવામાં આવે છે ત્યાં કોઈ કારણ નથી કે બે સમાંતર રેખાઓ કેમ ન હોવી જોઈએ અને એવું કોઈ કારણ નથી કે પાયથાગોરસ પ્રમેયને તે બધા એકબીજાના સમકક્ષ હોવા જોઈએ એવું કોઈ કારણ નથી કે ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાઓનો સરવાળો 180 હોવો જોઈએ, કદાચ તે 180 કરતાં મોટો હોય, કદાચ તે 180 કરતાં ઓછો હોય આ કંઈક છે. ચકાસાયેલ પરંતુ પછી આ અનુભૂતિ ઘણી પાછળથી 17મી અથવા 18મી સદીમાં આવી હતી, ન્યુટનના સમયમાં પણ લોકોએ એવું માની લીધું ન હતું કે યુક્લિડે તેની ભૂમિતિમાં જે લખ્યું છે તે સિવાય પ્રકૃતિના અન્ય કોઈ ગુણધર્મો હોઈ શકે નહીં. સાર્વત્રિક ધારણા હતી અને તે બહાર આવે છે જ્યારે આપણે પૃથ્વી અને સૂર્ય, પૃથ્વી અને ચંદ્ર અને નજીકના તારાઓ વચ્ચેના અંતરને માપીએ છીએ ત્યારે આ પરિણામો મજબૂત હોય છે પરંતુ જો તમે દૂરના અંતરે જશો તો તે પરિણામો મજબૂત નથી. સુધારણા બનો જેથી હું તમને જે સંદેશ કહેવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું તે એ છે કે ભૌતિકશાસ્ત્ર ગણિત કરતાં અલગ છે એ અર્થમાં કે ગણિતની કહેવાતી મૂળભૂત પરીક્ષાઓ ટી છે. ભૌતિક નિયમોમાં પોતે સતત ચકાસણી હેઠળ હોય છે, આપણે જાણવું જોઈએ કે સાચા ગાણિતિક સિદ્ધાંતો શું છે જેનો આપણે ઉપયોગ કરવો જોઈએ. ઉદાહરણ તરીકે આપણે કહીએ છીએ કે રોમરે ગુરુના ચંદ્રના ગ્રહણને જોઈને પ્રકાશની ગતિ માપી છે, તમે જાણો છો કે ખરેખર કેટલો સમય લાગે છે. ત્યાં એક ખૂબ જ મોટી ધારણા છે કે આપણે પ્રકાશ તેના ઉત્સર્જન અને પૃથ્વી સુધી પહોંચવા વચ્ચે સતત ગતિ સાથે મુસાફરી કરીએ છીએ તે એક ધારણા છે તેથી ભૌતિકશાસ્ત્ર જે રીતે કામ કરે છે તે છે કે તમે એક ધારણા કરો છો અને તમે એક પૂર્વધારણા કરો છો તેની ખાતરી કરો છો અને પછી તમે નિષ્કર્ષ મેળવો છો તમે આગળની ભવિષ્યવાણી કરો છો અને તેથી આગળ અને તમે સુધારો કરો છો

તેથી કૃપા કરીને યાદ રાખો કે તમે 11મા 12મા અને તેનાથી આગળ જે કંઈ પણ કરો છો તે દરમિયાન અમે એ દૃષ્ટિકોણ લેવા જઈ રહ્યા છીએ કે ભૌતિકશાસ્ત્ર ગણિત લાગુ નથી, પ્રકૃતિના નિયમો ઈશ્વરે આપેલા નથી. અમે તેને સાર્વત્રિક કહીએ છીએ અને તે બધું જ અમારું મોડેલિંગ

છે અને દરેક વસ્તુ માટે ખૂબ જ સખત અને સખત ચકાસણીની જરૂર છે વધુ સારી અને બહેતર ચોકસાઈ માટે તે કંઈક છે જે આપણે કરવાનું છે પછી ભલે તે ઈલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક થિયરી હોય કે ગુરુત્વાકર્ષણ હોય કે મજબૂત હોય કે નબળું આ એ જ ભાવના છે જે આપણે અમારો અભ્યાસ યાલુ રાખવા માટે લેવા જઈ રહ્યા છીએ

તેથી કૃપા કરીને મને સ્વાઈડ્સ પર પાછા આવવા દો. પાછા જાઓ અને ભૂંસી નાખવાનું મહાન પરિણામ એ એક મહાન વસ્તુ છે હવે હું શું કરવા માંગુ છું ચંદ્ર અને પૃથ્વી વચ્ચેના અંતરનો અંદાજ કાઢવો હું બધી વિગતો પર કામ કરવાનો નથી કારણ કે તેની મજા લેવામાં આવશે દૂર જેમ મેં તમને કહ્યું તેમ લોકો જાણતા હતા કે ચંદ્ર પોતે જ એક ગોળાકાર પદાર્થ હોવો જોઈએ કારણ કે આપણી પાસે ચંદ્રના ચહેરાઓ છે અને ચંદ્રના તબક્કાઓ ત્યાં છે કારણ કે ગોળાકાર સપાટીનો એક ભાગ પ્રતિબિંબિત થાય છે જે અન્ય ભાગ છે. પડછાયાનો પ્રદેશ તેથી આપણે એ પણ જાણીએ છીએ કે જ્યારે ચંદ્ર પૃથ્વીની વિરુદ્ધ બાજુ પર હોય ત્યારે આપણને નવો ચંદ્ર મળે છે, તેથી અમે તેને ખૂબ જ અણધર રીતે શું કહીએ છીએ. તમારી પાસે સૂર્ય છે તમારી પાસે પૃથ્વી છે તેથી પૂર્ણ ચંદ્ર n માફ કરશો નવો ચંદ્ર છે જ્યારે ચંદ્ર અહીં છે આ સૂર્ય છે આ પૃથ્વી છે અને જ્યારે ચંદ્ર અહીં છે ત્યારે પૂર્ણ ચંદ્ર છે કારણ કે તે જ છે જે હકીકતમાં ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષા આ પ્લેન તરફ સહેજ નમેલી છે. દરેક બળતણ ચંદ્ર પર આપણને ગ્રહણ થયું હોત. એમાં કોઈ બચતું નથી કે આપણને ગ્રહણ થયું હોત કારણ કે ચંદ્ર પૃથ્વીની વચ્ચે આવશે અને નીચે આવશે ત્યાં સૂર્યગ્રહણ થયું હશે પરંતુ આવી વસ્તુ કોઈપણ રીતે બનતી નથી

તેથી હવે આપણે શું કરી શકીએ? પૂછવું છે કે શું થાય છે અર્ધ ચંદ્ર અર્ધ ચંદ્ર એ આઠમો દિવસ છે જેને આપણે અત્યારે અષ્ટમી તરીકે ઓળખીએ છીએ તે ચંદ્ર એક સંપૂર્ણ અર્ધવર્તુળ છે

તેથી પૂર્ણ ચંદ્રની રાત્રે આપણી પાસે પૂર્ણ વર્તુળ છે. નવો ચંદ્ર તેથી હવે તમે જુઓ કે જ્યારે અડધુ હાડકું હોય ત્યારે શું થાય છે

તેથી ચંદ્ર સ્પષ્ટપણે અહીં હોવો જોઈએ

તેથી ચંદ્રનો આ ભાગ મને અતિશયોક્તિ કરવા દો કે ચંદ્રનો આ ભાગ પ્રકાશિત થઈ રહ્યો છે

તેથી હું આ બીજો ચંદ્ર જોઉં છું નાબૂદ થઈ રહ્યો નથી

તેથી હું ફક્ત તેનો અડધો ભાગ કહું છું અથવા જે કંઈ પણ સૂર્યના કિરણો આવી રહ્યા છે, ના આ અંદાજ હિપ્પાર્કસ દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો

તેથી હિપ્પાર્કાકાએ કહ્યું કે આ અહીં 90 ડિગ્રી હોવું જોઈએ. અને આ તે છે જે મારી પાસે છે

તેથી મારે જે જાણવાની જરૂર છે તે આ છે કોણ જો હું આ ખૂણાને ખૂબ જ ચોક્કસ રીતે જાણું છું તો હું ચંદ્ર પૃથ્વીના અંતરનો અંદાજ લગાવી શકું છું તે બરાબર છે અથવા ઓછામાં ઓછું ગુણોત્તર ફરીથી હું આ કામ કરવા જઈ રહ્યો નથી કારણ કે તે આપણને ખૂબ દૂર લઈ જશે સિવાય કે અર્ધ ચંદ્ર એક ખૂબ જ મુશ્કેલ બાબત છે તમે કેવી રીતે જાણો છો કે તે બરાબર અડધો ચંદ્ર છે અને તમે આખી વાત જાણો છો કે આ બધી પરિસ્થિતિઓમાં યાદ રાખો કે આપણે  $s$  ઇક્વલ ટુ  $r$  થીટા જેવા ફોર્મ્યુલાનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ, અમે અંદાજે  $\sin$   $\theta$  by  $\theta$  અને થીટામાં વિવિધ નાની ભૂલો અંતરના અંદાજમાં ઘણી મોટી ભૂલોને જન્મ આપશે. આપણે તેના વિશે સાવચેત રહેવું જોઈએ, પરંતુ આ કરવામાં આવ્યું હતું અને તમે પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચેના અંતર વચ્ચે યોગ્ય રીતે સારો અંદાજ મેળવી શકી છો. તેથી આપણે પૃથ્વી અને તારાઓના અંતર વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર છે

તેથી સંભવતઃ આ ચોક્કસ સમયે મારે શું કરવું જોઈએ તે વાસ્તવમાં બંધ કરવું છે કારણ કે કદાચ આ ઉદાહરણો તમારા લોકો પર છોડવાને બદલે હવે પછીના લેક્ચરમાં હું જાતે જ ટાંકીશ કે તમે ખૂણાઓ કેવી રીતે મેળવો છો અર્ધ ચંદ્ર દિવસ અને પછી હું લંબનનો ખ્યાલ રજૂ કરીશ જે અસાધારણ રીતે મહત્વપૂર્ણ છે અને તે બતાવશે કે પૃથ્વી અને તારાઓ વચ્ચેનું અંતર પણ કેવી રીતે માપી શકાય છે હકીકતમાં લંબનનું માપ પણ ચારમાં એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ પ્રશ્ન લાવે છે અને તે એક પ્રશ્ન છે જેણે તમામ પ્રાચીન ખગોળશાસ્ત્રીઓને સતાવ્યા હતા અને તે એ છે કે શું સૂર્ય પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે કે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે તે પૃષ્ઠભૂમિ તારાઓના સંદર્ભમાં અને અમે તેને આગલા વર્ગમાં લઈશું

તેથી જો તમને સમય મળે તો કૃપા કરીને વાંચો. તેઓને ઉપર લો અને આવી જેથી તમે સારી રીતે તૈયાર રહેશો

તેથી યાલો હવે તમારી સાથે સારી રીતે રહેવાનું બંધ કરીએ