

આપ સૌને સુપ્રભાત,

તેથી આજે આપણે જેની ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યા છીએ તે આધુનિક ભૌતિકશાસ્ત્રમાં કહેવાતા આધુનિક ભૌતિકશાસ્ત્રમાં એક અસાધારણ મહત્વનો વિષય છે અને તે બાબતના તરંગો વિશે છે

તેથી જો તમે યાદ રાખી શકો કે અમે શું કરી રહ્યા છીએ છેલ્લાં આઠ કે દસ પ્રવચનોમાં અમે પ્રકાશના ચોક્કસ સ્વભાવ વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી હતી, જો કે વિવર્તન અને ધ્રુવીકરણને

કારણે પ્રકાશ તરંગની જેમ વર્તતી હોવાના જબરજસ્ત પુરાવા હતા,

છતાં પ્લાન્કને તે જરૂરી લાગ્યું.

પ્રકાશના જથ્થાને પરિચય આપવા માટે જેને પાછળથી ફોટોન કહેવામાં આવ્યા હતા અને તેણે એવી ઉર્જા સાથે સાંકળી હતી જે કંપનવિસ્તારના પ્રમાણસર નથી પરંતુ જે આવર્તન અને  $h \nu$  ની સમાનતાના પ્રમાણસર છે આ વિચારને આઈન્સ્ટાઈન દ્વારા ખૂબ જ ગંભીરતાથી લેવામાં આવ્યો હતો જેમણે આ ખ્યાલનો ઉપયોગ કર્યો હતો.

પ્રકાશનું પરિમાણ જ્યાં ઇનકમિંગ પ્લેન તરંગને એક જ ફ્રી સાથેના કણોના ઇનકમિંગ કણોના સમૂહ તરીકે જોઈ શકાય છે ક્વોન્સી અને એનર્જી  $e$  ઇક્વલ એચ નુ અને આઈન્સ્ટાઈન ખૂબ જ સંતોષકારક રીતે ફોટોઇલેક્ટ્રીક અસર સમજાવવામાં સક્ષમ હતા કારણ કે મેં તમને કહ્યું હતું કે અમે લાંબો સમય પસાર કર્યો છે અને ઘણા પ્રવચનોમાં પ્રયોગની ચર્ચા કરવામાં આવી છે જેમાં તરંગ સિદ્ધાંતમાંથી આવતા સમજૂતી સાથે તેના સંઘર્ષની ચર્ચા કરવામાં આવી છે.

તરંગ સિદ્ધાંતની આગાહીઓ અને પ્રાયોગિક અવલોકનો વચ્ચેની વિસંગતતા 10 ની શક્તિથી 10 અથવા 10 ની શક્તિથી 12 વિશાળ વિસંગતતાના ક્રમની હતી અને પછી અમે એ પણ બતાવ્યું કે કેવી રીતે આઈન્સ્ટાઈન આમંત્રિત કરીને સંતોષકારક સમજૂતી આપવા સક્ષમ હતા .

ફોટોનની વિભાવના

તેથી 1905

માં 20મી સદીની શરૂઆતમાં ભૌતિકશાસ્ત્રીએ લીધેલું આ સૌથી આમૂલ પગલું હતું અને તે સ્થરફોર્ડ પ્રયોગ અને બોહર મોડેલ સાથે મળીને એક નવા યુગની શરૂઆત કરી જેને આપણે ક્વોન્ટમ વર્ષ તરીકે ઓળખીએ છીએ.

ભૌતિકશાસ્ત્ર અને તે આજે પણ યાવુ છે જે હું ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યો છું તે પ્રકાશના કિસ્સામાં આપણે જે ચર્ચા કરી હતી તેના પ્રતિરૂપ છે તેથી શું થયું ened તે ઐતિહાસિક રીતે હતું

તેથી ચાલો આપણે ઐતિહાસિક રીતે ઇતિહાસ જોઈએ ઐતિહાસિક રીતે પ્રકાશમાં બે સંભવિત સમજૂતીઓ કણોની તરંગો હતી પ્રથમની હિમાયત ન્યૂટન સિવાય અન્ય કોઈએ કરી હતી અને બીજાની હિમાયત હ્યુજેન્સ દ્વારા કરવામાં આવી હતી તમે બધાએ હાઈજનના સિદ્ધાંત વિશે સાંભળ્યું હશે કે પછીના પ્રયોગોએ શું કર્યું સ્વચ્છતાની પૂર્વધારણાની પુષ્ટિ કરવા માટે ઉદાહરણ તરીકે જો પ્રકાશ કણોની જેમ વર્તે છે તો માધ્યમની અંદર તેની ગતિ ખાલી જગ્યાની ગતિ કરતા વધારે હોવી જોઈએ

જ્યારે જો તે તરંગની જેમ વર્તે છે તો જ્યારે પણ તે વક્રીભવન થાય ત્યારે માધ્યમમાં તરંગની ગતિ ઓછી હોવી જોઈએ.

ખાલી જગ્યામાં ઝડપ કરતાં તે કંઈક છે જે તમે પ્રાયોગિક રીતે ચકાસી શકો છો અને પછી અલબત્ત મેં તમને કહ્યું હતું કે તમારી પાસે દખલ અને વિવર્તનની ઘટના છે

તેથી તે બધાએ નિર્ણાયક રીતે સ્થાપિત કર્યું કે પ્રકાશ તરંગ યુવાનના ડબલ સ્લિટ પ્રયોગ ન્યૂટનના રિંગ્સની જેમ વર્તે છે.

પ્રકાશની પ્રકૃતિ જેવા તરંગના ઉદાહરણો છે જો કે જ્યારે તે ફોટોઇલેક્ટ્રીક અસરની વાત આવે છે તરંગ સમજૂતી નિષ્ફળ તરંગ સમજૂતી નિષ્ફળ ગઈ અને આઈન્સ્ટાઈને શું કર્યું તે વિચારને ઉત્તેજન આપવા માટે હતું કે પ્રકાશ ક્વોન્ટાથી બનેલો છે જ્યાં દરેક ક્વોન્ટા ઊર્જાનું વહન કરે છે

તેથી આ દરેક ક્વોન્ટમ દરેક ક્વોન્ટમ દ્વારા વહન કરવામાં આવતી ઊર્જા છે

તેથી તમે આવશ્યકપણે પ્રકૃતિ જેવા કણને આભારી છો.

પ્રકાશ અને કલ્પના કરો કે ફોટોઇલેક્ટ્રીક અસર આવશ્યકપણે ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા વ્યક્તિગત ક્વોન્ટાના શોષણને કારણે છે હકીકતમાં ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા એક જ ક્વોન્ટમ જેના કારણે તે બહાર નીકળી જાય છે

તેથી તમે જે કરો છો તે ઊર્જા સંરક્ષણનો ઉપયોગ કરવા માટે છે જેમ મેં તમને ક્લાસિકલવી જણાવ્યું હતું .

તરંગની ઉર્જા કંપનવિસ્તારના વર્ગ પર આધાર રાખે છે પરંતુ અહીં તે દરેક ક્વોન્ટમની આવર્તન પર આધાર રાખે છે જ્યારે ક્લાસિકલવી આવર્તન માત્ર તમને સ્વતંત્રતાની ડિગ્રી આપે છે તેને ઊર્જા સાથે કોઈ લેવાદેવા નથી

તેથી તે એક મહાન બાબત હતી તરંગો અને કણોની દુનિયામાં આપણને એક અસાધારણ દ્વંદ્વ જોવા મળે છે જે શરૂઆતમાં એવું જણાય છે કે એવું કંઈ નથી લેટસ તરંગો અને કણો અલબત્ત ત્યાં એક અંતર્ગત ચિત્ર હતું કે તરંગો સામૂહિક ઘટના છે જે પરમાણુઓના અનડ્યુલેશનને કારણે આવે છે

તેથી તે એક સામૂહિક ઘટના છે અને તેનું પોતાનું કોઈ અસ્તિત્વ નથી પરંતુ આઈન્સ્ટાઈને અનિવાર્યપણે જે બતાવ્યું તે હતું કે જેને સમજી શકાય છે અંતર્ગત ઈથર કણો અથવા અન્ય કોઈપણ માધ્યમ પરમાણુઓની અનડ્યુલેટીંગ ઘટના પણ તે સમયે પરમાણુ પૂર્વધારણા સ્થાપિત કરવામાં આવી ન હતી તે એ છે કે તેઓને પણ કણો તરીકે સમાન રીતે જોઈ શકાય છે, જોકે દરેક સંદર્ભમાં નહીં કારણ કે તમામ દખલગીરી વિવર્તન ધ્રુવીકરણ પછી આ બધાને તરંગ પ્રકૃતિની જરૂર છે અને ફોટોઇલેક્ટ્રીક ઈફેક્ટ કોમ્પટન સ્ટેટરિંગ અને કેટલીક વધુ ઘટનાઓ જે આપણે પછીથી જોઈશું જેમ કે નિખાલસ સામગ્રી પ્રયોગ તેઓને પ્રકાશની ક્વોન્ટમ પ્રકૃતિની જરૂર પડશે

તેથી એવું લાગે છે કે પ્રકાશનું કોઈક પ્રકારનું બેવડા ચહેરાવાળું અસ્તિત્વ છે ક્યારેક તે તરંગની જેમ વર્તે છે અને ક્યારેક તે તરંગ જેવું વર્તન કરે છે.

એક કણ અને તે કણની જેમ વર્તે છે જ્યારે પરિમાણ ખૂબ જ નાનું થઈ જાય છે, તેનો અર્થ એ છે કે મૂકવાની એક અણઘડ રીત છે, જો એવું હોય તો આપણે એક પ્રશ્ન પૂછી શકીએ અને આપણે એવો કયો પ્રશ્ન પૂછવા જઈ રહ્યા છીએ કે જો કોઈ તરંગ ક્યારેક કણની જેમ વર્તે છે તો મને સમજાવવા દો તમારા માટે તરંગ એ વિસ્તૃત વસ્તુ છે કારણ કે હું તરંગલંબાઈ વિશે કહું છું અને હું ફ્રિક્વન્સી વિશે કહું છું તે અવકાશમાં વિસ્તરે છે જ્યારે હું જ્યારે કણની વાત કહું છું ત્યારે તે એવી વસ્તુ છે જે અવકાશ તરંગમાં સ્થાનીકૃત છે તે અવકાશમાં વિસ્તરે છે અને તે સમયાંતરે વિસ્તરે છે.

જ્યારે એક કણ અવકાશમાં સ્થાનીકૃત હોય છે અને તે સમયની પ્રગતિ સાથે એક બિંદુથી બીજા સ્થાને જાય છે અને તેમ છતાં ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર મને કહે છે કે તરંગ જે હતું તે ખરેખર પ્રકૃતિ જેવા કણને પ્રદર્શિત કરવાનું શરૂ કરી શકે છે જેમ તમે તરંગલંબાઈને જોતા નથી પરંતુ તમે એક કણને જોઈ રહ્યા છો.

ઊર્જાના જોડાણને કારણે પ્રકૃતિની જેમ,

તેથી જો કોઈ તરંગ ક્યારેક કણની જેમ વર્તે તો શું શક્ય છે કે હું બધું સ્પષ્ટ રીતે લખીશ

જેથી કહેવાતા કણો *assical particles* જે પણ આપણે ઉપયોગમાં લઈએ છીએ તે તરંગોની જેમ વર્તે છે મન તમને લાગે છે કે કુદરત જેવા કણને પ્રકાશ માટે આભારી હોવાના અમારા માટે અનિવાર્ય કારણો હતા કારણ કે અમને પ્રયોગો દ્વારા દબાણ કરવામાં આવ્યું હતું એવું નથી કે ખાલી કે આઈન્સ્ટાઈનને અચાનક કોઈ કાલ્પનિક વિચાર આવ્યો અને પછી તેઓએ કહ્યું.

ઠીક છે, ચાલો આપણે પ્રકાશને કણોથી બનેલો હોવાનું જાહેર કરીએ, એવું નથી કે અમને બ્લેક બોડી રેડિયેશનની સમસ્યા હતી, અમને ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરની સમસ્યા હતી,

તેથી જો એવું હોય તો આપણે આપણી જાતને પૂછવું જોઈએ કે શું કોઈ અનિવાર્ય કારણ છે કે કેમ પદાર્થ જેવું વર્તન કરવું જોઈએ? કણોનો જવાબ ઐતિહાસિક રીતે ખૂબ જ જટિલ છે અને અત્યારે આપણે જે રીતે ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યા છીએ તેનાથી તદ્દન અલગ છે કારણ કે ઐતિહાસિક રીતે જે બન્યું તે 1905 હતું જ્યારે આઈન્સ્ટાઈને સમજાવ્યું હતું કે ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરની સમજૂતી આપી હતી

તેથી જો મને બરાબર યાદ છે કે 1913 ત્યારે હતું જ્યારે બોહર મોડેલની દરખાસ્ત કરવામાં આવી હતી હવે બોહર મોડેલમાં તમે બધા તેનો અભ્યાસ આગામી લેક્ચરમાં કરશો અથવા તમે અભ્યાસ કર્યો હશે તમારા વર્ગખંડમાં પહેલેથી જ તમે જે કરો છો તે ખૂબ જ વિશિષ્ટ ભ્રમણકક્ષાને આમંત્રિત કરવા માટે છે અને ડીપ રાવલીને સમજાવું કે જો તમે ખરેખર પ્રકૃતિ જેવા તરંગને ઇલેક્ટ્રોનને આભારી છો જે તેને જન્મ આપશે તેને સ્થાયી તરંગો તરીકે જોઈ શકાય છે અને તે જ કારણ છે કે તે પ્રસ્તાવિત કર્યું કે દ્રવ્ય પણ તરંગ જેવું વર્તન પ્રદર્શિત કરી શકે છે અન્ય શબ્દોમાં દ્રવ્ય અને તરંગો વચ્ચે કોઈ મોટો તફાવત નથી તે બંને એક જ અંતર્ગત પદાર્થના અભિવ્યક્તિઓ છે અને ડી બ્રાઉલ એ પૂર્વધારણા ઇતિહાસમાં યોગ્ય ક્ષણે તૈયાર કરવામાં આવી હતી કારણ કે 1924 જ્યારે તેણે પ્રસ્તાવ મૂક્યો હતો પૂર્વધારણા દ્વારા અને 1926 માં બાબત એ છે કે જ્યારે સ્કોડિન્ગરે તેનું પ્રખ્યાત શ્રોડિન્ગર સમીકરણ લખ્યું હતું પરંતુ તે તે માર્ગ નથી જે આપણે આ વ્યાખ્યાનમાં લેવા જઈ રહ્યા છીએ કારણ કે તમારી પાઠ્યપુસ્તકમાં પ્રકાશના ફોટોન ખ્યાલ પછી તરત જ ઊંડા બોલી તરંગો રજૂ કરવામાં આવ્યા છે .

પ્રકાશની કણોની પ્રકૃતિ

તેથી હું તમને સૌંદર્યલક્ષી દૃષ્ટિબિંદુથી પદાર્થના તરંગ પાસાને જોવા માટે પ્રેરિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીશ

t અને પછીથી જ્યારે હું બોહર મોડેલની ચર્ચા કરવાનું શરૂ કરીશ ત્યારે હું તે બતાવીને દલીલ પૂર્ણ કરીશ કે તે કેવી રીતે સ્થાયી તરંગ હોઈ શકે છે

તેથી બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો અત્યાર સુધી આપણે જે કર્યું છે તે ઐતિહાસિક વિકાસને જોવાનું છે અને અમારી રજૂઆતમાં પણ તેનું પાલન કરવાનું છે પરંતુ હવે અમે ઇતિહાસને રિવર્સ કરવા જઈ રહ્યા છીએ અમે પહેલા ઊંડા બોલાયાલી તરંગો વિશે ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યા છીએ અને પછી અમે ચર્ચા કરીશું કે તે બોહર મોડેલ દ્વારા કેવી રીતે પ્રેરિત થયો

તેથી તે ખરેખર ખૂબ જ ક્રાંતિકારી હતા

તેથી જો તમે મારી પાસે જે સ્વાઈડ અહીં છે તે જુઓ તો તમે જોઈ શકો છો.

ડી બ્રાઉલીનું ચિત્ર અને ચાલો જોઈએ કે ડીપ બોલીએ એવું શું કર્યું છે કે મેં તમને કહ્યું હતું કે આપણે આખી ઘટનાને સૌંદર્યલક્ષી રીતે જોવા માંગીએ છીએ

તેથી સૌંદર્યલક્ષી સૌંદર્યલક્ષી શું છે તે આપણા મનને ખુશ કરે છે અને આ કિસ્સામાં તે છે.

આપણી બુદ્ધિ એ આપણી સંવેદના નથી, અહીં આપણી આંખો નથી સાહેબ જીભ કે સ્પર્શ એ આપણી બુદ્ધિ છે અને તેને સમપ્રમાણ નામના એક જ શબ્દમાં સારાંશ આપી શકાય છે તો આપણે જે સમપ્રમાણતા સ્થાપિત કરવા માંગીએ છીએ તે શું છે? તરંગ જેવી અસાધારણ ઘટના અને દ્રવ્ય કોષો અને તરંગો વચ્ચેનો વિશ્વનો ખૂબ જ સ્પષ્ટ વિભાજન હવે તેને વિશ્વની ભાષામાં કહીએ તો જો તરંગો કોર્પસ્કલ્સ તરીકે વર્તે તો સંભવતઃ એક સમપ્રમાણતા છે જે કહે છે કે અમુક સંજોગોમાં કણો પણ તરંગોની જેમ વર્તવાનું શરૂ કરશે.

સ્થાનિક કણોમાંથી કુદરત જેવા તરંગો ઉભરી આવશે તે એક અલગ પ્રશ્ન છે કારણ કે આખરે આપણે એનો જવાબ આપ્યો નથી કે તરંગમાંથી કુદરત જેવો કણ કેવી રીતે બહાર આવશે કાં તો આપણે પ્રયોગને સમજવા માટે એક પૂર્વધારણા બનાવવાનું કર્યું છે.

પ્રયોગની બુદ્ધિગમ્ય સમજૂતી આપો જેથી તરંગ જેવી વર્તણૂક અને કોર્પસ જેવી વર્તણૂક વચ્ચેનું જોડાણ શું વર્તન કરે છે તેની ઊંડી સમજણ આપો જે ખૂબ પછીના તબક્કે આવશે જ્યારે તમે લોકો ક્વોન્ટમ મિકેનિક્સમાં વધુ અધ્યતન અભ્યાસક્રમો લેવા જાઓ ત્યારે તમારું

ગ્રેજ્યુએશન 12મા ધોરણના અભ્યાસક્રમ માટે કોઈ બાબત નથી પરંતુ તે અમને નુકસાન પહોંચાડતું નથી શાસ્ત્રીય તરંગો અને શાસ્ત્રીય કણો વચ્ચે સમપ્રમાણતા સ્થાપિત કરવા માટે શાસ્ત્રીય તરંગો પરિમાણિત થાય છે અને તેઓ ક્વોન્ટમ વર્તન દર્શાવે છે ત્યાં ક્વોન્ટા કોર્પસલ્સ છે જે કણોની જેમ વર્તે છે

તેથી કદાચ શાસ્ત્રીય કણો ક્વોન્ટમ તરંગો જેવું વર્તન કરી શકે છે જેને આપણે દ્રવ્ય તરંગો તરીકે ઓળખીશું.

અમે જે નિવેદન કરવા માંગીએ છીએ તે માટે સૌથી મહત્વપૂર્ણ પ્રેરણા હવે સમપ્રમાણતા છે તે એક અસ્પષ્ટ વિચાર છે હું સમાનતા સ્થાપિત કરવા માંગુ છું હું તેમની સાથે સમાન ધોરણે વ્યવહાર કરવા માંગુ છું કોઈને પણ તર્કની જરૂર નથી અને તર્ક જે વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે તે સામ્યતા દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો.

અમારે સાદ્રશ્યનો ઉપયોગ કરવો પડશે અને જે રીતે આપણે સાદ્રશ્યનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તે કોઈ મામૂલી બાબત નથી, તમારે અમારા માર્ગમાં ફેરબદલ કરવાની જરૂર છે, અમારે રસ્તામાંથી અમારો માર્ગ કાળજીપૂર્વક શોધવો પડશે અને ચાલો જોઈએ કે તે કેવી રીતે આવે છે તેથી આ સ્વાઇડ સમાવે છે સામ્યતા પર કંઈક વધુ મેં તેને અહીં એકત્રિત કર્યું છે અને હું તેની વિસ્તૃત ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યો છું કે પદાર્થના તરંગો માટે આના શું પરિણામો આવે છે.

પ્રવચનના અંતે ચાલો આપણે પાછા જઈએ કે પ્લાન્ક અને આઈન્સ્ટાઈને પ્લાન્ક અને આઈન્સ્ટાઈને દરેક આવર્તન  $\nu$  સાથે કઈ ઊર્જાને સાંકળી હતી

તેથી હું તે પણ લખવા જઈ રહ્યો છું જેથી તે તમારા મગજમાં સ્પષ્ટપણે સ્થિર થઈ જાય જેથી  $\nu$  આપવામાં આવે અને ઊર્જાની ગણતરી થાય. તે ટીપ્પણ પૂર્વધારણા છે અને આ સંપૂર્ણપણે બિન-શાસ્ત્રીય બિન-શાસ્ત્રીય છે જો કે શાસ્ત્રીય રીતે આવર્તન અને તરંગલંબાઈ વચ્ચેનો બીજો સંબંધ છે અમે એક રંગીન પ્રકાશને જોઈ રહ્યા છીએ જેની આવર્તન બરાબર છે અને તે સંબંધ શું છે અને તે  $v$  બરાબર છે  $\lambda \nu = v$  અલબત્ત ખાલી જગ્યામાં પ્રકાશ માટે  $c$  છે શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ગતિ જે 3 થી 10 થી 8 મીટર પ્રતિ સેકન્ડની શક્તિ છે અથવા જે પણ છે તે આપણી પાસે છે

તેથી હવે આપણે જે લખી રહ્યા છીએ તે  $\mu$  અને  $\lambda$  વચ્ચેનો સંબંધ છે.

દરેક જણ જાણે છે કે

તેથી મારો લેમ્બડા  $c$  દ્વારા  $\nu$  દ્વારા આપવામાં આવ્યો છે જે મારી પાસે છે

તેથી જો હું તેને ઊર્જાની દ્રષ્ટિએ લખું તો મારું  $\nu$  છે  $e$  બાય  $h$

તેથી 1 ઓવર

તેથી  $\nu$  છે  $e$   $h$  1 પર  $\nu$  છે  $h$  દ્વારા  $e$

તેથી હું જાઉં છું  $g$  લખવા માટે  $\lambda = hc / \nu$   $\nu = hc / \lambda$  તે જ છે જે આપણે લખી રહ્યા છીએ એટલે એનો અર્થ એ છે કે આપણે એક ફ્રીક્વન્સીને એનર્જી સાથે અથવા એનર્જી સાથે સાંકળીએ છીએ જે ફ્રીક્વન્સી સાથે આપણે એનર્જીને તરંગલંબાઈ સાથે પણ સાંકળી રહ્યા છીએ જો તમે લોકો પાછા જાઓ અને ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર પરની અમારી લાંબી ચર્ચાને યાદ કરો, મેં દલીલ કરી હતી કે વેગની ઘનતા અને ઊર્જા ઘનતા  $c$  ના પરિબળથી સંબંધિત છે તો અમે શું કહ્યું મને આગળની સ્વાઇડ પર જવા દો જેથી જો હું ઊર્જા ઘનતા લખું મોનોક્રોમેટિક તરંગનું ચાલો આપણે કહીએ કે આપેલ આવર્તન સાથે પ્લેન વેવ તો  $c$  ના પરિબળ દ્વારા વેગની ઘનતા સાથે સંબંધિત છે ઊર્જા ઘનતા શું છે જે આપેલ વોલ્યુમમાં કુલ ઊર્જા છે જે મારી ઊર્જા ઘનતા છે અને મારો વેગ શું છે ઘનતા કે જે આપેલ વોલ્યુમમાં તરંગ દ્વારા વહન કરવામાં આવતી વેગ છે આ બંને  $c$  ના પરિબળ દ્વારા સંબંધિત છે અને આ પરિમાણીય રીતે યોગ્ય છે તેથી આ મારી ઊર્જા ઘનતા છે અને આ મારી વેગ ઘનતા છે હવે શું છે બેંક વ્યુ પોઇન્ટથી પ્લાન્ક વ્યુ પોઇન્ટથી એનર્જી ડેન્સિટી કંઈ પણ નથી પરંતુ દરેક ક્વોન્ટમમાં  $h \nu$  વડે ગુણાકાર કરવામાં આવેલી સંખ્યાની ઘનતા એ એનર્જી  $h \nu$  વહન કરે છે જે દરેક ક્વોન્ટમની એનર્જી છે અને તે સંખ્યા ઘનતાથી ગુણાકાર કરે છે જે હું છું મેળવવા જઈ રહ્યો છું અને મારી વેગની ઘનતા શું હશે તે ફરીથી દરેક ક્વોન્ટમ દ્વારા વહન કરવામાં આવતી વેગ દ્વારા વહન કરવામાં આવતી સંખ્યાની ઘનતા  $c$  વડે ગુણાકાર કરવામાં આવે છે

તેથી બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આ  $p$  એ ક્વોન્ટમ દ્વારા વહન કરવામાં આવેલ મોમેન્ટમ છે તેની ખાતરી કરવા માટે કે વેગને ઊર્જા સાથે જોડવાનું આ વિશ્લેષણ હતું.

આઈન્સ્ટાઈન દ્વારા ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઈફેક્ટમાં કરવામાં આવ્યું ન હતું કારણ કે તેણે ક્યાંય પણ ફોટોનના વેગ વિશે ચિંતા કરી ન હતી તેને માત્ર ફોટોનની ઊર્જાની જ ચિંતા હતી માત્ર ઊર્જા ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઈફેક્ટમાં સંતુલિત હતી જેમ કે સમજૂતી વેગને બિલકુલ ધ્યાનમાં લેવામાં આવ્યું ન હતું પરંતુ હવે જો તમે આને જુઓ, તમે ખરેખર આ સંબંધને રદ કરી શકો છો અને તમને એક સુંદર સંબંધ મળ્યો છે જે ફોટોનની ઊર્જા એક ફ્રીક્વન્સી વહન કરે છે.

$\nu$  એ બીજું કંઈ નથી પરંતુ  $p$  તે  $c$  માં આવર્તનને અનુરૂપ છે

તેથી આ ફોટોનની મોમેન્ટમ એનર્જી અને ફોટોનના વેગ વચ્ચેનો સંબંધ છે જે આપણે સાપેક્ષતામાં અથવા મોટા કણો માટે શોધીએ છીએ તેનાથી સંપૂર્ણપણે અલગ છે.

બિન-સાપેક્ષતાવાદી કેસ એ છે કે ઠીક છે ઉદાહરણ તરીકે તમે કણ માટે વેગ અને ઊર્જા વચ્ચેના સંબંધ તરીકે  $e$  બરાબર  $p$  ચોરસ બાય 2  $m$  લખો છો

પરંતુ અહીં આપણી પાસે  $e$   $\nu$  બરાબર  $p$   $\nu$   $c$  છે

તેથી આપણી પાસે જે છે તે છે ઊર્જા ચાલુ રહે છે જેમ આવર્તન વધતું રહે છે મારી ઊર્જા પણ વધતી રહે છે વેગ પણ વધતો રહે છે પરંતુ એવી રીતે કે તે હંમેશા એક જ ઝડપે પ્રવાસ કરે છે  $c$  આનાથી વિપરીત એક વિશાળ કણ સાથે જ્યાં તમે ઊર્જા વધારતા રહો તેમ વેગ પણ વધતો જાય છે.

વધતું જ રહે છે પણ પછી વેગ પણ વધતો જ જાય છે તમે ઝડપ વધાર્યા વિના વિશાળ કણની વેગની ક્ષણને વધારી શકતા નથી પણ અહીં ખૂબ જ સુંદર છે.

1 તેને જોવાની રીત તમારી પાસે  $e$   $nu$  બરાબર  $p$   $nu$   $c$  છે આ અમારા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે અને અમે તેનો ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યા છીએ

તેથી જો અમે તે કર્યું અને હું સમીકરણમાં પાછો બદલીશ તો હવે હું સંબંધ પણ લખી શકું છું.

લેમ્બડા દ્વારા  $p$  બરાબર  $h$

તેથી  $e$  બરાબર  $h$   $nu$  એ પ્લાન્ક વત્તા આઈન્સ્ટાઈને ઉપયોગ કર્યો હતો પરંતુ જો તમે ઊર્જા ઘનતા મોમેન્ટમ ડેન્સિટી દલીલનો ઉપયોગ કરો છો તો માત્ર માય ક્વોન્ટમ અપ એ ઊર્જા વહન કરે છે જે તમે જાણતા હતા અને આવર્તન નુ અનુરૂપ છે.

તરંગલંબાઈને અનુરૂપ વેગ એ આ બિંદુએ સંપૂર્ણપણે અલગ બાબત છે કે લેમ્બડા અને નુ અલબત્ત એકબીજાથી સ્વતંત્ર નથી કારણ કે લેમ્બડા  $nu$  માં  $c$  ની બરાબર છે જે આ બિંદુએ આપણા માટે ખૂબ મહત્વનું નથી જો કે મેં તેનો ઉપયોગ મારા વ્યુત્પત્તિ હું તમને કહીશ કે ડી બ્રોલીએ આને મૂળભૂત સંબંધ તરીકે શા માટે લેવાનું હતું

અને આ બિન-તુચ્છ છે

તેથી હું તમને જે સંદેશ આપવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું તે એ છે કે ડી બ્રોલીએ ફક્ત વિસ્તરણ કર્યું એવું નથી.

$ed$  ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક તરંગોના ક્ષેત્રમાં જે પણ બાબત માટે જાણીતી હતી

તે તેણે પસંદ કરવાનું હતું જ્યારે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક તરંગના કિસ્સામાં  $e$  બરાબર  $h$   $nu$  એ મૂળભૂત પ્રારંભિક બિંદુ હતું  $d$   $brawley$   $p$  બરાબર  $h$   $by$   $lambda$  એ પ્રારંભિક બિંદુ હતું

તેથી શું છે ઊડી  $broly$  દાવો

તેથી ચાલો આપણે વસ્તુ લખીએ  $d$   $broccoli$   $d$   $broly$   $conjecture$  ચાલો તેને  $d$   $broly$   $conjecture$  કહીએ કે  $p$  બરાબર  $h$   $by$   $lambda$  એ એક સાર્વત્રિક સંબંધ છે

તેથી સાર્વત્રિકનો અર્થ શું છે સાર્વત્રિક એટલે કે તે તમામ તરંગો અને તે ધરાવે છે તે તમામ બાબતોને ધરાવે છે તમામ તરંગો અને તમામ બાબતો માટે આ એક મૂળભૂત સંબંધ છે જે તમારી પાસે  $p$  નું સ્વરૂપ પસંદ કરવાની એકમાત્ર સ્વતંત્રતા છે

તેથી  $p$   $mv$  હોઈ શકે છે અથવા તે  $mv$  ઓવર સ્પેટ એક ઓછા  $v$  ચોરસ બાય  $c$  ચોરસ  $mv$  ગામા હોઈ શકે છે આ સાપેક્ષવાદી છે.

પહેલાનું એક બિન- સાપેક્ષવાદી છે હું વધુ ધ્યાનપૂર્વક લખું છું કે ફરીથી  $p$  ન્યુટોનિયન એ  $m$   $naught$   $v$  છે અને  $p$  આઈન્સ્ટાઈન  $n$

સાપેક્ષવાદી છે  $m$   $naught$   $v$  એક ઓછા  $v$  ચોરસ બાય  $c$  ચોરસના મૂળની ઉપર જેથી તારણ કાઢું આપણે જે કહીએ છીએ તેનો

સારાંશ આપવા માટે આપણે અત્યાર સુધી જે કંઈ કર્યું છે તે એ છે કે ડી બ્રોલીએ અનુમાન લગાવ્યું હતું કે લેમ્બડા દ્વારા  $h$  ની બરાબર  $p$  એ

કણો માટે પણ માન્ય છે

તેથી પ્લાન્ક ફ્રીક્વન્સીના કિસ્સામાં જાણીતું હતું અને ડીપ બ્રોડલીના કિસ્સામાં ઊર્જાની ગણતરી કરવામાં આવી હતી.

શું થઈ રહ્યું છે તે તમે વેગ જાણો છો અને તમે તરંગલંબાઈ કાઢી રહ્યા છો જે અસાધારણ રીતે મહત્વપૂર્ણ છે બીજા શબ્દોમાં  $p$  એ ઇનપુટ છે અને લેમ્બડા એ આઉટપુટ છે

તેથી આ અનિવાર્યપણે એક ઊડી લોલી પૂર્વધારણા છે અને આને પ્રાયોગિક પુષ્ટિની જરૂર છે કારણ કે અમે બંને તરંગોની સારવાર કરવાનો પ્રયાસ કર્યો છે.

અને બાબતો છે અને અમે લેમ્બડા દ્વારા  $h$  ની બરાબરીનો સંબંધ પણ કાઢ્યો છે જે અમે ભારપૂર્વક કહીએ છીએ તે એ છે કે તે માત્ર પ્રકાશ માટે વિશિષ્ટ નથી પણ તે તમામ તરંગો માટે પણ માન્ય છે અને આ તે નિવેદન છે જે અમે આ સ્વાઇડને આવશ્યકપણે બનાવ્યું છે.

મેં તમને જે કંઈપણ કહ્યું તેનો સારાંશ સમાવે છે

તેથી અમે સ્પષ્ટપણે ઉલ્લેખ કર્યા વિના પૂછવા બે પ્રશ્નો એ હતા કે ડીપ બ્રોલી એક્સ્ટેન્શન કેટલું મહત્વપૂર્ણ છે અને તે કેટલું તુચ્છ નથી આ બે મહત્વપૂર્ણ પ્રશ્નો છે જે આપણે પૂછવાના છે તો આપણે કયા મૂળભૂત સંબંધોનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ જેનો આપણે ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ

આપણે  $lambda$  બરાબર  $h$  ની  $p$  દ્વારા લખીએ છીએ અર્થાત્ જો તમે મને પી આપો તો તમને લેમ્બડા આપશે અને કોણ છે? તમને  $p$  આપવા જઈ રહ્યો છું તે કાં તો મિસ્ટર ન્યૂટન છે અથવા આઈન્સ્ટાઈન ન્યૂટન તમને કહેશે કે  $p$  બરાબર  $mv$  છે અને આઈન્સ્ટાઈન તમને

કહેશે કે ઊર્જા અને ગતિ વચ્ચેનો સંબંધ  $e$  ચોરસ બરાબર  $p$  ચોરસ  $c$  ચોરસ વત્તા  $m$   $naught$  ચોરસ  $c$  દ્વારા આપવામાં આવે છે.

4 ની શક્તિ માટે જે એમપી લખવા સમાન છે તે એમવી ગામા સમાન છે અને બંને સંબંધો સમાન છે

તેથી મેં આ વિશિષ્ટ સ્વરૂપમાં કાગળની શીટ પર મારામાં લખ્યું છે તે રીતે લખ્યું નથી

કારણ કે આપણા માટે શું મહત્વનું છે ખરેખર ઊર્જા અને વેગ વચ્ચેનો સંબંધ છે જે આપણે હંમેશા અનુમાન કરી શકીએ છીએ કે વેગ શું છે તે ઊર્જા અને વેગ વચ્ચેનો સંબંધ છે જે વ્યાખ્યાનના અંતે આપણા માટે મહત્વપૂર્ણ છે અને

તેથી જ મેં તેને આ ચોક્કસ સ્વરૂપમાં લખ્યું છે.

તેથી અમે એક અનુમાન લગાવ્યું છે કે દ્રવ્ય પણ અસાધારણ ઘટનાની જેમ તરંગો પ્રદર્શિત કરી શકે છે હવે દ્રવ્યનો અમારો અર્થ શું છે

તેથી એક વસ્તુ જે હું કરી શકું છું તે એ છે કે લેમ્બડા શું છે તેનો અંદાજ કાઢવો એ  $h$   $by$   $p$  હું તમારા માટે કામ કરીશ નહીં.

તેથી કોઈપણ રીતે તે તમારા પાઠ્યપુસ્તકોમાં આપવામાં આવ્યું છે,

તેથી તમે શું કરી શકો તે છે કે તમારી બાબતને ટેનિસ બોલ તરીકે લેવા દો,

તેથી કલ્પના કરો કે એક ખૂબ જ ઝડપી બોલ જે બોલને 100 કિલોમીટર પ્રતિ કલાક અથવા 120 કિલોમીટર પ્રતિ કલાકની ઝડપે બોલ ફેંકી રહ્યો છે.

કલાક જે ખૂબ જ ઝડપી બોલ છે જે આસપાસ જઈ રહ્યો છે અને તમે જાણો છો કે બોલનું દળ શું છે કદાચ 100 ગ્રામ અથવા ગમે તેટલું છે જો તમે તેમાં મુકો અને તમને ખબર પડે કે આ લેમ્બડા શું છે આ એક અવિશ્વસનીય રીતે નાની સંખ્યા હશે

તેથી આ સંખ્યા 10 ના ક્રમમાં હોઈ શકે છે માઈનસ 30 ની શક્તિ અથવા 10 થી માઈનસ 34 સેન્ટિમીટરની શક્તિ અથવા ગમે તે હોય આ સંખ્યા એટલી અવિશ્વસનીય રીતે નાની છે કે તે વસ્તુની પ્રકૃતિ જેવી તરંગને જાહેર કરી શકતી નથી જે તમને ક્રમમાં વ્યાજબી રીતે મોટી તરંગલંબાઈ જોઈએ છે સમજવું કે તે એક તરંગ છે જો તરંગલંબાઈ ખૂબ જ નાની થઈ જાય તો તે લગભગ કોર્પસ રંગની જેમ બની જાય છે તેથી આપણે તે પરિસ્થિતિમાં આવવા માંગતા નથી, અમને એકદમ મોટી તરંગલંબાઈ જોઈએ છે તેથી મોટી તરંગલંબાઈ મેળવવા માટે તે શું છે જે આપણી પાસે છે અહીં આપણે  $p$  માં બેઠા છીએ.

ડીનોમિનેટર હું વેગને કંટ્રોલ કરી શકું છું બરાબર મારો મતલબ કે હું મારો બોલ ધીમી ગતિએ પણ ફેંકી શકું છું પણ મારું મીટર ખૂબ જ નાની સ્પીડ માટે પણ એટલું મોટું છે કે શું થવાનું છે મારો લેમ્બડા એકદમ નાનો હશે

તેથી મેં આપેલી રીતે તમે એક ખોટું સાદૃશ્ય મને ખૂબ જ દિલગીર છે કે મારે શું કહેવું જોઈએ તે એ છે કે જો મારો ટેનિસ બોલ ખૂબ જ ધીમેથી આગળ વધી રહ્યો હોય તો પણ હું તેને જમીન પર સ્વાઇડ કરું છું, મારો લેમ્બડા ખૂબ જ નાનો હશે કારણ કે માસ ખૂબ મોટો છે તેથી મારે ખૂબ જ જોવું જોઈએ.

ખૂબ જ હળવા કણો મારે ખૂબ જ હળવા કણોની શોધ કરવી જોઈએ અને તે કણો વાસ્તવમાં તરંગ જેવા વર્તનને બતાવવા માટે કંઈક સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરવામાં સક્ષમ હોવા જોઈએ જેમ કે તે ડબલ સ્લિટ પ્રયોગ હોઈ શકે છે અથવા તે  $w$  તરીકે વિવર્તન હોઈ શકે છે .

e થોડીવારમાં ચર્ચા કરવા જઈ રહ્યા છીએ અને શ્રેષ્ઠ ઉમેદવાર ઇલેક્ટ્રોન છે કારણ કે ઇલેક્ટ્રોન પાસે 0.

5 meV બાય c સ્કેલરનું બાકીનું દળ છે જે ખૂબ જ નાનું છે અને

તેથી જો હું ખરેખર અલગ-અલગ ઉર્જા અને

તેથી વિવિધ ગતિના ઇલેક્ટ્રોનનો ઉપયોગ કરી શકું તો હું ચકાસવા માટે સક્ષમ હોવું જોઈએ કે શું ઊંડી બ્રોગલ પૂર્વધારણા સાચી છે કે નહીં, અલબત્ત આપણે બિન-સાપેક્ષવાદી શાસનમાં કામ કરવા જઈ રહ્યા છીએ

તેથી મારી ગતિ  $m$  માં  $v$  તે જ હશે જે મારી પાસે હશે અને માસ પોઈન્ટ મે દ્વારા આપવામાં આવશે.

0.

5  $\mu v$  બાય c ચોરસ હોય અને આ બીજું કંઈ નહીં પણ 0.

5 meV માં  $v$  બાય c હશે

તેથી આ તમારી કણની ગતિ હશે અને તે ખૂબ મોટી નહીં હોય

તેથી જો  $p$  નાનો હોય તો મારો લેમ્બડા પૂરતો મોટો હોઈ શકે છે.

મોટા પ્રમાણમાં ડી બ્રાઉલી એ પૂર્વધારણા પર અટક્યા નહીં કે તેમણે સૂચવ્યું કે ઇલેક્ટ્રોનની પ્રકૃતિ જેવી તરંગો સ્ફટિકોમાંથી વિવર્તનમાં જોઈ શકાય છે ઊંડી ખીણ ભાગ્યશાળી હતી કે તે સમય સુધીમાં સ્ફટિકનું માળખું જાણીતું હતું .

s એ એક નિયમિત સપ્રમાણ પદાર્થ હોવાનું માનવામાં આવે છે અને પિતા બ્રેગ અને સન બ્રેગ એ બે બ્રેક્સને વાસ્તવમાં વિવર્તન માટેની સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરી હતી અને તે અહીં આ સ્વાઇડમાં દર્શાવવામાં આવ્યું છે જે હું તમને હવે સમજાવવા માંગુ છું જો તમે આ સ્વાઇડ જુઓ તો કાળજીપૂર્વક અમારી પાસે અણુઓની સામયિક શ્રેણી છે અને અમે પ્રકાશ મોકલવા જઈ રહ્યા છીએ આ દલીલ પ્રકાશ માટે છે અને અમે ઇલેક્ટ્રોન માટે પણ તે જ દલીલનો ઉપયોગ કરવા માંગીએ છીએ હવે શું થવાનું છે જ્યારે તમે પ્રકાશ મોકલો છો જમણી તરંગલંબાઈ હું છેદ પર આવવાનો છું જમણી તરંગલંબાઈ શું છે પછી શું થાય છે આ પ્રકાશ કિરણો ક્રમિક પ્લેન દ્વારા પ્રતિબિંબિત થાય છે કારણ કે દરેક સ્ફટિકને દરેક પ્લેનમાં અણુઓની ગોઠવણી તરીકે જોઈ શકાય છે અને પછી તેની નીચે એક પ્લેન છે.

તેની નીચેનું એક વિમાન છે અને વિમાનો વચ્ચેનું વિભાજન એ છે જે અહીં  $d$  દ્વારા સૂચવવામાં આવ્યું છે,

તેથી ચાલો હું અહીં મોટા અક્ષરોમાં સમજાવું કે જો તે તમને દૃશ્યમાન ન હોય તો અમારી પાસે શું છે  $ve$  શું હું તેને અતિશયોક્તિ કરી રહ્યો છું

તેથી અણુઓને એરેમાં ગોઠવવાની કલ્પના કરો અને હું કહું છું કે તેમની વચ્ચેનું અંતર  $d$  છે તે જ મારી પાસે અહીં છે હવે શું થાય છે ચાલો આપણે અહીં આ સ્વાઇડ પર પાછા આવીએ જો તમે કલ્પના કરો કે એક કિરણ પ્રકાશ આવી રહ્યો છે તે ઉપરના સ્તરમાં અથવા નીચેના સ્તરમાં પ્રતિબિંબિત થઈ શકે છે

તેથી આ બે અણુઓના જાળીના બિંદુઓ બતાવવામાં આવે છે અને પછી જ્યારે તેઓ પ્રતિબિંબિત થાય છે ત્યારે તમે જોઈ શકો છો કે ત્યાં એક પાથ તફાવત છે અને તબક્કામાં તફાવત છે

તેથી મને ચાલો ફરીથી સમજાવો કે મોટા અક્ષરોમાં અહીં મોટું ચિત્ર છે

તેથી મારી પાસે આ છે

તેથી અહીં એક પ્રકાશ કિરણ છે જે અહીં આવે છે અને અહીં પ્રતિબિંબિત થાય છે અને બીજું પ્રકાશ કિરણ છે જે અહીં આવે છે અને અહીં પ્રતિબિંબિત થાય છે

તેથી આ મારું ઉપરનું કિરણ છે અને આ મારું છે નીચું કિરણ

તેથી દરેક સંમત થાય છે કે ઉપલા કિરણ નીચલા દરની તુલનામાં નાનું અંતર કાપે છે કારણ કે તેને પ્લેન સુધી પહોંચવાનું છે અને તેણે પાછા આવવું પડશે અને અમે ભારપૂર્વક કહીએ છીએ કે આ  $d$  છે અને મારે મારી ડિઝાઇન  $m$  વ્યાખ્યાયિત કરવી પડશે  $y$  થીટા વિભાજિત કરો

આ મારી થીટા છે અને આ મારી થીટા છે પ્રતિબિંબના કાયદા દ્વારા ઘટનાનો કોણ પ્રતિબિંબના ખૂણા જેટલો જ છે જે મારી પાસે છે તે આ મારો થીટા છે

તેથી એક ખૂબ જ સરળ ત્રિકોણમિતિ કસરત તમને જણાવશે કે વધારાનું અંતર શું છે જે વધારાનું અંતર મુસાફરી કરવામાં આવે છે તે 2 ડી સિન થીટા સિવાય બીજું કંઈ નથી, જે આપણે અહીં બતાવી રહ્યા છીએ,

તેથી હવે જો હું આ વધારાના અંતરને જોઉં કે જે પ્રકાશ દ્વારા મુસાફરી કરવામાં આવ્યું છે, તો અનુરૂપ તબક્કામાં તફાવત છે હવે તમે શું કરવા જઈ રહ્યા છો તે છે રચનાત્મક દખલગીરી હોવી જોઈએ એવી માગણી કરવા માટે કૃપા કરીને યાદ રાખો કે જ્યારે આપણે પ્રકાશ માટે પ્રકૃતિ જેવા તરંગ માટેના પુરાવાની ચર્ચા કરવાનું શરૂ કર્યું ત્યારે અમે ખરેખર દખલગીરીની સ્થિતિ નક્કી કરી હતી અને શરત એ છે કે આ લેમ્બડાનો પૂર્ણાંક ગુણાંક હોવો જોઈએ

તેથી જો ચોક્કસ આવર્તનની તરંગલંબાઇ એક સ્ફટિકને અથડાવી રહ્યું છે અને તે પાછું પ્રતિબિંબિત થઈ રહ્યું છે તો પછી આપણને જે મળે છે તે રચનાત્મક દખલગીરી માટે  $n$  લેમ્બડાની બરાબર બે ડી  $\sin$  થીટા છે અને શું છે શરત  $n \sin$  એ પૂર્ણાંક હોવો જોઈએ

તેથી આપેલ તરંગલંબાઇના પ્રકાશ માટે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો જો તમે ઉદાહરણ તરીકે ક્રિસ્ટલને ફેરવવાનું યાવુ રાખો જેથી કરીને તમે કોણ બદલી શકો અથવા તમે તમારા ડિટેક્ટરને ફેરવી શકો જેથી કરીને તમે કોણના ફેરફારને જોઈ શકો.

કારણ કે તરંગ આ રીતે આવી રહ્યું છે ત્યાં થીટાના ચોક્કસ મૂલ્યો હોવા જોઈએ કે જેના પર તમે મહત્તમ રચનાત્મક હસ્તક્ષેપ શોધવા જઈ રહ્યા છો અને

તેથી ત્યાં તીવ્રતા ટોચ પર આવશે અને તે સાઈન થીટા  $n$  લેમ્બડા દ્વારા 2 ડી દ્વારા આપવામાં આવશે

તેથી થીટા સાઈન હશે 1 ની બરાબર 2  $dn$  બાય ઇન્વર્સ અને લેમ્બડા તમને પ્રથમ મેક્સિમા  $n$  બરાબર 2 આપશે બીજી મેક્સિમા આપશે અને

તેથી આગળ આપણે તે શોધી શકીશું અને આ બરાબર પાછળની સ્થિતિ છે

તેથી તમારે જાણવામાં રસ લેવો જોઈએ પિતા બ્રેગ અને જુનિયર બ્રેગ બંનેને આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ કાર્ય માટે નોબેલ પુરસ્કાર મળ્યો હતો અને પ્રેમથી વાસ્તવમાં માન્યતા મળી હતી કે જો તમને સોડિયમ અથવા તાંબુ અથવા કોઈપણ ધાતુ જેવું સ્ફટિક આપવામાં આવે તો ઠીક છે .

આ પ્રકારના વિવર્તનને જોવા માટે યોગ્ય તરંગલંબાઇ અથવા આવર્તન એક્સ-રે પ્રદેશમાં છે ત્યાં તમારું પ્રખ્યાત એક્સ-રે વિવર્તન છે અને આજે તે સ્ફટિક માળખું નક્કી કરવા માટે અમારા માટે અસાધારણ રીતે મહત્વપૂર્ણ સાધન છે

તેથી આ બિંદુએ હું તમને જણાવવું જોઈએ કે મેં તમને જે બતાવ્યું છે તે ખૂબ જ સરળ દૃશ્ય છે  $d$  તમે આ ક્રિસ્ટલના કયા ચહેરાને જોવા જઈ રહ્યા છો તેના આધારે તે બદલી શકે છે તે ત્રણ સૂચકાંકો  $hkl$  સાથે આવશે

તેથી લોકો સામાન્ય રીતે કહે છે એક એક વિમાન એક એક પ્લેન બે બે બે પ્લેન એક એક શૂન્ય પ્લેન આમ અને આગળ

તેથી ક્રિસ્ટલને વિવિધ ખૂણાઓ પર જોઈને તમે સ્ફટિકનું માળખું નક્કી કરી શકશો જો તમે તરંગલંબાઇ ખૂબ જ ચોક્કસ રીતે જાણો છો અને આજે પણ એક્સ-રે વિવર્તન  $xrd$  જેને સામાન્ય રીતે કહેવામાં આવે છે તે ખૂબ જ શક્તિશાળી સાધન છે અને આ એક ડીપ બ્રોલીનો ઉપયોગ કરવા ઇચ્છતો હતો જેથી ડીપ બ્રોગલીએ એવી પૂર્વધારણા બનાવી કે તે એક સિદ્ધાંતવાદી હતો અને તેણે ટ્રવ્યના તરંગો પર તેની થીસીસ લખી એટલું જ નહીં તેણે પીએચ પણ મેળવ્યું.

$d$  તમને ખૂબ જ જલ્દી નોબેલ પુરસ્કાર પણ મળ્યો હતો

તેથી તે તે દુર્લભ ક્રિસ્ટાઓમાંથી એક છે જે લગભગ 1920 ના દાયકામાં બન્યું હતું જ્યારે તમામ થીસીસને નોબેલ પારિતોષિક મળ્યા હતા હેઈઝનબર્ગ અમ ડી બ્રાઉલી ડીરાક આ બધા લોકોએ તેમના નોબેલ પુરસ્કાર મેળવવા માટે તેમના થીસીસનું કામ કર્યું હતું પરંતુ જે બે સજ્જનોએ પ્રયોગો કર્યા હતા તે હું તમને અહીં તેમની તસવીર બતાવી રહ્યો છું ડેવિસન અને જર્મા આ લોકો યુનિવર્સિટીમાં કામ કરતા ન હતા તેઓ બેલ લેબમાં હતા અને તેઓ પ્રયોગો કરી રહ્યા હતા અને આ લોકોએ ઓગણીસ સત્તાવીસમાં ઊંડા બ્રાઉલી પૂર્વધારણાની ચકાસણી કરી હતી તો શું છે? અમે કહીએ છીએ કે ઓગણીસ ચોવીસ એ મેટર વેવ પૂર્વધારણા છે અને 1927 જ્યારે નિકલ ક્રિસ્ટલ પર ચકાસવામાં આવ્યું ત્યારે

એવું નથી કે લોકોએ ઊંડી બ્રોલી પૂર્વધારણાને ખૂબ ગંભીરતાથી લીધી હતી પરંતુ તે એવી કઠોર ટીકાનો પણ સામનો કરી શકી ન હતી કે ફોટોન પ્રત્યે આઈન્સ્ટાઈનની માન્યતાનો સામનો કરવો પડ્યો હતો કારણ કે તે દરમિયાન તેના બોહર મોડેલમાં ફોટોન અને બોહરની વિભાવના દ્વારા સામગ્રીના સ્કેટરિંગને ખૂબ સારી રીતે સમજવામાં આવ્યું હતું .

મરઘી એક ઇલેક્ટ્રોન ઉત્તેજિત અવસ્થામાંથી ઉચ્ચ ઉત્તેજિત સ્થિતિમાંથી નીચી ઉત્તેજિત અવસ્થામાં અથવા ભૂમિ અવસ્થામાં સંક્રમણ કરે છે, જેમાંથી ઉત્સર્જિત કિરણોત્સર્ગ વાસ્તવમાં પ્લાન્ક નિયમનું પાલન કરે છે  $e h \nu$  ની બરાબર છે

તેથી તે અર્થમાં ડી બ્રોલી નસીબદાર હતો

તેથી તેણે બનાવ્યા પછી 1927 માં ડેવિસન અને જર્માએ એક ખૂબ જ સુંદર પ્રયોગ કર્યો હતો જેણે ચકાસ્યું હતું કે

તેથી આ તે પ્રખ્યાત પેપર છે જેનો દરેક વ્યક્તિ સંકેત આપે છે જે ભૌતિક સમીક્ષામાં પ્રકાશિત થયો હતો પરંતુ ત્યારબાદ 1928 માં તેઓએ વિજ્ઞાનની રાષ્ટ્રીય એકેડેમીની કાર્યવાહીમાં બીજો પેપર પ્રકાશિત કર્યો હતો જ્યાં તેઓ ફરીથી પરિણામ ચકાસ્યું અને તેઓએ તેમના પ્રયોગ અને ઊંડી વ્યાપક પૂર્વધારણા બંનેનું વિગતવાર વર્ણન અને ટીકા લખી આ બિંદુએ હું એક વિષયાંતર લેવા માંગુ છું અને હું તમને જણાવવા માંગુ છું કે આ પ્રયોગ કેવી રીતે થયો કારણ કે ખરેખર બોલતા ડેવિસ અને જર્મા આમાં નહોતા.

ડીપ બ્રોલી પૂર્વધારણાને ચકાસવાનો ધંધો તેઓને કંઈક બીજું ચકાસવામાં રસ હતો અને થોડો સમય બી.

એ.

$ck$  કદાચ એક વર્ષ પહેલા અથવા ગમે તે હોય ત્યારે તેઓ એક પ્રયોગ કરી રહ્યા હતા ત્યારે કેટલીક કાયની નળી હતી જેમાં હવા અને થોડું

પ્રવાહી હતું અને ઊંચા તાપમાનને કારણે ટ્યુબમાં વિસ્ફોટ થયો હતો અને તેમની પાસે એક ક્રિસ્ટલ હતું જે ખરેખર નિકલ હતું પરંતુ તે પોલી ક્રિસ્ટલ હતું તે એક પણ નહોતું.

ક્રિસ્ટલ જેથી આખી વસ્તુ ક્રિસ્ટલ પર પડી અને તેનાથી ઘણી ગડબડ થઈ પરંતુ ડેવિડ અને જર્માએ તે છોડવું ન હતું તેઓ ક્રિસ્ટલને પાછું મેળવવા અને સપાટી પર એકઠા થયેલા તમામ પ્રવાહીને દૂર કરવા માંગતા હતા જે તે સપાટી પર શોષાઈ ગયા હતા.

તેથી તેઓએ જે કર્યું તે કાળજીપૂર્વક ઠંડી ગરમી ઠંડકને ગરમ કરવાનું હતું જેથી કરીને તમામ પ્રવાહી અથવા અન્ય વાયુઓ કે જે શોષી લેવામાં આવ્યા હતા

તે દૂર થઈ જાય અને તે માટે તેમને ઘણા મહિનાઓ લાગ્યા પરંતુ તેમના દર્દાના કામે તેમને કંઈક અસાધારણ આપ્યું અને તેઓને અચાનક ખબર પડી કે તેઓ શું કરે છે.

જે મળ્યું હતું તે વાસ્તવમાં લગભગ સંપૂર્ણ સિંગલ ક્રિસ્ટલ હતું તે પોલીક્રિસ્ટલિન જથ્થો ન હતો પરંતુ તે સિંગલ ક્રિસ્ટલ હતું સિંગલ ક્રિસ્ટલ આજે મેળવવું સરળ નથી અલબત્ત આપણે જાણીએ છીએ કે સિલિકોન અથવા તેના જેવી વસ્તુઓ માટે અસાધારણ રીતે સારા સંપૂર્ણ સિંગલ સ્ફટિકો કેવી રીતે મેળવવી પરંતુ ઓગણીસ વીસમાં એવું નથી અને તેઓએ બ્રેગ ડિફ્રેક્શન નિયમનો ઉપયોગ કરીને ચકાસણી કરી કે તે સિંગલ ક્રિસ્ટલ છે

તેથી તેઓએ એક એક પ્લેન વનને ઓળખી કાઢ્યું.

ફોન્ડલવર નિયમોનો ઉપયોગ કરીને વન વન પ્લેન પછી તેઓએ જે કર્યું તે ઇલેક્ટ્રોનને એક વન વન પ્લેન તરફ દિશામાન કરવાનું હતું કારણ કે તેઓ માનતા હતા કે ઇલેક્ટ્રોન કણો છે

તેથી તેઓ વિખેરાઈ જશે અને તેમાંથી કેટલાક વાસ્તવમાં પસાર થશે અને તેઓ અપેક્ષા રાખે છે કે તે બધા કેટલાકમાં ચેનલાઈઝ થશે.

ચોક્કસ દિશા જેમ કે કણ પ્રકૃતિના કિસ્સામાં થાય છે

તેથી તેઓએ ચોક્કસપણે વિચાર્યું ન હતું કે તેઓ ઇરાદાપૂર્વકની પૂર્વધારણાને સાબિત કરવા અથવા નકારી કાઢવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યા છે કે તેઓ ઇલેક્ટ્રોન કણની જેમ વર્તે છે તેવી પરંપરાગત ધારણાઓ હેઠળ કામ કરી રહ્યા હતા.

કેથોડ કિરણો તમને કહે છે પરંતુ તેમને જે મળ્યું તે ખરેખર અસાધારણ હતું

તેથી નિષ્ણાત શું છે જો તમે તમારી સ્વાઇડ જુઓ છો તો તમને એક યોજનાકીય સમજૂતી યોજનાકીય આકૃતિ મળે છે

તેથી યોજનાકીય આકૃતિ તમને શું કહે છે આ યોજનાકીય રેખાકૃતિ આવશ્યકપણે તમને કહે છે

તેથી તમારે કેટલીક વસ્તુઓ જોવાની જરૂર છે ત્યાં એક ઇલેક્ટ્રોન ગન છે જે ઇલેક્ટ્રોન ઉત્પન્ન કરે છે.

બીમ હવે અહીં સૌથી નિર્ણાયક બાબત એ છે કે તમે ખરેખર વેગ આપવા માટે સક્ષમ હોવો જોઈએ તમે વેગમાં ફેરફાર કરવા માટે સક્ષમ હોવા જોઈએ જે તમે કરવા માટે સક્ષમ હોવા જોઈએ

તેથી તમે જે કરો છો તે વોલ્ટેજ તફાવતને ચોક્કસ વોલ્ટેજ દ્વારા પ્રવેગિત કરવા માટે છે પછી શું બને છે કારણ કે તે તેની ઊર્જાને વેગ આપે છે તેની વેગ વધે છે અને જેમ જેમ વેગ વધે છે તેની તરંગલંબાઈ બદલાય છે તે નાના મૂલ્યથી મોટા મૂલ્યમાં શરૂ થાય છે અને નાના મૂલ્યમાં જવાનું શરૂ કરે છે

તેથી તે પછી નિયંત્રણમાં આવે છે પછી તમે જુઓ છો કે તે કોણ પર થીટા છે એક નિકલ લક્ષ્ય મારા ઇલેક્ટ્રોન પ્રતિબિંબિત થઈ રહ્યા છે અને મેં એક જંગમ કલેક્ટર મૂક્યું છે જેથી મોબાઇલ કલેક્ટર વ્યક્તિ વચ્ચે તફાવત કરવાનો પ્રયાસ ન કરે indra ઇલેક્ટ્રોન તે ફક્ત પૂછશે કે કેટલો ચાર્જ એકત્ર થયો છે કેટલો ચાર્જ એકત્ર થયો છે તે જોઈને જાણવામાં આવશે કે કેટલો પ્રવાહ વહે છે

તેથી વર્તમાન એ તીવ્રતાનું માપ છે અને તે ગેલ્વેનોમીટર દ્વારા જાણી શકાય છે જે તમે અલબત્ત અહીં બતાવો છો.

તમે હવાના પરમાણુઓ સાથે અથડામણને કારણે નુકશાન નથી ઇચ્છતા તમે ઇલેક્ટ્રોન બીમ માટે કોઈ વિદ્યેષ્ટતા ઇચ્છતા નથી તમારે એકદમ મોનોક્રોમેટિક હોવું જોઈએ મારે મોનોક્રોમેટિક શબ્દનો ઉપયોગ ન કરવો જોઈએ તમારે એકદમ મોનો એનર્જેટિક હોવું જોઈએ

તેથી મોનો મોમેન્ટમ

તેથી વેક્યુમ ચેમ્બર છે.

તમારી પાસે જે છે તે છે અને પછી તમે જે કરો છો તે તમારા ગેલ્વેનોમીટરને ખસેડવાનું છે કે વર્તમાનને માપવા અથવા વિચલનને જોવું એ વિદ્યેષ્ટ એ એક માપ છે કે કેટલો પ્રવાહ વહે છે તમે બધાએ તમારા ગેલ્વેનોમીટર સાથે પ્રયોગો કર્યા છે અને તમે જુઓ છો કે તે શું છે.

તેથી આ તમારી ncr t પુસ્તકમાં ખૂબ જ સુંદર રીતે કરવામાં આવેલ યોજનાકીય આકૃતિ છે અને ડેવિડસન અને જર્માએ બરાબર આ જ કર્યું છે પરંતુ આગળની પ્લેટ શી ws વાસ્તવમાં પોતે ઉપકરણ છે

તેથી આ 1927નું ઉપકરણ છે કે જે લોકોએ તેનો ઉપયોગ કર્યો હતો તે 1927માં ભૌતિક સમીક્ષામાંથી લેવામાં આવ્યો હતો, તે પછી પણ તે એક યુવાન જર્નલ હતું કારણ કે મોટાભાગના મહાન કાગળો યુરોપિયન જર્નલમાં પ્રકાશિત થયા હતા

તેથી તમે જુઓ છો કે ત્યાં કંઈક કહેવાય છે.

g જે ઇલેક્ટ્રોન ગન છે અને t એ લક્ષ્ય છે તેમની વચ્ચે વોલ્ટેજ તફાવત છે અને જેને આપણે c તરીકે ઓળખીએ છીએ તે કલેક્ટર છે અને આ કલેક્ટર ખરેખર તે ચાપ સાથે આગળ વધે છે જે તેના બદલે ગોળાર્ધ છે અને તમે તેને અને તેના બાકીના ભાગને જોવાનું શરૂ કરો છો. તમે વસ્તુને કેવી રીતે ખસેડો છો તે તમામ નિયંત્રણો છે ત્યાં ઝરણા છે આ વિવર્સ છે અને તેઓ તમને શું કહેતા નથી અને તેઓએ જે કર્યું તે ખરેખર ખૂબ જ કાળજીપૂર્વક પ્રયોગ કરવાનો હતો અને તમારા માટે સૌથી અગત્યની બાબત એ છે કે લક્ષ્ય હતું.

એક સરસ સિંગલ ક્રિસ્ટલ અને તમારામાંથી જેઓ સ્ફટિક વિજ્ઞાનથી થોડા પરિચિત છે તેમના માટે તેઓ જે જોઈ રહ્યા હતા તે વાસ્તવમાં

એક જ હું, જો તમે વન વન પ્લેન શું છે તેનો અર્થ સમજાતો નથી, પરંતુ આ ઉપકરણ છે ઠીક છે હવે આ તે પ્રાયોગિક પરિણામો છે જેની આપણે હવે થોડી લંબાઈ પર ચર્ચા કરવા માંગીએ છીએ  
 તેથી કદાચ હું હા તે પહેલાં હું બતાવી શકું કે અહીં તમારું પુસ્તક તમને જણાવે છે કે પ્રયોગો 40 થી 64 વોલ્ટની વચ્ચે ક્યારેક કરવામાં આવ્યા હતા  
 તેથી વોલ્ટેજ ડ્રોપ 48 થી 64 સુધી બદલાઈ રહ્યો હતો.

તેથી જો તમે ધારો કે ઇલેક્ટ્રોન ખૂબ જ ઓછી ઉર્જાથી શરૂ થાય છે લગભગ બાકીના સમયે તેમના દ્વારા મેળવેલી ઉર્જા કેટલી છે? ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટ અથવા 64 ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટ અથવા તેમની વચ્ચેનું કંઈક હવે તમે શું કરો છો, ચાલો આપણે કહીએ કે 60 ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટ તેને  $p$  સ્ક્વેર્ડ બાય 2m સાથે સરખાવે છે અને પછી તમારો  $p$  શોધો પછી તમે તમારી ડીપ બ્રોલી પૂર્વધારણાનો ઉપયોગ કરો અને તમારા લેમ્બડાને શોધો તેથી આવશ્યકપણે સંદેશ એ છે કે જ્યારે તમારી ઉર્જા 48 થી 65 વોલ્ટમાં બદલાતી હોય ત્યારે ગતિ અનુરૂપ બદલાતી રહે છે અને હું આ વિખરાયેલા કોસ સેકશનને જોઈ રહ્યો છું જે આપણે જોઈ રહ્યા છીએ અને આ આકૃતિમાં તમે જોઈ શકો છો કે તમે શું કર્યું છે તે બે આકૃતિઓ છે તમે તમારું વોલ્ટેજ નક્કી કર્યું છે અને તમે તમારું અઝીમથ એંગલ બદલી રહ્યા છો અને તમે તમારા અઝીમથ એંગલને બદલી રહ્યા છો તમારો અઝીમથ એંગલ કંઈક એ થિટા જેવો છે જે અમે લખ્યો છે તેમાં મેળ ખાતો નથી.  
 નોટેશન અને તમે જુઓ છો કે 65 વોલ્ટ અને 54 વોલ્ટ બંને માટે ખૂબ જ સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત શિખરો છે 54 વોલ્ટ મોટા તરંગલંબાઈને અનુરૂપ છે 65 વોલ્ટ ટૂંકી તરંગલંબાઈને અનુરૂપ છે કારણ કે વેગ વધ્યો છે અને ડેવિસ અને જર્મનિ તેમના પ્રયોગમાં તેમની અપેક્ષાથી વિપરીત શું મળ્યું છે આ તે શિખરો છે કે જ્યાં ડી બ્રાઉલી અનુસાર મહત્તમ રચનાત્મક દખલગીરી થઈ રહી છે તે ખૂબ જ સારી રીતે સંમત છે તેની સાથે ખૂબ જ સારી રીતે સંમત છે જે ડીપ બ્રોગ્લી ફોર્મ્યુલા  $p$  બરાબર  $h$  ની લેમ્બડા સાથે છે જે તેમને જાણવા મળ્યું અને આ ખરેખર હતું સીમાચિહ્ન પ્રયોગ તે એક પાથ બ્રેકિંગ પ્રયોગ હતો જેણે પદાર્થની તરંગલંબાઈની મિલકત સ્થાપિત કરી હતી આ એક આકૃતિ છે જે તેઓ પ્રકાશિત કરે છે  $d$  પછીના વર્ષ 1928 માં અહીં તેઓએ જે કર્યું છે તે  $v$  ના વર્ગમૂળ સામે કાવતરું કરવાનું છે અને તમારે સમજાવવું જોઈએ કે તેથી મને થોડું સરળ બીજગણિત કરવા દો જે ખૂબ મુશ્કેલ નથી અને ચાલો આપણે પછીથી આ સ્વાઇડ પર પાછા આવીએ.  
 હું તમને જે કહેવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યો છું તે એ છે કે  $p$  નો વર્ગ 2m દ્વારા થાય છે તે મારી ઉર્જા છે અને તે બીજું કંઈ નથી પરંતુ ઇલેક્ટ્રોનનો ચાર્જ જે વોલ્ટેજ દ્વારા ગુણાકાર કરવામાં આવે છે તે જ મારી પાસે છે  
 તેથી હું મારા  $p$  ને 2 મી ના વર્ગમૂળ દ્વારા આપવામાં આવે છે.

વોલ્ટેજ જે સૌથી મહત્વની બાબત છે તે હવે મારા ઇલેક્ટ્રોનનું દળ જાણીતું છે મારો ચાર્જ ઇલેક્ટ્રોનનો સિલેક્ટ છે તે જાણીતો છે મારી બે અલબત્ત સંખ્યા છે  
 તેથી આ રુટ  $v$  માં અમુક સ્થિર છે જ્યાં વોલ્ટેજ ડ્રોપ ક્યાં છે અને  $d$  શું છે સંભવતઃ ડીપ રોલ અમને કહે છે કે આ લેમ્બડા દ્વારા  $h$  ની બરાબર છે  $d$  બોલાચાલી કહે છે કે તે લેમ્બડા દ્વારા  $h$  બરાબર છે  
 તેથી જો હું તેને સ્થાનાંતરિત કરું તો મારો લેમ્બડા બીજું કંઈ નથી પરંતુ  $h$  ઓવર  $k$  મૂળ  $v$  આ પૂર્વધારણા છે  
 તેથી મને દો તે અભિવ્યક્તિને અહીં પુનરાવર્તન કરો  $mbda$  બરાબર  $h$  over  $k$  રુટ  $vk$  જાણીતું છે  $h$  એ જરૂરી નથી કે આપણે એક મિનિટમાં આવી જઈશું અને અમારી રચનાત્મક શરત એ હતી કે  $n$  lambda બરાબર  $2d \sin \theta$   
 તેથી આ  $n$  in  $h$  over  $k$  રુટ  $v$  બરાબર છે.  
 તે અમારી પાસે છે  
 તેથી તમે હવે જે કરી રહ્યા છો તે મૂળ  $v$  ના સંદર્ભમાં સિન થીટાના વિવિધતાને જોવાનું છે અને એટલું જ નહીં કે તમે આ ઢોળાવ  $h$  ને  $k$  દ્વારા નક્કી કરવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યાં છો જો ઊંડા બ્રોકોલીની પૂર્વધારણા સાચી છે તો બીજા શબ્દોમાં તમારે માત્ર યોગ્ય સ્થાને શિખર શોધવામાં સમર્થ હોવા જોઈએ એટલું જ નહીં  
 પરંતુ તમારે તેને ડીપ બ્રોલી ફોર્મ્યુલામાં ફિટ કરવામાં પણ સક્ષમ હોવું જોઈએ અને ડેવિસન અને જર્મનને જે મળ્યું તે ખરેખર સાચું હતું અને તેથી જ તેઓ તેનું કાવતરું ઘડી રહ્યા છે.  
 રુટ  $v$  ના ફક્શન તરીકે, તમારે ફક્ત તેને જમણી બાજુએ સ્થાનાંતરિત કરવાનું છે અને તેઓ તીવ્રતાના શિખરને રુટ  $v$  ના કાર્ય તરીકે નિશ્ચિત કોણ પર કાવતરું કરી રહ્યા છે જે તમે કોણ કરી રહ્યા છો તે છે નિશ્ચિત ઠીક નથી અને તેઓને એક સુંદરી મળી મેક્સિમા માટે યોગ્ય પુષ્ટિ હકીકતમાં મિનિમા માટે પણ પુષ્ટિ છે જે  $n$  વત્તા અડધાને અનુરૂપ છે જ્યાં  $n$  પૂર્ણાંક છે  
 તેથી તેઓ તેમના પેપરમાં ઉલ્લેખ કરે છે કે તેમના આશ્ચર્યજનક રીતે તેઓએ જોયું કે તે સંમત છે કે તેમના પ્રાયોગિક પરિણામો સાથે સંમત હતા.

ડીપ બ્રોલી પૂર્વધારણા હવે તમે પૂછી શકો છો કે આધુનિક દિવસો અથવા એક્સ-રે વિવર્તનની તુલનામાં આ પ્રયોગ કેટલો સારો છે તેથી હું તમને આ શિખરો પર જુઓ સંખ્યાબંધ આકૃતિઓ બતાવી રહ્યો છું આ પ્રયોગો 1925 26 27 માં કરવામાં આવ્યા હતા કે જ્યારે પ્રયોગ તકનીકી તકનીકો હતી સંપૂર્ણ રીતે વિકસિત નથી જે આપણે અત્યારે જોઈ રહ્યા છીએ જો તમે આધુનિક સમયના એક્સ-રે વિવર્તન પ્રયોગને જુઓ તો આપણા વિવર્તનમાપક આજે ઘણા વધુ અદ્યતન છે આજે આપણા સ્ફટિકો ઘણા વધુ સારા સિંગલ ક્રિસ્ટલ્સ છે તમે જુઓ છો કે તે તીક્ષ્ણ શિખરો છે જે લગભગ ખૂબ જ નજીક છે.  
 આપણે અહીં જે શિખરો જોઈ રહ્યા છીએ તેની સાથે સારો કરાર ઠીક છે  
 તેથી તે પ્રવેગક અપૂર્ણાંક પરિણામ છે અને આ મારું ઊંડું બ્રોલી પરિણામ છે આધુનિક દા  $y$  પ્રયોગો અલબત્ત આવા તીક્ષ્ણ લક્ષણ દર્શાવે છે

કદાચ આગામી વર્ગમાં હું તમને તેમાંથી કેટલાક બતાવવા જઈ રહ્યો છું પરંતુ મૂળભૂત રીતે અમે શું કહી રહ્યા છીએ તે એ છે કે અમે હવે કંઈક ખૂબ જ રમુજી કરી રહ્યા છીએ અમે પ્રકાશની તરંગ પ્રકૃતિનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ.

કણો તરંગ જેવી વર્તણૂક બતાવી શકે છે તેવી પૂર્વધારણાને સમર્થન અને સમર્થન આપવા માટે

જ્યારે ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરમાં આપણે તેનાથી વિપરીત કર્યું છે અમે કહ્યું કે પ્રકાશ વાસ્તવમાં કણોની જેમ વર્તે છે

તેથી આપણે એક અસાધારણ પરિસ્થિતિમાં છીએ જ્યાં આપણે જાણતા નથી કે કંઈક કણ છે અથવા એક તરંગ જ્યાં સુધી તમે મને તે સંજોગો ન આપો કે જેના હેઠળ હું જોવા જઈ રહ્યો છું

તેથી તે એક સંદેશ છે જે અમે જોવા જઈ રહ્યા છીએ જેથી તમે જોશો કે આ સુવિધાઓ અસાધારણ રીતે સરસ છે અને આ અમારી પાસે છે તેથી આ ફરજિયાત નંબરો છે જે હું તમને બતાવવું જોઈએ કે આ તમારા પાઠ્યપુસ્તકમાં છે અને આ બધી ખૂબ જ સરળ સમસ્યાઓ છે જે તમે વિવર્તન શિખરને તરંગલંબાઇ શોધવા અથવા તરંગલંબાઇને જોતાં હવે કરી શકો છો.

h અને નિષ્કર્ષણ પીક જાળીનું અંતર શોધે છે અને

તેથી આગળ પણ ડેવિસ અને જર્મન પ્રયોગમાં મેં તમને કહ્યું તેમ તે 48 થી 64 વોલ્ટની વચ્ચે હતું જે મહત્તમ 50 ડિગ્રી 54 વોલ્ટ પર થાય છે અને અનુરૂપ ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઇ 0.

165 છે.

નેનોમીટર જે તમે ખરેખર એક્સ-રે રેન્જમાં જે શોધો છો તેની નજીક છે

તેથી ઇલેક્ટ્રોનની તરંગ પ્રકૃતિનું આ એકદમ રસપ્રદ અને અદ્ભૂત પ્રદર્શન છે અત્યાર સુધી અમે જે કર્યું છે તે કલ્પના કરતાં મુક્ત શ્રેણી આપવાનું છે, ભલે તમે ધારો.

તે બરાબર છે કે ત્યાં એક બોહર મોડેલ છે અને હું એક સ્થાયી તરંગ ઉત્પન્ન કરવા માંગુ છું અને

તેથી આગળ, પરંતુ એક વસ્તુ જે આ પ્રકારનું વિશ્લેષણ અને આ પ્રાયોગિક ચકાસણી કરે છે તે એ છે કે તરંગની લાક્ષણિકતા માત્ર તેના દ્વારા જ નહીં.

આવર્તન પરંતુ તે તરંગલંબાઇ દ્વારા પરંતુ તે તેની આવર્તન દ્વારા પણ વર્ગીકૃત થયેલ છે હવે મેં જે કર્યું છે તે તરંગલંબાઇને વેગ સાથે સાંકળવાનું છે પરંતુ આવર્તન વિશે શું અને જો ત્યાં ચોક્કસ એફ છે આવર્તન તરંગનો વેગ શું છે તે કલ્પના કરવી ખૂબ જ આકર્ષક છે કે તમે કણ સાથે સંકળાયેલ તરંગને જાણો છો તે તરંગને

દૂર કરવા દો, જ્યારે તે કણ સાથે સંકળાયેલ હોય ત્યારે તરંગ જેની સાથે ફરે છે તે પણ હોવું જોઈએ.

કણની વેગ પરંતુ અમે આવા નિષ્કર્ષ કાઢવાની સ્વતંત્રતામાં નથી

તેથી અહીં તમારા માટે આ સ્વાઇડ પર બતાવેલ પ્રશ્નો છે જે આવર્તન તરંગલંબાઇ અને ઝડપ વચ્ચે શું સંબંધ છે તે શું છે

તેથી જ્યાં સુધી આપણે આ પ્રશ્નનો જવાબ ન આપીએ ત્યાં સુધી અમારી પાસે નથી અમારું કાર્ય પૂર્ણ કર્યું છે

તેથી આ કંઈક છે જે આપણે જાણવું જોઈએ જો કે તે તકનીકી રીતે અમારા અભ્યાસક્રમમાં નથી,

તેથી આપણે શું કરવું જોઈએ તે અમુક લંબાઈથી જોવાનું શરૂ કરવું જોઈએ,

તેથી આપણે જે પૂછવા જઈ રહ્યા છીએ તે આવર્તન તરંગલંબાઇ અને વેગ વચ્ચેના સંબંધ માટે છે.

તેના પર કામ કરવાની જરૂર છે અને ચાલો જોઈએ કે આપણે શું મેળવવા જઈ રહ્યા છીએ હું શું કરીશ કારણ કે મારો સમય પૂરો થઈ રહ્યો છે, હું તમારા બંને માટે સાપેક્ષતાવાદી તમામ મૂળભૂત અભિવ્યક્તિઓ આપીશ.

સાથી અને બિન- સાપેક્ષ રીતે અને પછી આપણે જોશું કે આપણે મુશ્કેલીમાં ભાગી જઈશું,

તેથી પ્રશ્ન એ છે કે આપણે મુશ્કેલીમાંથી કેવી રીતે બહાર નીકળીશું અને ત્યાં તમારે જાણવું પડશે કે તબક્કા વેગ અને જૂથ જેને કહેવાય છે તે વચ્ચે તફાવત છે.

વેગ જૂથ વેગ એ એવી વસ્તુ છે જેનો તમે સંપર્કમાં નથી આવતા

તેથી હું આ ખ્યાલ રજૂ કરીશ જો કે તે તકનીકી રીતે તમારા અભ્યાસક્રમમાં નથી અને હું તમને બતાવીશ કે તમે સંબંધોને કેવી રીતે પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકો છો જેથી હું જે મહત્વપૂર્ણ સમીકરણોનો ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યો છું તે સ્પષ્ટ છે.

p બરાબર mv બરાબર h by lambda અને d બરાબર p ચોરસ બાય બે m અને આપણે તેને h nu તરીકે લખવાનું ગમશે તો હું આના પર પ્રશ્નાર્થ ચિહ્ન મૂકીશ પણ મારી પાસે બીજો સંબંધ છે જે આપણે ભૂલવો ન જોઈએ.

v is equal to p by m આપણે આ ભૂલવું ન જોઈએ અને આ નવો લેમ્બડા છે મેં એક પ્રશ્ન ચિહ્ન મૂક્યું છે જે કંઈક છે જે આપણે કરવાનું છે

તેથી હું શું કરીશ હું તમને આ ત્રણેય સમીકરણો આસપાસ રમતા જોવા માટે કહીશ અને જોવાનો પ્રયત્ન કરો શું તમને ઉર્જા વેગ વેગ તરંગલંબાઇ અને આવર્તન વચ્ચેના સંબંધોનો સુસંગત સમૂહ મળે છે

તેથી તમે ફૂપા કરીને આ પ્રતીકો સાથે રમો તે ઠીક છે કે મેં બે પ્રશ્ન ચિહ્નો મૂક્યા છે કારણ કે આ પ્રાયોગિક રીતે સ્થાપિત કરવામાં આવ્યું છે અને હવે પછીના લેક્ચરમાં આપણે શું કરવા જઈ રહ્યા છીએ.

આ સંબંધોનું વધુ પૃથ્થકરણ કરવા માટે હું સંબંધિત સાપેક્ષ સમીકરણો પણ લખીશ અને પછી આ કર્યા પછી આપણે ગ્રેટ રથરફર્ડ પ્રયોગની ચર્ચા શરૂ કરીશું

તેથી ચાલો અહીં રોકાઈએ.