ગુરુત્વાકર્ષણ પરના ચોથા વ્યાખ્યાન માટે તમારા બધાનું સ્વાગત છે
તેથી છેલ્લા ત્રણ પ્રવચનોમાં અમે ગતિશાસ્ત્રના મૂળભૂત નિયમોને સમજવાનો પ્રયાસ કરવામાં થોડો સમય પસાર કર્યો છે અને ગતિશાસ્ત્ર અને ગતિશાસ્ત્ર બંનેના ગતિશાસ્ત્રના મૂળભૂત નિયમોને સમજવાનો પ્રયાસ કર્યો છે અને પછી અમે મૂળભૂત પ્રકૃતિની પણ ચર્ચા કરી છે. દળો અને કેવી રીતે ગુરુત્વાકર્ષણ એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ મૂળભૂત બળ છે કારણ કે તે મેક્રોસ્કોપિક સ્કેલ પર તમામ પદાર્થોને બાંધે છે તે પૃથ્વી સાથે જોડે છે તે સૌરમંડળને એકસાથે બાંધે છે અને તે આકાશગંગાને એકસાથે ધરાવે છે અને તારાવિશ્વોને પણ ગુરુત્વાકર્ષણના કાયદા અને તેના નિર્માણમાં આવશ્યકપણે જ્ઞાનનો સમાવેશ થાય છે. શરીર વચ્ચેનું અંતર જે ખૂબ જ મોટું છે
તેથી આપણે પૃથ્વી અને ચંદ્ર પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેના અંતર વિશે વાત કરી રહ્યા છીએ અને
તેથી વધુ અને તેમાં પદાર્થોના સમૂહનું જ્ઞાન પણ સામેલ છે
તેથી જ્યારે તમે તમારી સમસ્યાનું નિરાકરણ કરો ત્યારે આ માહિતીના ટુકડા તમને આપવામાં આવે છે જ્યારે અમે કાયદો ઘડીએ છીએ ત્યારે અમારા માટે તે જાણવું ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કે આ જથ્થાઓ શરૂઆતમાં કેવી રીતે અંદાજવામાં આવે છે અને અંતમાં વધુ અને વધુ સચોટતા સાથે નક્કી કર્યું છે
તેથી તે ધ્યાનમાં રાખીને મેં ત્રિકોણમિતિનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો અને અવકાશની વર્તણૂક પર કેટલીક ધારણાઓનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો તે અંગે ચર્ચા કરવા માટે મેં બે પ્રવચનો પસાર કર્યા કે તે યુક્લિડિયન ધારણાઓને સંતોષે છે જેમ કે ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાઓનો સરવાળો 180 ડિગ્રી છે અને તેથી આગળ આપણે ખરેખર અંતર નક્કી કરી શકીએ છીએ અને તે 1500 થી વધુ વર્ષોથી ખગોળશાસ્ત્રીઓ દ્વારા કરવામાં આવ્યું છે તે વધુ નાજુક કાર્ય છે હકીકતમાં સમૂહનું નિર્ધારણ કાયદા દ્વારા કરવામાં આવે છે કારણ કે આપણે વજનનું તપેલું લઇ શકતા નથી. અને તેઓ જે શોધી કાઢે છે તેનું વજન કરવાનો પ્રયાસ કરો, સૂર્ય અથવા ચંદ્ર અથવા પૃથ્વીનું વજન શું છે
તેથી હું તેના પર પાછળથી આવીશ
તેથી હવે આપણે શું કરવું તે ધારવું છે કે આપણે અંતર કેવી રીતે નક્કી કરવું તે જાણીએ છીએ અને પછી ઘડવાનું આગળ વધીએ છીએ. આજે કાયદો તમારા માટે આજનો વ્યાખ્યાન કદાચ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કારણ કે આપણે ગુરુત્વાકર્ષણ કાયદાની રચનામાં તાર્કિક માળખું જોવા જઈ રહ્યા છીએ કે કેવી રીતે આપણે મુક્તપણે પડતા બોના ગેલિલિયન કાયદાને જોડી શકીએ. મૃત્યુ પામે છે જેની મેં છેલ્લા વ્યાખ્યાનમાં કેપ્લરના નિયમો સાથે ખૂબ જ લંબાણપૂર્વક ચર્ચા કરી હતી તે મુદ્દો એ છે કે આપણે એક પાર્થિવ કાયદાને જોડી રહ્યા છીએ જે મુક્તપણે પૃથ્વીની સપાટી પર કદાચ થોડાક સો મીટર પર થાય છે અને કેપ્લરનો કાયદો ગ્રહોનો સંદર્ભ આપે છે. સૂર્યની ફરતે ગતિ
તેથી અમે આ બંનેને જોડીશું અને પછી કેન્દ્રિય બળની મદદથી ગુરુત્વાકર્ષણનો કાયદો ઘડીશું જે તમે તમારા અગાઉના વર્ગોમાં શીખ્યા છો તે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે
તેથી આ સમયે આપણે તે ભૂલવું જોઇએ નહીં . ગેલિલિયન કાયદામાં એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ ખ્યાલનો સમાવેશ થાય છે જેને હું સમાનતાનો સિદ્ધાંત કહું છું એટલે કે ગુરુત્વાકર્ષણ ચાર્જ એ જડતા સમૂહ સમાન છે
તેથી કૃપા કરીને યાદ રાખો કે આ શબ્દ ચાર્જ સામાન્ય અર્થમાં વપરાય છે તમારા k ધ સ્પ્રિંગ કોન્સ્ટન્ટ એ ચાર્જ જેવો છે તમારી ચુંબકીય ક્ષણ ચાર્જ જેવી છે કારણ કે તે તમને એવી તાકાત આપે છે કે જેની સાથે તમારું શરીર તમારા બળ સાથે જોડાય છે પરંપરાગત રીતે ચાર્જ શબ્દનો ઉપયોગ થતો નથી તે માસ શબ્દ દ્વારા બદલવામાં આવે છે જે આ રીતે ટી. સમાનતાનો સિદ્ધાંત ઘડવામાં આવ્યો છે
તેથી આપણે કહીએ છીએ કે ગુરુત્વાકર્ષણ સમૂહ એ જડતા સમૂહ સમાન છે જેનો અર્થ છે કે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્રમાં ઓછામાં ઓછું શરીરનું પ્રવેગક તેના દળથી સ્વતંત્ર છે
તેથી મેં મુક્તપણે પડતા પથ્થરનું ઉદાહરણ આપ્યું અને એક બ્લોકનું ઉદાહરણ આપ્યું. લીડ જે પિસાના ઝુકાવતા ટાવર પરથી ગેલિલિયો દ્વારા કરવામાં આવ્યું હતું તે આપણે યાદ રાખવું પડશે કે
તેથી હવે આપણે કેપ્લરના કાયદા ઘડવાનું છે
તેથી જો તમે સ્ક્રીન પર જોશો તો તમે કેપ્લરના કાયદાની રચના જોશો મેં પહેલાથી જ સમાનતાની ચર્ચા કરી છે. સિદ્ધાંત કેપ્લરે કોપનહેગન ટાયકો બ્રાહે દ્વારા તૈયાર કરાયેલ વિસ્તૃત કોષ્ટકોનો ઉપયોગ કર્યો અને તેણે પેટર્ન શોધવાનો પ્રયાસ કર્યો તે સરળ બાબત નથી કારણ કે તે સંકલન પ્રણાલીની બુદ્ધિશાળી પસંદગી ધારે છે અને ટોલેમિક મોડેલમાં સંકલન પ્રણાલીનો ખ્યાલ છે. ખૂબ જ જટિલ હતું
તેથી ટોલેમીનું ચિત્ર શું છે તમારી પાસે પૃથ્વી છે તમારી પાસે સૂર્ય મૃત્યુની આસપાસ ફરે છે, ગ્રહો આપણી આસપાસ ફરે છે, તારાઓ આસપાસ ફરે છે અને
તેથી વધુ આગળ તે કોઇ વાંધો નથી કે તેમાંથી કોણ શું રજૂ કરે છે તે હવે પ્રારંભિક ધારણા છે કે તે વર્તુળમાં ફરે છે પરંતુ પછી તમે જોશો કે જો તમે જોશો તો અવલોકનો એ વિચાર સાથે સહમત નથી કે તે વર્તુળમાં ફરે છે. રાત્રિનું આકાશ અને જો તમે શનિ અથવા ગુરુ જેવા ગ્રહની ગતિ જુઓ તો તેઓ એક જ દિશામાં ફરતા પણ દેખાતા નથી
તેથી પૃથ્વીના સંદર્ભમાં શનિ આ દિશામાં આગળ વધતો દેખાતો હોઇ શકે છે, ચાલો આપણે કહીએ કે આ પૃથ્વી છે અને આ છે. થોડા સમય પછી શનિ છે તમે ખરેખર જોશો કે તે વિરુદ્ધ દિશામાં આગળ વધતો દેખાય છે
તેથી આને ભારતીય ખગોળશાસ્ત્રમાં ખગોળશાસ્ત્રમાં પશ્ચાદવર્તી ગતિ કહેવામાં આવે છે તેને વક્રીગતિ કહેવામાં આવે છે કારણ કે તે જે રીતે આગળ વધવું જોઇએ તે રીતે આગળ વધી રહ્યું નથી
તેથી ઉકેલ ટોલેમિક સ્કૂલ દ્વારા આપવામાં આવ્યું તે કહેવું હતું કે આ એક ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષામાં દરેક બિંદુએ આગળ વધી રહ્યું છે ત્યાં બીજી ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા છે જે ફરતે ફરે છે
તેથી આ મુખ્ય વર્તુળ પરનો દરેક બિંદુ બીજા વર્તુળ માટે કેન્દ્ર તરીકે કાર્ય કરે છે
તેથી હવે તમે રાખી શકો છો દરેક બિંદુની આસપાસ વધુ અને વધુ વર્તુળો બનાવવા પર તમે આ બિંદુની આસપાસ એક વર્તુળ બનાવી શકો છો અને આગળ અને આમાંના દરેક નવા વર્તુળોને ઇપી સાયકલ કહેવામાં આવતું હતું અને એક ખૂબ જ વિસ્તૃત મોડેલ બનાવવામાં આવ્યું હતું અને મૂળભૂત રીતે જો તમે માર્ગનું સંપૂર્ણ વર્ણન કરવા માંગતા હોવ તો કોઇ ગ્રહ માટે તમારે અસંખ્ય ચિપ ઇપી સાઇકલની જરૂર હોય છે ઓછામાં ઓછી ઘણી મોટી સંખ્યામાં ચિપી સાઇકલ જે વધુ ઉપયોગી નથી કારણ કે આ માત્ર ભૌમિતિક સૂચનાઓ છે જે આપણને કોઇ સમજ આપતી નથી જો કે આ મોડેલ હતું જે પ્રાચીન દિવસોમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ દ્વારા અનુસરવામાં આવ્યું હતું કારણ કે ત્યાં એક મક્કમ માન્યતા હતી કે પૃથ્વી બ્રહ્માંડના કેન્દ્રમાં છે કારણ કે માનવો તમામ જીવંત પદાર્થોના ઉત્ક્રાંતિના કેન્દ્રમાં છે, જે ખરેખર કેપ્લર દ્વારા આમૂલ પ્રસ્થાન કરવામાં આવ્યું હતું.
તેથી કેપ્લરના કાયદાની રચના સૌ પ્રથમ સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ ધારે છે જ્યારે હું સૂર્યકેન્દ્રીય મોડેલની વાત કરું છું ત્યારે હું એવા મોડેલની વાત નથી કરતો જ્યાં સમગ્ર બ્રહ્માંડ સૂર્યની આસપાસ ફરતું હોય આકર્ષક તે હોઇ શકે છે કે અમારો હેતુ ખૂબ જ મર્યાદિત છે અને અમે જે કહેવા માંગીએ છીએ તે એ છે કે ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે
તેથી તે ખૂબ જ આકર્ષક છે અને એવું માનવું ખૂબ જ અનુકૂળ છે કે ગ્રહો સૂર્યના કેન્દ્રમાં ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષામાં ફરે છે. અલબત્ત તે માત્ર એક ધારણા છે અને સાવચેત અવલોકનોએ કાં તો તેને ચકાસવું જોઇએ અથવા તેને રદબાતલ કરવું જોઇએ
તેથી હું એક પ્રશ્નાર્થ ચિહ્ન મૂકીશ તો કેપ્લરે પૃથ્વી પરથી ગતિના કેન્દ્રને સૂર્ય તરફ સ્થાનાંતરિત કરવા માટે સૌથી પહેલું શું કર્યું જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

તેથી આ સમાન ટોકન દ્વારા ગ્રહો માટેનું સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ છે તે ચંદ્ર માટે ભૂકેન્દ્રીય મોડેલ હશે જે આપણે ધારીએ છીએ કે ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે અને પૃથ્વી બદલામાં સૂર્યની આસપાસ જાય છે તે ધારણા છે કે આપણે જો અમે કેપ્લરિયન કાયદાને સમજવા માંગીએ છીએ
તેથી જો તમે વિવિધ ગ્રહોના આકાશમાં અવલોકન કરેલ સ્થાનોને ફિટ કરવાનો પ્રયાસ કરો તો કેપ્લરને શું મળ્યું હતું
તેથી અમે ચર્ચા કરી રહ્યા છીએ કેપ્લરનો પ્રથમ નિયમ ભ્રમણકક્ષા માત્ર લગભગ ગોળાકાર છે તે બરાબર ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા નથી . કેપ્લરની રચના શું છે
તેથી તે શું છે કેપ્લરને ખબર હતી કે તમે સમન્વય ભૂમિતિ અને ભૂમિતિ વિશે પૂરતા પ્રમાણમાં જાણો છો
તેથી કેપ્લર તમામ ભ્રમણકક્ષાઓને લંબગોળ માર્ગમાં ફિટ કરવામાં સક્ષમ હતું આ લગભગ ગોળાકાર છે અમે ભ્રમણકક્ષાઓ જોઇ રહ્યા નથી જે અત્યંત લંબગોળ છે તે સૌથી દૂર છે આપણે જે ગ્રહો બુધ શુક્ર પૃથ્વી પર જોઇ રહ્યા છીએ તે મંગળ ગુરુ અને શનિ હોઈ શકે છે જેથી તેઓ લંબગોળ ભ્રમણકક્ષામાં ફીટ થઈ શકે અને તમે જાણો છો કે જે લંબગોળ હું અતિશયોક્તિભરી આકૃતિ દોરું છું તેના બે કેન્દ્રબિંદુઓ છે
તેથી આ લગભગ લંબગોળ ભ્રમણકક્ષા છે સૂર્યથી સહેજ ખસેડવામાં આવ્યો છે. કેન્દ્ર અને આ સૂર્યની સ્થિતિ છે આ સમયે ધ્યાન આપવાનો એક મહત્વનો મુદ્દો એ છે કે જ્યારે હું લંબગોળ માર્ગ પર લંબગોળ ભ્રમણકક્ષાની વાત કરું છું ત્યારે લંબગોળો બંધ ભ્રમણકક્ષા હોય છે
તેથી ભ્રમણકક્ષા બંધ હોય છે મોટો પ્રશ્ન એ છે કે શું તે ખરેખર તેના માટે બરાબર બંધ છે ? તમારે હજી વધુ ચોક્કસ અવલોકનોની જરૂર છે ખગોળશાસ્ત્રીય અવલોકનો જે માત્ર નરી આંખે કરી શકાતા નથી તેનો જવાબ નથી કે ક્લોઝની આસપાસ પણ ખલેલ નથી ed ભ્રમણકક્ષાઓ કે જે આ ચોક્કસ બિંદુએ અમને કોઇ રસ નથી તે ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમને શુદ્ધ કરીને સમજી શકાય છે જેથી અન્ય ગ્રહોમાંથી આવતા વિક્ષેપનો સમાવેશ થાય અને
તેથી આ બિંદુએ આપણે ધારીશું કે ગતિ સંપૂર્ણપણે લંબગોળ છે. તે બંધ ભ્રમણકક્ષા છે
તેથી અમે પહેલો કાયદો ઘડ્યો છે જ્યાં સૂર્ય એક કેન્દ્રબિંદુ છે હવે મારે બીજા નિયમ પર આવવું પડશે જે હું જણાવવા જઇ રહ્યો છું
તેથી તમે શું કરશો હું લંબગોળ ભ્રમણકક્ષા વિશે ચિંતા કરવાનો નથી હું ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા જોવા જઈ રહ્યો છું
તેથી માની લો કે સૂર્ય અહીં ક્યાંક છે અને ગ્રહો ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષામાં ફરે છે અને તમે પૂછો છો કે ચોક્કસ સમયના અંતરાલમાં આ પદાર્થ દ્વારા શું કોણ છે તે શું છે તે હવે તમે પૂછશો. જો તમે પૂછો કે ઘટાડી દેવામાં આવેલ કોણ શું છે તે સમયના સમાન અંતરાલોમાં એકસરખો છે એટલે કે તે સમાન ચાપ લંબાઈને સમયના સમાન અંતરાલોમાં આવરી લે છે
તેથી જો આ થીટા છે અને તે t છે આ થીટા છે અને તે t છે. સમાન અંતર છે આવરી લેવામાં આવે છે જેનો અર્થ છે કે તે સમાન વિસ્તારને આવરી લે છે
તેથી ગ્રહ સમાન વિસ્તારને સ્વીપ કરે છે
તેથી સમયના સમાન અંતરાલોમાં તેનો અર્થ શું છે
તેથી મને બતાવવા દો કે જો હું આ વિસ્તારને જોઉં અને તેને a1 કહું અને જો હું આ વિસ્તારને જોઉં અને હું તેને 2 કહું છું તો 1 એ 2 ની બરાબર છે. કેપ્લરને જે જાણવા મળ્યું હતું કે જ્યારે ગ્રહ લંબગોળ ભ્રમણકક્ષામાં ફરતો હોય ત્યારે પણ આ સાચું છે જ્યારે ભ્રમણકક્ષા ગોળાકાર હોય ત્યારે તમારો કોણીય વેગ સ્થિર હોય છે જ્યારે ભ્રમણકક્ષા લંબગોળ હોય છે વેગનો કોણ એ સ્થિર નથી તે બદલાતો રહે છે
તેથી કેપ્લરે જે શોધ્યું તે હતું કે વેગ હંમેશા એવી રીતે ગોઠવાય છે કે સમાન વિસ્તારો સમયના સમાન અંતરાલોમાં વહેતા થાય છે
તેથી આ બીજો કાયદો છે જે હું ઘડીશ કે બીજો કાયદો સમાન વિસ્તારો સ્વીપ કરવામાં આવે છે . સમયના સમાન અંતરાલોમાં મહેરબાની કરીને નોંધ કરો કે ગતિ ગોળાકાર નથી તે લંબગોળ છે કોણીય વેગ સ્થિર નથી પરંતુ તેમ છતાં સમાન વિસ્તારો સમયના સમાન અંતરાલોમાં વહી જાય છે ત્યાં એક ત્રીજો નિયમ છે જે કેપ્લરે શોધ્યો જે સૌથી આશ્ચર્યજનક છે aw અને જે આપણા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે બીજો કાયદો પણ એટલો જ મહત્વપૂર્ણ છે કેપલરને એક નોંધપાત્ર વૈશ્વિકતા મળી છે
તેથી તમામ ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાઓ માટે અથવા તમામ ગ્રહોની ભ્રમણકક્ષાઓ માટે એક નોંધપાત્ર સાર્વત્રિકતા અને મને તે ઘડવા દો
તેથી આપણે ત્રીજા નિયમ પર આવીએ છીએ ઠીક છે વાદળી પેનનો ઉપયોગ કરો અને
તેથી ચાલો આપણે કહીએ કે આ એક સારી આકૃતિ નથી, ચાલો હું ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા લઇએ જે એક સરળ છે
તેથી ચાલો કહીએ કે સૂર્ય કેન્દ્રમાં સ્થિત છે
તેથી આ એક ગ્રહ માટે ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા છે આ ગ્રહ બે માટે ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા છે અને
તેથી આગળ
તેથી આપણે ત્રીજો નિયમ ઘડી રહ્યા છીએ હવે ચાલો કહીએ કે ગ્રહ એક અંતર છે r એક ગ્રહ આ 2 લંબગોળ ભ્રમણકક્ષામાં r2 અંતરે છે અલબત્ત આ અંતર છે નિશ્ચિત નથી તે તેનો સમય બદલશે
તેથી ત્યાં આપણે સરેરાશ અંતર વિશે વાત કરવા જઈ રહ્યા છીએ જેથી તમે વિવિધ સ્થાનો પર અંતરની ગણતરી કરો અને સરેરાશ અંતરની ગણતરી કરો ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા માટે સરેરાશ અંતર સ્થિર છે પરંતુ સાચું અંતર નથી સમાન _ લંબગોળ ભ્રમણકક્ષા માટે સરેરાશ અંતરમાં કેટલીક નાની ભિન્નતાઓ હશે કારણ કે આ અંડાકાર ખૂબ વિકૃત નથી તે લગભગ ગોળાકાર છે જે મેં તમને કહ્યું હતું અને ગ્રહ એક દ્વારા લેવાયેલ સમયગાળો t1 થવા દો અને ગ્રહ દ્વારા લેવાયેલ સમયગાળો t2 થવા દો
તેથી ઉદાહરણ તરીકે તમે મંગળ માટે r1 અને t1 લઇ શકો છો r2 અને t2 એ ગુરુ છે મંગળ એ આંતરિક ગ્રહ છે ગુરુ એ સૂર્યના સંદર્ભમાં એક બાહ્ય ગ્રહ છે કારણ કે મંગળ ગુરુ કરતાં સૂર્યની ખૂબ નજીક છે જે કેપ્લરે શોધ્યું હતું જુદા જુદા ગ્રહોના સમયગાળા અને અંતર બદલાય છે ત્યાં એક જથ્થો હતો જે અપરિવર્તનશીલ હતો
તેથી જ મેં સાર્વત્રિકતા શબ્દનો ઉપયોગ કર્યો છે
તેથી તમે જે ગ્રહ પસંદ કરો છો તે ધ્યાનમાં લીધા વિના, તમે શોધી શકો છો કે r ક્યુબ દ્વારા t સ્ક્વેર્ડ એ r ક્યુબ દ્વારા સતત t સ્ક્વેર્ડ બરાબર છે. જ્યારે તમે લોકો તમારા આગામી વર્ષમાં બોહર મોડેલનો અભ્યાસ કરો છો ત્યારે તમને આ જ પ્રકારનો બીજો સ્થિરાંક મળે છે જે સ્પેક્ટ્રોસ્કોપીમાં એક રહસ્યમય નંબર હતો જેને રેડબાર કોન્સ્ટન્ટ અને ડ્રિબર કોન્સ્ટન્ટ કહેવામાં આવતું હતું. ટેન્ટે ક્વોન્ટમ મિકેનિક્સ બોહર મોડેલ અને સમગ્ર ક્વોન્ટમ થિયરીને જન્મ આપ્યો તે જ રીતે આપણે બતાવવા જઇ રહ્યા છીએ કે કેવી રીતે ત્રીજો કાયદો જે કહે છે કે સમયગાળાના ચોરસ અને સૂર્યથી અંતરના ઘનનો ગુણોત્તર એ છે. સતત ત્રીજા કાયદાની રચનાને જન્મ આપે છે
તેથી આપણે આ ત્રણ કાયદાઓની સ્થિતિમાં છીએ અને તે ખૂબ જ મહાન ચોકસાઈથી ચકાસવામાં આવ્યું હતું
તેથી તે ખૂબ જ રોમાંચક પરિણામ છે પરંતુ હવે પ્રશ્ન એ છે કે આપણે આ ત્રણ કાયદાઓને કેવી રીતે સમજીએ છીએ
તેથી આપણે શું? અમારી પાસે ઉત્તમ અવલોકનો છે અને તમામ ગ્રહોની ગતિઓ માટે સામાન્ય તમામ ગ્રહોની ગતિ માટે સામાન્ય સાર્વત્રિક પેટર્ન છે અને આપણે કેટલી સાર્વત્રિક પેટર્ન જોયા છે ત્રણ પેટર્ન લંબગોળ સમાન ક્ષેત્રો સમાન સમયમાં અને ત્રીજું t ચોરસ બાય r ક્યુબ જ્યારે પણ હોય ત્યારે સ્થિરતા સમાન હોય છે . આવી સાર્વત્રિકતા યાદ રાખો કે ગુરુ ખૂબ મોટો છે ગુરુ ઘણો મોટો છે પારો ખૂબ જ નાનો ગ્રહ છે લગભગ વાયુયુક્ત પૃથ્વી એકદમ નક્કર છે
તેથી આ બધું હોવા છતાં જો તે બધાનું નિરૂપણ કરવું જોઇએ તો તે સમાન હશે. હંમેશની જેમ havior એ પૂછવા માટેનો એક સારો પ્રશ્ન છે કે જો

આવી સામાન્ય અંતર્ગત થીમ હોય તો તેમની ગતિ સામાન્ય કાયદા દ્વારા સંચાલિત હોવી જોઈએ અને આ આ કાયદો છે જે ન્યૂટને શોધવા માટે આગળ મૂક્યો હતો અને અલબત્ત ત્યાં ચોથો છે આ ત્રણ પેટર્ન છે. મારે વત્તા એક પરિણામ કહેવું જોઈએ એટલે કે આ બધા પારા ગ્રહના સમૂહથી સ્વતંત્ર હતા, ગુરુ ખૂબ જ હળવો છે, અસાધારણ રીતે ભારે છે તમે કદાચ ગુરુમાં 12 પૃથ્વી મૂકી શકો છો

તેથી તે આટલો મોટો અને આટલો ભારે છે

તેથી કહેવા માટે તે લગભગ એક તારો છે પરંતુ હજુ પણ અમે શોધી કાઢ્યું છે કે તેમનું પ્રવેગ તેમના દળથી સ્વતંત્ર છે અને પછી તેઓ લંબગોળ ભ્રમણકક્ષામાં ફરે છે અને સમયના સમાન અંતરાલમાં શરીર સમાન વિસ્તારોને સ્વીપ કરે છે, મેં હમણાં જ તમને સમજાવ્યું છે કે અને અંતે આ રમુજી સંબંધ છે કે સમયગાળાનો વર્ગ તેના સરેરાશ અંતરના ઘન દ્વારા વિભાજિત ગ્રહ એક અચળ છે અને આપણે સમજવું પડશે કે દેખીતી રીતે સમજવાનો માર્ગ બળની વિભાવના દ્વારા છે

તેથી આપણે જે કરવાનું છે તે ગતિશાસ્ત્રને જોડવાનું છે

તેથી આ બધા કિનેમેટ છે ical પરિણામો ગતિશાસ્ત્ર સાથે યાંત્રિક પરિણામો બદલે ગતિશાસ્ત્ર ગતિશાસ્ત્ર ગતિ પ્રવેગ વિશે છે કોણીય વેગ કોણીય પ્રવેગ સ્થિતિ વગેરે વગેરે વગેરે ગતિશીલતા બળ વિશે છે અને ચાલો આપણે બે મહત્વપૂર્ણ કાયદાઓ યાદ કરીએ જેનો આપણે હવે ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યા છીએ પ્રથમ કાયદો અલબત્ત કોઈ રસ ધરાવતો નથી. અમને કારણ કે ત્યાં એક બળ કાર્ય કરે છે જો ત્યાં કોઈ બળ કાર્ય ન કરે તો બધા ગ્રહો સીધી રેખાની ભ્રમણકક્ષા સાથે ફરતા હોત,

તેથી આપણે એક જ ચંદ્ર અથવા ગુરુ અથવા શનિ અથવા મંગળને ક્યારેય જોઈ શક્યા ન હોત,

તેથી બીજો નિયમ યાદ રાખો. જે કહે છે કે dtecf દ્વારા dp જ્યાં p મારો વેગ છે અને બીજો નિયમ પણ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે a on v દ્વારા કાર્ય કરેલું બળ એ a પર b દ્વારા કાર્ય કરાયેલ બળ ઓછા છે

તેથી ત્રીજો આ ગતિનો ત્રીજો નિયમ આવશ્યકપણે એક નિવેદન છે વેગનું સંરક્ષણ અમે તમને કહ્યું

તેથી અમે હવે શું કરવા જઈ રહ્યા છીએ તે છે બે કાયદાઓનો ઉપયોગ કરવો અને સમજવાનો પ્રયાસ કરવો કે સામાન્ય અંતર્ગત થીમ શું છે

તેથી આ આજે અમારું મિશન હશે. y તો ચાલો હું તમને એક સંક્ષિપ્ત સારાંશ આપું કે આપણે શું કરવા જઈ રહ્યા છીએ અને આપણે અત્યાર સુધી શું ચર્ચા કરી છે

તેથી પ્રથમ વસ્તુ એ છે કે ગ્રહોની ગતિશાસ્ત્રની ગતિ તેમના સમૂહથી સ્વતંત્ર છે કેપ્લરે સૂર્યકેન્દ્રીય મોડેલનો ઉપયોગ કર્યો છે. ગ્રહોની પ્રણાલીએ આપણે બાકીના બ્રહ્માંડ વિશે ચિંતા ન કરીએ પછી તેણે ત્રણ કાયદાઓ શોધી કાઢ્યા જે આપણી પાસે હતું જે આપણે હવે કરવા માંગીએ છીએ તે છે કે સમૂહની સ્વતંત્રતા સાથે તમામ કાયદાઓનો એકસાથે ઉપયોગ કરવો અને એક સરળીકરણ બનાવવાનો પ્રયાસ કરવો. ગુરુત્વાકર્ષણનો કાયદો

તેથી જ મેં શબ્દ સરળીકરણને હાઇલાઇટ કર્યું છે

તેથી આ સમયે હું જે સરળીકરણ કરવા જઈ રહ્યો છું તે શું છે હું એ હકીકતને અવગણીશ કે તેઓ લંબગોળ છે હું માનીશ કે તેઓ ગોળાકાર છે અમે નથી કાયદો મેળવવા માટે તેમાં કોઈ સામાન્યતા ગુમાવવી પડશે કારણ કે એકવાર તમે કાયદો મેળવો છો તે પછી તમે હંમેશા ચકાસી શકો છો કે શું તે કાયદો તમને યોગ્ય રીતે લંબગોળ ભ્રમણકક્ષા આપે છે કે કેમ કે જ્યારે કોઈ વસ્તુ ગોળાકાર ગતિમાં હોય તો અમે જાણીએ છીએ કે જો તમે બીજા કાયદાનો સમાન ઉપયોગ કરો છો સમયના સમાન અંતરાલોમાં વહેતા વિસ્તારો એ સતત કોણીય વેગ સમાન છે અને તે કેન્દ્રિય બળ સમાન કેન્દ્રબિંદુ બળ સમાન છે

તેથી અમે તેનો ઉપયોગ કરીશું પછી હું ત્રીજા નિયમનો ઉપયોગ કરીશ અને પ્રકૃતિ શું છે તે ચોક્કસપણે અનુમાન કરીશ. તે બળનું છે

તેથી હવે તમે ગતિશાસ્ત્ર અને ગતિશાસ્ત્ર વચ્ચે સંપૂર્ણ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા જુઓ છો

તેથી આ કંઈક છે જે ખરેખર આનંદપ્રદ છે અને તે તે છે જે આપણે કરવા માંગીએ છીએ અમે પારસ્પરિકતા સ્થાપિત કરવા માટે ત્રીજા કાયદાનો પણ ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યા છીએ

તેથી મને તે સમજાવવા દો

તેથી કૃપા કરીને થોડીવાર માટે સ્ક્રીન તરફ જુઓ મેં ખૂબ જ રહસ્યમય સ્વરૂપમાં કંઈક લખ્યું છે જે હું વર્કઆઉટ કરીને સમજાવવા જઈ રહ્યો છું,

તેથી હું અહીં જે બતાવી રહ્યો છું તે છે કે ધારો કે શ્રીમાન તમે કોઈ શરીરને જાણો છો તો ચાલો આપણે તેને ગ્રહ કહીએ. a નું માસ ma છે અને શરીર b પાસે માસ mb છે આપણે શું કહીએ છીએ અમે કહીએ છીએ કે a on b દ્વારા લગાવવામાં આવેલ બળ એ a પર શરીર b સિવાયના બળનું નકારાત્મક છે પરંતુ ગુરુત્વાકર્ષણ કિસ્સામાં જ્યારે કોઈ ધમનીમાં આગળ વધે છે b નું ક્ષેત્ર તેનું પ્રવેગક ઇન્ડ છે ma ની અનુભૂતિ થાય છે અને જ્યારે b a ના ક્ષેત્રમાં આગળ વધે છે ત્યારે તેનું પ્રવેગક mb થી સ્વતંત્ર હોય છે

તેથી મને લખવા દો કે અહીં એક ગ્રહ છે અને ત્યાં એક ગ્રહ b છે આનો સમૂહ ma છે આ સમૂહ mb છે તો આપણે શું છીએ? ન્યુટનનો ત્રીજો નિયમ કહે છે કે જ્યારે હું આ તીર લખું છું ત્યારે b પર a એ b પર કામ કરે છે તે a પર fb ના ઋણ સમાન છે

તેથી હું વેક્ટર ચિહ્ન મૂકીશ જો કે આ ચોક્કસ બિંદુએ a નું પ્રવેગક સ્વતંત્ર છે તે ખૂબ મહત્વનું નથી માસ ma b નું પ્રવેગક માસ mb થી સ્વતંત્ર છે

તેથી હું પ્રથમ શું કરીશ જો b a પર હોય તો હું b દ્વારા a પર b દ્વારા લગાવવામાં આવેલ બળ માટે પૂછું છું આ શું હોવું જોઈએ આ ma માટે પ્રમાણસર હોવું જોઈએ કેવી રીતે કરવું હું જાણું છું કે આ ma માટે પ્રમાણસર હોવું જોઈએ કારણ કે આ હવે a ના પ્રવેગકમાં ma સિવાય બીજું કંઈ નથી જો તે ma ના પ્રમાણસર હોય જ્યારે હું આ બેની સમાનતા કરું ત્યારે પ્રમાણસરતા અચળ જાય છે અને a નું મારું પ્રવેગ તેના સમૂહથી સ્વતંત્ર છે

તેથી a પર b દ્વારા લગાડવામાં આવેલ બળ ma ના પ્રમાણસર છે હવે ચાલો આપણે બનાવીએ સમપ્રમાણતાની e જે અનિવાર્યપણે શું છે તે ત્રીજો કાયદો છે જે b ના કારણે a પર મારું બળ છે તે mb ના પ્રમાણસર હોવું જોઈએ પરંતુ પછી એકબીજાના નકારાત્મક છે

તેથી આપણે શું લખીશું આપણે કહીશું કે બળ શું કાર્ય કરે છે b અથવા b હવે a પર કાર્ય કરે છે મને ચિહ્નમાં રસ નથી મને માત્ર તીવ્રતામાં રસ છે તે ma માં mb ના પ્રમાણસર હોવું જોઈએ તે વિધાન છે આ ખૂબ જ મૂળભૂત છે અને અમને પહેલેથી જ તાકાતનું ખૂબ સરસ વર્ણન મળ્યું છે ભાગ હવે પછીની વસ્તુ શું છે જે આપણે કરવા જઈ રહ્યા છીએ તે ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષાનો ઉપયોગ કરવાનો છે

તેથી ચાલો ગોળ ભ્રમણકક્ષાની ગતિશાસ્ત્ર યાદ રાખીએ જેથી જો મારી પાસે કોઈપણ બિંદુએ ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા હોય મારો વેગ સ્પર્શક છે અને બળ રેડિયલ છે તે અંદરની તરફ રેડિયલ છે આ મારું બળ છે અને આ મારો વેગ છે

તેથી બળ અંદરની તરફ રેડિયલ છે પ્રવેગ હંમેશા બળની દિશામાં હોય છે

તેથી મારું પ્રવેગ પણ ઊંધી રેડિયલ છે બંને ઊંધી રેડિયલ છે જો ત્યાં હોય તો થી b e એક કેન્દ્રત્યાગી બળ જે બાહ્ય રેડિયલ કેન્દ્રત્યાગી બળ હશે તે એક જડતા બળ છે તે એક સ્યુડો બળ છે તે વાસ્તવિક બળ નથી પણ અહીં આપણે વાસ્તવિક શરીર દ્વારા ઉત્પાદિત વાસ્તવિક દળોની વાત કરી રહ્યા છીએ અને તે એક કેન્દ્રત્યાગી બળ છે જે અંદરની તરફ છે

તેથી આપણે જાણીએ છીએ. આ શું છે પરંતુ જ્યારે હું કહું છું કે તે અંદરની તરફ છે ત્યારે હું માત્ર દિશા નક્કી કરું છું હું તીવ્રતા નક્કી કરતો નથી હું તે નક્કી કરતો નથી કે તે અંતર સાથે કેવી રીતે બદલાય છે

તેથી મને શું ખબર છે કે તે માના પ્રમાણસર છે હું જાણું છું કે તે પ્રમાણસર છે એમબીઆઈ જાણવા માટે કે તે અંદરની તરફ છે તો મારે શું કરવું જોઈએ, ચાલો આપણે કહીએ કે હું મૂળ પર ભ્રમણકક્ષાનું કેન્દ્ર શોધું છું અને આ મારી ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા છે મારે ત્રિ-પરિમાણીય આકૃતિ લખવાની જરૂર નથી અને આ મારું એકમ વેક્ટર છે f માફ કરશો ત્રિજ્યા વેક્ટર r મારું f માઈનસ r ના પ્રમાણસર છે તો જ તે અંદરની તરફ હશે અને મારું પ્રવેગ

પણ માઇનસ r વત્તા r ના પ્રમાણસર હશે આ દિશા ઓછા r છે આ દિશા આ cf આ માઈનસ f છે જો તમને એવું લાગે તો આ એવી વસ્તુ છે જે આપણે યાદ રાખવાની છે o હવે હું બળ કેવી રીતે લખું હું મારું બળ બનવા માટે લખું તો ચાલો આપણે કહીએ કે હું મારા શરીરને a અહીં જોઉં છું અને જેમ કે મારું શરીર b અહીં સ્થિત છે અને ત્રિજ્યા f મારા f છે તે સિવાય બીજું કંઇ નથી પરંતુ માઇનસ g છે જે પ્રમાણનું સતત છે પછી હું શરીરનો સમૂહ દળ લખીશ, શરીરનો સમૂહ દ્વિ હું a on b દ્વારા લગાડવામાં આવતા બળને જોઈ રહ્યો છું
તેથી મેં આ પહેલેથી જ લખ્યું છે
તેથી હું એકમ વેક્ટર r મૂકીશ અને પછી હું તેને અજાણ્યા કાર્ય વડે ગુણાકાર કરીશ. r નો f આ કેન્દ્રબિંદુ બળને અનુરૂપ છે
તેથી r ના f પર શું સ્થિતિ છે મારા f r ની શૂન્ય કરતાં મોટી છે કારણ કે ચિહ્ન પહેલેથી જ સારી રીતે સમાવવામાં આવ્યું છે જો તમે આ ra કૉલ કરવા માંગતા હો અને જો તમે આ rb કૉલ કરવા માંગતા હોવ તો તમારે rb માઇનસ ra ને વ્યાખ્યાયિત કરવું પડશે અને તેનું નકારાત્મક લખવું પડશે કે જે મેં મારી કમ્પ્યુટરની સ્લાઇડમાં મારી સ્લાઇડમાં કર્યું છે પરંતુ આ વિશે કોઈ વાંધો નહીં અમને લગભગ કાયદો મળી ગયો છે
તેથી અમે જે કર્યું છે તે સતત અને વારંવાર બીજા કાયદાનો ઉપયોગ કરવાનું છે. ત્રીજો કાયદો કેપ્લરિયન કાયદો અને કેન્દ્રિય બળનો ખ્યાલ
તેથી હવે જો તમે કરી શકો કોઇક રીતે નક્કી કરો કે r બિન્ગોનો આ f અમને ગતિનો નિયમ મળ્યો છે અને તે શું છે કે આપણે એકમાત્ર કાયદો છોડી દીધો છે જે આપણે છોડી દીધો છે તે ગતિનો ત્રીજો નિયમ છે
તેથી આપણે તેને અહીં બોલાવીશું જેથી આપણે તે જ કરવાનું છે આમ કરીએ તો આપણે ત્રીજા કાયદાનો ઉપયોગ કરવાનો છે તે બરાબર છે
તેથી આપણે શું કરવા જઇ રહ્યા છીએ તે માની લેવાનું છે કે તેની ચોક્કસ અવલંબન છે , અન્યથા તે શોધી શકાય છે પરંતુ તે માની લેવું અનુકૂળ છે કે r નો f છે. ચોક્કસ અવલંબન અને પછી આપણે અનુમાન કરીશું કે કેપ્લરનો ત્રીજો કાયદો કયો છે
તેથી અમારું લક્ષ્ય r ના f નું નિર્ધારણ છે
તેથી ચાલો કહીએ કે r નો f એ n ની શક્તિના r માટે પ્રમાણસર છે અલબત્ત ન્યુટને કહ્યું કે તે 1 ના પ્રમાણસર છે r ચોરસ n ની બરાબર માઇનસ 2 અને તે જ છે જે આપણે ખરેખર કેપ્લરના બીજા કાયદા પર પાછા જઈ રહ્યા છીએ જેથી કરીને સમાન વિસ્તારો મેળવવા માટે 15 સમાન સમયના અંતરાલો આ દ્વારા ફરીથી કેન્દ્રિય બળ આપોઆપ ખાતરી આપે છે કે અમે તે થોડી વારમાં કરીશું. ચાલો જોઈએ કે દલીલ શું છે
તેથી હું તમને મૂળભૂત મી બતાવીશ જે મેં સ્લાઇડ પર ફરીથી લખી છે અને પછી હું તેનું કામ કરીશ
તેથી અહીં ડાબી બાજુ એ મારું કેન્દ્રબિંદુ બળ છે મારા જમણા હાથની બાજુમાં અજ્ઞાત કાર્ય સામેલ છે હું નિશ્ચિત ત્રિજ્યા સાથે ભ્રમણકક્ષાને જોઉં છું
તેથી બધું k માં સમાઇ જાય છે હું મારા mi ને રદ કરવા માંગુ છું તે રાખ્યું છે હું કોણીય વેગ અને સમયગાળા વચ્ચેનો સંબંધ જાણું છું અને હું તેનો ઉપયોગ r ના f નક્કી કરવા માટે કરીશ
તેથી હું જે સાબિત કરવા જઇ રહ્યો છું તેનો આ સ્નેપશોટ છે અને હું અહીં જઇ રહ્યો છું તેને ખૂબ જ વિગતવાર બનાવવા માટે,
તેથી હું તે લખું છું કે મારી પાસે શું છે મારી પાસે મારું બળ m ઓમેગા r સ્ક્વેર ri બરાબર છે હું એક ગોળાકાર ભ્રમણકક્ષા ધારી રહ્યો છું કારણ કે સમાન ક્ષેત્રો સમયના 15 સમાન અંતરાલો છે મારા ઓમેગા એક સ્થિર લેટ છે. આપણે એ ન ભૂલીએ કે એનો અર્થ એ છે કે સમયગાળો એક અચળ બે છે અને આ જથ્થો કંઇ નથી પણ અમે માત્ર તે જ માપદંડ લખી રહ્યા છીએ, અમે હવે દિશા વિશે ચિંતિત નથી કારણ કે મેં પહેલેથી જ જાહેર કર્યું છે કે તે એક કેન્દ્રિય બળ છે
તેથી આ m છે અને આ છે. મને ખાતરી છે કે અન્ય પદાર્થનો સમૂહ તમે લોકો સમજી શકો છો કે પછી અગી એ પહેલેથી જ લખ્યું છે કે અને પછી મારી પાસે મારા f ની r છે
તેથી મારે શું લખવું છે અને તેમને કેવી રીતે સરખાવવું
તેથી આ વિધાન છે કે પ્રવેગ સ્વતંત્ર છે હું આ સમૂહને જોડી શકું છું અન્ય ઑબ્જેક્ટનો અને g ને સતત k માં કારણ કે આપણે આપેલ સમયગાળામાં ગતિ જોઈ રહ્યા છીએ
તેથી આપણી પાસે જે છે તે ઓમેગા ચોરસ r છે તે અમુક સ્થિરાંક ની f માં r છે
તેથી અમે ગતિનો બીજો નિયમ અને ગોળ ભ્રમણકક્ષાનો સમાવેશ કર્યો છે હવે મારે શું કરવાનું છે કે ઓમેગા 2 pi બાય t બરાબર છે , તો તેનો શું અર્થ થાય છે કે આનો અર્થ એ થાય છે કે ઓમેગા સ્ક્વેર 2 pi આખા ચોરસ બાય t સ્ક્વેર છે,
તેથી મને બદલવા દો
તેથી હું શું કહીશ અમે કહીએ છીએ કે ઓમેગા સ્ક્વેર r એ r ના f માં સ્થિરાંક હતો અને આ મને કહે છે કે 2 pi આખા ચોરસ r બાય t ચોરસ એ r ના f માં સ્થિર છે
તેથી બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો r બાય t ચોરસ એ કેટલાક અન્ય સ્થિર k અવિભાજ્ય છે f of r તે જ અમને હવે જાણવા મળ્યું કે મારી પાસે જે છે તે તમારે શું કરવાનું છે કરવા માટે દલીલ કરવી છે કે t ચોરસ દ્વારા r ક્યુબ્ડ એ એક સ્થિરાંક છે મારી પાસે t વર્ગમાં r છે તો મારે શું કરવું જોઇએ હું તેને r વર્ગ દ્વારા ગુણાકાર કરીશ અને હું તેને r વર્ગ દ્વારા ગુણાકાર કરીશ અને તેને સ્થિર બનાવીશ કારણ કે આ જથ્થો બીજું કંઇ નથી t ચોરસ દ્વારા r ક્યુબ્ડ જો t ચોરસ દ્વારા r ક્યુબડ એ એક સ્થિર r ઘન બાય t ચોરસ પણ એક સ્થિર છે તે પારસ્પરિક સિવાય બીજું કંઈ નથી તેથી મારી પાસે આ છે
તેથી તેનો અર્થ શું થાય છે આનો અર્થ r ના ચોરસમાં r બરાબર છે સતત
તેથી આપણે તેને બોક્સ કરવું પડશે આપણે તેને બોક્સ કરવું પડશે અને તેને સોનેરી ફ્રેમમાં ફ્રેમ કરવું પડશે કારણ કે આપણે લગભગ ન્યુટનના નિયમ પર પહોંચવાની આરે છીએ
તેથી જો f નું r નું r વર્ગ સ્થિરાંકના બરાબર હોય તો આપણે શું નિષ્કર્ષ કાઢીએ છીએ તે f r નું પ્રમાણ 1 ઉપર r ચોરસ છે જે આપણે નિષ્કર્ષ પર લઇએ છીએ
તેથી જો r નું f 1 પર r વર્ગના પ્રમાણસર હોય તો ત્યાં પ્રમાણસરતાનો એક સ્થિરાંક હોય છે જે g માં શોષી શકાય છે
તેથી તેનો અર્થ શું થાય છે કે આ મારા ગુરુત્વાકર્ષણ બળને સૂચવે છે મેગ્નિટ્યુડ વાઇસ એ બીજું કંઇ નથી પરંતુ r ચોરસ દ્વારા gmamb જે બરાબર નવું છે ટન લખ્યું છે
તેથી હવે હું દિશા પણ ઠીક કરીને આ દલીલ પૂર્ણ કરી શકું છું
તેથી મને ઠીક કરવા દો કે મારી પાસે આ મારું શરીર છે a અહીં છે મારું શરીર b અહીં છે તો આ ra છે આ rb છે આ rab છે
તેથી અમે વેક્ટરને યોગ્ય રીતે બતાવી રહ્યા છીએ . તો મારુ f આ a છે અને આ b છે બોડી fa છે b પર અભિનય કરે છે માઇનસ gmamb બાય રેબ સ્ક્વેર્ડ એટલે કે એકમ વેક્ટર રીબમાં મારી પાસે છે જે કદાચ ભૌતિકશાસ્ત્રમાં સૌથી પ્રખ્યાત કાયદો છે આ ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક નિયમ છે જે આપણે કરીશું દ્રવ્ય ધરાવતા તમામ શરીરો સુધી વિસ્તરે છે તે જાણીએ છીએ
તેથી આપણે ગેલિલિયન કાયદાથી શરૂઆત કરી જે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્રમાં મુક્તપણે ખરતા શરીરને જોતા હતા પછી આપણે ગ્રહોની ગતિ તરફ જોયું હવે આપણે શું કરવા જઇ રહ્યા છીએ તે કહેવાનું છે કે પાર્થિવ સ્કેલ પર શું માન્ય છે. અને અવકાશી સ્કેલ પર જે માન્ય છે તે કદાચ તમામ લંબાઇના માપદંડો પર માન્ય હોવું જોઇએ આ અલબત્ત એક સામાન્યીકરણ છે એક ધારણા અમુક પ્રકારની પ્રેરક દલીલ છે અને અમે ધારીશું કે આ કાયદો સાચો કાયદો છે જે કોઈપણ બે વિશાળ શરીર વચ્ચે માન્ય છે. તેમની વચ્ચેનું અંતર કેટલું છે તે ધ્યાનમાં લીધા વિના, તેમના સમૂહ કેટલા છે તે એક ખૂબ જ

મહત્વપૂર્ણ બાબત છે જેનો અર્થ એ છે કે આ કાયદાની રચનાની અંતિમ પુષ્ટિ ત્યારે જ આવશે જ્યારે ગુરુત્વાકર્ષણ કાયદો વિવિધ સમૂહોના શરીર સાથે તમામ લંબાઇના ભીંગડા પર ચકાસવામાં આવશે. આ બિંદુએ હું તમને લોકોને ચેતવણી આપવા માંગુ છું કે દલીલ એટલી સીધી સરળ અને એટલી ખાતરીપૂર્વકની છે કે તે લગભગ ન્યૂટનના કાયદાની વ્યુત્પત્તિ જેવી લાગે છે, કૃપા કરીને યાદ રાખો કે આ કોઇ વ્યુત્પત્તિ નથી આ માત્ર તમામ મૂળભૂત કાયદાઓની જેમ આ કાયદો પણ છે . વ્યુત્પન્ન કરી શકાતું નથી તે એક અસાધારણ મહત્વની બાબત છે અને

તેથી જ તેને ઉર્જા સંરક્ષણના કાયદા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે . કુલોમ્બ કાયદાનો અભ્યાસ કરવા માટે બાયોશોક કાયદો આને એમ્પીયરનો કાયદો મેળવી શકાતો નથી તે મેળવી શકાતો નથી તે મૂળભૂત કાયદા છે

તેથી જ અમે તેઓ મેક્સવેલના નિયમો સમાન રીતે ઇલેક્ટ્રોડાયનેમિક્સના નુકસાનને ગુરુત્વાકર્ષણનો કાયદો પણ મેળવી શકાતો નથી. આ સમીકરણો સેટઅપ કરવામાં આવ્યા છે, સેટઅપ દ્વારા અમારો અર્થ શું છે તમે સંખ્યાબંધ અવલોકનો કરો છો અને તેમને ઘડવાની સૌથી સરળ અને સૌથી વધુ વિશ્વાસપાત્ર તાર્કિક રીત માટે પૂછો છો. અને જો આપણે નસીબદાર હોઇએ તો કુદરત આ ફોર્મ્યુલેશનને સ્વીકારે છે જે આપણે પ્રયોગશાળામાં અથવા આકાશમાં વિવિધ સ્તરે બનતી ઘટનાઓને જોઇને ચકાસીશું અને જે ખાતરી આપે છે કે આ કાયદો સાચો છે, ઉદાહરણ તરીકે જો તમારી પાસે જિજ્ઞાસુ મન હોય તો તમારે આ કાયદો સ્વીકારવો જોઇએ. પૂછવામાં સક્ષમ કેવી રીતે હું ખાતરીપૂર્વક જાણું કે આ કાયદો સમાન છે જ્યારે હું માઇક્રોમીટર દ્વારા અલગ પડેલા બે શરીરને જોઉં છું ત્યારે તમે તે પ્રશ્ન પૂછી શકો છો તે જ રીતે તમે પ્રશ્ન પણ પૂછી શકો છો કે જો હું આવું કરું તો મને કેવી રીતે ખાતરી છે? ખૂબ જ સાવચેતીભર્યું માપન કે આ કાયદો ખગોળશાસ્ત્રીય સ્કેલ પર પણ સચોટ છે ઉદાહરણ તરીકે મેં તમને કહ્યું કે આમ કરવાથી આપણે ધારીએ છીએ કે ભ્રમણકક્ષાઓ બંધ છે પરંતુ ભ્રમણકક્ષા બંધ નથી

તેથી જો હું એકની ગતિને જોઉં તો ઉદાહરણ તરીકે ગ્રહ તેના પર માત્ર સૂર્ય દ્વારા જ કાર્ય કરવામાં આવતું નથી તે અન્ય ગ્રહો દ્વારા પણ કાર્ય કરે છે જેના કારણે ભ્રમણકક્ષા બંધ કરવાની જરૂર નથી

તેથી એક મોટો પ્રશ્ન એ છે કે જો હું તમામ અસરોને ધ્યાનમાં લઇશ તો શું થશે? સંપૂર્ણ સમજૂતી છે અથવા ત્યાં કોઇ મેળ ખાતું નથી,

તેથી હું જેના પર ભાર મૂકવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું તે એ છે કે ભૌતિકશાસ્ત્ર એ સતત વિકસતું પ્રાયોગિક વિજ્ઞાન છે જેની સાથે સૈદ્ધાંતિક બાંધકામ અથવા ફોર્મ્યુલેશન પકડવાનો પ્રયાસ કરે છે જેથી બરાબર તે જ થયું જ્યારે આઇન્સ્ટાઇને તેના સાપેક્ષતાનો સામાન્ય સિદ્ધાંત તેને જાણવા મળ્યું કે પારાની ભ્રમણકક્ષામાં એક નાનકડી વિસંગતતા છે જે ન્યૂટનના નિયમ દ્વારા સમજાવી શકાતી નથી અને તેણે ખરેખર એવી જ રીતે એક તદ્દન નવો સિદ્ધાંત વિકસાવવો પડશે જે આપણે સક્ષમ હોવા જોઇએ. માઇક્રોમીટર સ્કેલ અથવા મીટર સ્કેલ પર ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્રમાં ભિન્નતા છે કે કેમ તે પ્રશ્ન પૂછવા માટે એવા પ્રસંગો છે જ્યારે લોકો દાવો કરે છે કે તેમને ખરેખર આવી વિવિધતા મળી છે. સદભાગ્યે તે દાવાઓને સમર્થન આપવામાં આવ્યું નથી તેથી એવું લાગે છે કે ગુરુત્વાકર્ષણનો કાયદો આ લંબાઇના સ્કેલની આસપાસ ખૂબ જ મજબૂત છે, અલબત્ત જો તમે અસાધારણ રીતે નાના ભીંગડા પર જાઓ છો, તો ગુરુત્વાકર્ષણમાં કદાચ સુધારો થશે તે ગેલેક્ટિક ભીંગડા પર કરેક્શન મેળવી રહ્યું છે પરંતુ તેમ છતાં તમે તે જુઓ છો . ગુરુત્વાકર્ષણ ક્ષેત્રની સ્વીપ પ્રચંડ છે ચાલો આપણે કહીએ કે એક મીટરથી હજારો કિલોમીટર સુધી અને તેમાં કોઇ આશ્ચર્ય નથી કે ન્યૂટને તેને સાર્વત્રિક ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ કહ્યો છે

તેથી આપણે જે કર્યું છે તે બધું જ આપણે જાણીએ છીએ અને તેનો ઉપયોગ કરીને એક કાયદો સ્થાપિત કરવાનો છે. આ સમયે આપણે ન્યુટનની પ્રતિભાને ભૂલવી ન જોઇએ કારણ કે તેણે દરેક એક ખ્યાલ ઘડ્યો જે જરૂરી હતો ગતિના નિયમો, જડતાનો ખ્યાલ તેણે કેન્દ્રબિંદુ બળનો ઉપયોગ કર્યો અને તેણે ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ ઘડ્યો અને

તેથી જ ન્યુટન કદાચ સૌથી મહાન ભૌતિકશાસ્ત્રી માનવામાં આવે છે જે માનવજાતે અત્યાર સુધી જોયું છે જો કે ત્યાં એક નાનું સમાધાન છે જે આપણે કરવું પડશે અમે હજી સુધી પૂર્ણ કર્યું નથી કે એકવાર અમે કર્યું કે અમે અરજીઓ પર કામ કરવા માટે તૈયાર છીએ અને જ્યાં સુધી આપણે ચિંતિત છીએ ત્યાં સુધી ગુરુત્વાકર્ષણની ચર્ચાનો અંત ખરેખર હોવો જોઇએ,

તેથી મારે શું સમાધાન કરવું પડશે તે મને જોવા દો કે મારી પાસે છે તેના પરની સ્લાઇડ ઠીક છે આ તે ફોર્મ્યુલેશન છે જે મેં લખ્યું છે મેં તેને થોડું અલગ રીતે લખ્યું છે અહીં મેં છેદમાં a અને b વચ્ચેનું અંતર એક ઘન મૂક્યું છે અને મેં સંપૂર્ણ વેક્ટર મૂક્યું છે જ્યારે મેં તેને બહાર કાઢ્યું ત્યારે મેં એક મૂક્યું છે. એકમ વેક્ટર અહીં અને હું એક ચોરસ મૂકું છું સામાન્ય રીતે તેને વ્યસ્ત ચોરસ કાયદો કહેવામાં આવે છે અને તે આપણે બરાબર કર્યું છે હવે સમાધાન એ છે કે હું જે મિનિટ f લખું છું તે r ચોરસ દ્વારા માઇનસ gmm બરાબર છે મને વેક્ટર ચિહ્ન વિશે ચિંતા ન કરવા દો વિપરિત ચોરસ અંતર સાથે બળ ઘટી રહ્યું છે

તેથી ચાલો આપણે કહીએ કે તમારી પાસે એક ખૂબ જ વિશાળ પદાર્થ પૃથ્વી છે અને ત્યાં એક કહેવત છે જે સફરજન પડી રહ્યું છે

તેથી સફરજન પૃથ્વી તરફ પડી રહ્યું છે અને સફરજન શું છે 3 મીટર 4 મીટર

તેથી તે ઊંચાઇ છે મને કંઇ લખવા દો તેણીની આકૃતિ

તેથી મારી પાસે પૃથ્વી છે અને ત્યાં એક વૃક્ષ છે અને એક સફરજન પડી રહ્યું છે,

તેથી આપણે 10 મીટર જેવું કંઇક બોલી રહ્યા છીએ, ચાલો આપણે મહત્તમ કહીએ, એટલે કે આપણને 10 મીટર ઊંચું સફરજનનું ઝાડ મળ્યું નથી, પરંતુ ચાલો કહીએ કે કોઇ ગયું ઇમારતની ટોચ પર અને નીચે પડી ગયેલી વસ્તુ શું છે જે આપણે શોધીએ છીએ કે આ પ્રવેગ એક સ્થિર છે તે આ ઊંચાઇથી સ્વતંત્ર છે પરંતુ ન્યૂટન કહે છે કે તે અંતરના ચોરસ તરીકે પડવું જોઇએ

તેથી આપણે ગેલિલિયન કાયદાનું સમાધાન કરવું પડશે જે કહે છે કે પ્રવેગક એ એક સ્થિરતા છે

તેથી જ તમે વ્યસ્ત ચોરસ અંતર સાથે ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે તેને g પ્રવેગ વડે દર્શાવો છો અને તે કરવું ખૂબ જ સરળ બાબત છે

તેથી મને તમારા માટે તે કરવા દો અને પછી અમે જોઇશું કે અન્ય એપ્લિકેશનો શું છે તો આપણે શું કહીએ છીએ કે હું એક અસાધારણ રીતે અતિશયોક્તિભર્યું ચિત્ર દોરવા જઇ રહ્યો છું

તેથી પૃથ્વીનું મારું કેન્દ્ર અહીં છે ત્રિજ્યા r છે અને કોઇ વસ્તુ ત્રિજ્યાથી વિપરિત પડી રહી છે અને આ અંતર h છે

તેથી તે પણ આ આંકડો સ્કેલ પર નથી

તેથી કોઇપણ આપેલ કુલ અંતરનો સમય r વત્તા h છે આ કુલ અંતર છે જે ખૂબ જ સરળ લાગે છે પરંતુ વાસ્તવમાં આ સૌથી જટિલ ખ્યાલોમાંથી એક છે આ પૃથ્વી પરની ગૂંચવણ શું છે તે એક વિસ્તૃત પદાર્થ છે તે એક વિશાળ પદાર્થ નથી જ્યારે મારી રચનામાં મેં હંમેશા શરીર અને શરીરને પોઇન્ટ માસ તરીકે દર્શાવ્યા હતા હું એક અંતર વ્યાખ્યાયિત કરવામાં સક્ષમ હતો હવે મને બીજું ચિત્ર દોરવા દો જો મારી પૃથ્વી અહીં છે અને જો મારું શરીર અહીં છે તો આપણે આ અંતરની ગણતરી કરવી જોઇએ કે આ અંતર આ અંતર આ અંતર આ અંતર વાસ્તવમાં આપણે શું કરવું જોઇએ એ છે કે આપણે દળના આ વિશાળ નાના એકમોમાંથી આવતા બળને જોવું જોઇએ અને આપણે તે શોધવા માટે સક્ષમ થવું જોઇએ અને આપણી પાસે બધા સાથે ક્યાં કરવાનું નથી કે મને ખબર નથી કે કેવી રીતે મૂળભૂત રીતે એકીકૃત કરવા માટે અને તમને એ જાણવામાં રુચિ હશે કે ન્યૂટનને પણ ખબર ન હતી કે તે કેવી રીતે કરવું તે ન્યૂટને ડિફરન્સિયલ કેલ્ક્યુલસની શોધ કરી આર્કિમિડીસે ઇન્ટિગ્રલ કેલ્ક્યુલસની શોધ કરી હતી પરંતુ ન્યૂટનને ખબર ન હતી કે આ એકીકરણ કેવી રીતે કરવું તે ખૂબ જ આકર્ષક છે. એવું કહેવા માટે કે જ્યારે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરતી હોય ત્યારે સૂર્યને એક બિંદુ પદાર્થ તરીકે લઇ શકાય છે પરંતુ જ્યારે સો મીટર ઊંચા સ્થાનેથી પથ્થર પડી રહ્યો હોય ત્યારે હું પૃથ્વીને બિંદુ પદાર્થ તરીકે લઇ શકતો નથી,

તેથી ન્યૂટને કર્યું . લગભગ 15 કે 20 વર્ષ સુધી તેના કાનને પ્રકાશિત ન કર્યો કારણ કે તે સાબિત કરવા માંગતો હતો કે જ્યારે પણ દળનું ગોળાકાર વિતરણ થાય છે ત્યારે આપણે માની શકીએ છીએ કે તમામ દળ કેન્દ્રમાં કેન્દ્રિત છે

તેથી આપણે શું કહીએ છીએ તે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ પરિણામ છે જે તે અનુસરે છે . જેને ગૌસનો નિયમ કહે છે તેમાંથી તમે તમારા 12 ધોરણમાં અભ્યાસ કરશો તો ચાલો કહીએ કે એક ગોળાકાર સમાન ગોળાકાર વિતરણ છે અને ત્રિજ્યા r ની સમાન સમૂહ ઘનતા છે હવે જો હું કોઈ વસ્તુને જોઉં જે અહીં ક્યાંક બેઠેલી હોય તો ઠીક છે અને આ અંતર છે r પ્રશ્ન એ છે કે r પરનું બળ શું છે r પરનું બળ એવું છે કે જાણે તમામ દળ ગોળાના કેન્દ્રમાં વર્તુળ પર કેન્દ્રિત હતું
તેથી બળ gmm દ્વારા r વર્ગ દ્વારા આપવામાં આવે છે જ્યાં r કેન્દ્રથી અંતર છે અને આ કુલ સમૂહ છે તો આપણે શું કહીએ છીએ કે આ m એ કુલ જથ્થામાં rho છે જે 4 બાય 3 pi r ક્યુબડ rho સિવાય બીજું કંઇ નથી તમને એક સમાન સમૂહ ઘનતા આપવામાં આવી છે આ વોલ્યુમ આ પદાર્થનું દળ છે r નાનું r એ ગોળાના આ કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર છે અને m તમારે આ સાબિત કરવું પડશે અને ન્યૂટનને આ કેવી રીતે સાબિત કરવું તે ખબર ન હતી અને પોતાના માટે ખૂબ જ ઉચ્ચ ધોરણો ધરાવતો ખૂબ જ પ્રામાણિક વ્યક્તિ હોવાને કારણે તેણે પરિણામ જાહેર કર્યું નહીં જ્યાં સુધી તેણે આ માટે સાબિતી ન આપી તેણે એક અસાધારણ સુંદર ભૌમિતિક પુરાવો આપ્યો અમે ચિંતા કરશો નહીં કે અમારા માટે આ સાબિતી આપવા માટે આ તબક્કે તમારા માટે ખૂબ જ વહેલું છે
તેથી જો તમે હવે ધારણા બાંધવા જઈ રહ્યા હોવ તો અમે શરીરના ઘટી રહેલા શરીરની સમસ્યાનું સમાધાન કરી શકીએ છીએ,
તેથી મારું બળ શું છે, મારું બળ શું છે તેના બદલે મારું પ્રવેગક કંઇ નથી. પરંતુ પૃથ્વીના માઇનસ g દળને વડે વિભાજિત કરીને હું ઓછા r વત્તા h આખા ચોરસ વિશે ચિંતા ન કરું તો મારી પાસે આ છે અને આપણે શું કહીએ છીએ અમે કહીએ છીએ કે h એ r કરતાં ઘણો નાનો છે કારણ કે r એ ની ત્રિજ્યા છે પૃથ્વી અને h એ th થી ઉપરની ઊંચાઈ છે e કેન્દ્ર તો તે શું છે કે આપણે આ ચોક્કસ બિંદુએ શું કરવું છે તે ખૂબ જ સરળ છે અમારે દ્વિપદી વિસ્તરણ કરવું પડશે તમે બધા દ્વિપદી વિસ્તરણથી પરિચિત છો જે અમે કરી શકીએ છીએ તે શૂન્ય ક્રમ અંદાજ જે આપણે કરી શકીએ તે કહેવું છે કે h ને અવગણો
તેથી શૂન્ય ક્રમ અંદાજ ત્યારથી h એ r લેવું h લગભગ 0 ની બરાબર છે તેના કરતા ઘણું ઓછું છે જે h લેવું r લગભગ 0 ની બરાબર બનાવવાનું સરસ વિધાન નથી કારણ કે તે ખૂબ જ નાની સંખ્યા છે તો પછી a gm દ્વારા r ચોરસ દ્વારા આપવામાં આવે છે જે તમારું હોવું આવશ્યક છે ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પ્રવેગક
તેથી અમે પહેલેથી જ અમુક હદ સુધી સમાધાન કરી લીધું છે કે આપણે સતત પ્રવેગ કેવી રીતે મેળવી શકીએ છીએ અને આ તે સંખ્યા છે જે તમને 10 મીટર પ્રતિ સેકન્ડ ચોરસ 9.8 મીટર પ્રતિ સેકન્ડ ચોરસ તરીકે આપવામાં આવે છે અને
તેથી આગળ.
તેથી જો તમે દળ જાણો છો તો તમે ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક શોધી શકો છો જો તમને ગુરુત્વાકર્ષણ સ્થિરાંક ખબર હોય તો તમે દળ શોધી શકો છો પણ પછી અમે તેના કરતા વધુ સારું કરી શકીએ છીએ જેમ મેં તમને દ્વિપદી વિસ્તરણ કરીને કહ્યું હતું તેમ હું ચર્ચા કરવા માંગુ છું કે
તેથી કદાચ પાપ ce તેમાં થોડો વધુ સમય લાગશે અને તમે લોકો અમે અત્યાર સુધી જે કંઇ કર્યું છે તેમાં સુધારો કરવા ઈચ્છો છો, ચાલો આપણે આ ચોક્કસ બિંદુ પર રોકાઇએ અને શરીરના ઘટવાના નિયમ સાથે અમારો અભ્યાસ ફરી શરૂ કરીએ અને પછી સેટેલાઇટ