

तुम्हा सर्वाना सुप्रभात,

त्यामुळे गेल्या काही व्याख्यानांमध्ये आम्ही पदार्थाच्या क्वांटम वर्तनाच्या विविध पैलूंकडे पाहत आहोत, ज्याचा पहिला पैलू आम्ही पाहिला तो म्हणजे पदार्थाचा लहरी स्वरूप जो कणाचा प्रतिरूप आहे.

प्लँक आणि डीप ब्रॉली यांच्यामध्ये प्रकाशाचे स्वरूप

त्यामुळे मूलतः

ज्याला आपण शास्त्रीयदृष्ट्या कण म्हणतो आणि ज्याला आपण शास्त्रीय रीतीने लाटा म्हणतो त्यामध्ये एक प्रकारची सममिती प्रस्थापित केली आहे, म्हणून या संपूर्ण घटनेला वेव्ह कण द्वैत असे म्हणतात आणि हे खूप महत्वाचे आहे आणि सुरुवातीच्या क्वांटम मेकॅनिक्सच्या विकासात महत्त्वाची भूमिका, तथाकथित स्वतःचे गोल्ड क्वांटम मेकॅनिक्स ज्यामध्ये प्लँकचा रेडिएशन कायदा आइन्स्टाइनचा फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव समाविष्ट असतो आणि नंतर तुमच्याकडे कॉम्प्टन स्कॅटरिंग स्टोक्स अँटी-स्टोक्स लाइन आणि नंतर अर्थातच बोहर मॉडेल आणि डीप रॅली गृहीतक असते.

आमच्याकडे काय आहे आणि यानंतर लॅनमधील या सर्व घटनांची अधिक चांगली समज एक नवीन समज आली क्वांटम मेकॅनिक्सचे गेज जे स्क्रॉडिंगर आणि हायझेनबर्ग आणि डायरॅकच्या कार्याद्वारे पूर्ण केले गेले परंतु ते तुमच्यासाठी विषय नाही तर ते खूप प्रगत आहे आणि जेव्हा तुम्ही पदवीसाठी जाल तेव्हा तुम्ही ते तुमच्या उच्च वर्गात करा

त्यामुळे आमच्याकडे काय आहे आता करायचे म्हणजे बोहर मॉडेलवर परत यायचे आहे ज्याची मी चर्चा सुरू केली होती आणि बोहरने मूलतः काय केले ते एक विलक्षण आणि अत्यंत धाडसी गृहीतक बनवायचे आहे ही एक अतिशय महत्त्वाची गोष्ट आहे ती त्याच्यासाठी खूप धाडसी होती कारण तो विविध गोष्टी आणत होता.

शास्त्रीय इलेक्ट्रोडायनामिक्सचा संकल्पना आणि क्वांटम गृहीतके एकत्रितपणे आइन्स्टाईन आणि रिक्त मध्ये काही प्रमाणात होती परंतु ती बोहरच्या बाबतीत जितकी स्पष्टपणे व्यक्त केली गेली तितकी स्पष्टपणे उच्चारली गेली नाही आणि या कारणासाठी मी तुम्हाला शेवटच्या व्याख्यानात सांगितले होते.

बोहर हे 20 व्या शतकातील सर्वात सखोल आणि सर्वात प्रगल्भ तत्त्वज्ञानी शास्त्रज्ञ मानले जातात, त्यांचा प्रचंड प्रभाव होता, म्हणून आपण कोणते उदाहरण आठवू या ctly bohr it म्हणून आम्हाला या वर्णक्रमीय रेषांची समस्या होती म्हणून तुम्हाला या चित्रात दिसेल की आपल्याकडे जे आहे ते ऐवजी आहे तर असे काय आहे की आपल्याकडे शास्त्रीयदृष्ट्या अणू अजिबात अस्तित्वात नसावा पण तो सतत रेडिएशनने उत्सर्जित झाला पाहिजे परंतु असे होत नाही अणू पूर्णपणे स्थिर असतो परंतु आपण अणूला उत्तेजित केल्यास ते केवळ जमिनीच्या अवस्थेत स्थिर नसते, किमान ऊर्जा स्थिती असते कारण ती किमान ऊर्जा कोठून येते हे आपल्याला माहित नाही अगदी बोहर मॉडेल देखील देणार नाही.

तुम्ही पण पुन्हा एकदा उत्तेजित केल्यावर अणू रेडिएट होऊन खाली जमिनीवर येईल किरणोत्सर्गाच्या उत्सर्जनामुळे उत्तेजित होईल पण ते पुन्हा मॅक्सवेलीयन अंदाजाशी सुसंगत नाही कारण शास्त्रीय इलेक्ट्रोडायनामिक्स सांगते की रेडिएट आणि ऊर्जा वारंवारतेत सतत असावी.

तरंगलांबीमध्ये किंवा उर्जेमध्ये त्या बाबींसाठी परंतु येथे आपण पहात आहात की येथे एक अतिशय चांगल्या स्पेक्ट्रम वेगळ्या रेषा आहेत ज्या आपण येथे पाहत आहोत आणि आपण याबद्दल खूप विस्तृत चर्चा केली आहे लायमन मालिका या व्हायलेट प्रदेशाच्या पलीकडे अदृश्य प्रदेशात आहेत मग तुमच्याकडे बॉम्बर मालिका आहे जी दृश्यमान प्रदेशात आहे मग तुम्ही पॅशन ब्रॅकेट फंड इत्यादी वाचले आहेत जे प्रत्यक्षात पुन्हा दृश्यमान प्रदेशात नाहीत कारण ते त्यांच्याकडे जातात

इन्फ्रारेड प्रदेशातील अदृश्यतेकडे जा जे आम्हाला मिळाले आहे आणि मी तुम्हाला हे देखील स्मरण करून द्यायला हवे की या सर्व वर्णक्रमीय रेषा तरंगलांबी राड्डबर्गने एका सूत्रात कोलमडल्या होत्या आणि ते येथे दिले आहे की त्याला आढळले की 1 ओव्हर लॅम्बडा हा काही गूढ स्थिर गुणाकार आहे.

1 ओव्हर n1 स्केअर वजा 1 ओव्हर n2 स्केअर जेथे n1 आणि n2 हे पूर्णांक आहेत हे स्पष्टपणे n2 हे n1 पेक्षा मोठे किंवा बरोबर असले पाहिजे, म्हणजे क्वांटम क्रमांक n1 ही संख्या प्रणालीच्या ग्राउंड स्टेट n2 n3 n4 इत्यादीशी संबंधित असावी रेडवुड स्थिरांक प्रणालीच्या उत्तेजित अवस्थांशी संबंधित आहे जे एक उल्लेखनीय अचूकतेसाठी ओळखले जाते कारण मी तुम्हाला सांगितले होते की जवळजवळ 14 15 दशांश स्थान एक फेन होते omenological स्थिरांक हे प्रायोगिकरित्या निर्धारित केले गेले होते परंतु शोध चांगला प्रश्न होता तो कोठून येतो हा मोठा प्रश्न होता, म्हणून या इतर ओळी आहेत ज्याप्रमाणे मी तुम्हाला लायमन द बॉम्बर आणि पॅशन सांगितले आहे जेणेकरून तुम्ही पॅशन पाहू शकता n एक बरोबर तीन असावे मला माफ करा आणि n 2 असावा 4 5 ब्रॅकेट n 1 बरोबर 4 फोन n 1 बरोबर 5 हा 6 शी संबंधित आहे आणि हे 7 शी संबंधित आहे आणि हे अगदी अलीकडेच शोधले गेले आहे ज्यासाठी तुम्हाला खूप अचूक आणि तंतोतंत आवश्यक आहे स्पेक्ट्रोस्कोपी खूप चांगल्या प्रकारे सोडवली आहे ठीक आहे आता बोहर आला आणि परिस्थिती स्पष्ट केली जरी त्याने दोन गृहीतके करून समस्या पूर्णपणे सोडवली नाही मी ते खूप लवकर जाईन जेणेकरून आपल्याकडे सातत्य असेल जे आम्ही पहिले विधान केले की कक्षामध्ये शास्त्रीय कक्षा हायड्रोजन अणूचे केस हे सर्व सतत नसतात परंतु वेगळे असतात फक्त काही वेगळ्या कक्षांना परवानगी असते जेव्हा मी म्हणतो की बेरीज म्हणजे मर्यादित नाही म्हणून मी हे फक्त डिस्क काढून टाकू.

te कक्षांना परवानगी आहे आणि स्वतंत्र कक्षाची स्थिती काय आहे आणि ती कोनीय संवेगाचे परिमाणीकरण आहे, मग आपण काय करत आहोत आपण असे गृहीत धरत आहोत की कक्षा सर्व वर्तुळाकार आहेत म्हणून आपण लिहितो  $mvnrn$

is equal to  $nh$  bar identically equal to  $nh$  by two pi ही स्थिती क्वांटम मेकॅनिक्ससाठी अनन्य नाही, उदाहरणार्थ जर तुम्ही स्ट्रिंगचे कंपन पाहिले तर तुम्हाला माहित आहे की फक्त काही मोड्सला परवानगी आहे आणि नंतर अर्थातच सर्वात सामान्य कंपन हे त्या मोड्सचे एक रेषीय संयोजन आहे.

तुमच्याकडे मूलभूत आहे तर तुमच्याकडे पहिले हार्मोनिक दुसरे हार्मोनिक तिसरे हार्मोनिक आहे आणि या पुढे खरे तर हे त्यापेक्षा फारसे वेगळे नाही जर तुम्ही गतीची समीकरणे लिहून ठेवली तर तुम्हाला आधीच एक आभास येईल की आम्ही कोणत्यातरी प्रकारे लहरी स्वरूप आयात करत आहोत.

मी तुम्हाला ऐतिहासिकदृष्ट्या सांगितल्याप्रमाणे कण बोहरने हे मॉडेल मांडल्यानंतर कणाचे लहरी स्वरूप आले, परंतु आम्ही याच्या लहरी स्वरूपाविषयी आधीच चर्चा केली आहे.

पार्टिकल डिव्हाईस आणि कपड्यांचे प्रयोग इत्यादी आणि पुढे तुम्ही पाहू शकता की यासाठी एक इंकलिंग आहे म्हणून तुम्ही कंपनीच्या मोडशी तुलना केली पाहिजे, जर तुमच्याकडे कंपनी स्टिंग असेल, उदाहरणार्थ दोन्ही टोके निश्चित केलेली असतील तर मूलभूत मोड असा आहे हे मग तुमच्याकडे असे काहीतरी आहे आणि पुढे आणि नंतर तुमच्याकडे पहिला अष्टक दुसरा सप्तक आहे ज्याला ते संगीत म्हणतात आणि मग तुम्ही काय कराल ते म्हणजे सर्व संभाव्य सुपरपोजिशन पाहणे हे तुम्हाला आवडेल.

उजळणी करा, जरी ती लगेच कंपनी करणाऱ्या स्टिंगशी साधर्म्य वापरली जाणार नसली तरी तुम्हाला कंपनी करणाऱ्या झिल्लीशी साधर्म्य देखील असू शकते इत्यादी आणि पुढे आपण त्यात जाऊ नये म्हणून ही गृहितक होती आणि या गृहितकासह बोहर अनाकलनीय राइडबर्ग सूत्र  $i$  पुनरुत्पादित करण्यास सक्षम होते.

ते सूत्र पुन्हा मिळवणे आवश्यक आहे कारण मला त्यापासून प्रारंभ होणाऱ्या मोठ्या संख्येने परिणाम स्पष्ट करायचे आहेत जेणेकरून दोन लोक पूर्णपणे परिचित होतील हॅटला हायड्रोजन अणूमध्ये स्केलिंग लॉस म्हणतात म्हणून मी पुन्हा सांगतो की बोहर सूत्राची व्युत्पत्ती आपल्याला लिहायची आहे तर बोहर सूत्र काय आहे आता दोन घटक आहेत  $mvnrn$  is  $nh$  bar कृपया लक्षात ठेवा  $h$  bar is  $h$  2  $\pi$  काही लोकांना  $h$  bar ला  $dirac$  constant म्हणायला आवडते पण कोणीही ते वापरत नाही आणि दुसरे म्हणजे वर्तुळाकार कक्षा गृहीत धरणे आणि एकदा कक्षा वर्तुळाकार झाली की आपल्याकडे एक केंद्रकेंद्री बल आहे जे लागू केलेल्या आकर्षक बलाच्या समतुल्य आहे म्हणून काय? आपण लिहितो का केंद्राभिमुख बल हे  $mvn$  वर्गाने  $rn$  द्वारे  $n$  व्या कक्षेत दिलेले आहे आणि हे  $k$  ओव्हर  $rn$  स्केअर व्युत्क्रम स्केअर लॉ च्या बरोबरीचे आहे आणि माझे  $k$  माय  $k$  काय आहे की  $e$  स्केअर ओव्हर  $\pi$  एक्सिलॉन सवयीच्या बलाने काही ठीक नाही आम्ही हा  $z$  ठेवतो जो न्यूक्लियसचा अणुक्रमांक आहे परंतु आमच्या हेतूसाठी  $z$  1 च्या समान आहे कारण आम्हाला हायड्रोजन अणूमध्ये रस आहे जर तुम्ही हेलियम किंवा लिथियम सारख्या इतर अणूंचा विचार केला तर हे सूत्र वापरणे सोपे नाही.

किंवा बोरॉन किंवा बेरीलियम किंवा कार्बन कारण तेथे तुमच्याकडे मोठ्या संख्येने इलेक्ट्रॉन आहेत आणि तुम्हाला इलेक्ट्रॉन्समधील प्रतिकर्षणाची काळजी करावी लागेल

म्हणून पाठ्यपुस्तके म्हणतात की हे हायड्रोजनिक अणू आहेत म्हणून तुम्ही हीलियम घेतल्यास तुम्ही एक ठोठावलात.

इलेक्ट्रॉन म्हणजे तो जवळजवळ हायड्रोजनच्या अणूसारखा आहे, त्याशिवाय सकारात्मक शुल्क दोन नाही कारण दोन प्रोटॉन आहेत आणि असेच पुढे, म्हणून हे  $z$  वास्तविक अणूच्या वर्णनासाठी गोंधळून जाऊ नये जेथे तुम्हाला माहित आहे की तेथे होणार आहेत इलेक्ट्रॉन सेट करा हे आपल्याला लक्षात ठेवावे लागेल आणि ही दोन समीकरणे आपल्याला लगेच बोहर सूत्र देतात मग आपण काय करू मी हा  $rn$  वर्ग इथे आणतो आणि  $m$  ने गुणाकार आणि भाग करतो म्हणून मी प्रथम हे करतो आणि नंतर मी येथे  $rn$  वर्ग आणतो म्हणून हे आणले आहे इथे मग काय घडणार आहे  $m$  स्केअर  $vn$  स्केअर  $rn$  स्केअर  $n$  स्केअर  $h$  बार स्केअर आहे म्हणून आपण बोहर क्वांटायझेशन कंडीशन वापरत आहोत  $mrn$  बरोबर  $k$  आहे म्हणून आपण असे ठासून सांगत आहोत की रति  $rn$  वर्ग हा स्थिरांक आहे जो पहिला परिणाम आहे म्हणून मी इथे लिहूया की  $n$  चा वर्ग  $rn$  हा स्थिरांकाच्या बरोबरीचा आहे म्हणून हा आमच्याकडे असलेला पहिला स्केलिंग कायदा आहे किंवा जर तुम्हाला असे वाटत असेल की आम्ही  $n$  वर्गाच्या बरोबर  $rn$  लिहू शकतो  $h$  bar स्केअर ओव्हर  $mk$  म्हणजे आमच्याकडे जे आहे ते  $n$  स्केअर सारखे बदलते आणि आमच्याकडे जे आहे तेच आहे आणि हे असे काहीतरी आहे जे बोहर मॉडेलमध्ये पूर्णपणे नवीन आहे ते तुम्हाला इतर कोठेही सापडणार नाही ठीक आहे म्हणून मला हा सुंदर निकाल मिळाला आहे.

$n$  स्केअर  $h$  बार स्केअर ओव्हर  $mk$  यावरून मी ताबडतोब शोधू शकतो की माझी संभाव्य उर्जा काय आहे मला नक्कीच सावधगिरी बाळगावी लागेल कारण संभाव्य ऊर्जा आकर्षक आहे माझे प्रोटॉन सकारात्मक आहे माझे इलेक्ट्रॉन नकारात्मक आहे आणि दरम्यान एक आकर्षक क्षमता आहे

त्यामुळे माझी संभाव्य उर्जा  $v$  जी आकर्षक आहे वजा  $k$  द्वारे  $rn$  द्वारे दिली जाते म्हणून आम्ही विचारत आहोत की जेव्हा मी ही गणना करत आहे तेव्हा इलेक्ट्रॉन न्यूक्लियसपासून  $rn$  अंतरावर असतो तेव्हा संभाव्यता काय असते तुम्ही लोकांनी लक्षात ठेवावे की मी असे गृहीत धरत आहे की प्रोटॉन हा इलेक्ट्रॉनच्या तुलनेत असीम जड आहे तो 2000 पट जास्त जड आहे यात काही अडचण नाही, म्हणून जर मी ही अभिव्यक्ती जोडली तर मला काय मिळणार आहे मला मायनस  $mk$  स्केअर मिळेल.

$n$  चौरस  $h$  बार चौरसाने भागले म्हणजे तुम्हाला जे मिळणार आहे ते असे होते की जसे तुम्ही त्रिज्या वाढवत राहाल तसतसे संभाव्यता वाढत राहते हा एक अतिशय महत्त्वाचा मुद्दा आहे की परिमाण कमी होत राहते परंतु नंतर ते नकारात्मक असते

त्यामुळे संभाव्यता वाढतच राहते आणि अमर्यादतेकडे जाण्याच्या मर्यादित ते शून्य होते आणि आपण  $k$  असण्याची आपली क्षमता  $r$  ने परिभाषित केली तर ते शून्यावर जाते आणि म्हणून जर कण अनंतावर असेल आणि त्यात काही गतिज ऊर्जा असेल तर एकूण ऊर्जा फक्त गतिज उर्जा जी आपल्याकडे आहे ती आहे परंतु आपला कण अनंतावर नाही कारण तो एका मर्यादित त्रिज्यामध्ये आहे आणि तो एका वर्तुळाकार कक्षेत फिरत आहे

त्यामुळे आता आपण काय विचारले पाहिजे ते म्हणजे माझे  $k$  काय आहे?  $inetic$  energy गतिज ऊर्जा शोधणे खूप सोपे आहे ते अर्ध  $mvn$  चौरस नसून दुसरे काहीही नाही तेच आहे आता मला  $vn$  स्केअरसाठी अभिव्यक्तीची आवश्यकता आहे तर मी काय करू मी बोहरला परत जाईन आणि मी लिहीन  $mvnrn$  is equal to  $nh$  bar म्हणून जर मला आठवत असेल की मला आवश्यक असेल तर मला ही अभिव्यक्ती काही क्षणी आवश्यक आहे म्हणून माझा  $vn$  वर्ग  $m$  चौरस  $h$  बारचा वर्ग  $m$  चौरस  $rn$  चौरस असेल तर हे प्रमाण अर्ध  $mn$  चौरस  $h$  बार वर्ग  $m$  वर्ग  $rn$  चौरस असेल कृपया करू नका मी पुढे आणि पुढे जात असताना माझी गतिज उर्जा वाढतच चालली आहे असे समजून घ्या की जे घडत आहे ते घडत नाही ते

म्हणजे मला  $rn$  स्केअरचा पर्याय घ्यावा लागेल म्हणून मी इथे पुन्हा लिहू की माझी गतिज ऊर्जा  $tn$  अर्ध  $mn$  वर्ग आहे  $h$  बार चौरस ओव्हर  $m$  स्केअर मी ते सोपी करीन आणि माझ्याकडे एक ओव्हर  $rn$  स्केअर आहे

त्यामुळे मला  $rn$  स्केअरसाठी एक्सप्रेशन आवश्यक आहे

त्यामुळे हे प्रमाण  $m$  स्केअर  $k$  स्केअर असेल आम्हाला प्रत्येक गोष्टीकडे  $n$  च्या पॉवरकडे चांगले लक्ष द्यावे लागेल 4 च्या घातासाठी 4  $h$  बार

त्यामुळे आता आपल्याकडे पूर्ण अभिव्यक्ती आहे म्हणून जर मला पर्यायी आणि सोपी करायची असेल तर मी  $h$   $m$  वर्ग काय मिळवणार आहे आणि  $h$   $m$  वर्ग रद्द होईल

त्यामुळे  $n$  वर्ग हा 1 ओव्हर  $n$  स्केअर च्या पॉवरसाठी 1 ओव्हर  $n$  स्केअर होईल 4 हे 1 ओव्हर एच बार स्केअर बनते त्यामुळे मला अर्धा  $mk$  स्केअर मिळणार आहे मला आशा आहे की मी योग्य गणना करत आहे  $n$  स्केअर  $h$  बार स्केअर हा माझा  $tn$  आहे म्हणून मी तुम्हाला शिकवत आहे त्याप्रमाणे मी हिशेब करत आहे म्हणून तुम्ही लोकांनी देखील करावे त्यावर काम करा म्हणजे आता आम्हाला जे विचारायचे आहे ते उत्कृष्ट आहे पण माझी संभाव्य उर्जा काय होती ते तुम्ही पाहिले तर माझी संभाव्य उर्जा प्रत्यक्षात वजा  $mk$  चौरस प्रती  $n$  चौरस  $h$  बार चौरस होती म्हणून आम्ही काय म्हणत आहोत आम्ही संभाव्यतेची विशालता म्हणत आहोत उर्जा ही गतिज उर्जेच्या दुप्पट आहे आणि म्हणून माझी एकूण उर्जा ही नकारात्मक परिमाण आहे कारण माझी एकूण उर्जा सकारात्मक असेल तर तुम्हाला शास्त्रीय यांत्रिकी किंवा शास्त्रीय अगदी वीज आणि चुंबकत्वातून माहित आहे की कण मुक्त असेल.

o अनंतापर्यंत ते बद्ध अवस्थेत असणार नाही म्हणून एकूण उर्जा ऋण असावी आणि या दोनवरून मी लिहीन  $en$  is equal to उणे अर्धा  $mk$  चौरस प्रती  $n$  चौरस  $h$  बार चौरस म्हणून आम्हाला यावरून लाल पट्टीचे सूत्र मिळाले.

जेव्हा उत्सर्जन होते तेव्हा किरणोत्सर्गाद्वारे वाहून नेली जाणारी उर्जा ही काही नसून दोन उर्जेमधील फरक  $h$   $nu$  ने गुणाकार केला असता जी  $nu$  ही उर्जा असते

त्यामुळे तुम्हाला वारंवारता मिळू शकते आणि

त्यामुळे तुम्हाला तरंगलांबी  $i$  मिळू शकते.

मी त्यात प्रवेश करणार नाही, मग आपण काय शोधणार आहोत ही एक अतिशय महत्त्वाची गोष्ट आहे, म्हणून मला सर्व निकाल गोळा करू द्या, मला सर्व निकाल गोळा करू द्या, प्रथम म्हणजे  $rn$   $n$  चौकोन प्रमाणे वागणे हे खूप महत्त्वाचे आहे.

तर  $vn$  ही

माझी गतीज उर्जा आणि संभाव्य उर्जा 1 पेक्षा जास्त  $n$  सारखी वागते

त्यामुळे माझी उर्जा देखील 1 पेक्षा  $n$  स्केअर सारखी असते ही लाल चोरट्याची उत्पत्ती आहे आणि अतिशय महत्त्वाचे म्हणजे माझे  $tn$  उणे अर्धा  $vn$  माझे  $tn$  उणे अर्धा  $vn$  आहे ते विरुद्ध चिन्हासह  $vn$  चा फक्त अर्धा आहे म्हणून माझे  $en$  सर्वासाठी शून्य पेक्षा कमी  $n$  म्हणून जेव्हा मी तुम्हाला दाखवत होतो तेव्हा हंड हम्फ्रे इत्यादि इत्यादि यादी मुळात ते प्रवेश करत होते  $n$  ची खूप मोठी मूल्ये म्हणजे उत्सर्जित तरंगलांबी खूप मोठी होती आणि म्हणून ती खोल इन्फ्रारेड रेजिममध्ये गेली आणि याला स्केलिंग कायदे म्हणतात याला स्केलिंग कायदे म्हणतात आणि यातून तुम्ही अनेक परिस्थिती पूर्णपणे सोडवल्याशिवाय मिळवू शकता.

तुम्हाला जाण्याची गरज नाही, कृपया हे लक्षात ठेवा कारण हे देखील सामान्यतः तुम्हाला तुमच्या परीक्षेत विचारले जाणारे प्रश्न आहेत त्यामुळे बोहर मॉडेलबद्दल हे खूप मनोरंजक आहे आता प्रत्येक मॉडेलला पुष्टीकरण आवश्यक आहे कारण मॉडेलला एक विशिष्ट समजून घेण्यासाठी प्रस्तावित केले आहे.

प्रणाली म्हणून आपण विचारण्याची बोहर मॉडेल किती वास्तववादी आहे आपण असे विचार करू नये कारण बोहर रित्तूचे पुनरुत्पादन करण्यास सक्षम होते  $a_1$  constant ला स्पेक्ट्रल रेषा इत्यादी देण्यास सक्षम होते ते पवित्र आहे आणि सर्व काही उत्तम आहे ते म्हणजे वेगळ्या प्रणालीमध्ये त्याची चाचणी करणे म्हणजे त्या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी चाचणी पद्धतीची पद्धत काय आहे मॉडेलची चाचणी करणे भिन्न सेटिंगमध्ये भिन्न सेटिंगमध्ये आणि जर मॉडेलचे भाडे चांगले असेल तर आम्ही विश्वास ठेवू शकतो जर ते चांगले नसेल तर ते विश्वास ठेवणार नाही म्हणून आम्ही काय करणार आहोत दोन उदाहरणे पाहणे म्हणजे दोन उदाहरणे प्रथम एक प्रसिद्ध आहे.

फ्रँक हर्ट्झचा प्रयोग आणि दुसरा म्हणजे रेणूंच्या कंपनात्मक अवस्था या दोन उदाहरणांमध्ये आपल्याला काही संख्या देण्याव्यतिरिक्त बरेच धडे आहेत, म्हणून आपण काय करू हळूहळू पुढे जा आणि फ्रँक आणि हर्ट्झने हा प्रयोग बोहरनंतर लगेचच केला.

प्रस्तावित हे मॉडेल बोहर मॉडेल एकोणीस तेरा मध्ये आले आणि रँक आणि हर्ट्झचा पहिला प्रयोग एकोणीस चौदा मध्ये नोंदवला गेला स्पष्ट प्रयोग आणि प्रयोग काय होता  $nt$  मी यावर चर्चा करू दे की फ्रँक आणि हर्ट्झने काय केले ते पूर्णपणे भिन्न घटकाकडे पाहणे म्हणजे पारा रासायनिक चिन्ह  $hg$  आहे रासायनिक चिन्ह  $hg$  आहे तेच त्यांनी केले कारण लोकांना माहित होते की पाराच्या वर्णक्रमीय रेषा काय आहेत आता आपण केले पाहिजे.

लक्षात ठेवा की पारा हा एक धातू आहे म्हणून तो हायड्रोजन अणूपासून दूर आवर्त सारणीमध्ये कोठेतरी दूर बसलेला आहे आणि पारामध्ये मोठ्या संख्येने इलेक्ट्रॉन आहेत तर बोहर सूत्र केवळ न्यूक्लियसच्या क्षेत्रातील एकल इलेक्ट्रॉनसाठी वैध आहे.

मी तुम्हाला सांगू इच्छितो की फ्रँक हर्ट्झचा प्रयोग बोहरच्या गृहीतकाची पडताळणी करणारा सर्वात सुंदर प्रयोग म्हणून ओळखला गेला होता कारण फ्रँक आणि हर्झ यांनी त्यांचा प्रयोग केल्यानंतर लगेचच बोहरने स्वतः एक पेपर लिहिला की तो सुसंगत आहे.

या मॉडेलसह आणि कधीतरी आईन्स्टाईनने टिप्पणी केली होती की हा प्रयोग इतका सुंदर आहे की एखाद्याला आनंदाने रडू येते.

$ns$  हा एक प्रयोग आहे ज्याचा भौतिकशास्त्रज्ञांच्या मानसिकतेवर त्या दिवसांत जबरदस्त प्रभाव पडला होता, अर्थातच हा एक सुंदर प्रयोग होता परंतु तरीही आपण हे लक्षात ठेवले पाहिजे की फ्रँक हर्ट्झच्या निकालाची योग्यता थेट बोहर मॉडेलला लागू होत नाही म्हणून ते बंधनकारक आहे.

गुणात्मक आणि परिमाणवाचक नसणे म्हणजे तुम्हाला हे लक्षात ठेवावे लागेल की 1914 1915 मधील घडामोडींची स्थिती अशी दोन वर्षे होती ज्यामध्ये फ्रँक आणि हर्ट्झ यांनी त्यांचे प्रयोग केले आणि आपण 10 किंवा 12 वर्षांत ते सजवले गेले.

नोबेल पारितोषिक आणि त्याबद्दल आश्चर्य नाही कारण हा सर्वात सुंदर प्रयोगांपैकी एक आहे मग हा प्रयोग काय आहे तर तुम्ही काय कराल ते म्हणजे पारा वाष्य पाहणे म्हणजे डिस्चार्ज ट्यूबमध्ये लोकांना कळते की जेव्हा पारा वाफ होतो तेव्हा पारा देखील गरम होतो मग साहजिकच पारा अणू उत्तेजित होणार आहेत इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होणार आहे म्हणून डिस्चार्ज ट्यूबमध्ये मी त्यासाठी चित्र आणू शकलो

असतो तरीही कधीही नाही एक व्हॅक्यूम ट्यूब पारा उत्सर्जित किरणोत्सर्ग आहे जर मला 250 नॅनोमीटर योग्यरित्या आठवत असेल आणि ही एक तीक्ष्ण रेषा आहे जी तुम्हाला लक्षात ठेवायची आहे की या भागात फ्रॅक आणि हर्ट्झच्या साहसापूर्वी प्रायोगिकरित्या ओळखले गेले होते,

त्यामुळे आता आम्हाला तयार करावे लागेल.

त्याचा वापर करा आणि आपण काय केले जाऊ शकते हे पाहावे लागेल, मग आम्ही काय केले की फ्रॅक आणि हर्ट्झने जे केले ते पाहणे म्हणजे व्हॅक्यूम ट्यूबवर एक नजर टाकली

त्यामुळे व्हॅक्यूमचे चित्र येथे पहायचे आहे आणि जर तुम्ही लोक तुमच्या प्रयोगशाळेत जात आहोत तुम्ही लोकांना एनोड समजू शकता आणि नंतर येथे एक ग्रिड आहे आणि नंतर तेथे एक कॅथोड आहे मूलतः तुम्ही जे करता ते कॅथोड किरण पाठवणे जे इलेक्ट्रॉन्स शिवाय दुसरे काही नसतात आणि त्यांचा वेग वाढवतात किंवा त्यांच्या हालचालीकडे लक्ष देतात.

तुम्हाला असे करायचे आहे की फ्रॅक आणि हर्ट्झने जे केले

ते व्हॅक्यूम ट्यूबमध्ये कमी प्रमाणात पारा घ्या आणि हे बाष्पीभवन करा हे खूप महत्वाचे आहे म्हणून तुम्ही जे कराल ते मूलतः कमी घनतेच्या पारा वाष्प निर्मितीसाठी आहे.

n व्हॅक्यूम ट्यूब आणि पारा वाष्प कोठे आहे ते सर्वत्र वितरित व्हॅक्यूम ट्यूबवर वितरित केले जाते हे आपल्यासाठी खूप महत्वाचे आहे कारण हा रदरफोर्ड प्रयोगाचा भाग आहे जिथे लक्ष्य खूप पातळ फॉइल होते

त्यामुळे लक्ष्य कधी होते एक अतिशय पातळ फॉइल मी असा युक्तिवाद केला की प्रत्येक अल्फा कणाची जास्तीत जास्त एक टक्कर होऊ शकते हे विधान मी केले आहे परंतु नंतर जर लक्ष्य अंतराळात एका विशिष्ट व्हॅक्यूमवर वितरित केले गेले असेल तर तुम्ही असे गृहीत धरू शकत नाही आणि खरंच फ्रॅक हर्ट्झ प्रयोग.

खरंतर त्याला एक शिकवण देते की आपण असे गृहीत धरू नये ठीक आहे, म्हणून मी ते येण्यापूर्वी त्यांनी प्रवेगक इलेक्ट्रॉन इंजेक्शनने काय केले

हे ट्यूबमध्ये एक सरलीकृत वर्णन आहे आता आपल्याला या उर्जेची श्रेणी किती होती हे जाणून घेणे आवश्यक आहे.

ही ऊर्जा श्रेणी ही आपल्यासाठी खूप महत्वाची आहे EV ते सुमारे 80 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्सचा एक अंश होता म्हणून आपण एक इलेक्ट्रॉन व्होल्ट ते 80 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट म्हणू या त्यांनी पुन्हा तेच केले आम्ही असे गृहीत धरणार आहोत की पारा ही एक अतिशय जड वस्तू आहे पारा न्यूक्लियस खूप जड आहे आम्ही आता पाराकडे पाहणार आहोत जे आपण आता पारावर असीम जड वस्तू म्हणून पाहणार आहोत रदरफोर्ड प्रयोग अल्फा कण ऊर्जा  $mgb$  दशलक्ष इलेक्ट्रॉन व्होल्टच्या श्रेणीत होती येथे आपण 1 ते 80 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट बोलत आहोत म्हणून उर्जा 10 ते 5 ते 10 च्या पॉवर ते 6 च्या पॉवर अल्फा कण उर्जेपेक्षा लहान आहे आणि या उर्जेवर मी लिहिलेल्या बोहर सिद्धांतावरून आम्हाला आधीच माहित आहे

की आयनीकरण ऊर्जा 13.

6 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे आणि पुढे

त्यामुळे इलेक्ट्रॉन व्होल्ट ही अणूची वैशिष्ट्यपूर्ण उर्जा आहे म्हणून माझे इलेक्ट्रॉन न्यूक्लियसपर्यंत पोहोचू शकणार नाही, ज्यामुळे ते लहरी होईल.

पारा अणूमधील इतर इलेक्ट्रॉन आणि ते विखुरले गेले पाहिजे ही कल्पना आहे म्हणून हा रदरफोर्ड प्रयोग आणि फ्रॅक हर्ट्झ प्रयोग यांच्यातील फरक आहे म्हणून  $ca$  थोड किरण कॅथोड किरण कण आणि त्यांचे इलेक्ट्रॉन पारा अणूमधील इलेक्ट्रॉनांशी सर्वात महत्वाची गोष्ट आहे परंतु एकमात्र समस्या अशी आहे की जर बोहर गृहीतक बरोबर असेल तर माझे इलेक्ट्रॉन येणाऱ्या येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनमधून ऊर्जा घेऊ शकत नाही अणूमधील माझे इलेक्ट्रॉन घेऊ शकत नाही.

येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची उर्जा जोपर्यंत ती उर्जेच्या पातळीच्या वर्णनाशी जुळत नाही तोपर्यंत आपण काय लिहिणार आहोत म्हणून आपण असे म्हणू की ही माझी पारा अणूची ग्राउंड स्टेट एनर्जी आहे मग आपणास पहिली उत्तेजित अवस्था दुसरी उत्तेजित आहे आणि पुढे आपण करू अंतर काय आहे हे माहित नाही म्हणून आपण असे म्हणू या की हे ई वन आहे

त्यामुळे येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनद्वारे वाहून नेली जाणारी किमान उर्जा ई एक वजा आहे उदा.

जर येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची उर्जा त्यापेक्षा कमी असेल तर जर ती वर जावी लागली तर संपूर्ण अणू लवचिकपणे विखुरतो कारण जेव्हा तुम्ही उत्तेजित करता तेव्हा जे घडत आहे ते बाहेर पडू शकत नाही तेव्हा येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची गतीज उर्जा आतमध्ये रूपांतरित होईल अणूची बाह्य ऊर्जा कारण ती उत्तेजित होत आहे पण मग आपण काय गृहीत धरणार आहोत किंवा आपण जे गृहीत धरले आहे ते म्हणजे अणू अमर्यादपणे जड आहे

त्यामुळे त्या लवचिक विखुरणामध्ये आपण विखुरलेल्या इलेक्ट्रॉनकडे पाहिले तर त्याची गती बदलू शकते परंतु त्याची ऊर्जा बदलू नका हे बॉल जाऊन विटांच्या भिंतीवर आदळल्यासारखे आहे ठीक आहे, संवेग बदलेल

त्यामुळे संवेग भिंतीवर हस्तांतरित होईल परंतु भिंतीवर कोणतीही ऊर्जा हस्तांतरित केली जाणार नाही म्हणून कॅथोड रे ट्यूबमधून विखुरलेले इलेक्ट्रॉन समान ऊर्जा वाहून नेतील.

हे तत्व आहे म्हणून पारा द्वारे विखुरलेल्या इलेक्ट्रॉन्सचा एक अतिशय सुंदर प्रयोग मी त्याकडे सविस्तरपणे पाहणार आहे

त्यामुळे या येणाऱ्या उर्जा आहेत आणि मला माहित आहे की येणारी उर्जा 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्टवर आदळताच ती लगेच खाली पडली.

तुम्ही काय करता तुम्ही वेगवेगळ्या उर्जेची उर्जा पाठवत राहता पण 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट होताच तो माझ्यासाठी जादूचा आकडा आहे तो लगेच खाली येतो .

d मग मी वेग वाढवत राहिलो तर काय होईल ते 9.

8 इलेक्ट्रॉन व्होल्टवर आदळताच ते चालूच राहिल जे बरोबर दुप्पट चार पॉइंट नऊ इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे, पुन्हा एक ठराविक घसरण होते आणि अचानक घसरण चार पॉइंट नऊच्या जवळ आली पाहिजे.

असू द्या पण त्याबद्दल कधीच हरकत नाही आणि पुन्हा ती चालूच राहिल जेव्हा ती ऊर्जा तीन पॉइंट नऊ वर आदळते तेव्हा हा सर्वात सुंदर वक्र आहे जो थेट फ्रँक हर्ट्झ प्रयोगातून घेतला गेला आहे आणि आपण हे समजून घेतले पाहिजे की आपण काय म्हणत आहोत ते आहे तेथे हा पारा अणू आहे तेथे हा इलेक्ट्रॉन आहे आणि येथे ही उत्तेजित अवस्था आहे म्हणून येथे एक इलेक्ट्रॉन आहे आणि येथे एक इनकमिंग इलेक्ट्रॉन आहे तेच आता होत आहे

जर येणारी ऊर्जा कमी असेल तर हा उर्जेचा फरक 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट पेक्षा इलेक्ट्रॉन फक्त विखुरला जाईल त्याची गती बदलेल त्याची उर्जा बदलणार नाही म्हणून ती चालूच राहिल आणि येणारी उर्जा सारखीच असेल आउटगोइंग ऊर्जेची दिशा वेगळी असू शकते परंतु तुम्ही दिशेला संवेदनशील नाही जसे की फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टमध्ये तुम्ही उत्सर्जित फोटॉनच्या दिशेला संवेदनशील नसता तुम्ही फक्त तिची ऊर्जा गोळा केली होती त्यामुळे ते प्रत्यक्षात फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाशी चांगले साम्य असते पण जर इलेक्ट्रॉनमध्ये आता 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्टची ऊर्जा आहे , हा कॅथोड किरण आहे हा कॅथोड किरण आहे अणूमधील इलेक्ट्रॉन सर्व गतिज ऊर्जा शोषून घेऊ शकतो आणि या स्थितीत येऊ शकतो कारण फरक 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे

त्यामुळे विखुरलेल्या इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा शून्य आहे आता प्रश्न असा आहे की कॅथोड ऊर्जा श्रेणी काय आहे कॅथोड इलेक्ट्रॉन ऊर्जा सात इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे काही हरकत नाही तुम्ही ऊर्जेच्या संवर्धनाचा वापर करा म्हणजे इलेक्ट्रॉन चार पॉइंट नऊ इलेक्ट्रॉन व्होल्ट घेईल आणि विखुरलेल्या इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा सात किती असेल उणे चार पॉइंट नऊ म्हणजे 2.

1 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आणि जर तुम्ही हे चित्र बघितले तर जे घडत आहे ते बनत नाही.

g 0 ठीक आहे एक वगळता जी 4.

9 वर आहे ती उर्जा कमी होत राहते आता हा 2.

1 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट इलेक्ट्रॉन वाफेमध्ये प्रसारित होत असल्याने त्यात पारा अणूचे पुढे आयनीकरण करण्यासाठी ऊर्जा नाही आणि आता तो 2.

1 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट इलेक्ट्रॉन म्हणून ओळखला जाईल.

मी काय करेन मी म्हणून की येणारी उर्जा आहे 9.

8 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आता म्हणू या पहिल्या टक्करमध्ये काय होते ते गमावते 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट

गतिज ऊर्जा 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्टसह चालू राहते परंतु नंतर ती ज्या मोठ्या प्रमाणात फिरत आहे त्यामधून पुढे जात आहे एक वायू दुसरा अणू ऊर्जा काढून घेतो आणि अंतिम इलेक्ट्रॉनमध्ये शून्य गतिज ऊर्जा असते ती आता आपण लिहित आहोत म्हणजे याचा अर्थ नऊ पॉइंट इलेक्ट्रॉन व्होल्टऐवजी दहा पॉइंट आठ इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आनुषंगिक ऊर्जा असेल तर अंतिम ऊर्जा असते.

10.

8 उणे 9.

8 जे 1.

0 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे ते पुन्हा अणूला उत्तेजित करण्यासाठी पुरेसे नाही म्हणून ते फक्त लवचिकपणे त्याची गती विखुरत राहिल बदलू शकतो पण ऊर्जा बदलणार नाही आणि इथे तुम्ही पहाल चार बिंदू नऊ नऊ बिंदू आठ आणि चार बिंदू नऊ ते नऊ बिंदू चार बिंदू नऊ ते तीन अशा तीन रेषा आहेत सत्तावीस तीन चार तीन बारा चौदा पॉइंट सात इलेक्ट्रॉन व्होल्ट खरं तर हा शेवटचा आकडा पंधरा इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे हा चौदा पॉइंट सात इलेक्ट्रॉन व्होल्ट आहे मला माहित नाही तुम्ही लोक हे पाहू शकता की नाही पण त्यासाठी माझे शब्द घ्या हे नक्कीच सर्वात सुंदर प्रात्यक्षिकांपैकी एक आहे

स्पष्टपणे आणि हर्झ तिथेच थांबला नाही कारण मी तुम्हाला सांगितले की ते 0 ते 80 इलेक्ट्रॉन व्होल्टपर्यंत गेले आहेत तुम्हाला अनेक शिखरे दिसतात आणि ती विविध उत्तेजित विविध विखुरणे आणि विविध उत्तेजनांशी संबंधित आहेत आणि यामुळे बोहर मॉडेलसाठी एक उत्कृष्ट गुणात्मक पुरावा मिळाला कारण जर उर्जा पातळी सतत चालू असेल तर फ्रँक हेड्स प्रयोग समजू शकत नाही, जरी या विशिष्ट क्षणी एन कसे कार्य करावे हे मला माहित नाही.

पान्याच्या अणूची उर्जा पातळी त्या बाबतीत मला हेलियम अणूच्या उर्जेची पातळी कशी काढायची हे देखील माहित नाही हे एक गुणात्मक पुरावे देते फ्रँक आणि हर्ट्झ यांनी आणखी काहीतरी केले ज्याची त्यांनी वाट पाहिली तुम्हाला जास्त वेळ प्रतीक्षा करावी लागणार नाही आणि त्यांना सापडले उत्तेजित अणू खाली येणार आहे उत्तेजित वाफ

उर्जेचा प्रकाश उत्सर्जित करते 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट ही सर्वात सुंदर गोष्ट आहे जी 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्टमध्ये ठळकपणे प्रकाश उत्सर्जित करते ज्यामुळे आणखी एक चांगला पुरावा मिळतो आणि आता जर तुम्ही आज स्पेक्ट्रोस्कोपिक डेटा पाहिला तर हे खूप चांगले समजले आहे, तुम्हाला दिसेल की या वर्णक्रमीय रेषा आहेत ज्या 4.

9 इलेक्ट्रॉन व्होल्टशी अगदी 252 नॅनोमीटरशी संबंधित आहेत म्हणून मागच्या बाजूने आपण असे म्हणू शकतो की फ्रँक हर्ट्झचा प्रयोग सर्वात नेत्रदीपक आणि सुंदर होता.

1914 किंवा 1915 मधील बोहर मॉडेलची पुष्टी ही एक गुणात्मक पुष्टी होती आज ती एक परिमाणात्मक पुष्टी आहे कारण या गोष्टी आहेत जर तुम्ही उच्च शिक्षणासाठी गेलात तर तुम्ही फ्रँक हर्ट्झवर एक प्रयोग करून पूर्ण करू शकता , अशी अनेक विद्यापीठे आणि संस्था आहेत जिथे हा आपल्या देशासह जगभरात केला जातो, मग आधुनिक काळातील प्रयोग काय आहेत आधुनिक काळातील प्रयोग लोक करत नाहीत पारा वापरतात पण लोक निऑन वापरतात निऑन हे बाष्पीभवन करण्याची गरज नाही निऑन हा आधीच वायू आहे म्हणून

ते व्हॅक्यूम ट्यूब भरतात त्यामध्ये थोडा दाब असेल जो थोडासा दाब असेल जर तुम्ही जाऊन रॅक आणि हर्ट्झचा पेपर पाहाल तर संपूर्ण डेटा मिळेल आणि आता तुम्ही इलेक्ट्रॉनचे निऑन अणू पुन्हा विखुरलेत याचे सौंदर्य हे आहे की उर्जेचे अंतर खूपच लहान आहे आणि म्हणून उत्सर्जित रेडिएशन दृश्यमान श्रेणीमध्ये आहे तर 252 नॅनोमीटर दृश्यमान श्रेणीमध्ये नाही.

आम्हाला जे विधान करायचे आहे आणि मला तुम्हाला अशा गोष्टीचे एक चित्र दाखवायचे आहे ते व्हॅक्यूम ट्यूबमध्ये काय घडत आहे याचे एक सुंदर चित्र आहे ते प्रत्यक्षात ऑरॅंगमध्ये आहे इ प्रदेश आणि तुम्हाला ही केशरी रंगाची छटा दिसते

त्यामुळे तुम्ही मोजमाप करताच असे नाही तर तुम्ही तुमच्या स्वतःच्या डोळ्यांनी पाहू शकता की या विशिष्ट कारणास्तव रेडिएशन उत्सर्जित होत आहे म्हणून जर तुम्हाला असा प्रयोग करण्याची संधी मिळाली तर तुम्ही चुकवू नका.

एक संधी कारण त्या बाबतीत तुम्ही मूलतः 20 व्या शतकातील सर्वात महान प्रयोगांपैकी एक पुन्हा तयार कराल मूळ पेपर जर्मनमध्ये लिहिलेला आहे परंतु तरीही मी तुम्हाला त्यामधून जाण्याचा सल्ला देईन कारण पुन्हा किमान समीकरणे पहा आणि तुम्ही ते पाहू शकता. आलेख आणि तुमच्यापैकी जे जर्मन भाषा शिकत आहेत त्यांना ते मूळ वाचायला आवडेल आणि मला खात्री आहे की ते खूप सुंदर लिहिलेले आहे

त्यामुळे हे तुम्हाला बोहर मॉडेलची पुष्टी देते परंतु आम्हाला आणखी परिमाणात्मक पद्धतीने पुष्टी हवी आहे आणि त्यासाठी आपण काय करू ते म्हणजे कंप पावणारे रेणू पाहणे यासाठी थोडी तयारी आवश्यक आहे परंतु आपल्याला घाई नाही

त्यामुळे आपण त्यापासून सुरुवात करू या या विश्लेषणामागील sic कल्पना आणि जी खरं तर सार्वभौमिक आहे ती सर्वव्यापी आहे आणि तुम्हाला तीच गोष्ट आण्विक भौतिकशास्त्रात घडताना दिसते तीच गोष्ट अणु भौतिकशास्त्रात घडते तीच गोष्ट आण्विक भौतिकशास्त्रातही घडते खरेतर क्वार्क भौतिकशास्त्रातही तीच गोष्ट प्रोटॉन आहे अशी तुम्ही कल्पना केली तर क्वार्कचे बनलेले लोक या कंपनात्मक रेणूकडे पाहतील मग आता कल्पना काय आहे समजा तुम्हाला एक क्षमता दिली गेली आहे जी खूप क्लिष्ट आहे असे काहीतरी सांगूया हे मी लिहिलेल्या हायड्रोजन अणू स्थिती संभाव्यतेपेक्षा बरेच वेगळे आहे कारण मला स्वारस्य आहे अणू अणू किंवा रेणू किंवा रेणूमध्ये म्हणून ही माझी क्षमता आहे आणि हे माझे वेगळेपण आहे आता काय होईल जर दोन अणू एकमेकांच्या अगदी जवळ आले तर एका अणूमधील इलेक्ट्रॉन दुसऱ्या अणूमधील इलेक्ट्रॉनला तरंगायला सुरुवात करतील जर तुम्हाला हवे असेल तर तुम्ही करू शकता पॉली एक्सक्लूजन तत्त्व देखील आणा इलेक्ट्रॉन समान जागा व्यापू शकत नाहीत म्हणून उत्पत्तीच्या अगदी जवळ असल्याने संभाव्यता खूप वेगाने वाढते परंतु अणू तटस्थ असतात म्हणून जर तुम्ही खूप दूर गेलात तर तुम्ही खूप झपाट्याने घसरले पाहिजे म्हणून ते इथे येते आणि ते खूप वेगाने खाली पडेल खरं तर आम्ही त्याची व्यवस्था करू शकतो की ते येथे 0 वर जात आहे की ठीक आहे हे फार नाही चांगले चित्र मला क्षमस्व आहे कारण ते दिशाभूल करणारे चित्र देत आहे

त्यामुळे योग्य चित्र असे काहीतरी असावे येथे येते आणि खूप वेगाने पडते आणि ते 0 वर जाते.

त्यामुळे तुम्ही व्युत्पन्न घेतल्यास किंवा तुम्ही यावरून ते पाहू शकता येथे तिरस्करणीय आहे ते येथे आकर्षक आहे ते आकर्षक राहते परंतु आपण  $r$  मध्ये अधिक दूर जात असताना खूपच कमकुवत बनतो आणि एक मिनिमा आहे जो राजधानी  $r$  येथे आहे

त्यामुळे एक अतिशय चांगले उदाहरण म्हणजे मला वाटते वॅन डेर वाल्स फोर्स  $10r$  ते  $6$  वजा  $br$  ची पॉवर ते  $n$  च्या पॉवर सारखी दिसेल जिथे  $a$  आणि  $b$  हे धन स्थिरांक आहेत जर तुम्ही असे प्लॉट केले की ते असेच दिसेल हे छान आहे आता आम्ही प्रयत्न करू नका.

यासाठी बोहर मॉडेल लागू करणे थेट कारण मला संभाव्यतेचे स्वरूप देखील माहित नाही परंतु मी असे गृहीत धरतो की येथे जे काही बांधलेले आहे ते दोन अणू येथे आहेत ते समतोल स्थितीच्या अगदी जवळ आहेत समतोल स्थितीच्या समतोल स्थितीच्या जवळ आहेत त्यात किमान ऊर्जा आहे म्हणून आपण लहान पाहत आहोत क्षोभ किंवा निम्न स्तरावरील उत्तेजित होणे मला तेच करायचे आहे मग ते शास्त्रीय असो किंवा क्वांटम मेकॅनिकल मग आपण काय करणार आहोत आपण असे म्हणणार आहोत की  $v$  च्या  $r$  मध्ये  $r$  च्या बरोबरीचे  $r$  वर अदृश्य होणारे व्युत्पन्न आहे हे समतोल वेगळे करणे आहे आपण दोन अणूंमध्ये म्हणतो आणि मिनिमासाठी मिनिमा पोजिशन कोणती आहे याचा अर्थ तुम्हाला काय म्हणायचे आहे की हे सर्व महत्त्वाचे मिनिमा आहेत याचा अर्थ डेल स्क्वेअर ब बाय डेल आर स्क्वेअर  $r$  च्या  $r$  च्या बरोबरीने शुन्यापेक्षा मोठा आहे, तर या अटी आहेत म्हणून मी मिनिमामध्ये बसलो आहे आणि मी हे चित्र ज्या प्रकारे लिहीले आहे ते ही मिनिमा एक ग्लोबल मिनिमा आहे, प्रत्यक्षात दुसरी मिनिमा नाही आहे आता ठीक आहे जर असे झाले तर मी एक टेलर एक्सपा बनवू शकेन  $r$  च्या  $v$  ची  $n$  स्योन  $r$  च्या भोवती  $r$  बरोबर  $r$  म्हणून जर मी

$r$  च्या बरोबर  $r$  बरोबर  $r$  वर  $del$   $r$  चौरस लिहिला तर पहिला व्युत्पन्न नाहीसा होईल म्हणून  $r$  च्या जवळच्या शेजारील  $r$  चा माझा  $v$  असेल कॅपिटल  $r$  समतोल  $v$  अधिक अर्धा  $k$  मध्ये  $r$  वजा  $r$  पूर्ण वर्ग हा गोष्टीचा शेवट नाही अधिक उच्च क्रम तुम्हाला याबद्दल काळजी करण्याची गरज नाही म्हणून जर मी विभक्ततेकडे पहात असेल तर मी त्याला काही  $\rho$  म्हणून संबोधू जे  $r$  आहे उणे  $r \bmod r$  उणे  $r$  माझी संभाव्यता मूलतः काही स्थिर अधिक अर्धा  $k$   $\rho$  चौरस आहे आणि तुम्ही सर्व अपवाद न करता हे हार्मोनिक ऑसिलेटर पोटॅंशियल असल्याचे ओळखू शकाल, म्हणून मी लिहिलेल्या पद्धतीने हे भांडवल असावे आणि तुमचा  $k$  द स्प्रेग स्थिरांक हे मिनिमामध्ये संभाव्यतेचे दुसरे व्युत्पन्न नसून दुसरे काहीही नाही म्हणून आपण गणितीय दृष्ट्या काय म्हणत आहोत ते म्हणजे आपण जे म्हणत आहोत ते असे आहे की जेथे व्युत्पन्न 0 असेल आणि दुसरा व्युत्पन्न सकारात्मक असेल तेथे तुम्ही फंक्शनचे अंदाजे अंदाज लावू शकता.

पॅराबोला द्वारे उत्कृष्ट शेजारी जे आपण म्हणत आहोत तेच आहे अर्थातच जर तो मॅक्सिमा असेल तर तो एका उलट्या पॅराबोलाद्वारे उत्कृष्टपणे अंदाजे केला जाईल तो एक उणे अर्धा  $kr$  चौरस होईल जो अस्थिर समतोलाची स्थिती असेल तर ही स्थिती आहे स्थिर समतोल आपण येथे जे काही लिहिले आहे ती स्थिर समतोल स्थिती आहे आणि आपल्याला त्याबद्दल काळजी करण्याची गरज आहे म्हणून आता आपण काय दावा करत आहोत ते म्हणजे जेव्हा दोन अणू एकमेकांच्या जवळ येतात तेव्हा मी ते अशा प्रकारच्या संभाव्यतेने मॉडेल केले तर जर मी ते या प्रकारच्या संभाव्य  $r$  द्वारे मॉडेल केले तर जर ते क्वांटम घटनेने वर्णन केले असेल

तर उर्जा पातळी क्वांटाइज्ड उर्जा पातळी हार्मोनिक ऑसिलेटरला बोहर ऑर्बिट नियमानुसार दिली जाणे आवश्यक आहे तर आम्ही काय म्हणत आहोत

बोहर मॉडेल गृहीतक लागू करा

साध्या हार्मोनिक ऑसिलेटरला आपण  $sho$  म्हणू या आणि मी पुढच्या 10 मिनिटांत काय करणार आहे ते ठरवायचे आहे ते खरं तर हायड्रोजन अणूपेक्षाही सोपे आहे .

खरं तर कदाचित ते तितकंच सोपं आहे आणि आपण ते पुन्हा कसे मिळवणार आहोत ते पाहू या आपण वर्तुळाकार कक्षा गृहीत धरू आणि जर तुम्हाला वाटत असेल की तुम्ही ते एका परिमाणात देखील पूर्ण करू शकता

त्यामुळे माझी एकूण ऊर्जा अर्धा  $mv$  ने दिली आहे.

स्केअर अधिक अर्धा  $kx$  स्केअर हा माझ्याकडे आहे

त्यामुळे  $k$  च्या युनिट्समध्ये नाही तर कोनीय फ्रिक्वेंसीच्या युनिट्समध्ये काम करणे सोयीचे आहे

म्हणून आपण त्याला अर्धा  $mv$  स्केअर अधिक अर्धा  $m$  ओमेगा स्केअर  $x$  स्केअर असे लिहू जेणेकरून प्रत्येकाला ओमेगा स्केअर काय आहे हे कळेल.

ओमेगा स्केअर हे  $k$  बाय  $m$  आहे कारण हे एक नैसर्गिक एकक आहे जे आपल्याकडे आहे ते माझे बल माझे बल आहे अरे मला माफ करा मी ते पोजिशन वेक्टर म्हणून लिहावे मला वेगळे पत्रक घेऊ द्या माझे  $e$  अर्धा  $mv$  चौरस आहे थ्री डायमॅन्शन म्हणजे मी लिहिणार आहे अधिक अर्धा  $kr$  स्केअर जो अर्धा एमव्ही स्केअर सारखा आहे मी येथे वेक्टर चिन्ह देखील ठेवू शकतो आणि अर्धा एम ओमेगा स्केअर आर स्केअर म्हणून ते एक आयसोट्रोपिक ऑसिलेटर आहे जे आम्ही म्हणत आहोत.

$displa$   $ce$  तो समतोल स्थितीपासून कोणत्याही दिशेने मागे खेचला जाईल आणि त्याच मार्गाने माझे  $f$  कसे आहे म्हणून मायनस  $kr$  ने दिले आहे

त्यामुळे हा हुक कायदा तीन आयामांमध्ये आहे म्हणून तुम्ही लोकांनी दोलनाचा अभ्यास केला आहे दोन मध्ये तीन मितींमध्ये परिमाणे दोलन लिसा जोस आकृत्या तुम्हाला लंबवर्तुळ कसे मिळतात इत्यादि आणि पुढे, म्हणून मी फक्त काय करू हे समीकरण जोडणे म्हणजे बोहर गृहीतकाचा वापर करा आणि ते काय आहे ते पहा म्हणजे आपण पुन्हा वर्तुळाकार कक्षा अधिक बोहर गृहीत धरू परिमाणीकरण हे आपण गृहीत धरणार आहोत

त्यामुळे वर्तुळाकार कक्षा म्हणजे  $mv$  चा वर्ग  $r$  बरोबर वजा  $kr$  आहे सर्व दिशांची काळजी घेतली जाते बल त्रिज्यात्मक व्यस्त आहे हे एक केंद्रकेंद्री बल आहे आणि तेच आपण इथे लिहिले आहे म्हणून ते देखील समान आहे मायनस  $m$  ओमेगा स्केअर  $r$  पर्यंत आपण ते दोन्ही लिहू आणि बोहर क्वांटायझेशन स्थिती नेहमीप्रमाणेच आहे, एच बारमध्ये संभाव्य क्षमता किती आहे याचा विचार न करता तेच आपल्याला मिळणार आहे आणि पुन्हा आपल्याकडे आहे  $e$  या दोघांना एकत्र करण्यासाठी आणि आपल्याला एक अर्थपूर्ण समीकरण मिळवायचे आहे की उपाय काय आहे हे करण्यासाठी अनेक मार्ग आहेत ही एक गोष्ट आपण करू शकतो म्हणून मी एक आणि  $an$  आणि  $an$  लावणार आहे आणि मी येथे अधिक चिन्ह लावू नये येथे कारण चिन्हांची काळजी घेतली गेली आहे असा प्रश्नच उद्भवत नाही कारण हे मोठेपणासाठी आहे म्हणून आपल्याकडे जे आहे ते म्हणजे  $mvn$  चौरस बाय  $rn$  वर्ग स्थिरांक आहे आणि दुसऱ्या समीकरणावरून माझे  $vn$  हे  $mrn$  वर  $nh$  बारच्या बरोबरीचे आहे.

मला तेच वापरायचे आहे म्हणून माझा  $vn$  स्केअर  $n$  स्केअर  $h$  बार स्केअर ओव्हर  $m$  स्केअर  $rn$  स्केअर असे अनेक मार्ग असू शकतात यापेक्षाही अधिक शोभिवंत पण

त्यामुळे

$mvn$  स्केअर ओव्हर  $rn$  स्केअर हेच मी करणार आहे.

बघा  $mn$  स्केअर  $h$  बार स्केअर ओव्हर  $m$  स्केअर  $rn$  स्केअर हेच माझ्याकडे ठीक आहे मला ते एक ओव्हर  $rn$  स्केअरने भागायचे आहे हे स्थिर आहे मला आशा आहे की मी गणना अचूक केली आहे अन्यथा आम्हाला कॅलची पुनरावृत्ती करावी लागेल क्यूलेशन तुम्हाला समान दिसत आहे की मी चांगले करत आहे असे वाटते म्हणून आम्हाला 4 च्या पॉवरची अट मिळते का मला हे  $n$  चौरस  $h$  बार स्केअर  $mk$  वर सोपे करावे लागेल आणि हा  $k$   $m$  ओमेगा स्केअर आहे म्हणून हा  $n$  स्केअर  $h$  बार स्केअर आहे ओमेगा स्केअर ओव्हर एम 4 च्या पॉवरशी आरएन स्केअर एच बार स्केअर एम स्केअर ओमेगा स्केअरवर मला आरएन स्केअरमध्ये स्वारस्य आहे कारण ती संभाव्य एनर्जी आहे आरएन स्केअर एम ओमेगावर एनएच बार आहे म्हणून हे आहे माझ्यासाठी हा एक अतिशय महत्त्वाचा निकाल आहे कारण आपण क्वांटम मेकॅनिक्स पाहत आहोत त्याऐवजी बोहर मॉडेल नवीन लांबीचे स्केल देत आहे खरं तर हायड्रोजन अणूच्या बाबतीतही तेच घडते जे तुमच्या धनुष्य त्रिज्या 0.

5 अँस्ट्रॉमसाठी तुमचे बोहर मॉडेल होते

त्यामुळे तुमच्या लक्षात आले.

की  $rn$  स्केअर  $n$  च्या प्रमाणात आहे याचा अर्थ असा होतो की माझी क्षमता  $n$  च्या प्रमाणात आहे तिथे माझी क्षमता 1 पेक्षा  $n$  स्केअरच्या प्रमाणात आहे इथे ते  $n$  च्या प्रमाणात आहे पुढील व्याख्यानात मी तुम्हाला ते दाखवणार आहे गतिज ऊर्जा  $n$  च्या प्रमाणात देखील आहे एकूण उर्जा  $n$  च्या प्रमाणात आहे आणि म्हणून हायड्रोजन अणूच्या विपरीत आपणास माहित आहे की रेषा सर्व कोठे एकत्रित होत आहेत कारण आपण पुढे जात राहिलो आणि दूर आणि दूर जात आहात कारण येथे  $n$  वर एक वर्ग केला जाईल आणि ऊर्जा पातळी सर्व होईल.

तितकेच अंतर ठेवा आणि आम्ही काय करू तुमच्या अणु स्पेक्ट्रोस्कोपीमधील प्रायोगिक पुरावे शोधण्यासाठी प्रायोगिक पुरावे काळजीपूर्वक स्पष्ट केले पाहिजे कारण वर्णक्रमीय रेषा खूपच क्लिष्ट आहेत परंतु मी तुम्हाला सांगेन आणि पुढील व्याख्यानात याचा निष्कर्ष काढल्यानंतर आम्ही हे करू.

आम्हाला सुमारे 15 20 मिनिटे आम्ही अणूच्या मध्यवर्ती भागामध्ये खोलवर काय बसले आहे यावर चर्चा करू, त्याचे गुणधर्म रेडिओएक्टिव्हिटी फिशन इन्फ्यूजन आणि तो अभ्यासक्रम पूर्ण केला पाहिजे म्हणून खूप खूप धन्यवाद तुमचा दिवस चांगला जावो