

તેથી ગુરુત્વાકર્ષણ પરના પાંચમા વ્યાખ્યાનમાં તમારા બધાનું સ્વાગત છે, અત્યાર સુધી અમે જે કર્યું છે તે વિશ્લેષણ કરવાનું છે કે મોટા અંતરને કેવી રીતે નિર્ધારિત કરવું તે સમયગાળાને કેવી રીતે નિર્ધારિત કરવા તે વિશે અમે ખગોળશાસ્ત્રીઓના અવલોકનોના આધારે કેપ્લર દ્વારા ઘડવામાં આવેલા ત્રણ નિયમોની પણ ખૂબ જ લંબાણપૂર્વક ચર્ચા કરી. ખાસ કરીને કોપનહેગન ટાઈકો બ્રાહે કેપ્લરને સમજાયું કે ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાનું ખૂબ જ સરળ વર્ણન સૂર્યથી પૃથ્વી પરથી સૂર્યની ભ્રમણકક્ષામાં સ્થાનાંતરિત કરીને મેળવી શકાય છે, અલબત્ત આ ભ્રમણકક્ષાઓ નથી. સંપૂર્ણપણે ગોળાકાર તેઓ લંબગોળ હતા જેને આપણે આ અભ્યાસક્રમમાં ઘણી હદ સુધી અવગણીશું પરંતુ તમારે જાણવું જોઈએ કે ન્યુટન દ્વારા ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમની રચના કુદરતી રીતે કેપ્લરિયન ભ્રમણકક્ષાને કહેવાતી લંબગોળ ભ્રમણકક્ષાને સમાવે છે હકીકતમાં સૌથી સામાન્ય કેપ્લરિયન ભ્રમણકક્ષા લંબગોળ હોય તો બંધાયેલ છે અન્યથા તે લંબગોળ અને પેરાબોલિક અથવા હાઇપરબોલિક કહેવાતા કોનિક વિભાગો પણ હોઈ શકે છે જેનો તમે અભ્યાસ કરી રહ્યાં છો અથવા  $icth$  તમે તમારી પ્રમાણભૂત ભૂમિતિમાં અભ્યાસ કરશો

તેથી આ બધી ભ્રમણકક્ષાઓ ન્યુટોનિયન કાયદા દ્વારા સ્વીકારવામાં આવી છે પરંતુ અહીં અમને ગુરુત્વાકર્ષણ કાયદાની વિગતોને બદલે કાયદામાં વધુ રસ છે કે કેવી રીતે ગણતરી કરવી તે કેવી રીતે ગણતરી કરવી તે તમે તમારા ઘણા પછીના તબક્કે કરશો. જીવન આપણે આપણી જાતને ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષામાં દેખીતી રીતે બંધાયેલા અવસ્થાઓ સુધી મર્યાદિત રાખીશું, અમે ખરતા શરીરના ગેલિલિયન કાયદાની પણ ચર્ચા કરી છે જે અસાધારણ રીતે મહત્વપૂર્ણ છે જે કહે છે કે ઘટતા શરીરનું પ્રવેગ તમામ સામગ્રીઓ માટે તેમના સમૂહને ધ્યાનમાં લીધા વિના સમાન છે અને અમે તે સિદ્ધાંત ઘડ્યો છે. તેને સમકક્ષ સિદ્ધાંત તરીકે બોલાવીને જો કે આ શબ્દ 1910 અથવા 1912ની આસપાસ 20મી સદીની શરૂઆતમાં જ આઈન્સ્ટાઈન દ્વારા બનાવવામાં આવ્યો હતો અને અમે દલીલ કરી હતી કે ન્યૂટનના નિયમોનું સંયોજન કે જે ન્યૂટનના ગતિના નિયમો છે વત્તા કેન્દ્રબિંદુ બળ વત્તાનો ખ્યાલ ભ્રમણકક્ષામાં ઠીકઠીક શિકા વત્તા ખરતા શરીરનો ગેલિલિયન નિયમ

તેથી યાલો હું તેને લખી લઉં જેથી પહેલા આપણી પાસે ન્યૂટનના ગતિના નિયમો છે

તેથી જ્યારે આપણે મા . રાજા આ વિધાન અમને બીજા અને ત્રીજા કાયદામાં રસ છે અમે તે બંનેનો ઉપયોગ કર્યો છે બીજો કાયદો વર્ણવે છે કે પ્રવેગ કેવી રીતે થાય છે ત્રીજો કાયદો a અને b વચ્ચેના બળ વચ્ચેની સપ્રમાણતા અથવા પારસ્પરિકતાનું વર્ણન કરે છે તેઓ એકબીજા સાથે સમાન છે પરંતુ વિરુદ્ધ દિશામાં અને આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે આ નિવેદન આવશ્યકપણે વેગના સંરક્ષણનું પુનઃપ્રાપ્તિ છે જે આપણા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે તેથી અમે આ બેનો ઉપયોગ કર્યો અને પછી અમે કેન્દ્રિય બળની વિભાવનાના ઉપયોગનો ખ્યાલ બનાવ્યો તો શું કરવું ભૌતિક બળની ઉત્પત્તિને ધ્યાનમાં લીધા વિના આપણે કહીએ છીએ કે જ્યાં સુધી કોઈ વસ્તુ સતત કોણીય વેગ સાથે ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષામાં આગળ વધી રહી હોય તો તેને હંમેશા  $mv$  યોરસ  $r$  તરીકે લખી શકાય છે આ એક ગતિવિષયક વિધાન છે જે વિશિષ્ટ છે જે વિશિષ્ટ છે અને જે માત્ર ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષાને જ લાગુ પડે છે જે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે આપણે આ કેન્દ્રબિંદુ બળનો ઉપયોગ કર્યો છે તે ત્રીજો ખ્યાલ છે જેનો આપણે ઉપયોગ કર્યો છે અથવા તેના બદલે હકીકત એ છે કે આપણે ઉપયોગ કર્યો છે. મુક્તપણે ખરતા શરીરનો ગેલિલિયન કાયદો ઠીક છે અને અંતે આપણે તેને કેપ્લરના નુકશાન સાથે જોડીએ છીએ

તેથી ત્રણ કાયદા કેટલા કાયદા હતા

તેથી પ્રથમ કાયદો અલબત્ત ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાનો હતો જેને આપણે ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા દ્વારા બદલ્યો હતો અને પછી આપણે સમાન વિસ્તારો તરફ જોયું. સમયના અંતરાલો અને ત્રીજું જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે તે સમયગાળા અને ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાની ત્રિજ્યા વચ્ચેનો સંબંધ હતો જે અનિવાર્યપણે  $r$  ક્યુબ દ્વારા વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે તે એક સ્થિર છે આ એક અચલ છે આ અર્થમાં તે એક સાર્વત્રિક સ્થિરાંક નથી. પરંતુ તે માત્ર સૂર્યની આસપાસ ગ્રહોની ગતિ માટે એક સ્થિર છે જે આપણે યાદ રાખવાની જરૂર છે

તેથી આ યોથો છે

તેથી અમે આ બધાને ભેગા કર્યા અને પૂછ્યું કે એવો કયો કાયદો હશે જે આ તમામ અવલોકન કરેલ તથ્યો સાથે સુસંગત હશે. હકીકતો છે અને અમે એવા નિષ્કર્ષ પર આવ્યા છીએ કે જો હું ધારું કે મારું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ બીજું કંઈ નથી પરંતુ એકમ વેક્ટરમાં  $r$  યોરસ માઈનસ  $gmm$  છે, તો હું એવું ન લખું કે યાલો  $m$  e માઈનસ ચિહ્ન ન લખો કાં તો આ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ છે તો આપણે શું કહી રહ્યા છીએ અમે કહીએ છીએ કે આ એક વ્યસ્ત યોરસ કાયદો છે અને ત્યાં બે સમૂહ છે જે મૂડી  $m$  અને નાના  $m$  દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે આ બિંદુએ આપણે તે મૂડી ધારણ ન કરવી જોઈએ  $m$  એટલે મોટા દળ અને નાના  $m$  એટલે નાના દળ માટે હકીકતમાં આવા કોઈ પૂર્વગ્રહ વિના કાયદો ઘડવો એ વધુ સારું છે

તેથી હું લખીશ જો  $g$  બરાબર  $gm$  1  $m$  2 બાય  $r$  યોરસ હોય તો એનો મારો અર્થ શું છે? હું અહીં એક સમૂહ  $m$  એક મૂકીશ હું એક સમૂહ  $m$  બે અહીં મૂકીશ  $m$  એક  $m$  બે આ તે અંતર છે  $r$  જે મારી પાસે છે તે છે  $m$  એક  $m$  2 ને પોતાની તરફ ખેંચે છે  $m$  2 માં પોતાની તરફ ખેંચે છે અને તમે તેને મૂકીને સમાયોજિત કરો છો સાચો સંકેત એ છે કે અમે આમ કર્યું છે અન્ય શબ્દોમાં આ મહાન કાયદો ફૂપા કરીને યાદ રાખો કે અમે આ અભિવ્યક્તિ પ્રાપ્ત કરી નથી અમે ફક્ત આ અભિવ્યક્તિ પર ખૂબ જ તાર્કિક અને જાણીતા તથ્યોને વ્યક્ત કરવાની ખૂબ જ સરળ રીત તરીકે પહોંચ્યા છીએ, કાયદો ક્યારેય સાબિત થઈ શકતો નથી. તે ફક્ત ચકાસી શકાય છે

તેથી આ મહાન કાયદો  $gm$  1  $m$  2 બાય  $r$  વર્ગ છે કોપરનિકસ ટાયકો બ્રાહે ખગોળશાસ્ત્રીઓના કારણે તમામ અવલોકનોની પરાકાષ્ટા અગાઉ હેલી કારણ કે ત્યાં હાલિસ ધૂમકેતુ અને ગેલિલિયો અને કેપ્લર પણ હતા જો કે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે આનાથી કાયદો સ્થાપિત થતો નથી કારણ કે તે માત્ર સુસંગત વર્ણન છે અને અમને સ્વતંત્ર ચકાસણીની જરૂર છે. આ કાયદો કાયદાની સ્વતંત્ર ચકાસણીનો સમાવેશ કરે છે કે આપણે મનસ્વી લોકો સાથે શરીર સાથે વ્યવહાર કરવા સક્ષમ હોવા જોઈએ અને આપણે આ સ્થિર જી નક્કી કરવા સક્ષમ હોવા જોઈએ જે આપણા માટે અજાણ છે જ્યારે આ બધા સમયનો આપણે જે ઉપયોગ કર્યો તે જ આપણે જાણીએ છીએ. અંતર અને આપણે પીરિયડ્સ જાણીએ છીએ

તેથી અમે હકીકતમાં આજુબાજુ રમ્યા

તેથી જ હું ભારપૂર્વક કહી રહ્યો છું કે આ કાયદો આકર્ષક છે પરંતુ તે જરૂરી નથી કે તે હંમેશા માન્ય હોય તે જરૂરી નથી પરંતુ અમે દાવો કરવા માંગીએ છીએ કે ન્યુટોનિયન કાયદો ખરેખર સાર્વત્રિક છે. કાયદો તેને ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક કાયદો કહેવામાં આવે છે

તેથી આપણે થોડું વધારે કામ કરવું પડશે

તેથી મને સ્વાઇડ પર જવા દો અને તમને બતાવીશ કે હું તમને શું કહેવા માંગુ છું

તેથી પ્રથમ સ્વાઇડ ડી એ કાગળની શીટ્સ પર મેં જે પણ લખ્યું છે તેનો સારાંશ આપે છે

તેથી ત્યાં એક પોઝિશન વેક્ટર  $raa$  મોડ  $b$  બોડી  $b$  સાથે એક દળ સાથે  $a$  બોડી છે અને એક દળ  $b$  બિંદુ  $rb$  પર સ્થિત છે

તેથી આપણે શું કરીએ છીએ તે વેક્ટરને અલગ કરતા  $a$  ને વ્યાખ્યાયિત કરવા માટે છે.  $bra$  માઈનસ  $rb$  અને પછી અમે લખ્યું છે કે  $a$  on  $b$

દ્વારા લગાવવામાં આવેલ બળ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

તેથી જ મેં એરો  $a$  go on  $b$  મૂક્યો છે તે માઈનસ  $g$   $mamb$  દ્વારા  $rab$  દ્વારા વેક્ટર રેખામાં ઘન કરવામાં આવે છે જે મેં તમારા માટે સચિત્ર રીતે સૂચવ્યું છે. કાગળની શીટ ઠીક છે જ્યારે આપણે ગેલિલિયન કાયદાનો ઉપયોગ કર્યો ત્યારે મેં ફક્ત એક હકીકતનો ઉપયોગ કર્યો ત્યાં ગેલિલિયન કાયદાના બે પાસાઓ છે એક પ્રવેગક ઘટતા શરીરના સમૂહથી સ્વતંત્ર છે અને બીજું એ છે કે પ્રવેગ સ્વતંત્ર છે શરીર પૃથ્વીથી કેટલી ઉંચાઈ પર છે તે બરાબર છે તે નિવેદન હું કરવા માંગુ છું

તેથી યાલો આપણે ડ્રોઈંગ બોર્ડ પર પાછા જઈએ તો આપણે શું કહેવા માંગીએ છીએ તે શું કહેવા માંગીએ છીએ જો હું ગેલિલિયન કાયદો જોઉં તો સમૂહથી સ્વતંત્ર પ્રવેગકના બે પાસાં છે અને બીજું એ એક્સેસ છે વેરેશન ઊંચાઈથી સ્વતંત્ર છે તો તમે એમ કહેવાનો શું અર્થ કરો છો કે તમારી પાસે

અહીં પૃથ્વી છે અને જો શરીર બધી ઊંચાઈએ  $h_1$   $h_2$  નીચે પડી રહ્યું છે અને તેથી આગળ પ્રવેગક એ જ છે જે  $g$  દ્વારા આપવામાં આવે છે તે જ તમે ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે પ્રવેગક તરીકે કોલ કરો જે આશરે 9.8 મીટર પ્રતિ સેકન્ડ ચોરસ છે

તેથી આ બધા નિયમો મેળવવામાં મેં ફક્ત આ હકીકતોનો ઉપયોગ કર્યો છે પરંતુ ન્યુટોનિયન કાયદો કહે છે કે પ્રવેગક આકર્ષણ શરીરથી અંતરથી સ્વતંત્ર ન હોઈ શકે ત્યાં એક ઓવર આર છે. ચોરસ શબ્દ જો  $r$  ચોરસ શબ્દ ઉપર એક હોય તો ચાલો હું બતાવી દઉં કે તમારી આગલી કાગળની શીટમાં મારી પાસે મારી પૃથ્વી અહીં છે ચાલો આપણે કહીએ કે શરીર પડી રહ્યું છે

તેથી શરીર નીચે આવી રહ્યું છે તેમ કડક રીતે કહીએ તો તે પ્રવેગક નીચે આવવું જોઈએ વધારો

તેથી આ એક સૈદ્ધાંતિક નિવેદન છે સૈદ્ધાંતિક રીતે હકીકતમાં ત્યાં ઘડવાની ઘણી બધી રીતો છે કે બીજી વસ્તુ જે તમે નોંધ્યું છે કે જો તમે બે શરીર છોડો તો ચાલો કહીએ કે ચોક્કસ અંતરથી અલગ થઈ ગયા ડી ગેલિલિયો કહેશે કે તે આ રીતે નીચે પણ પડી જશે

તેથી જો તમે ટાવરની ટોચ પરથી અવલોકન કર્યું હોય તો અંતર  $d$  એક સ્થિર હશે, જ્યારે ન્યુટોનિયન કાયદા અનુસાર તેઓ બંને કેન્દ્ર તરફ પડતા હોવા જોઈએ

તેથી તેઓ બરાબર સમાંતર હોઈ શકતા નથી. એકબીજાને તેથી ન્યુટોનિયન ગુરુત્વાકર્ષણ ગેલિલિયન કાયદામાં સુધારો કરે છે અને તે પ્રથમ શું છે કે જેમ જેમ શરીર નીચે પડે છે તેમ પ્રવેગ વધવો જોઈએ અને જો બે શરીર અલગ થવાથી શરૂ થાય છે, તો તેમની વચ્ચેનું અંતર ઘટતું રહેવું જોઈએ. તે તરફ પડો કારણ કે તે બંને કેન્દ્ર તરફ આવે છે આ એક ખૂબ જ અતિશયોક્તિપૂર્ણ આકૃતિ છે તેના વિશે કોઈ વાંધો નહીં

તેથી આપણે શું કરવું તે જોવાનું છે કે ન્યુટોનિયન ગુરુત્વાકર્ષણ કેવા પ્રકારનું કરેક્શન આપે છે જેથી તે એટલું મોટું ન હોય કે ગેલિલિયન લો તે કિસ્સામાં ઉલ્લંઘન થાય છે ન્યુટનનું ગુરુત્વાકર્ષણના સાર્વત્રિક રચના પૃથ્વીની સપાટી પર પકડી શકશે નહીં જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

તેથી ચાલો આપણે ઠીક કરીએ કે આ ફિક્સિંગ મુશ્કેલ બાબત નથી

તેથી આપણે શું કરવાનું છે તે યાદ રાખવાનું છે કે હું પ્રવેગકમાં ઘળ લખવા જઈ રહ્યો છું આ ડાબી બાજુએ મુક્તપણે પડતું શરીર છે અને આ પૃથ્વીના ગ્રામ ઘળને વિભાજિત કરવામાં આવશે હવે હું થોડી વધુ સાવચેતી રાખીશ. હું તેને પૃથ્વીની ત્રિજ્યા વત્તા  $h$  આખા ચોરસ તરીકે લખીશ

તેથી યાદ રાખો કે જ્યારે આપણે બે શરીરો વચ્ચેના અંતરની વાત કરીએ છીએ ત્યારે આપણે વાસ્તવમાં આપણા મગજમાં પૃથ્વીના કેન્દ્રમાં છીએ તે પૃથ્વીની સપાટીથી નથી અને આ ઊંચાઈ છે પૃથ્વીની સપાટી ફરીથી પુનરાવર્તિત કરવા માટે

તેથી આ મારો  $h$  છે અને મારો  $r$  અહીં ક્યાંક છે તો ચાલો હું એક રેખા દોરું જે દર્શાવવા માટે કે તે ત્રિજ્યા ખૂબ મોટી છે યાદ રાખો હું 10 મીટર 20 મીટર 100 ના ક્રમની ઊંચાઈ બોલું છું મીટર કદાચ પરંતુ પૃથ્વીની ત્રિજ્યા આશરે 6400 કિલોમીટર છે

તેથી આપણે ખૂબ જ મોટા ગુણોત્તર વિશે વાત કરી રહ્યા છીએ, હું તે સંખ્યા પર બરાબર આવીશ

તેથી આ તે છે જે આપણી પાસે છે ઘળની શરતો રદ કરો ગુરુત્વાકર્ષણ સમૂહ જડતા સમૂહ સમાન છે

તેથી હવે આપણી પાસે જે એસી બાકી છે વાસ્તવમાં  $h$  પર આધાર રાખે છે તો યુક્તિ શું છે કે આપણે જે યુક્તિ કરવાનો છે તે યુક્તિ એ છે કે આ  $h$   $r$  ની તુલનામાં ખૂબ જ નાનો છે

તેથી હું ધારી રહ્યો છું કે તે ત્રિજ્યાથી ઊભટું પડી રહ્યું છે જેથી મારી પાસે નથી કહેવાતા ડોટ પ્રોડક્ટ્સ અને વેક્ટર અને તેના જેવી વસ્તુઓ વિશે ચિંતા કરવી એ એક રેખીય ગતિ છે

તેથી મારે શું કરવાનું છે તે યાદ રાખવું જોઈએ કે  $h$  બાય  $re$  એ 1 કરતા ઘણું ઓછું છે તે મારે યાદ રાખવાનું છે

તેથી આપણે શું કરીએ છીએ આપણે તેને  $g$   $me$   $over$   $h$  ચોરસમાં 1 ઓવર 1 વત્તા  $h$  બાય પુનઃ આખા ચોરસ તરીકે લખવાનું છે કારણ કે  $h$  બાય  $re$  એ ખૂબ જ નાનો જથ્થો છે, આ 1 પરના ખલેલ સિવાય બીજું કંઈ નથી. તો આપણે શું કરવું જોઈએ શું આપણે ફક્ત ટિપ્પણી વિસ્તરણ અથવા ટેલર વિસ્તરણ કરવું પડશે જો તમને એવું લાગે તો મને તે ગણતરી કરવા દો

તેથી આપણે જે કરીએ છીએ તે ટિપ્પણી વિસ્તરણ  $h$  બનાવવાનું છે જે એક કરતા ઘણું ઓછું છે ચાલો હું તેને  $x$  તરીકે ઓળખું. હું તેને કહું છું યાદ રાખો  $h$  એ પૃથ્વીની સપાટીથી ઊંચાઈ છે અને પૃથ્વીની ત્રિજ્યા છે અને મને રસ છે  $i$   $n$  શબ્દ 1 ઓવર પુનઃ વત્તા  $h$  આખા ચોરસમાં આ જથ્થા બીજું કંઈ નથી પરંતુ 1 ઓવર પુનઃ વર્ગમાં 1 વત્તા  $h$  દ્વારા પુનઃ વર્ગમાં મેં જે કર્યું છે તે પુનઃ બહાર કાઢવાનું છે અને આ જથ્થા 1 ઓવરનો પુનઃ વર્ગ 1 વત્તા  $x$  સંપૂર્ણ છે. ચોરસ આ એ અભિવ્યક્તિ છે જે મને જોઈતી હતી

તેથી મને તે અભિવ્યક્તિ ખોલવા દો અને જુઓ કે તે શું છે

તેથી મારી પાસે 1 વત્તા 1 વત્તા  $x$  આખો ચોરસ બરાબર 1 વત્તા 2  $x$  વત્તા  $x$  ચોરસ છે જે મેં તમને કહ્યું તેમ મારી પાસે છે  $x$  ચોરસ 1 કરતા ઘણો ઓછો  $x$  કરતા ઘણો ઓછો છે

તેથી જો મને અગ્રણી ક્રમના યોગદાનમાં રસ હોય તો હું આ શબ્દ છોડી શકું છું

તેથી એકવાર હું આ શબ્દ છોડી દઉં તો આ લગભગ 1 વત્તા 2  $x$  અને તમારી ટિપ્પણી અભિવ્યક્તિની બરાબર હશે. અનિવાર્યપણે મને આપો આ લગભગ 1 ઓછા 2 $x$  ની બરાબર છે જે આપણે મેળવવા જઈ રહ્યા છીએ

તેથી આપણે હવે ગુરુત્વાકર્ષણ બળમાં આવતા સુધારાની ગણતરી કરવાની સ્થિતિમાં છીએ, ગમે તે સ્થિર હોય તો આપણે શું જાણીએ છીએ કે મારું  $g$  નું  $f$  અનિવાર્યપણે છે  $g$   $mem$  બાય  $re$  સ્ક્વેર કરીને 1 ઓછા 2  $h$  બાય  $re$  હું આ પાર લખી શકું છું ટિક્યુલર અભિવ્યક્તિ હવે તે સુધારણા છે જે હું હવે મેળવવા જઈ રહ્યો છું જો હું આ ચોક્કસ શબ્દને અવગણીશ તો આ  $ma$  સિવાય બીજું કંઈ નથી

તેથી આ ચોક્કસ શબ્દને અવગણો આ  $m$  રદ કરે છે અને તમે જોશો કે મારું પ્રવેગ બીજું કંઈ નથી પરંતુ  $m$  દ્વારા  $f$   $g$  જે  $r$  દ્વારા  $gm$   $v$  છે. ચોરસ કે જે ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે તમારું પ્રવેગક છે તે જ આપણી પાસે છે

તેથી આપણે જે કહીએ છીએ તે એ છે કે તમામ વ્યવહારિક હેતુઓ માટે પૃથ્વીને કારણે પ્રવેગક સતત છે કારણ કે શરીર જે ઊંચાઈથી નીચે આવી રહ્યું છે તે ખૂબ જ નાનું કરેક્શન છે અથવા પૃથ્વીની ત્રિજ્યામાં વિક્ષેપ,

તેથી માત્ર એ અંદાજ કાઢવો મુશ્કેલ નથી કે  $x$  નું મૂલ્ય શું છે

તેથી જો હું  $h$  મૂકું તો પણ 100 મીટર જેટલો મોટો નંબર છે જે મારી પૃથ્વીની ત્રિજ્યા 6400 કિલોમીટર છે

તેથી તે થશે 6.4 થી 10 માં 6 ની ઘાત છે

તેથી તમે જુઓ છો કે  $x$  ખરેખર નાનો છે

તેથી અમે શું કર્યું અમે તમામ પાસાઓને મુક્તપણે ઘટી રહેલા કાયદા મુક્તપણે પડતા શરીરના કાયદાના મુક્તપણે ઘટતા શરીરના કાયદાનો ન્યુટોનિયન કાયદા સાથે સમાધાન કર્યું છે

તેથી બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો અમારી પાસે  $e$  જાણીતા તથ્યો સાથે સુસંગતતા સ્થાપિત કરી જેથી અમને વિશ્વાસ અને વિશ્વાસ મળે કે ગુરુત્વાકર્ષણનો સંભવતઃ ન્યુટોનિયન કાયદો સાચો કાયદો છે આ સ્થિતિમાં આપણે અત્યાર સુધી જે કંઈ કર્યું છે તેનાથી આગળ વધીને વધુ પ્રાયોગિક ચકાસણી શોધી શકીશું અને હકીકતમાં આપણે નવી અસાધારણ ઘટનાની આગાહી કરવામાં સમર્થ હોવા જોઈએ જે આપણે અગાઉ જોઈ ન હતી અને ન્યુટને બરાબર તે જ કર્યું હતું જેથી તેની પ્રશંસા કરવામાં આવે કે ચાલો આપણે બનાવેલી સ્વાઈડ પર પાછા જઈએ

તેથી આ સ્વાઈડ એવી સંખ્યા દર્શાવે છે જે લગભગ 3 થી 10 છે. બાદબાકી 4 ની શક્તિ તેથી તે ખૂબ જ નાની સંખ્યા છે જે તમે જોઈ શકો છો તેનો અર્થ એ છે કે સ્થિરાંકમાં કરેક્શન લગભગ આપણે જે પણ સ્થિર 10 મીટર પ્રતિ સેકન્ડ સ્કેવર અથવા 9.8 મીટર પ્રતિ સેકન્ડ સ્કેવર તરીકે માનીએ છીએ તેના દ્વારા આપવામાં આવે છે તે કરેક્શન એક ભાગ હશે. 10,000 માં તે વિધાન છે કે આપણે દસ હજારમાં ત્રણ ભાગ બનાવીએ છીએ, વાસ્તવમાં પૃથ્વીના બિન-ગોળાકાર સ્વભાવને કારણે અને પૃથ્વીના પરિભ્રમણની પ્રકૃતિને કારણે સુધારો આવી રહ્યો છે. સંપૂર્ણ રીતે જડતા ફ્રેમ નથી કારણ કે તે તેની ધરીની આસપાસ ફરતી હોય છે તે આના કરતા ઘણી મોટી છે

તેથી તે ખરાબ અંદાજ નથી

તેથી હવે આપણે પરિસ્થિતિનો સ્ટોક લેવો પડશે કે આપણે શું કર્યું છે અમે જાણીતા અવલોકનો પર આધારિત કાયદો ઘડ્યો છે પરંતુ શું આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે અંતર જાણીએ છીએ, આપણે પીરિયડ્સ જાણીએ છીએ, પરંતુ આપણે દળને જાણતા નથી જ્યારે ગેલિલિયોએ દળ છોડ્યું ત્યારે તે ઘટી રહેલા શરીરના દળને જાણતો હતો, પરંતુ ખાતરી માટે ગેલિલિયો પૃથ્વીના દળને જાણતા ન હતા  $g$  મૂલ્ય નિર્ધારિત નથી

તેથી તે અજ્ઞાત સ્થિરાંક છે

તેથી ગેલિલિયન કાયદો અનિવાર્યપણે પૃથ્વીના સમૂહને ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંકમાં નિર્ધારિત કરવા માટે શું કરી રહ્યો છે વાસ્તવમાં જે ગેલિલિયન કાયદો નિર્ધારિત કરે છે તે પૃથ્વીના સમૂહને ગુરુત્વાકર્ષણ ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંકમાં વિભાજિત કરે છે, પરંતુ હું ધારી રહ્યો છું કે આપણે પૃથ્વીની ત્રિજ્યા જાણી પછી બધા લોકો પૃથ્વીની આસપાસ નેવિગેટ કરી શકે છે અથવા એરિસ્ટોથેનનો મહાન પ્રયોગ પૃથ્વીની ત્રિજ્યાને ઠીક કરવાનો છે

તેથી હવે જો તમે આનાથી આગળ વધવા માંગતા હોવ અને જો તમે હું દાવો કરવા માંગુ છું કે અહીં જુઓ મારી પાસે ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક નિયમ છે, હું વધુ સારી રીતે સમૂહ અથવા  $g$  અથવા બંને સ્વતંત્ર રીતે નક્કી કરું છું અને ચકાસી કે કાયદો ખરેખર ધરાવે છે આ એક કાર્ય હતું જે કેવેન્ડિશ દ્વારા હાથ ધરવામાં આવ્યું હતું અને તેણે જે કર્યું તે સીધું નક્કી કરવાનું હતું. ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક આ ભૌતિકશાસ્ત્રના ઇતિહાસમાં એક ઉત્તમ પ્રયોગ છે જે તેણે 97 અને 98 ની વચ્ચેના એક વર્ષના સમયગાળા દરમિયાન કર્યું હતું અને તેણે સંખ્યાબંધ સાવચેતીપૂર્વક અવલોકનો કર્યા હતા અને તે  $j$  ના આ મૂલ્ય પર પહોંચ્યા હતા જે તેની સરખામણીમાં એક નાની નાની સંખ્યા છે. ઉદાહરણ તરીકે ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક ફોર્સની તાકાત જે ઇ સ્કેવર્ડ દ્વારા ચાર પાઈ એપ્સીલોન પર આપવામાં આવે છે અને

તેથી આગળ અને આગળ આપણે થોડો સમય પસાર કરવો જોઈએ એ સમજવામાં કે કેવેન્ડિશ કેવી રીતે  $g$  નું મૂલ્ય નક્કી કરે છે તે ઐતિહાસિક રીતે કેવેન્ડિશ દાવો કર્યો ન હતો કે તે મૂલ્ય નક્કી કરી રહ્યો હતો. ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરતા વિશે પરંતુ તેણે વધુ રસપ્રદ દાવો કર્યો તેણે દાવો કર્યો કે તે પૃથ્વીનું વજન કરી રહ્યો છે વાસ્તવમાં તેણે એવું નિવેદન પણ નથી આપ્યું કે તેણે દાવો કર્યો હતો કે તેને મળી હતી પૃથ્વીની ઘનતા વિશે કારણ કે 18મી સદીમાં જ્યારે કેવેન્ડિશ આ પ્રયોગો કરી રહ્યો હતો ત્યારે લોકોને પૃથ્વીની ઘનતામાં ખૂબ જ ગંભીરતાથી રસ હતો

તેથી તે પૃથ્વીની ઘનતા માપવા માંગતો હતો મને ખબર નથી કે મેં ત્રિજ્યા

તેથી કેવિન કહ્યું અસ્વીકાર કર્યો કે તેઓ પૃથ્વીની ઘનતા નક્કી કરી રહ્યા હતા જાણે કે પૃથ્વી એક સજાતીય સમાન સમૂહ વિતરણ છે જે સાચું નથી પણ વાંધો નહીં પરંતુ આપણે આ બધી વિભાવનાઓ સાથે કોઈક પ્રકારનો સંપર્ક તદ્દન સરળતાથી કરી શકીએ છીએ પરંતુ જ્યાં સુધી આપણે ચિંતિત છીએ ત્યાં સુધી કેવેન્ડિશ શું છે. ખરેખર નિર્ધારિત ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિર એક ઐતિહાસિક બાજુએ છે જે આ સમયે રસપ્રદ છે કે કેવેન્ડિશ ઘણા બધા પ્રયોગો કર્યા હતા પરંતુ આ પ્રયોગને કેવેન્ડિશ પ્રયોગ કહેવામાં આવે છે જેમ કે આપણે કહીએ છીએ કે માઈકલસન માર્વી પ્રયોગ કારણ કે દેખીતી રીતે આ સૌથી વધુ ઉજવવામાં આવ્યો હતો

તેથી જ્યારે તમે કેવેન્ડિશ કહો છો પ્રયોગ અમે હંમેશા મૂડીના નિર્ધારણનો સંદર્ભ લઈએ છીએ  $g$  ગુરુત્વાકર્ષણ બળની સ્થિરતા, તો ચાલો જોઈએ કે તે શું છે જે કેવેન્ડિશ કર્યું કેવેન્ડિશ પ્રયોગનો આઈસી આઈડિયા એક નવ ટોર્ક પ્રયોગ છે

તેથી આ એક પ્રમાણભૂત ટેકનિક છે જેનો તમે ઉપયોગ કરો છો જ્યારે પણ તમે કેટલાક નાજુક દળોને માપવા માંગતા હોવ ત્યારે બળને માપવાની બે રીતો છે

તેથી હું તમને તે સૂચવવા દઈશ જેથી દળોને કેવી રીતે નક્કી કરવું તે એક રીત છે. પ્રવેગને માપો, શરીરના પ્રવેગને માપો હવે આ એક કંટાળાજનક પ્રક્રિયા છે કારણ કે તમે ખૂબ જ મહાન ચોકસાઈ સાથે અલગ-અલગ સમયે અલગ-અલગ સ્થાનોને માપવા માટે સમર્થ હોવા જોઈએ, પછી તમારે તેમની સાથે સરળતાથી જોડાવું પડશે કે જે આવશ્યકપણે સ્પર્શકની ગણતરી કરવા માટે તમે વેગ પ્લોટ મેળવો છો. અને ફરીથી સરળતાથી તેમની સાથે જોડાવો અને પછી તમે ફરીથી સ્પર્શકની ગણતરી કરશો અને તમને પ્રવેગ મળશે જે એક કંટાળાજનક પ્રક્રિયા છે અને તેમાં ભૂલો થવાની સંભાવના છે બીજી પ્રક્રિયા જાણીતી શક્તિ દ્વારા ગતિને ખરેખર પકડવાની છે અને આ એક ખૂબ જ ઉપયોગી પદ્ધતિ છે ધરપકડ કરવાની. જાણીતા બળ દ્વારા ગતિ તેથી ઉદાહરણ તરીકે ધારો કે અહીં સપાટી યાજ્ઞ ઘનતા સિગ્મા વહન કરતી કેપેસિટર પ્લેટ છે ત્યાં એક યાજ્ઞ કણો છે  $q$

તેથી  $th$  is માઈનસ છે અને આ વત્તા છે જેથી તે આ દિશામાં આકર્ષાય

તેથી હું શું કરીશ હું અહીં એક સિંગ જોડીશ અને હું પૂછું છું કે નવી સંતુલન સ્થિતિ શું છે જ્યાં તેને આરામ મળશે હું જાણું છું કે  $F$  માઈનસ  $kx$  ની બરાબર છે વસંતમાંથી આવે છે અને જો આ કારણે યાજ્ઞ કણ આરામમાં હોય તો હું જાણું છું કે સિગ્મામાં સપાટી પરનો યાજ્ઞ વહન કરતી આ પ્લેટ દ્વારા લગાવવામાં આવેલ બળ આનાથી બરાબર રદ થાય છે અને હું ઇલેક્ટ્રિક ક્ષેત્ર નક્કી કરવા સક્ષમ હોવો જોઈએ આ યુક્તિ છે

તેથી આ ગતિને અરેસ્ટ કરવી એ નવ ફોર્સ કહેવાય છે નેટ ફોર્સ નવ છે

તેથી આ એક એવી ટેકનિક છે કે જેને તમે કાઉન્ટરકટીંગ ફોર્સનો ઉપયોગ કરીને આવશ્યકપણે ઉપયોગ કરો છો જેથી પ્રવેગ શૂન્ય હોય અને આશા છે કે વેગ પણ શૂન્યની બરાબર હોય અને પછી તમે નક્કી કરો અજ્ઞાત બળ જ્યારે ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક દળોની વાત આવે છે ત્યારે કુલમ્બને સમજાવું કે કુલોમ્બના કાયદાને નિર્ધારિત કરવાની વધુ સારી રીત કહેવાતા એક ઓવર આર સ્કેવર ફોર્સ હકીકતમાં કેવ ઇન ડીશ તરીકે પણ જાણીતી હતી તે ટોર્સિયન બા દ્વારા છે. લાન્સ અને ટોર્સિયન બેલેન્સ શું કરે છે તમારું ટોર્સિયન બેલેન્સ નવ ફોર્સ બનાવતું નથી પરંતુ તે નવ ટોર્ક બનાવે છે

તેથી તમે શું કરો છો, ચાલો આપણે અહીં આ સ્વાઈડ પર પાછા આવીએ  $n1$  ટોર્ક પ્રયોગ

તેથી આ ચિત્ર વિકિપીડિયા પરથી છે અને આ બરાબર એ ઉપકરણ છે જેનો ઉપયોગ કેવેન્ડિશ દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો જેનો હું વારંવાર ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યો છું

તેથી તમારી પાસે જે છે તે એક પાતળો વાયર છે જેના પર તમે બે સળિયાને લટકાવી દો અને પછી તમે તેને અન્ય બે વસ્તુઓ દ્વારા આકર્ષિત કરો છો જે સમાન અને વિરુદ્ધ બળ લાગુ કરશે. જેથી ટોર્કને કારણે હવે ટોર્ક થાય છે કારણ કે આખી વસ્તુ સ્વિંગ થાય છે અને સંતુલન સ્થિતિમાં આવે છે તેથી વસંતના ટોર્શનને કારણે ટોર્કને કાઉન્ટરમેન્ડ કરવામાં આવે છે જે નવ ટોર્ક પ્રયોગ હશે અને પછી તમે વિચલનનો કોણ શોધી શકો છો આ છે કુલોમ્બ દ્વારા જે ટેકનિકનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો અને કેવેન્ડિશ જે ટેકનિકનો ઉપયોગ કર્યો હતો તે જ ટેકનિકનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો જેથી તમે અહીં બે માસ જોઈ શકો અન્ય બે માસ જોવા મળતા નથી. હું આ પ્રયોગનું મહાન વિગતવાર વર્ણન કરવા જઈ રહ્યો છું  $i1$  પરંતુ આ મૂળભૂત વિચાર છે હવે હું આ ખ્યાલને બીજી આકૃતિ દ્વારા વિસ્તૃત કરવા જઈ રહ્યો છું જે હું જે પણ બતાવવા માંગુ છું તે સંપૂર્ણપણે સમજાવે છે જેથી તમે જુઓ કે અહીં શું થઈ રહ્યું છે મૂળભૂત રીતે કેવેન્ડિશ તેની પ્રયોગશાળાની છત પર જઈને શું કર્યું તે હું તમને કહીશ. તેની લેબોરેટરી થોડીવારમાં હતી પછી ત્યાં એક પાતળો વાયર છે જે તમે જોશો કે તે નીચે આવી રહ્યો છે જે ટોર્સિયન વાયર તરીકે સૂચવવામાં આવે છે અને તે પાતળા વાયરને પાતળી સળિયા સાથે જોડવામાં આવે છે ઠીક છે તે કાળી કાળી લાઇન બોલ્ટ બ્લેક લાઇન છે. પાતળી સળિયા અને તે પાતળી સળિયાની મધ્યમાં બરાબર જોડાયેલ છે આ એક સમાન સિલિન્ડર સળિયા છે અને બે છેડા તમારી પાસે બે નાના સમૂહ  $m$  છે જે ત્યાં બેઠેલા છે

તેથી અહીં નાના  $m$  એ હળવા પદાર્થનો સંદર્ભ આપે છે મોટા  $m$  એ ભારે પદાર્થનો ઉલ્લેખ કરે છે જે તમારી પાસે શું છે તેથી તમે જે જુઓ છો તે ગુલાબી રંગ અથવા તમે જે પીય રંગ જુઓ છો તે અવ્યવસ્થિત સ્થિતિ છે હવે તે અવ્યવસ્થિત સ્થિતિમાં શું થાય છે કે ત્યાં બે ખૂબ જ ભારે દ્રવ્ય છે હકીકતમાં નાના માસ અને હેવ  $y$  દળ બંને સીસાના બનેલા હતા તે બધા સંપૂર્ણપણે ગોળાકાર હતા તેઓને એવી રીતે મૂકવામાં આવે છે કે તેઓ આ બે વસ્તુઓથી સમાન અંતરે હોય તો શું થાય છે ભારે દળ આ લીડને પોતાની તરફ ખસેડે છે તેથી યાવો હું ભારે દળ એક ભારે સમૂહની યાવ પાછળ જઈએ આ દિશામાં એક ઓબ્જેક્ટ અન્ય ભારે સમૂહ વિરુદ્ધ દિશામાં બળ લાગુ કરે છે તેથી ત્યાં નેટ ટોર્ક હોય છે પરંતુ આ નેટ ટોર્ક ટોર્સિયન દ્વારા કાઉન્ટરમાઉન્ટ થાય છે જે કાઉન્ટર માઉન્ટિંગ ટોર્ક ઉત્પન્ન કરીને વિરોધ કરે છે તેથી ત્યાં નેટ એન્ગલ થીટા હોવો જોઈએ

તેથી આ વિચાર છે અને ભારે દળ અને નાના સમૂહ વચ્ચેનું અંતર  $r_i$  દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે તે સંભવતઃ સંકેત  $d$  નો ઉપયોગ કરશે અને મૂળભૂત રીતે હું આ ટોર્કના સંતુલનને કારણે નવી સંતુલન સ્થિતિ શોધવા માંગુ છું, આ પ્રયોગ હવે આવે છે. પ્રાયોગિક વિગતો કે જેના પર આપણે ખૂબ ધ્યાન આપવું જોઈએ આપણે પ્રાયોગિક સંખ્યાઓ પર પણ ખૂબ ધ્યાન આપવું જોઈએ કારણ કે કમનસીબે તમારી  $ncrt$  પાઠ્યપુસ્તક ગાય છે.  $u1ar1y$  અભાવ ત્યાં તેની સાથે કોઈ નંબરો સંકળાયેલા નથી પરંતુ અમે અહીં સુધારીશું કે તેથી કેવેન્ડિશ શું કર્યું તેણે તેની એસ્ટેટમાં એક મોટા શેડમાં તેની લેબની સ્થાપના કરી કેવેન્ડિશ એક કુલીન વ્યક્તિ હતી અને સમૃદ્ધ વ્યક્તિ હતી અને અર્થપૂર્ણ વ્યક્તિ હતી

તેથી તે જમીનદાર વ્યક્તિ હતો.

તેથી તેની પાસે ખૂબ જ મોટો શેડ હતો

તેથી તેણે જે કર્યું તે તેના ખેતરોમાં ક્યાંક મોટા શેડને તેની પ્રયોગશાળા તરીકે રૂપાંતરિત કરવાનું હતું અને તેણે જે કર્યું તે આ ઉપકરણ હતું જે મેં અગાઉ બતાવ્યું હતું કે તેણે આખું ઉપકરણ લાકડાના જાડા બોક્સમાં મૂક્યું હતું જેથી જો તમે જુઓ ઉપર સંદર્ભો ઉદાહરણ તરીકે વિકિપીડિયા પણ તેઓ તમને બોક્સનું પરિમાણ આપશે તે એક ખૂબ જ વિશાળ બોક્સ હતું અને જાડા બોક્સની જાડાઈ પોતે જ કેટલાંક ફૂટની હતી તે લાકડાના બોક્સમાંથી બનેલી હતી અને આ લાકડાની પેટી પોતે જ એક બોક્સમાં બંધ હતી. શેડ કારણ કે કેવેન્ડિશ એ સમયના યાવતા કાડર્સ અથવા રથ અથવા વેગનને કારણે પવન અથવા સ્પંદનોથી આવતી કોઈપણ વિક્ષેપ ઇચ્છતો ન હતો

તેથી તે આવશ્યકપણે કોઈ પ્રકારનું અવાહક વાતાવરણ ઇચ્છતો હતો. આરએસઇ અમે કહેવાતા કંપન મુક્ત કોષ્ટકો પર ખૂબ જ અત્યાધુનિક પ્રયોગો કરીએ છીએ જે તે સમયે ઉપલબ્ધ નહોતા પરંતુ કમેન્ટેશ એક અદ્ભુત ઇમ્પ્રુવાઇઝેશન કર્યું અને તે રીતે અમે અવલોકન કરવા અને ઓપરેટરોને ખલેલ પહોંચાડવા માટે તમારા પોતાના અભિગમને પણ આ રીતે આગળ ધપાવ્યું. વાસ્તવમાં તેની અસર થશે ત્યારે તમે જોશો કે જ્યારે હું સંખ્યાઓ લખીશ અને જો તમે તેને ઉદાહરણ તરીકે રૂપાંતરિત કરીશ તો તેની સરખામણી આપણા પોતાના વજન સાથે કરો જેથી તે બોક્સમાં અને બંને નાના બે નાના છિદ્રો દ્વારા તેણે બનાવેલા લાકડાના બોક્સની નજીક પણ ક્યારેય ગયો ન હતો. શેડ અને તેણે બે ટેલિસ્કોપ મૂક્યા અને તેણે પીપ માર્યું અને તેણે ટોર્સિયન બોલકનો ગમે તે ખૂણો અથવા ઓસિલેશન ખૂબ દૂરના અંતરે હતું તે જોયું તે કંઈક છે જે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે તમે કહેવાતા શૂન્ય પ્રયોગ એક આદર્શીકરણ છે કારણ કે જો ત્યાં એક શૂન્ય બળ છે જેનો સીધો અર્થ એ છે કે ઓબ્જેક્ટ પર કોઈ બળ નથી જે તેના પર કાર્ય કરે છે તે આપણા માટે સુનિશ્ચિત કરતું નથી કે તે આરામ પર છે તે સહેજ વિક્ષેપ સાથે સમાન વેગ સાથે આગળ વધી શકે છે.  $n$  તેને એક સમાન વેગ આપી શકે છે જ્યારે તમારી પાસે નવ ટોર્ક પ્રયોગ હોય ત્યારે સહેજ ખલેલ વાસ્તવમાં તેને એક નાનો કોણીય પ્રવેગ આપી શકે છે

તેથી જો કે અમારા વિશ્લેષણમાં અમે પ્રયોગને શૂન્ય ગણીશું વાસ્તવમાં એક ગતિ હતી પરંતુ તે સમયગાળો તે ખૂબ જ મોટું હતું તે 20 મિનિટ હતું તેથી એક સંપૂર્ણ ઓસિલેશન પૂર્ણ કરવામાં 20 મિનિટનો સમય લાગતો હતો જેને તમે બધા વ્યવહારિક હેતુઓ માટે અવગણી શકો છો કારણ કે જ્યારે તમે કોણ માપો છો ત્યારે અવલોકનનો સમયગાળો તમે જાણો છો તે સમયગાળો કરતાં વધુ છે યાવો કહીએ કે એક સેકન્ડ અથવા તેની સરખામણીમાં થોડીક સેકન્ડો અથવા તો અડધી મિનિટ પણ 20 મિનિટથી વધુની ગતિ ખૂબ જ નાનું કરેકશન હતું જેનો અર્થ છે કે કેવેન્ડિશ પિવટને સંપૂર્ણપણે ઘર્ષણ રહિત બનાવવા માટે ખૂબ કાળજી લીધી હતી. અમારે નોંધવું પડશે કે તેણે તેના સમયે ઉપલબ્ધ સૌથી સચોટ સંભવિત માપનનો ઉપયોગ કર્યો હતો કારણ કે તેના વેર્નિયર સ્કેલ તમે જાણો છો કે તે મુસાફરી માઇક જેવું હતું. રોસ્કોપ એટલે એમ કહેવા માટે કે તેણે જે પણ માઈક્રોસ્કોપ ફિક્સ કર્યું હતું તેની ઓછામાં ઓછી ગણતરી 0.1 મિલીમીટર હતી તેથી તે કંઈક છે જે આપણે અલબત્ત યાદ રાખવાની જરૂર છે જ્યારે હું કહું કે વેર્નિયર સ્કેલની ઓછામાં ઓછી ગણતરી 0.1 મિલીમીટર હતી અને મારે અન્ય પરિમાણો સાથે તેની સરખામણી કરવી જોઈએ. અને તે તે છે જે હું નીચે આવવાનો છું અને અહીં તમારી પાસે વિગતો છે મને ખબર નથી કે તે દેખાશે કે નહીં

તેથી હું તેને અહીં લખવા દો જેથી તમે જોઈ શકો કે તે આટલી પ્રાયોગિક વિગતો શું છે

તેથી તમારી પાસે છે મોટા લીડ દડાઓ તેઓ પોતે સસ્પેન્ડેડ હતા અને તેઓ ખસેડવાના નથી

તેથી લીડ બોલ પૃથ્વીની ભૂમિકા ભજવે છે અને નાના દડા નાના લીડ બોલ નીચે પડતા શરીરની ભૂમિકા ભજવે છે જે આપણે યાદ રાખવાની જરૂર છે.

તેથી તેમની પાસે 1 58.04 કિગ્રાનું દળ હતું

તેથી તેને 158.04 કિગ્રાનો વિશાળ ઢાંકણનો ગોળો મળ્યો, જો તમે મૂળ કાગળ જુઓ તો કહેવાતા અનાજમાં નંબર આપવામાં આવ્યો છે અને તે 24 લાખ 39,000 અનાજ છે

તેથી તમારે યાદ રાખવું જોઈએ કે જ્યારે **cavendish** પ્રયોગ કર્યો હતો અથવા તે બાબત માટે જ્યારે ન્યુટોનિયન ફોર્મ્યુલેટેડ પણ લોસ  $si$  એકમો છે અથવા સીજીએસ એકમો ગ્રેટ બ્રિટનમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ન હતા જેનો બ્રિટિશ લોકોએ ઉપયોગ કર્યો હતો તેને  $fps$  યુનિટ ફૂટ પાઉન્ડ કહેવામાં આવે છે અને બીજું તે છે જેનો ઉપયોગ તેઓ ઇંચ ધરાવતા હતા અને કારણ કે કેવેન્ડિશ ખૂબ જ ઇચ્છતા હતા. ખૂબ જ મહાન ચોકસાઈથી તેણે પાઉન્ડનો ખૂબ જ નાનો અપૂર્ણાંક પસંદ કર્યો અને તેને અનાજ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે

તેથી તે 24 લાખ 39,000 અનાજ હતું

તેથી અનાજ સંભવતઃ તમે નાના બીજનું વજન જાણો છો અથવા કંઈક ઠીક છે તે શું છે તેઓ ઉપયોગ કરે છે

તેથી જ જો અનાજનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો બરાબર છે, તો ત્યાં નોંધપાત્ર ચોકસાઈ હતી અને આ નાના સીસાના દડાઓનું શું ? દળ ઓછામાં ઓછું 148 158.73 છે એવું કંઈક 300 ગણું આપણે હળવા દળ કરતાં ભારે કહીએ અને તે જ તેઓએ કર્યું અમે જડતાની ક્ષણની ગણતરી કરવા જઈ રહ્યા છીએ તે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

તેથી આપણે સળિયાના દળ વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર છે જેથી લીડ બોલ સસ્પેન્ડેડ હતા ખૂબ જ ઝીણા ધાતુના વાયરોમાંથી બનેલ હકીકતમાં મેટાલિક વાયરની ત્રિજ્યા કદાચ થોડા સેન્ટિમીટર જેટલી હતી હવે સળિયાનું દળ વાસ્તવમાં લાકડાના સળિયા હતું

તેથી લાકડું સીસા કરતાં ઘણું હલકું હોય છે તે આપણે બધા જાણીએ છીએ અને તે 0.03 કિલો હતું. અમારા માટે મહત્વપૂર્ણ છે

તેથી જો હું આ સળિયાને જોઉં અને મેં બે દળ મૂક્યા અને ત્યાં આ તાર આવી રહ્યો છે જે લગભગ તમામ દળ કિનારીઓ પર છે તે સળિયાના દળને અવગણી શકાય છે કારણ કે આપણે 0.03 થી 0.73 ની વાત કરી રહ્યા છીએ. આપણે 200 વખત એવું કંઈક બોલતા હોઈએ છીએ અથવા

તેથી જ્યારે આપણે અંદાજ કાઢવા જઈએ છીએ ત્યારે સળિયાના દળ વિશે બધું ભૂલી જઈ શકીએ છીએ જેથી તે બરાબર છે તો આપણે દડા વચ્ચેના અંતર વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર છે કે સળિયા કેટલો લાંબો હતો

તેથી આ અંતર આ જ છે જે મારે જોઈએ છે હા આ અંતર 1.860 મીટર હતું વાસ્તવમાં તે છ કૂટનો સળિયો હતો જે 1.860 મીટર છે જેથી તમે કલ્પના કરી શકો કે તે વાકડાનું બોક્સ કેટલું મોટું હતું અને તે શેડ કેટલો મોટો હતો આપણે 1.860 મીટરની વાત કરી રહ્યા છીએ તે અંતર છે મૂકવામાં આવ્યું હતું

તેથી કદાચ મારે ન કરવું જોઈએ તેને  $d$  તરીકે કોલ કરવા દો હું તેને  $1$  તરીકે કોલ કરું છું કારણ કે તે સંકેત છે કે હું મોટા સમૂહ વચ્ચેના અંતરને વાગુ કરવા જઈ રહ્યો છું તે પણ તે જ અધિકાર છે સિવાય કે એક સમૂહ અહીં હતો અને બીજો સમૂહ પણ હતો તે ઠીક છે જો હું તેને અહીં નીચે લાવીશ અને આ અંતર પણ એ જ છે કે મારો મતલબ એ છે કે તેઓ બે સળિયાની બંને બાજુએ હતા ઠીક છે , આપણે ત્રિજ્યા વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી આપણે આ નાના સળિયા વચ્ચેના અંતર વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી મોટા સળિયામાં

તેથી મને જોવા દો કે નાના સળિયા અને મોટા સળિયા વચ્ચેનું અંતર શું છે જો મારી પાસે તે મારી પાસે હોય તો તે 0.225 મિલીમીટરના ક્રમનું હતું યાદ રાખો મને ખૂબ જ મોટું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ જોઈએ છે

તેથી અંતર જેટલું હોવું જોઈએ શક્ય તેટલું નાનું અન્યથા તે ખૂબ જ ઝડપથી મૃત્યુ પામે છે

તેથી અંતર બિંદુ 0.225 મીટરના ક્રમનું હતું તે મિલીમીટર ન હોઈ શકે કારણ કે તેની પાસે ચોક્કસપણે ઓછામાં ઓછી ગણતરી નથી

તેથી 0.225 મીટર એટલે કે ત્યાં જે અંતર હતું તે આ 1.860 મીટર હતું અને તે મી માપવામાં આવી હતી  $e$  એંગલ કે જે અંતર જોવામાં આવતું હતું તે હવે આપણે શું કરવાનું છે એક પૃથ્થકરણ કરવાનું છે અને તે શોધવાનું છે કે આપણે  $g$  ની કિંમત કેવી રીતે નક્કી કરવા જઈ રહ્યા છીએ આ આપણે કરવાનું છે અને મેં તમને ઓછામાં ઓછી ગણતરી કહી. વેર્નિયર 0.254 મિલીમીટર હતું

તેથી ચાલો આપણે વિશ્લેષણ કરવાનું શરૂ કરીએ

તેથી તે કરવાની ખૂબ જ સરળ રીત છે કે હું શું કરીશ તે હું ટોર્ક લખીશ મારો ટોર્ક બળમાં સળિયાની લંબાઈ સિવાય બીજું કંઈ નથી કારણ કે તે શું છે કે મારી પાસે મારી પાસે લંબાઈનો સળિયો છે  $1$  શબ્દમાળા મધ્યબિંદુ પર છે ત્યાં બે સમૂહ છે અને તેઓ આકર્ષે છે તે ઠીક છે, તેથી ત્યાં એક સંપૂર્ણ યુગલ છે જે બે શરીર પર અભિનય કરે છે જે અમલમાં રહેલ લંબાઈ છે

તેથી આ બીજું કંઈ નથી પરંતુ  $1$  ભારે લેગ બોલના દળમાં  $g$  માં નાના લીડ બોલના દળને  $d$  ચોરસ વડે વિભાજિત કરો જે મારી પાસે છે તેથી જો તમે ધારો કે તે ટોર્સિયન દ્વારા બરાબર પ્રતિરોધિત છે તો આપણે તેને આ રીતે લખવાનું છે. ટોર્સિયન કોન્સ્ટન્ટ અથવા થીટામાં જે પણ  $k$  હોય તેથી તારાઓ  $f$  લખે છે  $e$  ક્વોલ ટુ માર્ઇનસ  $kx$  જ્યાં  $k$  એ સ્પ્રિંગ કોન્સ્ટન્ટ છે આ મારો ટોર્સિયન કોન્સ્ટન્ટ છે અને આ થીટા એ ડિફ્લેક્શનનો કોણ છે આ ડિફ્લેક્શનનો કોણ છે તમે જાણો છો કે તે કેટલું આગળ વધ્યું છે અને તે કેવેન્ડિશ નક્કી કરે છે

તેથી હું જાણું છું કે  $g$  કેવી રીતે નક્કી કરવું તે એક સરળ બીજગણિતીય કસરત છે

તેથી શું થઈ રહ્યું છે કે હું આને સમાન કરવા જઈ રહ્યો છું

તેથી હું  $g$  બરાબર મેળવીશ

તેથી મારે કોઈ ભૂલ ન કરવી જોઈએ

તેથી હું શું મેળવીશ હું એક થીટા મેળવવા જઈ રહ્યો છું  $d$  ચોરસ એમએમએલ ઉપર

તેથી આ ગુરુત્વાકર્ષણ સતત  $k$  થીટા  $d$  ચોરસ એમએમએલ માટે મારી પ્રાથમિક અભિવ્યક્તિ છે

તેથી હું વિચલનનો કોણ જાણું છું હું અંતર જાણું છું હું ભારે દળ જાણું છું હું નાના દળને જાણું છું હું દળની લંબાઈ જાણું છું પણ કેવી રીતે હું આ અચલને જાણું છું

તેથી સ્થિરાંક નક્કી કરવા માટે બધું ઉકળે છે

તેથી પ્રશ્ન એ છે કે  $k$  કેવી રીતે નક્કી કરવું જવાબ સરળ છે બધું દૂર કરો ભારે દ્રવ્ય દૂર કરો બધું દૂર કરો અને કુદરતી ઓસિલેશન જુઓ તો કુદરતી ઓસિલેશનને જુઓ ઉકેલ શું છે સિસ્ટમની  $n$  તો મારી પાસે શું છે મારી પાસે આ સળિયા છે ત્યાં બે બોલ છે અને હું તેને ટ્વિસ્ટ થીટા આપું છું અને પૂછું છું કે તે કેવી રીતે ઓસીલેટ થાય છે

તેથી જો તમે નાના કોણ થીટા આપો છો તો તમે જાણો છો કે તે એક સરળ હાર્મોનિક ગતિ અને સમયગાળો ચલાવે છે અનિવાર્યપણે અજ્ઞાત ટોર્સનલ કોન્સ્ટન્ટ  $k$  દ્વારા  $2\pi$  રુટ  $i$  સમાન  $t$  દ્વારા આપવામાં આવે છે કે જે આપણી પાસે છે જે બિંદુ સમૂહનું સામાન્યીકરણ છે જે ઓસીલેટ થવા જઈ રહ્યું છે અને તમારું  $i$  આવશ્યકપણે જડતાની ક્ષણ છે જડતાની ક્ષણ શું છે વિભાજન સાથેના બે દળની સિસ્ટમ  $1$  હવે મહત્વપૂર્ણ અવલોકન આવે છે કે મેં કર્યું છે કે વાકડાના સળિયાનું દળ આ બે લાલ લોર્ડના દળની તુલનામાં ખૂબ જ નાનું અપૂર્ણાંક હતું

તેથી જડતાની ક્ષણ ખૂબ જ સરળતાથી થઈ શકે છે. ગણતરી કરેલ છે અને તે  $m$   $1$  બાય  $2$  આખા ચોરસ સિવાય બીજું કંઈ નથી કારણ કે તે આ વત્તા  $m$  માં  $1$  બાય  $2$  આખા ચોરસના આ ચોક્કસ બિંદુ વિશે છે જેથી તે તેને  $2m$  માં  $1$  બાય  $2$  સંપૂર્ણ ચોરસ બનાવે છે આ મારી જડતાની ક્ષણ છે તેથી હું શું કરીશ હું સમયગાળો માપીશ મારી જડતાની ક્ષણ જાણો અને તે તરત જ મને વસંત સ્થિરતા આપે છે

તેથી જો મેં આ બધી ગણતરીઓ કરી હોય તો મને  $g$  માટે ખૂબ જ ભલ્ય અભિવ્યક્તિ મળશે જે મેં મારી સ્વાઇડમાં અહીં દર્શાવી છે, હું તમને બધા લોકોને આમંત્રિત કરું છું કે કૃપા કરીને તમામ અભિવ્યક્તિઓને બદલી દો અને ખાતરી કરો. તમે તમારી જાતને અને તમારું  $g$  શું છે ? મોટા લીડ બોલમાં નાના બોલનો સમૂહ રદ થઈ જાય છે અને પછી તે સમયગાળો છે

તેથી આ મહાન અભિવ્યક્તિ છે

તેથી આ બરાબર તે જ છે જે એક વર્ષના સમયગાળા દરમિયાન કેવેન્ડિશે કર્યું હતું તેણે ઘણું વાંચ્યું હોવું જોઈએ અને જો તમે ઇન્ટરનેટ પર જાઓ અને જો તમે ગુગલ કરશો તો તમને લંડનની રોયલ સોસાયટીના દાર્શનિક વ્યવહારોનો સંદર્ભ મળશે જ્યાં તમને કેબિન અને કેવેન્ડિશનો વિગતવાર પેપર નોંધપાત્ર નંબર પર મળશે જે છ પોઈન્ટ સે દ્વારા આપવામાં આવે છે . ચારમાંથી દસમાં પણ ઓછા અગિયાર સુધીની શક્તિ

તેથી ખરેખર તેણે એક અસાધારણ નાજુક પ્રયોગ કર્યો હતો જે ખૂબ જ નાની સંખ્યા નક્કી કરે છે આ લખવામાં અલબત્ત હું સંપૂર્ણ રીતે લપસી ગયો છું અને બેદરકાર રહ્યો છું, એટલે કે તે જાણી જોઈને કરવામાં આવ્યું છે જેથી અમે થોડો સમય પસાર કરીએ . અમે આ જે લખી રહ્યા છીએ તે અલબત્ત અર્થહીન છે જ્યાં સુધી આપણે એકમોનો ઉલ્લેખ ન કરીએ અને એકમો  $s^{-2}$  એકમોમાં છે

તેથી હું તેને તમારા લોકો માટે એક ક્વાયટ તરીકે છોડી દઉં છું કે  $s^{-2}$  એકમો શું છે મારી શક્તિ ન્યૂટનની ટ્રાઈએ હશે અને ન્યૂટન પોતે છે. જમણી બાજુએ બીજા ચોરસ વડે કેટલા કિગ્રા ભાગ્યા મીટરમાં જમણી બાજુએ તમારી પાસે સમૂહ ચોરસ ભાગ્યા લંબાઈ ચોરસ છે

તેથી જો તમે આખી વસ્તુને બદલો તો તમને ન્યૂટનમાં  $g$  ની કિંમત મળશે

તેથી આ તે પ્રયોગ છે જે તેણે કર્યો હતો અને તમે સરળતાથી કરી શકો છો જો કેવેન્ડિશ ઉપકરણની ખૂબ નજીક ગઈ હોત તો જુઓ ત્યાં મોટી સંખ્યામાં અંદાજો હતા કે તમે જાણો છો કે હિટ્ટી લગભગ છ ફૂટ ઉંચી વ્યક્તિ છે અને તેનું વજન 70 કે 80 કિલો છે જેનું કારણ બની શકે. ગુરુત્વાકર્ષણ દળો પર ખૂબ જ ખલેલ પહોંચાડે છે

તેથી તે કદાચ મીટર અને મીટર દૂર રહેવા માટે પૂરતો સમજદાર હતો અને તે આકર્ષણના બળને જોઈ રહ્યો હતો જે મીટરના અપૂર્ણાંક દ્વારા અલગ પડે છે તે જાણવું ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કે હકીકતમાં એક ખૂબ જ સમાન પ્રકૃતિનો પ્રયોગ, પરંતુ ખૂબ જ વધુ ચોકસાઈનો પ્રયોગ એ ક્ષયનો ઉત્તમ પ્રયોગ છે જે 1964માં કરવામાં આવ્યો હતો જેણે ખરેખર એ ચકાસવાનો પ્રયાસ કર્યો હતો કે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ અભિવ્યક્તિમાં માસ ટર્મ રદ થાય છે  $m_a$  સમાન  $g_m$  અને અમે  $inertial$  અને  $t_m$  સમતુલાને રદ કરીએ છીએ. ગુરુત્વાકર્ષણ સમૂહ ત્યાં ખરેખર અમ ક્ષય એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પૃથ્વીના દળને

પણ પ્રયોગ પર કોઈ અસર થશે નહીં જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કારણ કે ઉદાહરણ તરીકે કેવેન્ડિશ પ્રયોગમાં એવું માનવામાં આવે છે કે તારોની લંબાઈ જે ટેકો આપે છે કે ભારે સમૂહ અને નાના માસ બરાબર સમાન હતા અન્યથા થોડી અસંગતતા હશે અને ટોર્ક પ્લેનમાં બરાબર રહેશે નહીં અને પછી ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્ર પૃથ્વી ક્ષયની ભૂમિકા ભજવશે તે વાસ્તવમાં તેને દૂર કરવામાં સક્ષમ હતી કે આપણે તેમાં પ્રવેશવાની જરૂર નથી પરંતુ આ ખરેખર એક રસપ્રદ પ્રયોગ છે

તેથી મારે આ ચોક્કસ તબક્કે પોતાને પૂછવું છે કે તેની સરખામણી કરીને આ પ્રાયોગિક નિર્ધાર કેટલો સારો હતો. જાણીતા મૂલ્યો સાથે અને અહીં મારી સ્વાઇડમાં મેં જાણીતું મૂલ્ય ઉપાડ્યું છે જે સૌથી તાજેતરનું મૂલ્ય આ કદાચ 2014 કે

તેથી વધુ વખત હતું અને સંખ્યા છ પોઇન્ટ છ સાત ચાર શૂન્ય આઠ અને ત્રણ એક કૌંસમાં દસમાં છે માઈનસ ઈલેવનની શક્તિ તેથી આપણે શું શોધી શકીએ છીએ કે પ્રથમ નોંધપાત્ર આંકડો સંપૂર્ણ રીતે સંમત છે કે ત્યાં તીવ્રતાની ભૂલોનો કોઈ ક્રમ નથી, સંપૂર્ણ ભૂલ લગભગ સાત ટકાના ક્રમની છે વાસ્તવમાં વધુ સાવચેત પ્રયોગ જે બે છોકરાઓ દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો અથવા લગભગ 100 વર્ષ પછી મને યાદ નથી આવતું કોઈ વ્યક્તિ, ચોક્કસાઈ માત્ર બે ટકા વધારવી ઠીક છે, તમે આજના પ્રયોગને જાણો છો તેની સરખામણીમાં પાંચ ટકા ભૂલ હતી અને તમે સંબંધિત ભૂલ જોઈ શકો છો. આધુનિક મૂલ્ય વચ્ચે આજનું વર્તમાન મૂલ્ય અને કેવેન્ડિશ મૂલ્ય લગભગ એક ટકા છે

તેથી એ હકીકતને ધ્યાનમાં રાખીને કે જે ઉપકરણનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો તે આધુનિક ધોરણો દ્વારા આપણે જે ઉપયોગ કરીએ છીએ તેની તુલનામાં તદ્દન ઠૂંડ હતું અને એ હકીકત સાથે સરખામણી કરીએ છીએ કે સૌથી ઓછો શંકુ એટલો મહાન ન હતો. આજે આપણે જેનો ઉપયોગ કર્યો છે તે હકીકત સાથે સરખામણી કરવામાં આવી છે કે તે સંપૂર્ણપણે કંપન મુક્ત ન હતા, તેને બંધ કરવા છતાં ત્યાં પવનનો ઝાપટો અથવા પવનનો એક નાનકડો ફફડાટ હોઈ શકે છે તમે જુઓ છો કે કેવેન્ડિશ પ્રયોગ ખરેખર એક મહાન સફળતા હતી અને ખૂબ જ ન્યાયી રીતે કેવેન્ડિશને શ્રેય આપવામાં આવે છે.  $g$  ના નિશ્ચય સાથે, અલબત્ત, એક કાલ્પનિક છે કે આપણે પૃથ્વીનું વજન કરવા માંગીએ છીએ, તે આર્કિમિડિસ પાસે જાય છે જેમણે કહ્યું હતું કે જ્યારે તેણે તે શોધી કાઢ્યું ત્યારે તમને યક્તનો સિદ્ધાંત ખબર છે તમને યાદ છે કે તમે તમારા આઠમા આભૂષણ ધોરણમાં જે અભ્યાસ કર્યો હતો તેણે કહ્યું કે આપો. મને ઊભા રહેવાની જગ્યા આપો અને મને પૂરતો લાંબો સળિયો આપો, હું તમારા માટે પૃથ્વીનું વજન પણ કરી શકું છું, હું તમારા માટે કંઈપણ વજન કરી શકું છું જે આર્કિમિડીઝનો દાવો હતો કે ઠીક છે

તેથી કદાચ લોકો પ્રભાવિત હતા તેના દ્વારા અને વિવિધ કારણોસર લોકોને પૃથ્વીના દળ અને પૃથ્વીની ઘનતામાં રસ હતો હવે જો આપણે પૃથ્વીના દળને ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક જાણીએ તો આપણે પૃથ્વીના દળને પણ શોધી શકીશું જે મેં બતાવ્યું છે. આ સ્વાઇડ્સમાં પણ હું તેમને લખીશ તો ચાલો આપણે તેને લખીએ કે તમે લોકો ખરેખર વાસ્તવિક મૂલ્યોને બદલવા અને તમારી જાતને મનાવવા માટે શું કરવા ઇચ્છું છો, તેથી હવે હું ગેલિલિયો પર પાછો જાઉં છું કે નીચે પડતા શરીરનો ગેલિલિયન નિયમ છે. પૃથ્વી ચોરસની ત્રિજ્યા દ્વારા ભાગ્યા પદાર્થના પૃથ્વી સમૂહના  $g$  દળના બરાબર  $m$   $j$  લખીશ જે હું લખીશ પણ હવે હું એટલો શક્તિહીન નથી જેટલો હું 15 મિનિટ પહેલાં હતો તેટલો લાચાર નથી કારણ કે કેબિન ડીશનો આભાર ગુરુત્વાકર્ષણના સ્થિરાંકને જાણો આ  $m$  દૂર જશે અને હું અવલોકનોને કારણે પૃથ્વીની ત્રિજ્યા જાણું છું તેથી હું તરત જ પૃથ્વીના દળને મૂકી  $g$  વડે વિભાજિત ગ્રે સ્ક્વેર્ડ તરીકે નક્કી કરી શકું છું જે મારી પાસે છે જે મેં તમને કહ્યું તેમ કેવેન્ડિશ નહોતું સંપૂર્ણપણે માં પૃથ્વીના દળમાં રસ હતો પરંતુ જ્યારે હું પૃથ્વીની ત્રિજ્યા લખી રહ્યો છું ત્યારે સરેરાશ ઘનતામાં રસ હતો જે સરેરાશ ત્રિજ્યા પણ છે કારણ કે છેવટે આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વી એક સંપૂર્ણ ગોળ નથી પરંતુ તે એક જીઓઇડ છે. તે ધ્રુવો પર ચપટી છે અને વિષુવવૃત્ત પર સહેજ મણકાની છે તેથી આ ત્રિજ્યા માત્ર એક સરેરાશ છે પરંતુ કોઈપણ રીતે જો તમે અવગણશો કે અમે આને  $4\pi r^3$  બાય  $3$  re cubed rho માં લખીશું અને હું તે બધા પર એક બાર મૂકીશ બારનો અર્થ બારનો અર્થ શું થાય છે તે પૃથ્વીની ત્રિજ્યાના સરેરાશ મૂલ્યનો સંદર્ભ આપે છે અને પંક્તિ પટ્ટી સરેરાશ ઘનતાનો સંદર્ભ આપે છે આ પૃથ્વીની સામૂહિક ઘનતા કેટલી છે

તેથી જો તમે બધા નંબરોને સારી રીતે ખગ કરો છો તો તે દિવસો જે લોકો પસંદ કરતા હતા ઘનતાને બદલે ચોક્કસ ગુરુત્વાકર્ષણ આપવા માટે અને ક્રૂપા કરીને યાદ રાખો કે ચોક્કસ ગુરુત્વાકર્ષણ એ સામગ્રીની ઘનતા અને સંભવતઃ ઓરડાના તાપમાને પાણીની ઘનતાનો ગુણોત્તર છે તેથી પૃથ્વીની પંક્તિનો અર્થ rho પાણી દ્વારા વિભાજિત થાય છે, ચાલો આપણે કહીએ કે સામાન્ય તાપમાનનું દબાણ બહાર આવે છે. 5.448 વત્તા અથવા માઈનસ 0.033 આ તે નંબર છે જે કેવેન્ડિશને મળ્યો રસપ્રદ રીતે અમને કહેવામાં આવ્યું છે કે વાસ્તવમાં કેવેન્ડિશ ભૂલ કરી હતી એક બીજગણિત આંકડાકીય ભૂલ દેખીતી રીતે તેણે તેને 5.84 અથવા કંઈક અથવા 5.448 હોવાનું જાહેર કર્યું તે ટ્રાન્સક્રિપ્શન ભૂલ અથવા સંખ્યાત્મક ભૂલ હોઈ શકે છે તે ખૂબ જ નજીવી ભૂલ છે અવેજી ભૂલ અમે તેના માટે કોઈને દંડ કરવાના નથી પરંતુ સાચી સંખ્યા 5.448 છે જે તમને જણાવે છે કે પૃથ્વી મોટાભાગે ઘન હોય છે અને જો તે નક્કર ન હોય તો પણ તે ભારે હોય છે તે ખૂબ જ ભારે તત્વોથી બનેલી હોવી જોઈએ જે તમારી પાસે છે. પૃથ્વીના મૂળમાં છે

તેથી પાણીનું પ્રમાણ વધારે નથી, જો કે પાણીની સપાટીનો બે તૃતીયાંશ ભાગ ઢંકાયેલો છે પૃથ્વી પાણીથી ઢંકાયેલી છે તેથી સરખામણી માટે તમારે યાદ રાખવું જોઈએ કે ઘનતા અથવા આયર્નનું ચોક્કસ ગુરુત્વાકર્ષણ લગભગ 7 વત્તા 7 બિંદુ છે. 1ed નું કંઈક 11 પોઇન્ટ કંઈક છે

તેથી આપણી પાસે વિવિધ અન્ય તત્વોનું મિશ્રણ છે, બરાબર સિલિકોનનું ઘણું બધું અને

તેથી આગળ,

તેથી આ તે છે જે કેવેન્ડિશ શોધ્યું અથવા કેવેન્ડિશ માપવામાં આવ્યું જેથી તે કારણો માટે on તે પૃથ્વીનું વજન કરવા અથવા પૃથ્વીનું વજન પહેલીવાર શોધવા માટે પ્રખ્યાત છે અને આપણે એ દિવસોને પણ યાદ રાખવું જોઈએ કે લોકો દળ અને વજન વચ્ચે ભેદ રાખતા ન હતા

તેથી તેમણે કહ્યું કે મેં આજે પૃથ્વી બનાવી છે જ્યારે અમે કહીએ છીએ કે વજન કરવાનો અમારો મતલબ સમૂહ છે પણ તેનો વાસ્તવમાં મતલબ એવો હતો કે તેણે ગુરુત્વાકર્ષણ  $m$  માં  $g$  માં દળ શોધી કાઢ્યું તે જ તેણે શોધ્યું પરંતુ તે એક પ્રકારનું વિચલન અથવા સંકલન છે જેને આપણે પરેશાન કરવાની જરૂર નથી

તેથી હવે આપણે ખૂબ આગળ નીકળી ગયા છીએ. પરંતુ અહીં આપણી ગણતરી પૂરી થતી નથી કારણ કે ફરીથી મારી પાસે પૃથ્વીના દળને માપવા અને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ સારો છે તે યકાસવા માટેનું કોઈ સ્વતંત્ર માધ્યમ નથી, કડક શબ્દોમાં કહીએ તો તે શક્ય હોવું જોઈએ તો મારે શું કરવું જોઈએ હું સક્ષમ હોવું જોઈએ. ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષા જુઓ અને ફરીથી પૃથ્વીનું દળ નક્કી કરો કે આપણે શું કરવાનું છે, ચાલો હવે થોડો સમય પસાર કરીએ જો પૃથ્વીનું દળ કેવેન્ડિશ અથવા કેવેન્ડિશ દ્વારા મેળવેલા મૂલ્ય સાથે સંમત થાય, જેમ કે તમે જ્યાં જુઓ ત્યાં પ્રયોગ ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષામાંથી આવતા અવલોકનોમાંથી બે સ્વતંત્ર સમૂહો પર ધ્યાન આપીએ તો ગુરુત્વાકર્ષણના કાયદામાં આપણો વિશ્વાસ વધે છે કે મારે શું કરવું જોઈએ તે હું સૂર્યની ફરતે પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષાની ગતિને જોવા માટે સમર્થ હોવો જોઈએ અને મારે શું કરવું જોઈએ. હવે હું સૂર્યના દળનો અંદાજ લગાવી શકું છું, અલબત્ત મારી પાસે સૂર્યનું દળ શોધવાનું કોઈ સાધન નથી, પરંતુ પછી હું વિવિધ ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાની ગતિને જોઈ શકતો હોવો જોઈએ અને તે સૂર્યનું દળ સ્થાપિત કરવું જોઈએ. પરંતુ સદભાગ્યે તે કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ દ્વારા પહેલાથી જ સ્થાપિત થઈ ગયું છે કારણ કે આ રીતે આપણને સ્થિરાંક મળ્યો છે પરંતુ જો હું બુદ્ધિશાળી હોઉં તો હું પૃથ્વીની આસપાસ ચંદ્રની ગતિને સૂર્યની આસપાસ અને પૃથ્વીની ગતિને જોડી શકતો હોવો જોઈએ. પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેના અંતરને જોતાં પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચેના અંતરને જોતાં પૃથ્વીની આસપાસના ચંદ્રના સમયગાળા વચ્ચેનો સંબંધ સ્થાપિત કરવા સક્ષમ હોવા જોઈએ, તેથી આ વિવિધ રીતે સમાવિષ્ટ છે જો આપણે તેમ કર્યું હોય તો ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થાપિત થઈ જશે પરંતુ હું શા માટે તે બિંદુએ રોકાઈશ હું થોડો આગળ વધી શકું છું, હું મંગળના ચંદ્રને જોઈ શકું છું ઉદાહરણ તરીકે હું ગુરુના ચંદ્રને જોઈ શકું છું. બહુ મોટી સંખ્યામાં ચંદ્રો છે મને ખબર નથી ત્યાં ઘણા નામો

છે જે મને અત્યારે મળી રહ્યા નથી ઠીક તેમાં 12 ચંદ્રો છે અથવા એવી કોઈ વસ્તુ છે કે જો તેઓ ગોળાકાર હોય તો હું તેમના પીરિયડ્સ જોવા માટે સમર્થ હોવા જોઈએ હું તેનો ઉપયોગ કરી શકીશ મેં જે સૂત્ર લખ્યું છે જો તેઓ અત્યંત લંબગોળ છે મિસ્ટર ન્યૂટન કોઈપણ રીતે અમને કહે છે કે તે નક્કી કરવું શક્ય છે કારણ કે ન્યૂટનના નિયમો તમને યોગ્ય ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષા આપે છે હું વિવિધ સમૂહો નક્કી કરવા સક્ષમ હોવા જોઈએ અને જો તે બધા હવે એકબીજા સાથે સંપૂર્ણપણે સંમત થયા હોય તમે જુઓ છો કે હું યુરેનસ અથવા મંગળ અથવા ગુરુના સમૂહ માટે આગાહી કરી રહ્યો છું જે ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમને સંપૂર્ણપણે સ્થાપિત કરશે અને એક અણધારી બોનસ છે જેનો આપણે સામનો કરવા જઈ રહ્યા છીએ અને તે ભરતીનું સમજૂતી છે જે લોકોએ હંમેશા ભરતીનું અવલોકન કર્યું છે. અને લોકો ટાઇટ્સથી આકર્ષાયા છે કારણ કે તમે જાણો છો કે પૂર્ણ ચંદ્રની રાત અને નવા ચંદ્રની રાત ભરતીનું કારણ બને છે અને ન્યૂટન દ્વારા અવલોકન કરાયેલા કોઈપણ અલૌકિક ખુલાસાઓ આપવામાં આવ્યા હતા . પૃથ્વીના બે અલગ-અલગ છેડા જેથી કરીને આપણે આ બધાની ગણતરી કરવી પડશે તે આપણે હવે પછીના લેક્ચરમાં કરીશું તેથી આપ સૌને મારી નિષ્ઠાવાન સલાહ છે કે કૃપા કરીને પાછા જાઓ આ બધી બાબતોને ધ્યાનથી કરો, મેં ખ્વગ ઇન કર્યું નથી. સંખ્યાત્મક મૂલ્યો અને આટલા દિવસોમાં મેં તમને જે કંઈપણ કહ્યું તેનો અભ્યાસ અમે આગામી લેક્ચરમાં સમાપ્ત કરીશું અને પછી અરજીઓ પર ચર્ચા કરવા આગળ વધીશું ઠીક છે તમારો દિવસ શુભ રહે

Prutor@iitr