آپ سب کو صبح بخیر، اس لیے پچھلے چند لیکچرز میں ہم مادے کے کوانٹم رویے کے مختلف پہلوؤں کو دیکھ رہے ہیں ، پہلا پہلو جس پر ہم نے نظر ڈالی وہ مادے کی لہر کی نوعیت تھی جو روشنی کے ذرہ فطرت کا ہمنوا ہے۔ پلانک اور ڈیپ برولی ہم نے کلاسیکی طور پر ذرّات اور جسے ہم کلاسیکی طور پر لہریں کہتے ہیں کے درمیان ایک قسم کی ہم آہنگی قائم کر دی ہے اس لیے اس پورے پورے رجحان کو ویو پارٹیکل ڈوئلٹی کہا جاتا ہے اور اس نے ترقی میں بہت اہم اور اہم کردار ادا کیا ہے۔ ابتدائی کوانٹم میکینکس کے نام نہاد اپنے گولڈ کوانٹم میکانکس جس میں پلانک کا ریڈی ایشن قانون آئن اسٹائن کا فوٹو الیکٹرک اثر شامل ہے اور پھر آپ کے پاس کمپٹن سکیٹرنگ اسٹوکس اینٹی اسٹوکس لائن اور پھر یقیناً بوہر ماڈل اور گھری ریلی مفروضہ ہے جو ہمارے پاس ہے اور اس کے بعد۔ کوانٹم میکانکس کی زبان میں ان تمام مظاہر کی بہتر تفہیم کی ایک نئی تفہیم تھی جو ای شروڈنگر اور ہائزنبرگ کا کام اور ڈیرک کا بھی لیکن یہ آپ کے لیے موضوع نہیں ہے بلکہ یہ بہت زیادہ ترقی یافتہ ہے اور جب آپ گریجویشن کے لیے جائیں گے

تو آپ اپنی اعلیٰ کلاسوں میں ایسا کریں گے، اس لیے اب ہمیں واپس آنا ہے۔ بوہر ماڈل جس پر میں نے بحث شروع کی تھی اور جو بوہر نے بنیادی طور پر کیا وہ ایک غیر معمولی اور انتہائی جرات مندانہ مفروضہ بنانا تھا جو کہ ایک بہت اہم چیز ہے یہ اس کی طرف سے بہت جرات مندانہ تھا کیونکہ وہ کلاسیکی الیکٹروڈائنامکس اور کوانٹم مفروضے کے مختلف تصورات لا رہا تھا۔ ایک ساتھ یہ آئن سٹائن اور خالی میں ایک حد تک موجود تھا لیکن یہ یقینی طور پر اتنا واضح نہیں تھا جتنا واضح طور پر بوہر کے معاملے میں بیان کیا گیا تھا اور جیسا کہ میں نے آپ کو پچھلے لیکچر میں بتایا تھا اسی وجہ سے بوہر کو ان میں سے ایک سمجھا جاتا ہے۔ 20 ویں صدی کے سب سے گہرے اور گہرے فلسفی سائنسدانوں پر اس کا بہت زیادہ اثر و رسوخ تھا

تصویر s تو آئیے ہم یاد کرتے ہیں کہ یہ بالکل کیا بوہر ہے لہذا ہمیں ان طیفی لکیروں کا مسئلہ تھا لہذا آپ دیکھیں کہ یہاں پر

تو جو ہمارے پاس ہے اس کے بجائے ہے

تو یہ کیا ہے کہ ہمارے پاس کلاسیکی طور پر ایٹم کا وجود ہی نہیں ہونا چاہئے تھا لیکن اسے مسلسل تابکاری سے خارج ہونا چاہئے لیکن ایسا نہیں ہوتا ایٹم مکمل طور پر مستحکم ہے لیکن اگر آپ ایٹم کو اکسائیں

تو یہ ہے مستحکم نہیں صرف زمینی حالت میں کم از کم

توانائی کی حالت ہوتی ہے کیونکہ یہ ہم نہیں جانتے کہ وہ کم سے کم

توانائی کہاں سے آتی ہے یہاں تک کہ بوہر ماڈل بھی آپ کو نہیں دے گا لیکن ایک بار جب ہم اسے دوبارہ پرجوش کریں گے

تو ایٹم کی شعاعیں زمینی حالت میں آ جائیں گی۔ تابکاری کے اخراج سے پرجوش ہو جائے گا لیکن یہ ایک بار پھر میکسویلئن کی پیشین گوئی سے مطابقت نہیں رکھتا ہے کیونکہ کلاسیکی الیکٹروڈائنامکس کے مطابق شعاع اور

توانائی کو طول موج میں تعدد میں یا

توانائی میں اس معاملے کے لئے مسلسل ہونا چاہئے لیکن یہاں آپ دیکھتے ہیں کہ ایک بہت اچھا سپیکٹرم ہے۔ مجرد لکیریں وہی ہیں جو ہم یہاں دیکھ رہے ہیں اور ہم نے بڑی طوالت سے بات کی کہ لائمن سیریز کیا تھی یہ وائلٹ ریجن سے آگے غیر مرئی خطے میں ہیں پھر آپ کے پاس بمبار سیریز ہے جو مرئی خطے میں ہے

تو آپ نے جوش بریکٹ فنڈ وغیرہ پڑھا ہے جو درحقیقت دوبارہ مرئی خطے میں نہیں ہیں کیونکہ وہ اس پر جاتے ہیں وہ غیر مرئی خطے میں جاتے ہیں جو ہمیں ملا ہے اور مجھے یہ بھی یاد دلانا چاہئے کہ سب ان طیف کی لکیروں کو رائڈبرگ نے ایک ہی فارمولے میں سمیٹ دیا تھا اور اسے مربع سے ضرب کیا n2 مربع مائنس 1 سے n1 یہاں دیا گیا ہے کہ اس نے پایا کہ 1 اوور لیمبڈا کچھ پراسرار مستقل ہے جس کو 1 سے زیادہ n1 سے زیادہ یا اس کے برابر اس کا مطلب ہے کہ کوانٹم نمبر n1 زیادہ ہونا چاہئے۔ n2 عددی ہیں ظاہر ہے کہ n2 اور n1 جاتا ہے جہاں وغیرہ سسٹم ریڈ ووڈ کنسٹینٹ کی پرجوش حال n2 n3 n4 کا نمبر سسٹم کی زمینی حالت سے مساوی ہونا چاہیے

توں سے مطابقت رکھتا ہے جو کہ ایک قابل ذکر درستگی کے لیے جانا جاتا ہے جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا تقریباً 14 15 اعشاریہ تک جگہ ایک غیر معمولی مستقل تھی اس کا تعین تجرباتی طور پر کیا گیا تھا لیکن جستجو اچھا سوال تھا بڑا سوال یہ تھا کہ یہ کہاں سے آتا ہے

ایک برابر تین کے n ہیں وہ لائنیں جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا تھا کہ لیمن دی بمبار اور جذبہ تاکہ آپ دیکھ سکیں کہ جذبہ ہونا چاہیے o تو یہ کے برابر 5 یہ 6 سے مماثل ہے اور یہ n 1 کے مساوی 4 فون کے مساوی n 1 ہونا چاہیے 4 5 بریکٹ n 2 برابر مجھے افسوس ہے اور سے مماثل ہے اور یہ بہت حال ہی میں دریافت ہوا ہے جس کے لئے آپ کو بہت درست اور بہت اچھی طرح سے حل شدہ سپیکٹروسکوپی کی 7 ضرورت ہے ٹھیک ہے اب بوہر آئے اور صورتحال کو واضح کیا حالانکہ اس نے دو مفروضے بنا کر مسئلہ کو مکمل طور پر حل نہیں کیا۔ اس سے بہت تیزی سے گزریں گے تاکہ ہمارے پاس تسلسل ہو پہلا بیان جو ہم نے دیا وہ یہ تھا کہ ہائیڈروجن ایٹم کے معاملے میں کلاسیکی مدار تمام مسلسل نہیں ہیں لیکن مجرد صرف کچھ مجرد مداروں کی اجازت ہے جب میں کہوں کہ رقم میرا مطلب نہیں ہے finite

تو میں اسے بتاتا ہوں صرف مجرد مداروں کی اجازت ہے اور مجرد مدار کی کیا شرط ہے اور وہ کونیی مومینٹم کی کوانٹائزیشن ہے

تو ہم کیا کر رہے ہیں ہم اس وقت یہ فرض کر رہے ہیں کہ مدار یہ سب سرکلر ہیں لہذا ہم لکھتے ہیں mvnrn is equal to nh bar identically equal to nh by two pi یہ شرط ہے کہ یہ کوانٹم میکینکس کے لیے منفرد نہیں ہے مثال کے طور پر اگر آپ سٹرنگ کی وائبریشن کو دیکھیں

تو آپ کو معلوم ہوگا کہ صرف کچھ موڈز کی اجازت ہے۔ اور پھر یقیناً سب سے زیادہ عام وائبریشن ان طریقوں کا ایک لکیری مجموعہ ہے جو آپ کے پاس بنیادی ہیں پھر آپ کے پاس پہلا ہارمونک دوسرا ہارمونک تیسرا ہارمونک ہے اسی طرح اور اسی طرح حقیقت میں یہ اس سے بہت مختلف نہیں ہے اگر آپ اس کی مساوات لکھیں حرکت

تو آپ کو پہلے ہی اندازہ ہو جاتا ہے کہ ہم کسی نہ کسی طرح ذرہ کی لہر کی نوعیت کو درآمد کر رہے ہیں جیسا کہ میں نے آپ کو تاریخی طور پر بتایا تھا کہ بوہر نے اس ماڈل کو تجویز کرنے کے بعد پارٹیکل کی لہر کی نوعیت کی ہے لیکن چونکہ ہم پہلے ہی پارٹیکل ڈیوائس کی لہر کی نوعیت اور لباس کے تجربے پر بات کر چکے ہیں۔ اور اس کے علاوہ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اس کے لیے کوئی اشارہ ہے اس لیے آپ کو کمپن کے فکسڈ بنیادی موڈ s طریقوں کے ساتھ موازنہ کرنا چاہیے اس لیے اگر آپ کے پاس وائبریشن سٹرنگ ہے مثال کے طور پر دونوں سروں کے ساتھ اس طرح ہے پھر آپ کے پاس کچھ اس طرح ہے اور اسی طرح آگے اور پھر آپ کے پاس پہلا آکٹیو دوسرا آکٹیو ہے جسے وہ موسیقی میں کہتے ہیں اور پھر آپ جو کریں گے وہ یہ ہے کہ تمام ممکنہ سپرپوزیشنز کو دیکھیں۔ ایک ایسی چیز ہے جس پر آپ نظر ثانی کرنا پسند کر سکتے ہیں حالانکہ اسے فوری طور پر ہلنے والی تاروں کے ساتھ مشابہت استعمال نہیں کیا جائے گا، آپ ہلنے والی جھلیوں کے ساتھ مشابہت بھی رکھ سکتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ پراسرار رائڈبرگ فارمولے کو دوبارہ پیش کرنے کے لیے مجھے اس فارمولے کو دوبارہ اخذ کرنے کی ضرورت ہے کیونکہ میں اس سے شروع ہونے والے نتائج کی ایک بڑی تعداد کی وضاحت کرنا چاہتا ہوں تاکہ دونوں لوگ پوری طرح سے واقف ہو جائیں یہ وہی ہیں جنہیں ہائیڈروجن ایٹم میں اسکیلنگ نقصان کہا جاتا ہے لہذا میں اسے دہراتا ہوں۔ لہٰذا بوہر فارمولے سے اخذ کیا گیا ہے جو ہمیں لکھنا ہے

کو c کچھ لوگ h bar is h by 2 pi برائے مہربانی یاد رکھیں mvn rn is nh bar تو بوہر فارمولہ کیا ہے اب دو اجزاء ہیں بار بطور ڈائرک مستقل لیکن کوئی بھی اسے استعمال نہیں کرتا ہے اور دوسرا دائرہ مدار کو فرض کرنا ہے اور ایک بار جب h پسند کرتے ہیں تمام مدار سرکلر ہوجاتا ہے

تو ہمارے پاس کیا ہوتا ہے ہمارے پاس ایک سنٹرپیٹل فورس ہے جو لاگو پرکشش قوت کے برابر ہے

مربع الٹا مربع rn کے برابر ہے k ویں مدار میں دی جاتی ہے اور یہ rn n اسکوائر بذریعہ mvn تو ہم سنٹرپیٹل کو کیا لکھ رہے ہیں؟ قوت
ڈالتے ہیں نیوکلئس کا z کچھ نہیں ٹھیک ہے عادت کی طاقت سے ہم یہ pi epsilon اسکوائر اوور e کیا ہے وہ k my k قانون اور میرا
کے برابر ہے کیونکہ ہم ہائیڈروجن ایٹم میں دلچسپی رکھتے ہیں اگر آپ دوسرے ایٹموں جیسے ہیلیم z 1 ایٹم نمبر ہے لیکن ہمارے مقاصد کے لیے
یا لیتھیم یا بوران یا بیریلیم یا کاربن پر غور کریں
تو اس فارمولے کو استعمال کرنا آسان نہیں ہے کیونکہ وہاں آپ کے پاس موجود ہے۔ الیکٹرانوں کی ایک بڑی تعداد اور آپ کو الیکٹرانوں کے درمیان
پسپائی کے بارے میں فکر مند ہونا پڑے گا اس وجہ سے درسی کتابوں میں کہا گیا ہے کہ یہ ہائیڈروجنک ایٹم ہیں لہذا آپ جو تصور کرتے ہیں اگر
آپ ہیلیم لیتے ہیں
تو آپ ایک الیکٹران کو دستک دیتے ہیں تاکہ یہ تقریبا ایک ہائیڈروجنک ایٹم کی طرح ہو۔ ڈروجن ایٹم سوائے اس کے کہ مثبت چارج کوئی دو نہیں ہے
کو ایک حقیقی ایٹم کی وضاحت کے لئے الجھن میں نہیں ڈالنا چاہئے جہاں آپ جانتے ہو کہ z کیونکہ دو پروٹون ہیں اور اسی طرح آگے، لہذا اس
وہاں الیکٹران سیٹ ہونے والے ہیں ہمیں یہ یاد رکھنا ہوگا اور یہ دونوں مساواتیں ہمیں فوری طور پر بوہر فارمولا دیتی ہیں
سے ضرب اور تقسیم کروں m مربع کو یہاں لاؤں اور rn تو ہم کیا کریں میں اس
مربع لاتا ہوں rn تو میں پہلے یہ کرتا ہوں اور پھر میں یہاں
کے اوپر بوہر k کے برابر mrn بار مربع ہے لہذا ہم h مربع n مربع rn مربع vn مربع m تو یہ یہاں لایا جاتا ہے پھر کیا ہونے والا ہے
ایک مستقل ہے جو پہلا نتیجہ ہے لہذا میں rn مربع بذریعہ n کی مقدار کی حالت استعمال کر رہے ہیں لہذا ہم یہ دعوی کر رہے ہیں کہ تناسب
مستقل کے برابر ہے لہذا یہ پہلا اسکیلنگ کا قانون ہے جو ہمارے پاس ہے یا اگر آپ کو لگتا ہے rn مربع بذریعہ n اسے یہاں لکھتا ہوں۔ لہذا
مربع کی طرح مختلف ہوتا ہے۔ rn n پر لکھ سکتے ہیں یہی ہے جو ہمارے پاس اتنا ہے کہ mk بار مربع h مربع n کے برابر rn کہ ہم
ہمارے پاس کیا ہے اور یہ وہ چیز ہے جو ہے۔ بوہر ماڈل میں بالکل نیا ہے آپ کو یہ کہیں اور نہیں ملے گا ٹھیک ہے لہذا مجھے یہ خوبصورت
کے اوپر اس سے میں فوری طور پر یہ جان سکتا ہوں کہ میری ممکنہ mk مربع h bar مربع n برابر ہے rn نتیجہ ملا ہے
توانائی کیا ہے اب مجھے ہونا ہے۔ احتیاط کریں کیونکہ ممکنہ
جو v توانائی پرکشش ہے میرا پروٹون مثبت ہے میرا الیکٹران منفی ہے اور ان کے درمیان ایک پرکشش پوٹینشل ہے اس لیے میری پوٹینشل انرجی
دی جاتی ہے لہذا ہم پوچھ رہے ہیں کہ الیکٹران کی کیا صلاحیت ہے نیوکلئس سے کچھ فاصلے پر ہے rn کے ذریعے k پرکشش ہے مائنس
ویسے جب میں یہ حساب کر رہا ہوں
تو آپ لوگوں کو یاد رکھنا چاہیے کہ میں فرض کر رہا ہوں کہ پروٹون الیکٹران کے مقابلے میں لامحدود طور پر بھاری ہے یہ 2000 گنا زیادہ بھاری
مربع mk ہے اس میں کوئی حرج نہیں ہے اگر میں پلگ لگاؤں اس اظہار میں میں کیا حاصل کرنے جا رہا ہوں میں حاصل کرنے جا رہا ہوں مائنس
بار مربع سے تقسیم کیا جائے گا، یہ وہی ہے جو آپ حاصل کرنے جا رہے ہیں h مربع n کو
تو کیا ہوتا ہے کہ جب آپ رداس کو بڑھاتے رہیں گے
بڑھتا رہتا ہے یہ ایک بہت اہم نقطہ ہے جس کی شدت کم ہوتی رہتی ہے لیکن پھر یہ منفی ہے اس لیے پوٹینشل بڑھتا رہتا ہے اور حد ial تو قوی
سے بیان کیا۔ یہ صفر پر جاتا ہے اور اس r سے k اور لامحدودیت میں جانے کے بعد یہ صفر ہو جاتا ہے اس طرح ہم نے اپنی صلاحیت کو
لیے اگر کوئی ذرہ لامحدودیت پر ہے اور اس میں کچھ حرکی
توانائی ہے
تو کل
توانائی صرف حرکی
توانائی ہے جو ہمارے پاس ہے لیکن ہمارا ذرہ لامحدودیت پر نہیں ہے کیونکہ یہ ایک محدود رداس پر ہے اور یہ گھوم رہا ہے۔ ایک سرکلر مدار میں
ہے لہذا اب ہمیں کیا پوچھنا چاہئے کہ میری حرکی
توانائی کیا ہے حرکی
مربع کے لئے ایک اظہار کی vn مربع کے علاوہ کچھ نہیں ہے جو ہمارے پاس ہے اب مجھے mvn توانائی تلاش کرنا بہت آسان ہے یہ نصف
ضرورت ہے
اس لیے اگر مجھے یاد ہے کہ مجھے کسی وقت mvnrn is equal to nh bar تو میں کیا کروں گا واپس بوہر پر جائیں اور میں لکھوں گا
اس اظہار کی ضرورت ہے
مربع پر ہوگا rn مربع m بار مربع h مربع m مربع vn تو میرا
مربع برائے مہربانی اس تاثر میں نہ رہیں کہ میری حرکی rn مربع m ed بار مربع h تو یہ مقدار ہے آدھا ملین مربع
مربع کا rn توانائی بڑھتی ہی چلی جاتی ہے جیسے جیسے میں آگے اور دور جا رہا ہوں ایسا نہیں ہو رہا ہے جو ہوتا ہے وہ یہ ہے کہ مجھے
متبادل بنانا ہے
تو مجھے اسے دوبارہ لکھنے دیں۔ یہاں میری حرکی
مربع ہے لہذا مجھے r n مربع ہے میں اسے آسان بناؤں گا اور میرے پاس ایک سے زیادہ m مربع پر h bar مربع mn نصف tn توانائی
مربع ہوگی ہمیں اس پر اچھی k مربع m مربع کے لیے اظہار کی ضرورت ہے لہذا یہ مقدار rn
بار کی طاقت سے 4 کی طاقت تک ہے لہذا اب ہمارے پاس مکمل اظہار ہے لہذا اگر میں متبادل اور آسان بناؤں n 4 h توجہ دینا ہوگی۔ ہر چیز
مربع منسوخ ہو جائے گا m مربع کو کیا حاصل کروں گا اور یہ m تو میں اس
مربع حاصل کرنے جا m k بار مربع بن جاتا ہے لہذا میں آدھا h مربع سے 4 کی طاقت میں یہ 1 اوور n مربع یہ 1 اوور بن جائے گا n تو
ہے لہذا میں حساب کتاب کر رہا ہوں جیسا کہ میں tn بار مربع یہ میرا h مربع n رہا ہوں مجھے امید ہے کہ میں صحیح حساب کر رہا ہوں
ہوں آپ کو سکھا رہا ہوں
تو آپ لوگ بھی اس پر عمل کریں
پوچھنا بہت اچھا ہے لیکن میری ممکنہ o تو اب ہمارے پاس کیا ہے۔
توانائی کیا تھی اگر آپ اسے دیکھیں
تو میری ممکنہ
بار مربع تھی h مربع n مربع پر mk توانائی دراصل مائنس
تو ہم کیا کہہ رہے ہیں ہم کہہ رہے ہیں کہ ممکنہ
توانائی کی شدت حرکی کی شدت سے دوگنا ہے
توانائی اور اس وجہ سے میری کل
توانائی ایک منفی مقدار ہے جیسا کہ یہ ہونا چاہئے اگر میری کل
توانائی مثبت ہے

تو آپ کلاسیکی میکانکس یا کلاسیکی حتی کہ بجلی اور مقناطیسیت سے جانتے ہیں کہ ذرہ لامحدودیت تک جانے کے لئے آزاد ہوگا لہذا یہ پابند حالت
میں نہیں ہوگا۔ کل
مربع h bar مربع n مربع اوور mk مائنس نصف en is equal to توانائی منفی ہونی چاہیے اور ان دونوں میں سے میں لکھوں گا
تو ہم نے اس حقیقت کو استعمال کرتے ہوئے ریڈ بار کا فارمولا حاصل کیا کہ جب اخراج ہوتا ہے
تو تابکاری کے ذریعے لے جانے والی
توانائی کچھ بھی نہیں ہے لیکن دو
nu سے ضرب کیا جاتا ہے جو بھی h nu توانائیوں کے درمیان فرق
اس میں داخل ہونے کے لئے i am not go توانائی ہے لہذا آپ تعدد حاصل کرسکتے ہیں اور اس وجہ سے آپ طول موج حاصل کرسکتے ہیں
rn n ہم کیا تلاش کرنے جا رہے ہیں یہ ایک بہت اہم چیز ہے لہذا مجھے تمام نتائج جمع کرنے دیں مجھے تمام نتائج جمع کرنے دیں پہلا یہ کہ
میری حرکی vn مربع کی طرح برتاؤ کرتا ہے ایک بہت اہم چیز ہے جبکہ
توانائی اور ممکنہ
مربع کی طرح برتاؤ کرتے ہیں لہذا میری n توانائی دونوں 1 سے زیادہ
vn my tn مائنس آدھا tn مربع کی طرح چلتی ہے یہ سرخ چور کی اصل ہے اور بہت اہم بات یہ ہے کہ میرا n توانائی بھی 1 سے زیادہ
کے لیے صفر سے بھی کم ہے لہذا جب میں آپ n تمام my en کا صرف نصف ہے لہذا vn یہ مخالف علامت کے ساتھ vn ہے مائنس آدھا
کی بہت بڑی قدروں تک رسائی حاصل کر رہے تھے n وغیرہ بنیادی طور پر وہ Hund humphreys etcetera کو وہ فہرست دکھا رہا تھا
اس کا مطلب ہے کہ خارج ہونے والی طول موجیں تھیں۔ بہت بہت بڑا ہے اور اس وجہ سے یہ گہری انفراریڈ رجیم میں چلا گیا اور ان کو اسکیلنگ
قوانین کہا جاتا ہے ان کو اسکیلنگ قوانین کہا جاتا ہے اور ان سے آپ اس مسئلے کو مکمل طور پر حل کیے بغیر بھی متعدد شرائط حاصل کرسکتے
براہ کرم اسے یاد رکھیں کیونکہ یہ بھی عام طور پر وہ سوالات ہیں جو آپ کے امتحان میں آپ سے پوچھے o ہیں جو آپ کے پاس نہیں ہے۔
جاتے ہیں لہذا یہ بوہر ماڈل کے بارے میں بہت دلچسپ بات ہے اب ہر ماڈل کو تصدیق کی ضرورت ہے کیونکہ ایک ماڈل کو ایک خاص نظام کو
سمجھنے کی تجویز دی گئی ہے لہذا آئیے ہم پوچھیں۔ بوہر کا ماڈل کتنا حقیقت پسندانہ ہے آپ کو یہ نہیں سوچنا چاہئے کہ بوہر رسمی مستقل کو
دوبارہ پیدا کرنے کے قابل تھا اسپیکٹرل لائنز وغیرہ دینے کے قابل تھا یہ مقدس ہے اور سب کچھ بہت اچھا ہے جو ہمیں کرنے کے قابل ہونا چاہئے
وہ یہ ہے کہ اسے ایک مختلف نظام میں جانچنا ہے۔
تو اس سوال کا جواب دینے کا طریقہ جانچ کا طریقہ کیا ہے ماڈل کو مختلف سیٹنگ میں جانچنا ہے اور اگر ماڈل اچھا ہے
تو ہم یقین کر سکتے ہیں اگر اچھا نہیں ہے
تو یقین نہیں ہو گا
تو کیا ہے ہم دو مثالوں کو دیکھنے جا رہے ہیں دو مثالیں پہلی ایک مشہور فرینک ہرٹز تجربہ ہے اور دوسری انووں کی کمپن ریاستیں ہیں ان دو
مثالوں میں بہت کچھ ہے ہمارے لیے کچھ نمبر دینے کے علاوہ ہم کیا کریں گے کہ ہم آہستہ آہستہ آگے بڑھیں اور فرینک کو سمجھنے کی کوشش
کریں اور ہرٹز نے یہ تجربہ بوہر کی تجویز کے فوراً بعد کیا جب بوہر کا یہ ماڈل انیس تیرہ میں آیا اور رینک اور ہرٹز کا پہلا تجربہ رپورٹ ہوا۔
انیس سو چودہ میں فرینک تجربہ اور تجربہ کیا تھا مجھے اس پر بحث کرنے دو
ہے یہی انہوں نے hg ہے کیمیائی علامت hg تو فرینک اور ہرٹز نے جو کیا وہ ایک بالکل مختلف عنصر کو دیکھنا تھا یعنی مرکری کیمیائی علامت
کیا کیونکہ لوگ جانتے تھے ۔ عطارد کی سپیکٹرل لائنیں کیا تھیں اب ہمیں یاد رکھنا چاہیے کہ عطارد ایک دھات ہے اس لیے یہ م
تواتر جدول میں ہائیڈروجن ایٹم سے بہت دور کہیں بیٹھا ہوا ہے اور عطارد میں الیکٹران کی ایک بڑی تعداد ہے جبکہ بوہر فارمولا صرف اس کے
لیے درست ہے۔ نیوکلئس کے میدان میں واحد الیکٹران
تجربات 1 تو میں آپ کو بتانا چاہتا ہوں اس حقیقت کے باوجود کہ فرینک ہرٹز کے تجربے کو سب سے خوبصورت میں سے ایک قرار دیا گیا تھا۔
جنہوں نے بوہر مفروضے کی تصدیق کی کیونکہ فرانک اور ہرز نے اپنا تجربہ کرنے کے فوراً بعد بوہر نے خود ایک مقالہ لکھا جس میں کہا گیا کہ
یہ اس ماڈل سے مطابقت رکھتا ہے اور کسی موقع پر آئن سٹائن کے بارے میں کہا جاتا ہے کہ یہ تجربہ اتنا خوبصورت ہے کہ اس سے انسان
رونے لگتا ہے ۔ خوشی کے ساتھ ٹھیک ہے اس کا مطلب یہ ہے کہ یہ ایک ایسا تجربہ ہے جس نے طبیعیات دان کی نفسیات پر ان دنوں زبردست اثر
ڈالا ہے یقیناً یہ ایک خوبصورت تجربہ تھا لیکن پھر بھی ہمیں یاد رکھنا چاہیے کہ فرینک ہرٹز کا نتیجہ براہ راست بوہر ماڈل پر لاگو نہیں ہوتا۔ اس
لیے یہ مقداری ہونے کا پابند ہے نہ کہ مقداری یہ وہ چیز ہے جسے آپ کو یاد رکھنا ہوگا کہ 1914 1915 میں وہ دو سال تھے جن میں فرینک
اور ہرٹز نے اپنا تجربہ کیا تھا اور یا
تو وہ مزید 10 یا 12 سالوں میں۔ نوبل انعام سے سجایا گیا تھا اور اس میں کوئی تعجب کی بات نہیں کیونکہ یہ سب سے خوبصورت تجربات میں
سے ایک ہے
تو یہ تجربہ کیا ہے
تو آپ کیا کرتے ہیں؟ مرکری کے بخارات کو دیکھیں
تو ڈسچارج ٹیوب میں لوگ جانتے ہیں کہ جب پارا بخارات میں ہوتا ہے حتیٰ کہ پارا بھی گرم ہوتا ہے
تو ظاہر ہے کہ پارے کے ایٹم پرجوش ہونے والے ہوتے ہیں الیکٹران اس کو اکساتا ہے اس لیے ڈسچارج ٹیوب میں میں ایک تصویر لا سکتا تھا۔ اس
بات پر کوئی اعتراض نہیں کہ ایک ویکیوم ٹیوب مرکری سے خارج ہونے والی تابکاری ہے اگر مجھے صحیح طریقے سے 250 نینو میٹر یاد ہے
اور یہ ایک تیز لکیر تھی جو آپ کو یاد رکھنے کی ضرورت ہے کہ یہ اس علاقے میں فرینک اور ہرٹز کی مہم جوئی سے پہلے تجرباتی طور پر
جانا جاتا تھا لہذا اب ہم اس کا استعمال کرنا ہے اور ہمیں یہ دیکھنا ہے کہ کیا کیا جاسکتا ہے
تو یہ کیا ہے کہ ہم نے وہی کیا جو فرینک اور ہرز نے کیا تھا خالی ہونے والے کو دیکھنا تھا ایک ویکیوم ٹیوب پر ایک نظر ڈالی
تو ویکیوم کی تصویر یہاں دیکھنی ہے۔ اور اگر آپ لوگ اپنی لیب میں جا رہے ہیں
تو آپ لوگ انوڈ کو محسوس کر سکتے ہیں اور پھر یہاں ایک گرڈ ہے اور پھر وہاں ایک کیتھوڈ ہے بنیادی طور پر آپ جو کرتے ہیں وہ کیتھوڈ شعاعیں
موشن وہی ہے جو آپ کرنا چاہتے ہیں لہذا فرینک اور ہرٹز r بھیجنا ہے جو الیکٹران کے سوا کچھ نہیں ہیں اور ان کو تیز کریں یا ان کو دیکھیں۔
نے جو کیا وہ ویکیوم ٹیوب میں مرکری کی تھوڑی مقدار لے کر اسے بخارات بناتا ہے یہ بہت اہم ہے لہذا آپ جو کرتے ہیں وہ بنیادی طور پر کم
کثافت والے مرکری بخارات پیدا کرنا ہے۔ ویکیوم ٹیوب اور مرکری واپر کہاں ہے یہ تمام ویکیوم ٹیوب پر تقسیم کیا جاتا ہے یہ ہمارے لیے بہت اہم
ہے کیونکہ یہ ردرفورڈ کے تجربے کا ہم منصب ہے جہاں ہدف ایک بہت ہی پتلی ورق تھا لہذا جب ہدف ایک تھا بہت ہی پتلی ورق میں نے دلیل دی
کہ ہر الفا پارٹیکل زیادہ سے زیادہ ایک ٹکراؤ سے گزر سکتا ہے جو میں نے بیان کیا ہے لیکن پھر اگر ہدف کو خلا میں ایک خاص حجم پر تقسیم کیا
جائے
تو آپ ایسا مفروضہ نہیں کر سکتے اور حقیقت میں فرینک ہرٹز کا تجربہ اس کو سکھاتا ہے کہ ہمیں ایسا مفروضہ نہیں بنانا چاہئے ٹھیک ہے
تو اس سے پہلے کہ میں اس بات پر پہنچوں کہ انہوں نے کیا کیا کہ انہوں نے تیز الیکٹران انجیکشن لگائے یہ ٹیوب میں ایک آسان وضاحت ہے اب
ہمارے پاس ہے یہ جاننا ہے کہ ان

توانائیوں کی رینج کیا تھی
تو یہ انرجی رینج ہمارے لیے بہت اہم ہے ایک ای وی کا ایک حصہ تقریباً 80 الیکٹران وولٹ تھا
،تو آئیے ایک الیکٹران وولٹ سے 80 الیکٹران وولٹ کہتے ہیں کہ انہوں نے دوبارہ کیا یہ ماننے جا رہے ہیں کہ مرکری ایک بہت بھاری چیز ہے
مرکری نیوکلئس بہت بھاری ہے، اب ہم پارے کو دیکھنے جا رہے ہیں جیسا کہ اب ہم مرکری کو لامحدود بھاری چیز کے طور پر دیکھیں گے، رتھر
فورڈ کے تجربے میں الفا پارٹیکل انرجی تھی ایم جی بی ملین الیکٹران وولٹ کی رینج یہاں ہم 1 سے 80 الیکٹران وولٹ کی بات کر رہے ہیں لہٰذا
انرجی 10 سے 5 سے 10 کی طاقت سے 6 کی طاقت الفا پارٹیکل انرجی سے چھوٹی ہے اور اس انرجی پر ہم بوہر تھیوری سے پہلے ہی جانتے
ہیں۔ جس میں میں نے لکھا تھا کہ آئنائزیشن انرجی 13.6 الیکٹران وولٹ ہے اور اسی طرح آگے اس لیے الیکٹران وولٹ ایک ایٹم کے لیے
خصوصیت کی
توانائی ہے اس لیے میرا الیکٹران نیوکلئس تک بالکل بھی نہیں پہنچ پائے گا یہ دوسرے کے ذریعے پھٹ جائے گا۔ مرکری ایٹم میں الیکٹران ہوتے ہیں
اور اسے بکھر جانا چاہیے یہی خیال ہے لہٰذا یہ رودر فورڈ کے تجربے اور فرینک ہرٹز کے تجربے کے درمیان تضاد ہے اس لیے کیتھوڈ شعاعوں
کیتھوڈ رے کے ذرات اور ان کے الیکٹران آپس میں تعامل کرتے ہیں جو سب سے اہم چیز ہے مرکری ایٹم لیکن مسئلہ صرف یہ ہے کہ اگر بوہر
مفروضہ درست کرتا ہے
تو میرا الیکٹران آنے والے الیکٹران سے
توانائی نہیں لے سکتا ہے میرا ایٹم میں موجود الیکٹران آنے والے الیکٹران سے
توانائی نہیں لے سکتا جب تک کہ یہ
توانائی کی سطح کی وضاحت سے میل نہ کھا لے
تو ہم کیا کرنے جا رہے ہیں؟ لکھیں
تو آئیے یہ کہتے ہیں کہ یہ مرکری ایٹم کی میری زمینی حالت
توانائی ہے پھر آپ کے پاس پہلی پرجوش حالت دوسری پرجوش حالت ہے اور اسی طرح آگے ہم نہیں جانتے کہ وقفہ کیا ہے
تو آئیے یہ کہتے ہیں کہ یہ ای ون ہے
تو کم از کم
توانائی کے ساتھ جسے آنے والے الیکٹران کے ذریعے لے جانا چاہیے وہ ای ایک مائنس ہے مثلاً اگر اسے اوپر جانا پڑے اگر آنے والے الیکٹران
کی
توانائی اس سے کم ہو
تو پورا ایٹم لچکدار طریقے سے بکھر جاتا ہے۔ جب آپ آنے والے الیکٹران کی حرکی
توانائی کو اکسائیں گے
تو جو کچھ ہو رہا ہے اس سے آپ باہر نہیں نکل سکتے کیونکہ وہ ایٹم کی اندرونی
توانائی میں تبدیل ہو جائے گا کیونکہ یہ پرجوش ہو رہا ہے لیکن پھر ہم جو فرض کرنے جا رہے ہیں یا جو ہم نے فرض کیا ہے وہ ہے ایٹم لامحدود
بھاری ہے لہٰذا اس لچکدار بکھرنے میں اگر آپ بکھرے ہوئے الیکٹران کو دیکھیں
تو اس کی رفتار بدل سکتی ہے لیکن اس کی
توانائی نہیں بدلے گی یہ ایک گیند کی طرح ہے جو جا کر اینٹوں کی دیوار سے ٹکرا رہی ہے ٹھیک ہے رفتار بدل جائے گی
تو رفتار بدل جائے گی دیوار لیکن کوئی
توانائی دیوار میں منتقل نہیں ہوگی اس لیے کیتھوڈ رے ٹیوب سے بکھرے ہوئے الیکٹران وہی
توانائی لے کر جائیں گے جو اصول ہے اس لیے یہاں عطارد کے ذریعے بکھرے ہوئے الیکٹرانوں کا ایک بہت ہی خوبصورت تجربہ ہے جس میں
میں اسے دیکھنے جا رہا ہوں۔ بڑی تفصیل ہے
تو یہ آنے والی
توانائیاں ہیں اور میں جانتا ہوں کہ جیسے ہی آنے والی
توانائی 4.9 الیکٹران وولٹ سے ٹکرائی وہ فوراً گر گئی
تو آپ کیا کرتے ہیں آپ مختلف
توانائیوں کی
توانائیاں بھیجتے رہتے ہیں لیکن جیسے ہی یہ 4.9 الیکٹران وولٹ ہے جو کہ میرے لیے جادوئی نمبر ہے یہ فوراً یہاں نیچے آجاتا ہے اور پھر کیا
ہوگا اگر میں تیز کرتا رہوں
تو یہ 9.8 الیکٹران وولٹ سے ٹکراتے ہی جاری رہے گا جو کہ بالکل دو گنا چار پوائنٹ نو ہے۔ الیکٹران وولٹ ایک بار پھر ایک خاص ڈراپ ہے اور
اچانک گرنا دراصل چار پوائنٹ نو کے قریب ہونا چاہئے لیکن اس کے بارے میں کوئی اعتراض نہ کریں اور جب یہ انرجی تھری پوائنٹ نو سے ٹکرا
جائے گا
تو یہ چلتا رہے گا یہ سب سے خوبصورت وکر ہے جو براہ راست فرینک ہرٹز کے تجربے سے لیا گیا ہے اور ہمیں سمجھنا چاہیے کہ ہم جو کہہ
رہے ہیں وہ یہ ہے کہ یہاں یہ ایٹم مرکری ایٹم ہے یہاں یہ الیکٹران ہے اور یہاں یہ پرجوش حالت ہے
تو یہاں ایک الیکٹران ہے اور وہاں ایک آنے والا ہے الیکٹران یہاں وہی ہے جو اب ہو رہا ہے یہ
توانائی کا فرق 4.9 الیکٹران وولٹ ہے اگر آنے والی
توانائی 4.9 الیکٹران وولٹ سے کم ہے
تو الیکٹران بس بکھر جائے گا اس کی رفتار بدل جائے گی اس کی
ge توانائی نہیں بدلے گی
تو یہ چلتا رہے گا اور آنے والی
توانائی وہی ہوگی جیسے باہر جانے والی
توانائی کی سمت مختلف ہو سکتی ہے لیکن آپ اس سمت کے بارے میں حساس نہیں ہیں جیسے فوٹو الیکٹرک ایفیکٹ میں آپ صرف اس خارج ہونے
والے فوٹون کی سمت کے بارے میں حساس نہیں ہیں جسے آپ نے اکٹھا کیا ہے۔ اس کی
توانائی اس طرح سے فوٹو الیکٹرک اثر سے اچھی طرح مشابہت رکھتی ہے لیکن اگر الیکٹران کی
توانائی 4.9 الیکٹران وولٹ ہے
تو یہ کیتھوڈ رے ہے یہ کیتھوڈ رے ہے ایٹم میں موجود الیکٹران تمام حرکی
توانائی کو جذب کرسکتا ہے اور اس حالت میں آسکتا ہے کیونکہ فرق 4.9 الیکٹران وولٹ ہے لہٰذا بکھرے ہوئے الیکٹران کی
توانائی صفر ہے اب سوال یہ ہے کہ کیتھوڈ انرجی رینج کیا ہے کیتھوڈ الیکٹران انرجی سات الیکٹران وولٹ ہے کوئی مسئلہ نہیں آپ انرجی کے

Prutor@IITK

تحفظ کو استعمال کریں گے
تو الیکٹران فور پوائنٹ نائن الیکٹران وولٹ لیں اور بکھرے ہوئے الیکٹران میں سات مائنس فور پوائنٹ نائن کی
توانائی ہوگی جو کہ 2.1 الیکٹران وولٹ ہے اور اگر آپ اس تصویر کو دیکھیں کہ جو ہو رہا ہے یہ 0 ٹھیک نہیں ہو رہا سوائے اس کے جو 4.9 پر ہے
توانائی مسلسل کم ہوتی جا رہی ہے اب یہ 2.1 الیکٹران وولٹ الیکٹران بخارات میں پھیل رہا ہے اس میں پارے کے ایٹم کو مزید آئنائز کرنے کی
توانائی نہیں ہے اور اس کا پتہ چل جائے گا۔ ایک 2.1 الیکٹران وولٹ الیکٹران کے طور پر اب میں کیا کروں گا میں کہوں گا کہ آنے والی
توانائی 9.8 الیکٹران وولٹ ہے اب ہم کہتے ہیں کہ پہلے تصادم میں کیا ہوتا ہے یہ 4.9 الیکٹران وولٹ کھو دیتا ہے ایک حرکی
توانائی 4.9 الیکٹران وولٹ کے ساتھ جاری رہتا ہے لیکن پھر یہ حرکت کر رہا ہے بلک کے ذریعے یہ ایک گیس کے ذریعے حرکت کر رہا ہے ایک اور ایٹم
توانائی لے جاتا ہے اور حتمی الیکٹران میں صفر حرکی
توانائی ہوتی ہے جو ہم اب لکھ رہے ہیں اس کا مطلب ہے کہ نو پوائنٹ الیکٹران وولٹ کی بجائے اگر اس میں دس پوائنٹ آٹھ الیکٹران کی
توانائی ہوتی۔ وولٹ اتفاقی
توانائی پھر حتمی
توانائی 10.8 مائنس 9.8 ہے جو کہ 1.0 الیکٹران وولٹ ہے پھر یہ ایٹم کو مزید اکسانے کے لیے کافی نہیں ہے اس لیے یہ صرف لچکدار
لیکن nge طریقے سے بکھرتا رہے گا اس کی رفتار ممکن ہو سکتی ہے۔
توانائی تبدیل نہیں ہوگی اور یہاں آپ دیکھتے ہیں کہ چار پوائنٹ نو نو نو پوائنٹ آٹھ اور چار پوائنٹ نو میں نو پوائنٹ چار پوائنٹ نو میں تین ایسی تین
چوٹیاں ہیں جو کہ تین لائنیں ستائیس تین چار تین بارہ چودہ پوائنٹ ہوں گی۔ سات الیکٹران وولٹ درحقیقت یہ آخری نمبر پندرہ الیکٹران وولٹ ہے یہ
چودہ پوائنٹ سیون الیکٹران وولٹ ہے مجھے نہیں معلوم کہ آپ لوگ اسے دیکھ سکتے ہیں یا نہیں لیکن اس کے لیے میری بات مان لیں یہ یقیناً سب
سے خوبصورت مظاہروں میں سے ایک ہے۔ ہرز وہیں نہیں رکا جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا کہ وہ 0 سے 80 الیکٹران وولٹ تک گئے ہیں آپ کو
کئی چوٹیاں نظر آتی ہیں اور یہ مختلف پرجوش مختلف بکھرنے اور مختلف جوش و خروش سے مماثل ہیں اور اس نے بوہر ماڈل کے لیے ایک بہت
بڑا معیار کا ثبوت دیا کیونکہ اگر
توانائی کی سطحیں مسلسل ہیں
تو فرینک ہیڈز کے تجربے کو نہیں سمجھا جا سکتا ہے، حالانکہ اس خاص لمحے میں میں نہیں جانتا کہ اس میٹر کے لیے مرکری ایٹم کی
میں یہ بھی نہیں جانتا کہ ہیلیم ایٹم کی atter توانائی کی سطحوں کو کیسے کام کرنا ہے۔
توانائی کی سطح کو کیسے نکالنا ہے اس سے ایک قابلیت کا ثبوت ملتا ہے فرینک اور ہرٹز نے کچھ اور کیا جس کا انہوں نے انتظار کیا آپ کو زیادہ
انتظار نہیں کرنا پڑے گا اور انہوں نے پایا کہ پرجوش ایٹم آنے والا ہے۔ نیچے پرجوش بخارات 4.9 الیکٹران وولٹ کی
توانائی کی روشنی خارج کرتا ہے جو کہ سب سے خوبصورت چیز ہے جو اس کی تجارت کرتا ہے روشنی کو 4.9 الیکٹران وولٹ میں نمایاں طور
پر خارج کرتا ہے جس سے ایک اور اچھا ثبوت ملتا ہے اور اب اگر آپ آج سپیکٹروسکوپک ڈیٹا کو دیکھیں
تو یہ بہت اچھی طرح سے سمجھ میں آئے گا دیکھیں کہ یہ وہ سپیکٹرل لائنیں ہیں جو 4.9 الیکٹران وولٹ کے بالکل مساوی تقریباً 252 نینو میٹر
سے ملتی ہیں اس لیے پیچھے کی طرف دیکھ کر ہم کہہ سکتے ہیں کہ فرینک ہٹز تجربہ 1914 میں بوہر ماڈل کی سب سے شاندار اور خوبصورت
تصدیقوں میں سے ایک تھا۔ 1915 یہ ایک معیار کی تصدیق تھی آج یہ ایک مقداری تصدیق ہے کیونکہ یہ چیزیں بہت اچھی طرح سے ناپی جاتی ہیں
اگر آپ اعلیٰ تعلیم کے لیے جاتے ہیں
تو آپ کا انجام ہو سکتا ہے فرینک ہرٹز پر تجربہ بہت ساری یونیورسٹیاں اور ادارے ہیں جہاں یہ ہمارے ملک سمیت پوری دنیا میں کیا جاتا ہے
تو جدید دور کے تجربات کیا ہیں جدید دور کے تجربات لوگ مرکری کا استعمال نہیں کرتے ہیں لیکن لوگ نیون نیون استعمال کرتے ہیں اسے بخارات
بننے کی ضرورت نہیں ہے نیون پہلے سے ہی ہے ایک گیس تاکہ وہ ویکیوم ٹیوب کو اس سے بھریں کہ کچھ دباؤ ہوگا جو کہ کافی چھوٹا دباؤ ہے
اگر آپ جاکر رینک اور ہرٹز کے پیپر کو دیکھیں
تو آپ کو مکمل ڈیٹا مل جائے گا اور اب آپ دوبارہ الیکٹران کے نیون ایٹموں کو بکھیر دیں گے۔ اس کی خوبصورتی یہ ہے کہ
توانائی کا فرق بہت چھوٹا ہے اور اس وجہ سے خارج ہونے والی تابکاری مرئی حد میں ہے جبکہ 252 نینو میٹر مرئی حد میں نہیں ہے جو کہ ہم
بیان کرنا چاہتے ہیں اور میں آپ کو اس کی ایک تصویر دکھانا چاہتا ہوں۔ ایسی چیز یہ ایک خوبصورت تصویر ہے کہ ویکیوم ٹیوب میں کیا ہو رہا ہے
یہ دراصل نارنجی رنگ کے علاقے میں ہے اور آپ کو یہ نارنجی رنگ نظر آتا ہے لہذا نہ صرف آپ پیمائش کرتے ہیں بلکہ آپ اپنے ساتھ دیکھ
سکتے ہیں۔ آپ کی اپنی آنکھوں سے معلوم ہوتا ہے کہ تابکاری اسی خاص وجہ سے خارج ہو رہی ہے اس لیے اگر آپ کو ایسا تجربہ کرنے کا موقع ملے
تو آپ کو موقع ضائع نہیں کرنا چاہیے کیونکہ اس صورت میں آپ بنیادی طور پر 20ویں صدی کے سب سے بڑے تجربات میں سے ایک کو دوبارہ
تخلیق کر رہے ہوں گے۔ کاغذ جرمن زبان میں لکھا گیا ہے لیکن میں پھر بھی آپ کو مشورہ دوں گا کہ آپ اس سے گزریں کیونکہ کم از کم مساوات
کو دوبارہ دیکھیں اور آپ گراف کو دیکھ سکتے ہیں اور آپ میں سے جو جرمن زبان پڑھ رہے ہیں وہ بھی اسے اصل میں پڑھ کر لطف اندوز ہوں گے
اور مجھے یقین ہے۔ یہ بہت خوبصورتی سے لکھا گیا ہے لہذا یہ آپ کو بوہر ماڈل کی تصدیق فراہم کرتا ہے لیکن ہم اس سے بھی زیادہ مقداری
انداز میں تصدیق چاہتے ہیں اور اس کے لیے ہم کیا کریں گے کہ ہلنے والے مالیکیولز کو دیکھیں اس کے لیے تھوڑی سی تیاری کی ضرورت ہے
لیکن ہم ہیں جلدی میں نہیں
تو آئیے اس کے ساتھ شروع کرتے ہیں تاکہ اس تجزیے کے پیچھے جو بنیادی نظریہ ہے اور جو حقیقت میں آفاقی ہے وہ ہر جگہ موجود ہے اور
آپ دیکھتے ہیں کہ مالیکیولر فزکس میں بھی ایسا ہی ہوتا ہے۔ جوہری طبیعیات میں وہی چیز ہوتی ہے جو نیوکلیئر فزکس میں ہوتی ہے درحقیقت
کوارک فزکس میں بھی اگر آپ تصور کریں کہ پروٹون کوارک سے بنا ہے
تو لوگ ان کمپن مالیکیولز کو دیکھیں گے
تو اب کیا خیال ہے فرض کریں آپ کو ایک پوٹینشل دیا گیا ہے بہت پیچیدہ آئیے ہم کچھ ایسا کہتے ہیں کہ یہ ہائیڈروجن ایٹم پوزیشن پوٹینشل سے
بالکل مختلف ہے جو میں نے لکھا ہے کیونکہ مجھے ایٹم ایٹم یا مالیکیول یا مالیکیول میں دلچسپی ہے لہذا یہ میری صلاحیت ہے اور یہ میری
علیحدگی ہے اب کیا ہوگا اگر دو ایٹم آئیں گے ایک دوسرے کے بہت قریب الیکٹران دوسرے ایٹم میں الیکٹرانوں کو پھیرنا شروع کر دیں گے اگر آپ چاہیں
تو آپ پولی ایکسکلوژن اصول بھی لا سکتے ہیں الیکٹران ایک ہی جگہ پر قبضہ نہیں کر سکتے اس لیے کہ اصل کے بہت قریب پوٹینشل بہت تیزی
سے بڑھتا ہے لیکن ایٹم غیر جانبدار ہوتے ہیں اس لیے اگر آپ بہت دور جاتے ہیں
تو آپ کو بہت تیزی سے گرنا چاہیے اس لیے یہ یہاں آتا ہے اور یہ بہت تیزی سے گر جائے گا درحقیقت ہم اسے اس طرح ترتیب دے سکتے ہیں۔
کہ یہ یہاں 0 پر جا رہا ہے کہ ٹھیک ہے یہ بہت اچھی تصویر نہیں ہے مجھے افسوس ہے کیونکہ یہ ایک گمراہ کن تشریحی تصویر دے رہی ہے
لہذا صحیح تصویر کچھ اس طرح ہونی چاہیے کہ یہاں آتی ہے اور بہت تیزی سے گر جاتی ہے اور یہ 0 پر جائے گی۔ لہذا اگر آپ مشتق لیتے ہیں

یا آپ اسے اس سے دیکھ سکتے ہیں کہ یہ مکروہ ہے یہاں یہ پرکشش ہے یہاں یہ پرکشش رہتا ہے لیکن بہت کمزور ہوتا جاتا ہے جیسے جیسے r میں دور اور دور جاتے ہیں اور ایک منیما ہے جو دارالحکومت میں واقع ہے۔ r آپ
کی طاقت کی طرح n کی طاقت سے br کی طاقت سے 6 مائنس r تو ایک بہت اچھی مثال وین ڈیر والز فورس ہے میرے خیال میں یہ 1 0
مثبت مستقل ہیں اگر آپ یہ سوچتے ہیں کہ یہ اس طرح ہے یہ دیکھنے میں اچھا ہے اب ہم کیا کریں گے کہ بوہر b اور a نظر آئے گی جہاں
ماڈل کو براہ راست اس پر لاگو کرنے کی کوشش نہ کریں کیونکہ مجھے پوٹینشل کی شکل بھی نہیں معلوم لیکن میں فرض کرتا ہوں کہ یہاں جو
کچھ بھی جڑا ہوا ہے وہ دو ایٹم یہاں ہیں وہ بہت زیادہ ہیں۔
توازن کی پوزیشن کے قریب پر
توازن کی پوزیشن کے قریب
توازن کی پوزیشن میں اس میں کم سے کم
توانائی ہے لہذا ہم چھوٹے ہچکچاہٹ یا کم سطح کے جوش و خروش کو دیکھ رہے ہیں جو میں کرنا چاہتا ہوں چاہے یہ کلاسیکی ہو یا کوانٹم مکینیکل
vanishing derivative is کے مساوی پر r ہے a میں v کے r تو ہم کیا کرنے جا رہے ہیں ہم یہ کہنے جا رہے ہیں کہ
پوزیشن ہے اس سے آپ کا minima کے لیے ایک minima ہم دو ایٹموں کے درمیان کہتے ہیں اور جو equilibrium separation
صفر سے بڑا ہے r برابر ٹو r کا مطلب ہے کہ ڈیل اسکوائر ب بذریعہ ڈیل آر مربع minima کیا مطلب ہے کہ یہ سب اہم ہیں
تو یہ وہ شرائط ہیں جو میرے پاس ہیں لہذا میں منیما میں بیٹھا ہوں اور جس طرح میں نے اس تصویر کو لکھا ہے یہ منیما ایک عالمی منیما ہے اس
کے علاوہ کوئی اور منیما نہیں ہے اصل میں ٹھیک ہے اگر ایسا ہو
کے ٹیلر کی v کے ارد گرد r کے برابر r تو میں کر سکتا ہوں
کے برابر لکھتا ہوں r کے برابر r کے برابر r کے برابر r توسیع بنائیں لہذا اگر میں
r سرمایہ ہو گا r r کا v تو پہلا مشتق ختم ہو جاتا ہے اس لیے اس کے قریبی پڑوس میں میرا
پورے مربع میں ڈالیں یہ چیز کا اختتام نہیں ہے اور اعلیٰ ترتیب آپ کو اس کے بارے میں فکر کرنے کی r مائنس r کو k جمع آدھا v توازن
ضرورت نہیں ہے لہذا اگر میں علیحدگی کو دیکھ رہا ہوں
k میری پوٹینشل بنیادی طور پر کچھ مستقل جمع آدھا r ہے۔ مائنس r mod r مائنس r کے طور پر پکاریں جو rho تو مجھے اسے کچھ
ہونا چاہئے جس طرح k اسکوائر ہے اور آپ سب بغیر کسی استثنا کے اسے ہارمونک آسکیلیٹر پوٹینشل تسلیم کریں گے لہذا یہ ایک کیپیٹل rho
کے علاوہ کچھ نہیں ہے ۔ منیما میں پوٹینشل کا دوسرا مشتق k the spring constant میں نے لکھا ہے اور آپ کے
تو ہم ریاضی کے لحاظ سے کیا کہہ رہے ہیں ہم جو کہہ رہے ہیں وہ یہ ہے کہ جہاں بھی مشتق 0 ہے اور دوسرا مشتق مثبت ہے آپ ایک پیرابولا
کے ذریعہ ہمسایہ کے فنکشن کا بہترین انداز میں اندازہ لگا سکتے ہیں جو کہ ہم سب کچھ ہے یقیناً کہہ رہے ہیں کہ اگر یہ ایک میکسما ہے
مربع بن جائے گا جو کہ غیر مستحکم kr تو اس کا اندازہ الٹا پیرابولا کے ذریعے بہترین انداز میں لگایا جائے گا یہ مائنس آدھا
جو کچھ بھی ہم نے یہاں لکھا ہے یہ ایک مستحکم uilibrium توازن کی پوزیشن ہو گی جبکہ یہ مستحکم مساوات کی پوزیشن ہے۔
توازن کی پوزیشن ہے اور ہمیں اسی کے بارے میں فکر کرنے کی ضرورت ہے لہذا اب ہم جو دعویٰ کر رہے ہیں وہ یہ ہے کہ جب دو ایٹم ایک
کے ذریعہ ماڈل بناتا ہوں r دوسرے کے قریب آتے ہیں اگر میں اسے اس قسم کی صلاحیت کے مطابق ماڈل بناتا ہوں میں اسے اس قسم کے ممکنہ
پھر اگر اسے کوانٹم رجحان کے ذریعہ بیان کیا جاتا ہے
تو
توانائی کی سطحوں کو کوانٹمائزڈ
توانائی کی سطحوں کو ہارمونک آسکیلیٹر کے لئے بوہر مدار کے اصول کے ذریعہ دیا جانا چاہئے
تو ہم کیا کہہ رہے ہیں بوہر ماڈل کے مفروضے کو لاگو کریں سادہ ہارمونک آسکیلیٹر آئیے اسے ایس ایچ او کہتے ہیں اور میں اگلے 10 منٹ میں
اس پر کام کرنے جا رہا ہوں یہ حقیقت میں ہائیڈروجن ایٹم سے بھی آسان ہے شاید یہ اتنا ہی آسان ہے اور آئیے دیکھتے ہیں کہ ہم کیسے یہ دوبارہ
حاصل کرنے جا رہے ہیں کہ ہم سرکلر مداروں کو فرض کریں گے اور اگر آپ لوگوں کو لگتا ہے کہ آپ اسے ایک جہت میں بھی کام کر سکتے ہیں

تو میری کل
کی اکائیوں میں کام نہ کرنا کونیی k bu مربع سے دی جاتی ہے جو میرے پاس ہے لہذا یہ آسان ہے ۔ kx مربع اور آدھا mv توانائی نصف
اس لیے ہم اسے نصف ایم وی اسکوائر جمع آدھا ایم اومیگا اسکوائر ایکس اسکوائر کے طور پر لکھیں گے اس لیے ہر t فریکوئنسی کی اکائیوں میں
force my کیونکہ یہ ایک قدرتی اکائی ہے جو ہمارے پاس ہے m کوئی جانتا ہے کہ اومیگا اسکوائر کیا ہے اومیگا اسکوائر کیا ہے اور کیا ہے
اوہ مجھے افسوس ہے مجھے اسے پوزیشن ویکٹر کے طور پر لکھنا چاہیے مجھے ایک مختلف شیٹ لینے دو تین ڈائمینشنز میں میرا force is
مربع کے برابر ہے میں یہاں ایک ویکٹر mv مربع جو کہ یکساں طور پر نصف kr مربع ہے جو میں لکھنے جا رہا ہوں جمع آدھا mv نصف e
مربع بھی اس لیے یہ ایک آئسوٹروپک آسکیلیٹر ہے جو ہم کہہ رہے ہیں اس لیے آپ r کا نشان بھی رکھ سکتا ہوں اور آدھا میٹر اومیگا اسکوائرڈ
اسے
کے ذریعہ دیا kr مائنس f توازن کی پوزیشن سے کسی بھی سمت سے ہٹا دیں اسے اسی طرح پیچھے ہٹایا جائے گا اور کیسے اسی طرح میرا
گیا ہے لہذا یہ تین جہ
توں میں ہکس کا قانون ہے لہذا آپ لوگوں نے دو جہ
توں میں دولن کی دو جہت کا مطالعہ کیا ہے تین جہ
توں میں لیزا جوز کے اعداد و شمار آپ کو بیضوی شکل کیسے ملتی ہے اور اس طرح آگے
اس مساوات کو پلگ کرنے کے لیے بوہر مفروضے کا استعمال کریں اور دیکھیں کہ یہ کیا ہے لہذا ہم s تو میں کیا کروں گا بس میں کرتا ہوں۔
دوبارہ سرکلر مدار اور بوہر کوانٹائزیشن وہی فرض کریں گے جو ہم فرض کریں گے
تمام سم kr برابر ہے مائنس r مربع بذریعہ mv تو سرکلر مدار کا مطلب ہے
توں کا خیال رکھا جاتا ہے قوت شعاعی طور پر الٹی ہے یہ ایک مرکزی قوت ہے اور یہ وہی ہے جو ہم نے یہاں لکھا ہے
تو مائنس ایم اومیگا مربع کے برابر بھی ہے اور آئیے ہم ان دونوں کو لکھتے ہیں اور بوہر کوانٹائزیشن کی حالت ہمیشہ کی طرح ہے قطع نظر اس
بار میں ہے لہذا ہمیں وہی حاصل کرنا ہے اور ہمیں دوبارہ ان دونوں کو ملانا ہے اور ہمیں ایک بامعنی مساوات h کے کہ کچھ بھی ہو پوٹینشل
an اور an اور an حاصل کرنی ہے کہ اس کا حل کیا ہے اس ایک چیز کو کرنے کے بہت سے طریقے ہیں جو ہم ایسا کر سکتے ہیں میں یہاں
لگانے جا رہا ہوں مجھے یہاں جمع کا نشان نہیں لگانا چاہئے کیونکہ نشانیوں کا خیال رکھا جاتا ہے اس کا کوئی سوال نہیں ہے کیونکہ یہ طول و
مربع ہے مستقل کے برابر اور دوسرے مساوات سے میرا وی این ایم آر این rn مربع ہہ m vn عرض کے لئے ہے لہذا ہمارے پاس یہ ہے کہ
پر این ایچ بار کے برابر ہے لہذا مجھے یہی استعمال کرنا ہے لہذا میرا وی این اسکوائر این اسکوائر ایچ بار اسکوائر ہے ایم اسکوائر آر این
مربع اوور mv n اسکوائر اس کو کرنے کے بہت سے طریقے ہوسکتے ہیں اس سے بھی زیادہ خوبصورت لیکن اس پر کوئی اعتراض نہیں لہذا

مربع یہ وہی ہے جو میرے rn مربع m بار مربع اوور h مربع mn مربع ہے جسے میں دیکھنے جا رہا ہوں اس کے علاوہ کچھ نہیں ہے rn
مربع سے تقسیم کرنا ہے یہ مستقل ہے مجھے امید ہے کہ حساب درست طریقے سے کیا ہے ورنہ ہمیں rn پاس ٹھیک ہے مجھے اسے ایک اوور
کی طاقت پر آتی ہے 4 rn کے برابر نظر آتا ہے میرے خیال میں میں اچھا کر رہا ہوں اس لیے ہمیں شرط k وہ حساب دہرانا پڑے گا جو آپ کو
مربع اومیگا m بار مربع پر h مربع n اومیگا مربع ہے لہذا یہ k m پر آسان کرنا ہوگا اور یہ mk بار مربع کو h مربع n کیا مجھے اس
مربع میں دلچسپی rn مربع اومیگا مربع پر مجھے m بار مربع h مربع n کی طاقت سے ایک تعلق ملا ہے 4 ہے rn مربع ہے لہذا مجھے
ہے کیونکہ یہ ہے ممکنہ
نتیجہ کیونکہ ہم کوانٹم میکینکس دیکھ رہے ہیں بلکہ بوہر rtant بار ہے لہذا یہ بہت اچھا ہے۔ میرے لیے n h مربع ایم اومیگا پر rn توانائی
ماڈل ایک نیا طوالت کا پیمانہ دے رہا ہے درحقیقت وہی چیز ہائیڈروجن ایٹم کے معاملے میں بھی ہوتی ہے جو آپ کے کمان کے رداس 0.5
کے متناسب ہے وہاں میری صلاحیت 1 n کے متناسب ہے اس کا مطلب ہے کہ میری صلاحیت n اینگسٹروم کے لیے آپ کا بوہر ماڈل تھا ۔ مربع
کے متناسب ہے اگلے لیکچر میں میں آپ کو دکھاؤں گا کہ حرکی n مربع کے متناسب تھی یہاں یہ n سے زیادہ
کے کل n توانائی بھی
کے متناسب ہے اور اس وجہ سے ہائیڈروجن ایٹم کے برعکس آپ جانتے ہیں کہ لائنیں کہاں جمع ہو رہی تھیں جب آپ n توانائی کے متناسب ہے
اسکوائر میں n آگے بڑھتے رہتے ہیں اور دور اور دور ہوتے ہیں کیونکہ یہاں ایک سے زیادہ
توانائی کی سطحیں برابر ہوں گی اور ہم کیا کریں گے اپنی ایٹم سپیکٹروسکوپی میں تجرباتی شواہد تلاش کریں تجرباتی شواہد کی احتیاط سے تشریح
کی جانی چاہیے کیونکہ سپیکٹرل لائنیں کافی پیچیدہ ہیں لیکن میں آپ کو بتاؤں گا اور نتیجہ اخذ کرنے کے بعد اگلے لیکچر میں ہمیں تقریباً 15 20
منٹ لگیں گے، ہم اس بات پر بات کریں گے کہ ایٹم کے نیوکلئس کے اندر کیا گہرائی میں بیٹھا ہے اس کی ساخت اس کی خصوصیات ریڈیو ایکٹیویٹی
فِشن انفیوژن اور اس کورس کو مکمل کرنا چاہیے
تو بہت بہت شکریہ آپ کا دن اچھا گزرے۔ تم

Prutor@IITK