آپ سب کو صبح بخیر، آج ہم جس چیز پر بات کرنے جا رہے ہیں وہ جدید طبیعیات کے نام نہاد جدید طبیعیات میں ایک غیر معمولی طور پر اہم موضوع ہے اور وہ مادے کی لہروں کے بارے میں ہے

تو اگر آپ کو یاد ہو کہ ہم پچھلے آٹھ یا دس میں کیا کر رہے ہیں۔ لیکچرز میں ہم نے روشنی کی خاص نوعیت پر ایک تفصیلی بحث کی ہے حالانکہ روشنی کے پھیلاؤ اور پولرائزیشن کی وجہ سے مداخلت کی وجہ سے لہر کی طرح برتاؤ کرنے کے زبردست ثبوت موجود تھے لیکن پلانک نے روشنی کی مقدار کو متعارف کرانا ضروری سمجھا جو بعد میں فوٹان کہلائے اور اس نے ایک ایسی

کے برابر ہے اس خیال کو آئن اسٹائن نے e h nu توانائی سے منسلک کیا جو طول و عرض کے متناسب نہیں ہے لیکن جو تعدد کے متناسب ہے بہت سنجیدگی سے لیا تھا جس نے روشنی کی مقدار کے اس تصور کو استعمال کیا جہاں آنے والی روشنی طیارہ کی لہر کو ذرات کے ایک آنے والے ذرات کے طور پر دیکھا جا سکتا ہے ان سب کی ایک ہی فریکوئنسی اور ایک

کے برابر ہے اور آئن سٹائن قابل تھا۔ فوٹو الیکٹرک اثر کی بہت تسلی بخش وضاحت کرنے کے لیے جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا کہ ہم e توانائی ،نے تجربہ پر بحث کرتے ہوئے بہت سے لیکچرز گزارے جس میں لہر نظریہ سے آنے والی وضاحت کے ساتھ اس کے تصادم پر بحث کی گئی درحقیقت ہم نے ظاہر کیا کہ لہر نظریہ کی پیشین گوئیوں اور تجرباتی مشاہدات کے درمیان تضاد ہے۔ 10 کی طاقت سے 10 کی طاقت سے یا 10 کی طاقت سے 12 بڑے تضادات کی ترتیب تھی اور پھر ہم نے یہ بھی دکھایا کہ آئن سٹائن کس طرح فوٹوون کے تصور کو مدنظر رکھتے ہوئے ایک تسلی بخش وضاحت دینے میں کامیاب ہوا

تو یہ سب سے بنیادی قدموں میں سے ایک تھا۔ جسے ایک ماہر طبیعیات نے 20ویں صدی کے آغاز میں 1905 میں لیا تھا اور یہ کہ رودر فورڈ کے تجربے اور بوہر ماڈل کے ساتھ مل کر ایک نئے دور کا آغاز ہوا جسے ہم کوانٹم فزکس کا سال کہتے ہیں اور یہ آج بھی جاری ہے جس پر میں بحث کرنے جا رہا ہوں۔ روشنی کے معاملے میں ہم نے جو بات کی ہے اس کا ہم منصب ہے

تو جو ہوا وہ تاریخی طور پر تھا

تو آئیے تاریخی طور پر تاریخ کو دیکھیں تاریخی طور پر روشنی کے دو تھے ممکنہ وضاحتیں پارٹیکل ویو پہلی کی وکالت نیوٹن کے علاوہ کسی اور نے نہیں کی تھی اور دوسرے کی وکالت ہیوجنز نے کی تھی آپ سب نے ہائجن کے اصول کے بارے میں سنا ہو گا جو بعد کے تجربات نے حفظان صحت کے مفروضے کی تصدیق کی تھی مثال کے طور پر اگر روشنی ذرات کی طرح برتاؤ کرتی ہے

تو اس کا کسی میڈیم کے اندر کی رفتار خالی جگہ کی رفتار سے زیادہ ہونی چاہیے جب کہ اگر یہ لہر کی طرح برتاؤ کرتی ہے

تو جب بھی کسی میڈیم میں لہر کی رفتار ریفریکٹ ہوتی ہے

تو خالی جگہ کی رفتار سے چھوٹی ہونی چاہیے جو کہ ایسی چیز ہے جس کی آپ تجرباتی طور پر تصدیق کر سکتے ہیں اور پھر جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا کہ آپ کے پاس مداخلت اور تفریق کا مظاہر ہے

تو ان سب نے حتمی طور پر ثابت کیا کہ روشنی ایک لہر کی طرح برتاؤ کرتی ہے نوجوان کے ڈبل سلٹ تجربہ نیوٹن کے حلقے یہ سب روشنی کی فطرت جیسی لہر کی مثالیں ہیں تاہم جب بات فوٹو الیکٹرک کی ہو لہر کی وضاحت کا اثر ناکام لہر کی وضاحت ناکام ہوگئی اور آئن اسٹائن نے جو کیا وہ اس خیال کو جنم دینے کے لئے تھا کہ روشنی کوانٹا ڈبلیو پر مشتمل ہے۔ یہاں ہر کوانٹا میں ایک توانائی ہوتی ہے لہذا یہ وہ

توانائی ہے جو ہر کوانٹم کے ذریعہ لی جاتی ہے لہذا آپ بنیادی طور پر فطرت جیسے ذرے کو روشنی سے منسوب کرتے ہیں اور یہ تصور کرنے کے لئے کہ فوٹو الیکٹرک اثر بنیادی طور پر الیکٹران کے ذریعہ انفرادی کوانٹا کو جذب کرنے کی وجہ سے ہوتا ہے۔ الیکٹران کے ذریعہ واحد کوانٹم جس کی وجہ سے یہ خارج ہوجاتا ہے لہذا آپ جو کرتے ہیں وہ ہے توانائی کے تحفظ کا استعمال کرنا جیسا کہ میں نے آپ کو کلاسیکی طور پر بتایا کہ لہر کی

توانائی طول و عرض کے مربع پر منحصر ہوگی لیکن یہاں یہ ہر ایک کی فریکوئنسی پر منحصر ہے۔ کوانٹم جبکہ کلاسیکی طور پر فریکوئنسی صرف آپ کو آزادی کی ڈگری دیتی ہے اس کا

توانائی سے کوئی لینا دینا نہیں ہوگا لہذا یہ ایک بہت بڑی چیز تھی لہٰذا لہروں اور ذرات کی دنیا میں ہمیں ایک غیر معمولی اختلاف پایا جاتا ہے جو کہ شروع میں یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ایسا کچھ بھی نہیں ہے۔ لہروں اور ذرات کا تعلق یقیناً ایک بنیادی تصویر تھی کہ لہریں اجتماعی مظاہر ہیں جو اور اس کا بذات خود کوئی وجود نہیں llective phenomenon مالیکیولز کی بے ترتیبی کی وجہ سے آتی ہیں اس لیے یہ ایک شریک ہے۔ ہے لیکن آئن سٹائن نے بنیادی طور پر جو دکھایا وہ یہ تھا کہ جس چیز کو بنیادی ایتھر پارٹیکلز یا کسی دوسرے درمیانے مالیکیولز کا ایک غیر متزلزل رجحان سمجھا جا سکتا ہے حتیٰ کہ اس وقت مالیکیولر مفروضہ بھی قائم نہیں ہوا تھا کہ وہ بھی ہو سکتے ہیں۔ یکساں طور پر ذرات کے طور پر دیکھا جاتا ہے اگرچہ ہر سیاق و سباق میں نہیں کیونکہ تمام مداخلت کے تفاوت پولرائزیشن کے بعد ان سب کے لیے لہر کی نوعیت اور فوٹو الیکٹرک اثر کامپٹن سکیٹرنگ اور کچھ اور مظاہر کی ضرورت ہوتی ہے جسے ہم بعد میں واضح مواد کے تجربے کی طرح دیکھیں گے کہ انہیں روشنی کی کوانٹم فطرت کی ضرورت ہوگی لہذا ایسا ہوتا ہے۔ گویا روشنی کا دو چہروں والا وجود ہوتا ہے کبھی وہ لہر کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور کبھی یہ ایک ذرے کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور جب طول و عرض بہت چھوٹا ہو جاتا ہے

تو یہ ایک ذرّہ کی طرح برتاؤ کرنے لگتا ہے یعنی اگر اسے ڈالنے کا کوئی خام طریقہ ہے۔ اس صورت میں ہو کہ ہم ایک سوال پوچھ سکتے ہیں اور وہ کون سا سوال ہے جو ہم پوچھنے جا رہے ہیں کہ کیا ایک لہر وقت پر کر سکتی ہے۔ ایک ذرے کی طرح برتاؤ کرتا ہوں میں آپ کو بتاتا ہوں کہ لہر ایک

توسیعی چیز ہے کیونکہ میں طول موج کی بات کرتا ہوں اور میں تعدد کی بات کرتا ہوں کہ یہ خلا میں پھیلی ہوئی ہے جبکہ جب میں کسی ذرے کی بات کرتا ہوں

تو یہ وہ چیز ہے جو خلائی لہر میں مقامی ہوتی ہے۔ خلا میں پھیلا ہوا ہے یہ وقت کے ساتھ غیر منقسم ہوتا ہے جب کہ ایک ذرہ خلاء میں مقامی ہوتا ہے اور وقت کے ساتھ ساتھ یہ ایک نقطہ سے دوسرے مقام پر منتقل ہوتا ہے اور پھر بھی فوٹو الیکٹرک اثر مجھے بتاتا ہے کہ جو لہر تھی وہ دراصل فطرت جیسے ذرے کی نمائش شروع کر سکتی ہے جسے آپ نہیں دیکھ رہے ہیں۔ طول موج لیکن آپ

توانائی کی وابستگی کی وجہ سے فطرت جیسے ذرے کو دیکھ رہے ہیں لہذا اگر کوئی لہر بعض اوقات ایک ذرے کی طرح برتاؤ کر سکتی ہے

تو کیا یہ ممکن ہے میں سب کچھ واضح طور پر لکھنے جا رہا ہوں تاکہ نام نہاد ذرات کلاسیکی ذرات جو بھی ہم ہیں۔ لہروں کی طرح برتاؤ کر سکتے ہیں ذہن میں آپ کو فطرت جیسے ذرے کو روشنی سے منسوب کرنے کی مجبوری وجوہات تھیں کیونکہ ہم تجربات سے مجبور تھے کہ یہ خالی یا آئن سٹائن کی طرح اچانک نہیں ہے۔ ایک خیالی خیال آیا اور پھر انہوں نے کہا کہ ٹھیک ہے ہم روشنی کو ذرات سے بنے ہونے کا اعلان کرتے ہیں کہ ایسا نہیں ہے کہ ہمیں بلیک باڈی ریڈی ایشن کا مسئلہ تھا ہمیں فوٹو الیکٹرک اثر کا مسئلہ تھا

تو اگر ایسا ہے

تو ہمیں اپنے آپ سے پوچھنا چاہئے کہ کیا ایسا ہے ؟ کوئی بھی مجبوری وجہ کیوں کہ مادے کو ذرات کی طرح برتاؤ کرنا چاہئے اس کا جواب تاریخی طور پر کافی پیچیدہ اور اس سے مختلف ہے جس پر ہم ابھی بحث کرنے جارہے ہیں کیونکہ تاریخی طور پر وہی ہوا جو 1905 تھا جب آئن اسٹائن نے فوٹو الیکٹرک اثر کی وضاحت کی تھی۔ اگر مجھے صحیح یاد ہے 1913 میں جب بوہر ماڈل کی تجویز پیش کی گئی تھی اب بوہر ماڈل میں آپ سب اس کا مطالعہ آنے والے لیکچرز میں کریں گے یا آپ نے پہلے ہی اپنے کلاس روم میں پڑھا ہو گا کہ آپ کیا کرتے ہیں بہت ہی خاص مدار

کو مدعو کرتے ہیں اور گہری راولی نے محسوس کیا کہ اگر آپ حقیقت میں فطرت جیسی لہر کو الیکٹران سے منسوب کرتے ہیں جو اسے جنم دے گی
تو اسے کھڑی لہروں کے طور پر دیکھا جا سکتا ہے اور یہی وجہ ہے کہ اس نے یہ تجویز پیش کی۔ مادّہ بھی لہر جیسا رویہ ظاہر کر سکتا ہے
جھگڑا یہ ہے کہ d دوسرے لفظوں میں مادے اور لہروں کے درمیان کوئی بڑا فرق نہیں ہے وہ دونوں ایک ہی بنیادی مادہ کے مظہر ہیں اور
مفروضہ تاریخ کے صحیح لمحے پر تیار کیا گیا تھا کیونکہ 1924 تھا جب اس نے تجویز پیش کی تھی۔ مفروضے کے مطابق معاملہ ہے اور 1926
میں جب شروڈنگر نے اپنی مشہور شروڈنگر مساوات لکھی تھی لیکن یہ وہ راستہ نہیں ہے جسے ہم اس لیکچر میں اختیار کرنے جا رہے ہیں کیونکہ
آپ کی نصابی کتاب میں روشنی کے فوٹون تصور کے فوراً بعد گہری برولی لہروں کو متعارف کرایا گیا ہے ۔ روشنی کی نوعیت اس لیے میں آپ
کو مادے کی لہر کے پہلو کو جمالیاتی نقطہ نظر سے دیکھنے کی ترغیب دینے کی کوشش کروں گا اور بعد میں جب میں بوہر ماڈل پر بحث شروع کروں گا
تو میں یہ بتا کر دلیل مکمل کروں گا کہ یہ ایک کھڑی لہر کیسے ہو سکتی ہے۔ دوسرے لفظوں میں اب تک ہم نے جو کچھ کیا ہے وہ یہ ہے کہ
تاریخی ترقی کو دیکھا جائے اور اس پر عمل کیا جائے یہاں تک کہ اپنی پیشکش میں بھی لیکن اب ہم تاریخ کو الٹ پلٹ کرنے جا رہے ہیں ہم بحث
اور پھر ہم اس بات پر بات کرنے جا رہے ہیں کہ وہ بوہر ماڈل سے کس طرح متاثر ہوا s deep browly waves کرنے جا رہے ہیں۔ پہلے
تو یہ واقعی بہت انقلابی تھے لہذا اگر آپ میرے پاس موجود سلائیڈ کو دیکھیں
تو آپ ڈی براولی کی تصویر دیکھ سکتے ہیں اور ہمیں دیکھنے دیں یہ کیا ہے کہ ڈیپ برولی نے ایسا کیا جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا کہ ہم سارے مظاہر کو جمالیاتی انداز میں دیکھنا چاہتے ہیں
تو جو چیز جمالیاتی جمالیاتی ہے وہ ہے جو ہمارے ذہن کو خوش کرے اور اس معاملے میں یہ ہماری عقل ہے یہ ہماری حسی نہیں ہے یہاں ہماری
آنکھیں نہیں جناب زبان یا چھونا ہماری عقل ہے اور اس کا خلاصہ ایک ہی لفظ میں کیا جا سکتا ہے یعنی ہم آہنگی
تو وہ کون سی ہم آہنگی ہے جسے ہم قائم کرنا چاہتے ہیں کہ ہمارے پاس لہر نما مظاہر اور مادّہ کے ذرات کے درمیان دنیا کی ایک واضح تقسیم تھی۔
کے طور پر برتاؤ کرنے لگیں corpuscles اور لہروں کو عالمی زبان میں اب اگر لہریں
تو شاید ایک ہم آہنگی ہے جو کہتی ہے کہ کچھ خاص حالات میں ذرات بھی لہروں کی طرح برتاؤ کرنے لگیں گے کہ فطرت جیسی لہر بالکل لو سے
کیسے نکلے گی۔ کیلائزڈ پارٹیکلز ایک الگ سوال ہے کیونکہ آخر کار ہم نے اس بات کا جواب نہیں دیا کہ فطرت جیسا ذرہ کس طرح لہر سے نکلے گا یا
تو ہم نے جو کچھ کیا ہے وہ یہ ہے کہ کسی تجربے کو سمجھنے کے لیے ایک مفروضہ بنایا جائے تاکہ تجربے کی قابل فہم وضاحت ہو۔ اس بات
کی گہرائی سے سمجھنا کہ رویے جیسی لہر اور کارپس جیسے رویے کے درمیان کنکشن کیا برتاؤ کرتا ہے جو بہت بعد کے مرحلے میں آئے گا
جب آپ لوگ کوانٹم میکینکس میں مزید جدید کورسز کریں گے جب آپ اپنی گریجویشن کے لیے جائیں گے
تو یہ کوئی بات نہیں ہے۔ 12ویں معیار کا کورس لیکن تاہم اس سے ہمیں کلاسیکی لہروں اور کلاسیکی ذرات کے درمیان ہم آہنگی قائم کرنے سے
کوئی نقصان نہیں پہنچتا کہ کلاسیکی لہروں کو کوانٹم کیا جاتا ہے اور وہ کوانٹم رویے کو ظاہر کرتی ہیں کہ کوانٹا کارپسلز موجود ہیں جو ذرات کی
طرح برتاؤ کرتے ہیں اس لیے شاید کلاسیکی ذرات کوانٹم کی طرح برتاؤ کر سکتے ہیں۔ لہروں کو ہم مادے کی لہروں کے طور پر پکاریں گے لہذا
بنانا چاہتے ہیں۔ اس کے لیے آوٹیشن اب ہم آہنگی ہے اب ہم آہنگی ایک مبہم خیال ہے میں برابری قائم کرنا m یہ وہ بیان ہے جسے ہم سب سے اہم
چاہتا ہوں میں ان کے ساتھ ایک ہی بنیاد پر سلوک کرنا چاہتا ہوں کسی کو بھی استدلال کی ضرورت نہیں ہے اور استدلال جس کو وسیع پیمانے پر
استعمال کیا جاتا ہے وہ قیاس کے ذریعہ تھا ہمیں تشبیہ کا استعمال کرنا ہے اور جس طرح سے ہم تشبیہ کا استعمال کرنا کوئی معمولی چیز نہیں ہے
آپ کو اپنے راستے پر چلنا پڑتا ہے ہمیں بھولبلییا کے ذریعے اپنا راستہ احتیاط سے تلاش کرنا ہوگا اور آئیے دیکھتے ہیں کہ یہ کیسے ہوتا ہے لہذا
اس سلائیڈ میں تشبیہ پر کچھ اور بھی شامل ہے میں نے اسے یہاں جمع کیا ہے۔ لیکچر کے اختتام پر میں اس پر بہت طوالت کے ساتھ بحث کرنے
جا رہا ہوں کہ اس کے اثرات مادے کی لہروں کے لیے کیا ہوتے ہیں
کے ساتھ nu تو آئیے ہم واپس جائیں کہ پلانک اور آئن سٹائن نے کس پلانک اور آئن سٹائن نے ہر فریکوئنسی
توانائی کو منسلک کیا تھا
دیا جاتا ہے اور nu تو میں یہ بھی لکھنے جا رہا ہوں۔ نیچے تاکہ یہ آپ کے ذہن میں واضح طور پر بس جائے اس لیے
توانائی کا اندازہ لگایا جاتا ہے جو کہ مذاق کا مفروضہ ہے اور یہ مکمل طور پر غیر کلاسیکی ہے تاہم کلاسیکی طور پر تعدد اور طول
موج کے درمیان ایک اور تعلق ہے جو ہم ہیں یک رنگی روشنی کو دیکھتے ہوئے تمام روشنی کی فریکوئنسی ایک جیسی ہوتی ہے ٹھیک ہے اور وہ کیا
ہے خلا میں روشنی کی رفتار جو کہ 3 سے 10 کی c کے برابر ہے یقیناً خالی جگہ میں روشنی کے لیے v نئے لیمبڈا v تعلق ہے اور یہ
کے درمیان تعلق ہے lambda اور mu طاقت ہے 8 میٹر فی سیکنڈ یا جو کچھ بھی ہے وہ ہے جو ہمارے پاس ہے لہذا اب ہم جو لکھ رہے ہیں وہ
دیا گیا ہے جو میرے پاس ہے nu کی طرف سے c ہر کوئی جانتا ہے کہ اس وجہ سے میرا لیمبڈا
تو اگر میں اسے لکھوں
توانائی کی شرائط my nu is e by h
تو 1 over nu is e by h 1 over nu is h by e
یہ وہی ہے جو ہم لکھ رہے ہیں hc by e مجھے افسوس ہے lambda is equal to hc by nu تو میں لکھنے جا رہا ہوں
تو اس کا مطلب ہے کہ نہ صرف ہم ایک فریکوئنسی کو انرجی یا انرجی کے ساتھ جوڑتے ہیں تعدد کے ساتھ ہم انرجی کو ویو لینتھ کے ساتھ بھی
جوڑ رہے ہیں اگر آپ لوگ واپس جائیں اور فوٹو الیکٹرک اثر پر ہماری طویل بحث کو یاد رکھیں میں نے دلیل دی کہ رفتار کی کثافت اور
کے عنصر سے ہے c توانائی کثافت کا تعلق
تو ہم نے کیا کہا مجھے جانے دو اگلی سلائیڈ پر تاکہ اگر میں ایک رنگی لہر کی
توانائی کی کثافت لکھتا ہوں
تو آئیے ایک دی گئی فریکوئنسی کے ساتھ طیارہ کی لہر کا کہنا ہے
کے عنصر کے ذریعہ مومینٹم کثافت سے ہے کہ c تو اس کا تعلق
میں کل a توانائی کی کثافت کیا ہے جو کہ
توانائی ہے دیا ہوا حجم جو کہ میری
کے c توانائی کی کثافت ہے اور میری رفتار کی کثافت کیا ہے جو ایک دیے گئے حجم میں لہر کے ذریعے لے جانے والی رفتار ہے یہ دونوں
عنصر سے متعلق ہیں اور یہ جہتی طور پر درست ہے لہذا یہ میری
توانائی کی کثافت ہے اور یہ میری رفتار ہے کثافت اب بینک ویو پوائنٹ سے پلانک ویو پوائنٹ سے
ہوتی ہے h nu سے ضرب کیا جاتا ہے ہر کوانٹم میں ایک انرجی h nu توانائی کی کثافت کیا ہے یہ اس کے سوا کچھ نہیں ہے نمبر کثافت کو
جو ہر کوانٹم کی انرجی ہوتی ہے اور وہ عدد کثافت سے ضرب کرتے ہیں میں کیا حاصل کرنے جا رہا ہوں اور میری رفتار کی کثافت کیا ہوگی یہ
سے ضرب کیا جاتا ہے c ایک بار پھر وہ عدد کثافت ہے جسے مومینٹم کے ذریعے لے جایا جاتا ہے ہر کوانٹم کو

کوانٹم کے ذریعے لے جانے والی رفتار ہے اس بات کا یقین کرنے کے لیے مومینٹم کو انرجی سے جوڑنے کا تجزیہ p تو دوسرے لفظوں میں یہ
آئن اسٹائن نے فوٹو الیکٹرک ایفیکٹ میں نہیں کیا تھا کیونکہ اس نے کہیں بھی فوٹوان کی مومینٹم کے بارے میں فکر نہیں کی تھی وہ صرف فوٹوان
کی انرجی کے بارے میں فکر مند تھا صرف انرجی فوٹو الیکٹرک ایفیکٹ میں م
توازن تھی جیسے وضاحت کی مومنٹم نہیں لی گئی۔ بالکل بھی غور میں لیکن اب اگر آپ اسے دیکھتے ہیں
تو آپ حقیقت میں اس رشتے کو منسوخ کر سکتے ہیں اور آپ کو ایک خوبصورت رشتہ مل گیا ہے ایک فوٹوون کی
میں c اس فریکوئنسی کے مطابق p کے علاوہ کچھ نہیں ہے nu کو لے جانے والی یونین کی فریکوئنسی nu توانائی جو کہ فریکوئنسی
تو یہ رشتہ ہے فوٹان کی مومینٹم انرجی اور فوٹان کی مومینٹم انرجی اس سے بالکل مختلف ہے جو ہمیں یا
مربع بذریعہ p برابر لکھتے ہیں e تو اضافیت میں ایک بڑے ذرے کے لیے ملتی ہے یا غیر متعلقہ صورت میں یہ ٹھیک ہے مثال کے طور پر آپ
ایک ذرہ کے لئے رفتار اور 2 m
کے برابر ہے لہذا ہمارے پاس جو ہے وہ یہ ہے کہ p nu c توانائی کے درمیان تعلق کے طور پر لیکن یہاں ہمارے پاس جو ہے وہ
کے طور پر برقرار رہتی ہے۔ ایکوینسی بڑھتی رہتی ہے میری fr توانائی
اس کے برعکس ایک بڑے c توانائی بھی بڑھتی رہتی ہے رفتار بھی بڑھتی رہتی ہے لیکن اس طرح کہ یہ ہمیشہ ایک ہی رفتار سے سفر کرتی ہے
ذرے کے ساتھ جہاں آپ
توانائی میں اضافہ کرتے رہتے ہیں رفتار بھی بڑھتی رہتی ہے لیکن پھر رفتار بھی بڑھتی رہتی ہے آپ رفتار کو بڑھائے بغیر کسی بڑے ذرے کی
کے برابر ہے یہ pnu c رفتار کے لمحے کو نہیں بڑھا سکتے لیکن یہاں اسے دیکھنے کا ایک بہت ہی خوبصورت طریقہ ہے آپ کے پاس
ہمارے لیے بہت اہم ہے۔ اور ہم اس کا استعمال کرنے جا رہے ہیں لہذا اگر ہم نے ایسا کیا اور میں مساوات میں واپس آؤں
lambda کے بذریعہ h برابر p تو اب میں بھی لکھ سکتا ہوں رشتہ
وہی ہے جو پلانک پلس آئن سٹائن نے استعمال کیا تھا لیکن اگر آپ e equal to h nu تو
توانائی کی کثافت مومینٹم ڈینسٹی دلیل کا استعمال کریں نہ صرف میرا کوانٹم اپ ایک ایسی
کے مطابق ایک مومینٹم طول موج کے مطابق ہے یہ بالکل مختلف معاملہ nu تعدد e توانائی لے کر جا رہا ہے جس کے بارے میں آپ جانتے تھے
کے برابر ہے جو اس وقت ہمارے لیے c برابر nu یقیناً ایک دوسرے سے آزاد نہیں ہیں کیونکہ لیمبڈا میں nu ہے نقطہ یہ ہے کہ لیمبڈا اور
بہت اہم نہیں ہے حالانکہ میں نے اسے اپنے اخذ میں استعمال کیا ہے میں آپ کو بتاؤں گا کہ ڈی برولی نے جو کیا وہ کیوں لینا تھا۔ یہ ایک بنیادی
تعلق کے طور پر ایک بنیادی تعلق کے طور پر ہے اور یہ غیر معمولی ہے لہذا جو پیغام میں آپ کو پہنچانے کی کوشش کر رہا ہوں وہ یہ ہے کہ
ایسا نہیں ہے کہ ڈی برولی نے برقی مقناطیسی لہروں کے دائرے میں جو کچھ بھی جانا تھا اس کو مادے تک بڑھا دیا۔ انتخاب کرنا ہے جب کہ برقی
نقطہ آغاز تھا lambda بذریعہ d brawley p equal to h بنیادی نقطہ آغاز تھا h nu کے برابر e مقناطیسی لہر کی صورت میں

تو گھرا برولی دعویٰ کیا ہے
کے p قیاس یہ تھا کہ d broly آئیے ہم اسے کہتے ہیں d broccoli d broly conjecture تو آئیے اس چیز کو لکھتے ہیں
ایک آفاقی رشتہ ہے lambda بذریعہ h برابر
تو آفاقی کا کیا مطلب ہے آفاقی کا مطلب یہ ہے کہ یہ تمام لہروں کے لیے رکھتا ہے اور تمام مادے یہ تمام لہروں کے لیے رکھتا ہے اور تمام
mv ہو سکتا ہے یا یہ p mv کی شکل کا انتخاب کر رہا ہے لہذا p ہے وہ eedom آپ کے پاس جو fr مادے یہ ایک بنیادی تعلق ہے صرف
گاما ہو سکتا ہے یہ رشتہ داری ہے یہ پہلے والا غیر متعلقہ ہے مجھے اسے مزید احتیاط mv مربع c مربع بذریعہ v اوور روٹ ون مائنس
n relativistic is m naught v over root of آئن سٹائن p ہے اور m naught v نیوٹنین p سے دوبارہ لکھنے دو
مربع اس نتیجے پر پہنچنے کے لیے ہم نے اب تک جو کچھ بھی کیا ہے اس کا خلاصہ یہ ہے کہ ہم جو کہہ رہے by c مربع one minus v
ذرات کے لیے بھی درست ہے اس لیے پلانک فریکوئنسی کے h برابر ہے ۔ لیمبڈا کی طرف سے p ہیں وہ یہ ہے کہ ڈی برولی نے قیاس کیا کہ
معاملے میں معلوم تھا اور گہرائی میں جو کچھ ہو رہا ہے اس کی صورت میں
توانائی کا اندازہ لگایا گیا تھا، آپ رفتار کو جانتے ہیں اور آپ طول موج کا تخمینہ لگا رہے ہیں جو کہ دوسرے الفاظ میں غیر معمولی طور پر اہم ہے۔
ان پٹ اور لیمبڈا آؤٹ پٹ ہے لہذا یہ بنیادی طور پر ایک گہرا لولی مفروضہ ہے اور اس کے لیے تجرباتی تصدیق کی ضرورت ہے کیونکہ ہم نے
کا تعلق بھی اخذ کیا ہے۔ ہم اس بات پر p کے برابر h لہروں اور معاملات دونوں کو ٹریٹ کرنے کی کوشش کی ہے اور ہم نے لیمبڈا کے ذریعہ
زور دے رہے ہیں کہ یہ نہ صرف روشنی کے لیے مخصوص ہے بلکہ یہ تمام لہروں کے لیے بھی درست ہے اور یہ وہ بیان ہے جو ہم نے دیا
ہے اس لیے اس سلائیڈ میں بنیادی طور پر اس کا خلاصہ شامل ہے جو میں نے آپ کو بتایا کہ دو سوالات جن کا ہم نے واضح طور پر ذکر کیے
بغیر پوچھا۔ یہ تھا کہ ڈیپ برولی ایکسٹینشن کتنا اہم ہے اور کتنا غیر معمولی ہے یہ دو اہم سوالات ہیں جو ہمیں پوچھنے ہیں
آپ کو لیمبڈا me pi یعنی اگر آپ دیں p تو وہ بنیادی تعلقات کیا ہیں جن کو ہم استعمال کر رہے ہیں ہم لیمبڈا کو ایچ کے برابر لکھتے ہیں بذریعہ
دینے والا ہے وہ یا p دے گا اور کون آپ کو
کے برابر ہے اور آئن سٹائن آپ کو بتائے گا کہ p mv تو مسٹر نیوٹن ہے یا آئن سٹائن نیوٹن آپ کو بتائے گا کہ
لکھنے کے mp سے 4 کی طاقت جو c مربع m naught مربع جمع c مربع p مربع کے برابر ہے e توانائی اور رفتار کے درمیان تعلق
کے برابر ہے دونوں کے رشتے ایک جیسے ہیں اس لیے میں نے اس طرح نہیں لکھا جس طرح میں نے کاغذ کی شیٹ پر mv gamma برابر ہے
کیونکہ جو چیز ہمارے لیے اہم ہے وہ واقعی b لکھا تھا اس مخصوص شکل میں
توانائی اور رفتار کے درمیان تعلق ہے ہم ہمیشہ یہ اندازہ لگا سکتے ہیں کہ رفتار کو
توانائی اور رفتار کے درمیان کیا تعلق ہے جو لیکچر کے آخر میں ہمارے لیے اہم ہو گا اور اسی لیے میں نے اسے لکھا اس خاص شکل میں ٹھیک ہے
لہذا ہم نے ایک قیاس کیا ہے کہ مادہ بھی مظاہر کی طرح لہر کا مظاہرہ کرسکتا ہے اب مادے سے ہمارا کیا مطلب ہے لہذا میں ایک چیز جو میں
میں نہیں جا رہا ہوں آپ کے لیے اس پر کام کرنا h by p کرسکتا ہوں وہ یہ ہے کہ لیمبڈا کیا ہے اس کا اندازہ لگانا ہے بذریعہ
تو بہرحال آپ کی نصابی کتابوں میں دیا گیا ہے اس لیے آپ جو کچھ کر سکتے ہیں وہ یہ ہے کہ آپ اپنے معاملے کو ٹینس گیند کہنے دیں
تو تصور کریں کہ ایک بہت ہی تیز گیند باز ہے جو گیند پھینک رہا ہے ہمیں 100 کلو میٹر کا کہنا ہے۔ فی گھنٹہ یا 120 کلومیٹر فی گھنٹہ یہ ایک بہت
تیز گیند ہے جو ادھر ادھر جا رہی ہے اور آپ جانتے ہیں کہ گیند کا وزن کیا ہے شاید 100 گرام یا جو کچھ بھی ہو اگر آپ اسے ڈالیں اور آپ کو پتہ
چلے کہ یہ لیمبڈا کیا ہے یہ نکلے گا۔ ایک ناقابل یقین حد تک چھوٹی تعداد لہذا یہ نمبر ترتیب کے مطابق ہوسکتا ہے ۔ 10 سے مائنس 30 کی طاقت یا
کی طاقت سے مائنس 34 سینٹی میٹر یا جو بھی ہے یہ تعداد اتنی ناقابل یقین حد تک چھوٹی ہے کہ یہ لہر کو ظاہر نہیں کر سکتی جس چیز کی 10
نوعیت آپ کو معقول حد تک بڑی طول موج کی ضرورت ہے تاکہ یہ محسوس ہو کہ یہ ایک ہے لہر اگر طول موج بہت چھوٹی ہو جائے
تو یہ تقریباً کارپس کلر کی طرح ہو جاتی ہے اس لیے ہم اس صورت حال میں نہیں پڑنا چاہتے ہمیں کافی بڑی طول موج چاہیے لہذا ایک بڑی طول
بیٹھا ہے ڈینومینیٹر میں رفتار کو کنٹرول کر سکتا ہوں بالکل ٹھیک p موج حاصل کرنے کے لیے وہ کیا ہے جو ہمارے پاس ہے یہاں ہمارے پاس
میرا مطلب ہے کہ میں اپنی گیند کو سست رفتار سے بھی پھینک سکتا ہوں لیکن میرا ایم اتنا بڑا ہے یہاں تک کہ بہت چھوٹی رفتار کے لیے بھی کیا

ہونے والا ہے میرا لیمبڈا کافی چھوٹا ہونے والا ہے اس لیے ایک طرح سے میں آپ نے ایک غلط تشبیہ دی مجھے بہت افسوس ہے کہ مجھے کیا
کہنا چاہئے کہ اگر میری ٹینس بال بہت آہستہ چل رہی ہے
تو میں اسے زمین پر سلائیڈ کرتا ہوں
تو میرا لیمبڈا بہت چھوٹا ہوگا کیونکہ ماس بہت بڑا ہے اس لئے مجھے تلاش کرنا چاہئے بہت ہلکے ذرات مجھے نظر آنا چاہیے۔ بہت ہلکے ذرات
کے لیے اور ان ذرات کو دراصل کسی چیز کے ساتھ تعامل کرنے کے قابل ہونا چاہیے تاکہ لہر جیسا رویہ ظاہر کیا جا سکے جیسے مثال کے طور
پر یہ ایک ڈبل سلٹ تجربہ ہو سکتا ہے یا یہ ایک تفاوت ہو سکتا ہے جیسا کہ ہم تھوڑی دیر میں بات کرنے جا رہے ہیں اور بہترین امیدوار الیکٹران
مربع ہے جو بہت چھوٹا ہے اور اس لیے اگر میں حقیقت میں مختلف c بذریعہ mev ہے کیونکہ الیکٹران کا بقیہ ماس 0.5
توانائی کے الیکٹرانوں کا استعمال کر سکتا ہوں اور اس لیے مختلف رفتار کا
تو مجھے یہ تصدیق کرنے کے قابل ہونا چاہیے کہ آیا گہرا بروگل کا مفروضہ درست ہے یا نہیں یقیناً ہم غیر رشتہ دارانہ نظام میں کام کرنے جا
بذریعہ mu v ٹو وی وہی ہے جو میرے پاس ہوگا اور ماس بذریعہ پوائنٹ دیا گیا ہے m 0.5 رہے ہیں اس لیے میری رفتار کچھ نہیں ہوگی مگر
v by c میں mev مربع اور یہ کچھ بھی نہیں ہوگا مگر c 0.5
چھوٹا ہے p تو یہ آپ کے ذرہ کی رفتار ہوگی اور یہ زیادہ بڑا نہیں ہوگا اس لیے میرا لیمبڈا کافی بڑا ہوسکتا ہے اگر
اس نے مقالہ تجویز کیا کہ الیکٹران کی فطرت جیسی لہر کو کرسٹل سے تفاوت میں دیکھا جاسکتا ہے hypo تو میرا لیمبڈا کافی بڑا ہوسکتا ہے
گہری وادی خوش قسمتی تھی کہ اس وقت تک کرسٹل کا ڈھانچہ معلوم ہوتا تھا کہ یہ ایک باقاعدہ ہم آہنگ شے سمجھی جاتی تھی اور دو برقیوں کو
ڈینگ مارتی تھی باپ ڈینگ اور سورج ڈینگ۔ اصل میں تفاوت کی شرط حاصل کی تھی اور اس کی وضاحت یہاں اس سلائیڈ میں کی گئی ہے جس کی
اب میں آپ کو وضاحت کرنا چاہوں گا اگر آپ اس سلائیڈ کو غور سے دیکھیں
تو ہمارے پاس ایٹموں کی ایک م
تواتر صف ہے اور ہم روشنی بھیجیں گے یہ دلیل ہے روشنی کے لیے اور ہم الیکٹران کے لیے بھی یہی دلیل استعمال کرنا چاہتے ہیں اب کیا ہونے
والا ہے کہ جب آپ صحیح طول موج کی روشنی بھیجیں گے
تو میں اس کے ڈینومینیٹر پر آؤں گا کہ صحیح طول موج کیا ہے
تو پھر ان روشنیوں کا کیا ہوتا ہے؟ شہتیر یکے بعد دیگرے طیاروں سے منعکس ہوتے ہیں کیونکہ ہر کرسٹل کو دیکھا جا سکتا ہے کہ ہر جہاز میں
ایٹموں کی کیا ترتیب ہے اور پھر ایک طیارہ ہے جس کے نیچے ایک طیارہ ہے اور اس کے نیچے ایک طیارہ ہے۔ طیاروں کے درمیان آئن وہی ہے
سے کی گئی ہے لہذا میں یہاں بڑے حروف میں یہ واضح کرتا ہوں کہ اگر یہ آپ کو نظر نہیں آرہا ہے d جس کی نشاندہی یہاں
تو ہمارے پاس کیا ہے میں اسے بڑھا چڑھا کر پیش کر رہا ہوں اس لیے ایٹموں کو ایک صف میں ترتیب دینے کا تصور کریں اور میں کہہ رہا ہوں کہ
ہے جو میرے پاس یہاں ہے اب کیا ہوتا ہے آئیے اس سلائیڈ پر واپس آتے ہیں اگر آپ تصور کرتے ہیں کہ روشنی کی ایک d ان کے درمیان فاصلہ
کرن آرہی ہے وہ اوپر کی تہہ میں یا نیچے کی تہہ میں منعکس ہو سکتی ہے
تو یہ دو ایٹم جالی پوائنٹس دکھائے جاتے ہیں اور پھر جب وہ منعکس ہوتے ہیں
تو آپ دیکھ سکتے ہیں کہ راستے کا فرق ہے اور مرحلے کا فرق ہے
تو میں ایک بار پھر واضح کرتا ہوں کہ بڑے حروف میں یہاں بڑی تصویر ہے
تو میرے پاس یہ ہے
تو یہاں ایک روشنی کی کرن ہے جو یہاں آتی ہے اور یہاں منعکس ہوتی ہے اور ایک اور روشنی کی شعاع ہے جو یہاں آتی ہے اور یہاں منعکس
ہوتی ہے
تو یہ میری اوپری شعاع ہے اور یہ میری نچلی شعاع ہے لہٰذا سب اس بات پر متفق ہیں کہ اوپری شعاع نچلی شرح کے مقابلے میں کم فاصلہ طے
ہے اور مجھے اپنے ڈیزائن کی d کرتی ہے کیونکہ یہ رد عمل کرنا ہے ہوائی جہاز اور اسے واپس آنا ہے اور ہم یہ دعویٰ کر رہے ہیں کہ یہ
وضاحت کرنی ہے میرا تھیٹا تقسیم یہ میرا تھیٹا ہے اور یہ میرا تھیٹا ہے بذریعہ انعکاس کے قانون کے زاویہ کی عکاسی کا زاویہ وہی ہے یہ وہی
ہے جو میرے پاس ہے یہ میرا تھیٹا ہے لہذا ایک بہت ہی آسان مثلثی مشق آپ کو بتائے گی کہ اضافی فاصلہ کیا ہے جو طے کیا جاتا ہے اضافی
گناہ تھیٹا کے سوا کچھ نہیں ہے جو ہم یہاں دکھا رہے ہیں لہذا اب اگر میں دیکھتا ہوں اس اضافی فاصلے پر جو روشنی کے ذریعے d فاصلہ 2
طے کی گئی ہے وہاں اسی مرحلے کا فرق ہے اب آپ جو کچھ کرنے جا رہے ہیں وہ یہ ہے کہ ایک تعمیری مداخلت ہونی چاہیے، براہ کرم یاد رکھیں
جب ہم نے روشنی کے لیے فطرت جیسے لہر کے شواہد پر بحث شروع کی تھی
تو ہم نے حقیقت میں کام کیا تھا۔ مداخلت کی حالت اور شرط یہ ہے کہ یہ لیمبڈا کا ایک عدد عددی ہونا ضروری ہے لہذا اگر کسی خاص تعدد کی
طول موج کسی کرسٹل سے ٹکرا رہی ہے اور یہ واپس منعکس ہو رہی ہے
ایک عدد عدد ہونا چاہیے nn کے برابر تھیٹا اور کیا شرط ہے n lambda تو ہمیں جو ملتا ہے وہ دو ڈی گناہ ہے۔ تعمیری مداخلت کے لیے
تو دوسرے لفظوں میں دی گئی طول موج کی روشنی کے لیے اگر آپ مثال کے طور پر کرسٹل کو گھماتے رہیں تاکہ آپ زاویہ کو تبدیل کر سکیں یا
آپ اپنا گھما سکیں پکڑنے والا تاکہ آپ زاویہ کی تبدیلی کو دیکھ سکیں کیونکہ لہر اس طرح آرہی ہے وہاں تھیٹا کی مخصوص قدریں ہونی چاہئیں جس
پر آپ چوٹی زیادہ سے زیادہ تعمیری مداخلت تلاش کرنے جارہے ہیں اور اس وجہ سے وہاں شدت عروج پر ہوگی اور وہ سائن تھیٹا n lambda
کے ذریعے دیا گیا ہے d کی طرف سے 2
کے برابر دے گا دوسرا میکسیما دے گا اسی طرح n 2 برابر 1 آپ کو پہلا میکسیما d n تو تھیٹا سائن انورس ہو جائے گا اور لیمبڈا بذریعہ 2
اور اسی طرح ہمیں اسے تلاش کرنے کے قابل ہونا چاہئے اور یہ بالکل پچھلی حالت ہے لہذا آپ کو یہ جاننے میں دلچسپی ہونی چاہئے کہ والد بریگ
اور جونیئر بریگ دونوں کو اس انتہائی اہم کام کے لئے نوبل انعام ملا اور دل کی محبت نے حقیقت میں یہ تسلیم کیا کہ اگر آپ کو سوڈیو جیسا کرسٹل
یا تانبا یا کوئی بھی دھات ٹھیک ہے پھر صحیح طول موج یا فریکوئنسی کو دیکھنے کے لیے اس قسم کے تفاوت کو ایکس رے کے m دیا جائے۔
علاقے میں دیکھیں آپ کا مشہور ایکس رے ڈِفریکشن ہے اور آج یہ ہمارے لیے ایک غیر معمولی اہم ٹول ہے۔ کرسٹل کی ساخت کا تعین کریں
اس بات پر منحصر ہے کہ آپ اس d تو اس مقام پر مجھے آپ کو بتانا چاہیے کہ جو میں نے آپ کو دکھایا ہے وہ ایک بہت ہی سادہ نظریہ ہے
کرسٹل کے کس چہرے کو دیکھنے جا رہے ہیں اسے تبدیل کر سکتے ہیں یہ تین انڈیکس کے ساتھ آئے گا۔ لوگ عام طور پر کہتے ہیں ایک ایک طیارہ
ایک ایک ایک طیارہ دو دو دو طیارہ ایک ایک صفر طیارہ اسی طرح اور اسی طرح مختلف زاویوں پر کرسٹل کو دیکھ کر آپ کو کرسٹل کی ساخت کا
تعین کرنے کے قابل ہونا چاہئے اگر آپ طول موج کو بالکل ٹھیک جانتے ہیں اور آج بھی ایکس رے ڈِفریکشن ایکس آر ڈی جیسا کہ عام طور پر کہا
جاتا ہے ایک بہت ہی طاق
تور ٹول ہے اور یہ ایک ڈیپ برولی ہے جس کو استعمال کرنا چاہتے تھے اتنے گہرے بروگلی نے اس مفروضے کو بنایا کہ وہ ایک تھیوریسٹ تھا
اور اس نے مادّہ کی لہروں پر اپنا مقالہ لکھا۔ وہ حاصل کرتا ہے ایک پی ایچ ڈی اسے بہت جلد نوبل پرائز بھی مل گیا
Heisenberg um dee Brawley تو یہ ان نایاب واقعات میں سے ایک ہے جو 1920 کے آس پاس ہوا جب تمام تھیسز کو نوبل پرائز ملا
ان تمام لوگوں نے اپنا نوبل انعام حاصل کرنے کے لیے اپنے تھیسس کا کام کیا۔ لیکن جن دو حضرات نے تجربات کیے میں آپ کو ان کی dirac
تصویر یہاں دکھا رہا ہوں ڈیوسن اور جرما یہ لوگ کسی یونیورسٹی میں کام نہیں کر رہے تھے وہ بیل لیب میں تھے اور وہ تجربات کر رہے تھے

اور ان لوگوں نے انیس سو ستائیس میں گہرے برولی مفروضے کی تصدیق کی
تو کیا کیا ہم کہہ رہے ہیں کہ انیس چوبیس معاملہ کی لہر کا مفروضہ ہے اور 1927 جب نکل کرسٹل پر اس کی تصدیق کی گئی
تو ایسا نہیں ہے کہ لوگوں نے گہری برولی مفروضے کو بہت سنجیدگی سے لیا بلکہ اس میں اس قسم کی سخت تنقید کا سامنا بھی نہیں کیا گیا جس کا سامنا آئن سٹائن کے فوٹون پر یقین کو ہوا کیونکہ اس دوران مواد کے بکھرنے کو فوٹوون کے تصور کے ذریعے بہت اچھی طرح سے سمجھا گیا تھا اور بوہر نے اپنے بوہر ماڈل میں یہ دلیل دی تھی کہ جب ایک الیکٹران منتقلی کرتا ہے۔ ایک پرجوش حالت سے زیادہ پرجوش حالت سے کم کے برابر ہے لہذا اس لحاظ سے e h nu پرجوش حالت تک یا زمینی حالت میں خارج ہونے والی تابکاری دراصل پلانک قانون کی تعمیل کرتی ہے
ڈی برولی خوش قسمت تھا اس لیے اس نے 1927 میں ڈیویسن میں مفروضہ پیش کرنے کے بعد اور جرما نے ایک بہت ہی خوبصورت تجربہ کیا جس نے تصدیق کی کہ یہ وہ مشہور مقالہ ہے جس کی طرف ہر کوئی اشارہ کرتا ہے جس کا جسمانی جائزہ میں شائع کیا گیا تھا لیکن اس کے بعد میں انہوں نے نیشنل اکیڈمی آف سائنسز کی کارروائی میں ایک اور مقالہ شائع کیا جہاں انہوں نے دوبارہ نتیجہ کی تصدیق کی اور وہ ان 1928 کے تجربے اور گہرے وسیع مفروضے دونوں کے بارے میں تفصیلی وضاحت اور تنقید لکھی اس مقام پر میں ایک بحث کرنا چاہتا ہوں اور میں آپ کو بتانا چاہتا ہوں کہ یہ تجربہ کیسے ہوا کیونکہ واقعی بولنے والے ڈیوس اور جرما گہری برولی کی تصدیق کے کاروبار میں نہیں تھے۔ مفروضہ وہ کسی اور چیز کی تصدیق کرنے میں دلچسپی رکھتے تھے اور کچھ عرصہ پہلے شاید ایک سال پہلے یا کچھ بھی جب وہ کوئی تجربہ کر رہے شیشے کی کچھ ٹیوب تھی جس میں ہوا اور کچھ مائع تھا اور زیادہ درجہ حرارت کی وجہ سے ٹیوب پھٹ گئی اور ان میں ایک کرسٹل ent تھے۔ تھا جو دراصل نکل تھا لیکن یہ پولی کرسٹل تھا یہ ایک کرسٹل نہیں تھا اس لیے ساری چیز کرسٹل پر گر گئی اور اس سے پیدا ہو گیا۔ کافی گڑبڑ لیکن ڈیوڈ اور جرما نے اس بات کو ترک نہیں کیا کہ وہ کرسٹل کو واپس حاصل کرنا چاہتے تھے اور اس سطح پر جمع ہونے والے تمام سیال کو ہٹانا چاہتے تھے جو سطح پر جذب ہو چکا تھا لہذا انہوں نے جو کیا وہ احتیاط سے ٹھنڈی گرمی کو ٹھنڈا کرنا تھا۔ کہ تمام مائع یا دیگر گیسیں جو جذب ہو چکی تھیں ہٹا دی جائیں گی اور اس میں انہیں کافی مہینوں کا وقت لگا لیکن ان کے مریض کے کام نے انہیں ایک غیر معمولی چیز فراہم کی اور انہیں اچانک پتہ چلا کہ جو کچھ انہیں ملا ہے وہ درحقیقت تقریباً کامل واحد کرسٹل تھا ایک پولی کرسٹل کی مقدار لیکن یہ ایک واحد کرسٹل تھا سنگل کرسٹل آج حاصل کرنا آسان نہیں ہے یقیناً ہم جانتے ہیں کہ غیر معمولی طور پر اچھے کامل سنگل کرسٹل کیسے حاصل کیے جاتے ہیں جیسے سلیکون یا قاعدہ کا استعمال کرتے ہوئے تصدیق کی کہ یہ ایک سنگل brag diffraction ویں جیسا کہ انیس بیس میں ایسا نہیں تھا اور انہوں نے کے اصولوں کا استعمال کرتے ہوئے ایک ایک ہوائی جہاز ایک ایک ہوائی جہاز کی شناخت کی پھر fondlover کرسٹل تھا اس لیے انہوں نے انہوں نے جو کیا وہ الیکٹران کی طرف لے جانا تھا۔ ایک ایک ہوائی جہاز کیونکہ ان کا خیال تھا کہ الیکٹران ذرات ہیں اس لیے وہ بکھر جائیں گے اور ان میں سے کچھ درحقیقت وہاں سے گزر جائیں گے اور انہیں
توقع تھی کہ ان سب کو کسی خاص سمت میں چینلائز کیا جائے گا جیسا کہ کسی ذرہ کی نوعیت کے معاملے میں ہوتا ہے۔ یقینی طور پر یہ نہیں سوچا کہ وہ دانستہ مفروضے کو ثابت کرنے یا غلط ثابت کرنے کی کوشش کر رہے تھے وہ الیکٹران کے روایتی مفروضوں کے تحت کام کر رہے تھے جو ایک ذرے کی طرح برتاؤ کر رہے تھے آخر یہ ہے کہ کیتھوڈ شعاعیں آپ کو بتاتی ہیں لیکن جو کچھ انہوں نے پایا وہ واقعی غیر معمولی تھا لہذا حقیقت میں کیا ہے۔ وہ تجربہ جو انہوں نے انجام دیا
تو اگر آپ اپنی سلائیڈ کو دیکھتے ہیں
تو آپ کو اسکیمیٹک وضاحت کا اسکیمیٹک ڈایاگرام ملتا ہے
آپ کو بتاتا ہے کہ یہ اسکیمیٹک خاکہ بنیادی طور پر آپ کو بتاتا ہے لہذا آپ کو کچھ چیزوں کو دیکھنا ہوگا tic diagram تو اسکیما کیا کرتا ہے وہاں ایک الیکٹران گن ہے جو ایک الیکٹران بیم تیار کرتی ہے اب یہاں سب سے اہم بات یہ ہے کہ آپ کو حقیقت میں تیز کرنے کے قابل ہونا چاہئے آپ کو مختلف ہونے کے قابل ہونا چاہئے۔ رفتار وہی ہے جو آپ کو کرنے کے قابل ہونا چاہئے لہذا آپ جو کرتے ہیں وہ یہ ہے کہ ایک وولٹیج کے فرق کو ایک مخصوص وولٹیج کے ذریعہ تیز کیا جائے
تو پھر کیا ہوتا ہے جیسے جیسے یہ اس کی
توانائی کو تیز کرتا ہے اس کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے اور جیسے جیسے مومینٹم بڑھتا ہے اس کی طول موج میں تبدیلی آتی ہے چھوٹی قدر بڑی قدر سے چھوٹی قیمت پر جانا شروع کر دیتی ہے
تو یہ کنٹرول میں ہو جاتی ہے پھر آپ دیکھتے ہیں کہ اس زاویہ تھیٹا پر ایک نکل کا ہدف ہے میرے الیکٹران منعکس ہو رہے ہیں اور میں نے ایک حرکت پذیر کلکٹر لگایا ہے اس لیے موبائل کلکٹر کوشش نہیں کرتا انفرادی الیکٹرانوں کے درمیان فرق کرنے کے لیے یہ صرف یہ پوچھے گا کہ کتنا چارج جمع ہوا ہے کتنا چارج جمع ہوا ہے یہ دیکھ کر معلوم ہو گا کہ کرنٹ کتنا بہہ رہا ہے۔ کرنٹ شدت کا ایک پیمانہ ہے اور یہ گیلوانومیٹر کے ذریعے معلوم ہوتا ہے جسے آپ یہاں دکھاتے ہیں یقیناً آپ نقصان نہیں چاہتے کیونکہ ہوا کے مالیکیولز سے ٹکرانے کی وجہ سے آپ الیکٹران بیم کے لیے کوئی خلل نہیں چاہتے آپ کو کافی یک رنگی ہونا چاہیے لفظ مونوکرومیٹک کا استعمال کریں آپ کو کافی حد تک مونو انرجیٹک ہونا چاہیے اس لیے مونو مومینٹم ایک ویکیوم چیمبر ہے جو آپ کے پاس ہے اور پھر آپ جو کرتے ہیں وہ یہ ہے کہ اپنے گیلوانومیٹر کو حرکت دیں کرنٹ کی پیمائش کریں یا انحراف کو دیکھیں انحراف کا ایک پیمانہ ہے۔ کتنا کرنٹ بہہ رہا ہے آپ سب نے اپنے گیلوانومیٹر کے ساتھ تجربات کیے ہیں اور آپ دیکھتے ہیں کہ یہ کیا ہے
تو یہ آپ کی این سی آر ٹی کتاب میں ایک بہت ہی خوبصورتی سے تیار کردہ اسکیمیٹک خاکہ ہے اور بالکل یہی ڈیوڈسن اور جرما نے کیا لیکن اگلی پلیٹ کیا ظاہر کرتی ہے۔ اصل میں یہ اپریٹس ہی ہے
تو یہ 1927 کا اپریٹس ہے جسے ان لوگوں نے استعمال کیا ہے جو کہ 1927 میں فزیکل ریویو سے لیا گیا ہے تب بھی ایک نوجوان جرنل تھا کیونکہ زیادہ تر بڑے بڑے مقالے یورپی جرائد میں شائع ہوئے
کہتے ہیں وہ c تو آپ دیکھیں گے کہ جی نامی کوئی چیز ہے جو الیکٹران گن ہے اور ٹی ہدف ہے ان کے درمیان وولٹیج کا فرق ہے اور جسے ہم کلکٹر ہے اور یہ کلکٹر درحقیقت اسی کے ساتھ چلتا ہے۔ قوس جو کہ نصف کرہ دار ہے اور آپ اسے دیکھنا شروع کر دیتے ہیں اور باقی یہ سب کچھ کنٹرول کرتا ہے کہ آپ چیز کو کس طرح منتقل کرتے ہیں وہاں یہ چشمے ہیں اور یہ آپ کو کیا نہیں بتا رہے ہیں اور انہوں نے جو کیا وہ دراصل تجربہ کرنے کے لیے تھا۔ بہت احتیاط کے ساتھ اور آپ کے لیے سب سے اہم بات یہ جاننا ہے کہ ہدف ایک اچھا سنگل کرسٹل تھا اور آپ میں سے ان لوگوں کے لیے جو کرسٹالگرافی سے تھوڑا سا واقف ہیں جو وہ دیکھ رہے تھے وہ دراصل ایک ایک ہوائی جہاز تھا اگر آپ ایسا کرتے ہیں۔ ایک ایک ہوائی جہاز کا کیا مطلب ہے اس کے بارے میں کبھی بھی کوئی اعتراض نہیں ہے لیکن یہ آلہ ہے ٹھیک ہے اب یہ تجرباتی نتائج ہیں جن پر ہم ابھی کچھ طوالت پر بات کرنا چاہتے ہیں
ہاں میں یہ دکھا سکتا ہوں کہ یہاں آپ کی کتاب آپ کو بتاتی ہے کہ تجربات 40 سے 64 وولٹ کے درمیان کیے گئے تھے bef ore i تو شاید اس لیے وولٹیج کا ڈراپ 48 سے 64 تک مختلف تھا۔ لہذا اگر آپ فرض کریں کہ الیکٹران بہت کم
توانائیوں سے شروع ہوئے تقریباً آرام کے وقت ان سے حاصل ہونے والی
توانائی کیا ہے یا
تو 48 الیکٹران وولٹ یا 64 الیکٹران وولٹ یا ان کے درمیان کوئی اور چیز اب آپ جو کرتے ہیں وہ یہ ہے کہ ہم یہ کہتے ہیں کہ 60 الیکٹران وولٹ معلوم کریں پھر آپ استعمال کرتے ہیں۔ اپنے گہرے برولی مفروضے کو تلاش کریں اور p کے برابر کرتے ہیں اور پھر اپنا mمربع 2 p اسے

اپنے لیمبڈا کو تلاش کریں تاکہ بنیادی طور پر پیغام یہ ہے کہ جب آپ کی
توانائی 48 سے 65 وولٹ تک بدل رہی ہے
تو رفتار اسی طرح بدل رہی ہے اور میں اس بکھرے ہوئے کراس سیکشن کو دیکھ رہا ہوں جو ہم دیکھ رہے ہیں اور اس اعداد و شمار میں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اس طرح کے دو اعداد ہیں آپ نے کیا کیا ہے آپ نے اپنا وولٹیج ٹھیک کر دیا ہے اور آپ اپنا بدل رہے ہیں اور آپ اپنا ایزیمتھ اینگل تبدیل کر رہے ہیں آپ کا ایزیمتھ اینگل کچھ اس تھیٹا جیسا ہے جسے ہم نے لکھا ہے اس میں کوئی مماثلت نہیں ہے۔ اشارے اور آپ دیکھتے ہیں کہ وولٹ اور 54 وولٹ دونوں کے لیے بہت اچھی طرح سے طے شدہ چوٹیاں ہیں 54 وولٹ بڑی طول موج کے مساوی ہیں 65 وولٹ چھوٹی 65
طول موج کے مساوی ہیں کیونکہ رفتار میں اضافہ ہوا ہے اور ڈیوس اور جرما نے اپنے تجربے میں ان کے برعکس کیا پایا۔
توقع یہ تھی کہ یہ وہ چوٹی ہے جہاں ڈی براؤلی کے مطابق زیادہ سے زیادہ تعمیری مداخلت ہو رہی ہے اس بات سے بہت اچھی طرح سے اتفاق کرتے ہیں جو ڈیپ بروگلی فارمولے پی کے برابر ہے جو لیمبڈا کے برابر ہے، یہ وہی ہے جو انہیں پتہ چلا اور یہ واقعی تھا۔ ایک تاریخی تجربہ یہ
ایک راستہ
توڑنے والا تجربہ تھا جس نے مادے کی طول موج کی خاصیت کو قائم کیا یہ وہ اعداد و شمار ہے جسے انہوں نے اگلے سال 1928 میں شائع کیا
کے مربع جڑ کے خلاف پلاٹ کیا جائے اور آپ کو اس کی وضاحت کرنی چاہئے v تھا یہاں انہوں نے کیا کیا ہے کہ اسے
تو مجھے بتائیں۔ تھوڑا سا سادہ الجبرا کریں جو زیادہ مشکل نہیں ہے اور آئیے ہم بعد میں اس سلائیڈ پر آتے ہیں
انرجی اور یہ کچھ بھی نہیں مگر الیکٹران کے چارج کو وولٹیج سے ضرب m y ہے mمربع p 2 تو میں آپ کو بتانے کی کوشش کر رہا ہوں کہ
دیا جاتا ہے جو کہ میرے پاس ہے
کے مربع جڑ سے وولٹیج میں دیا جاتا ہے جو کہ اب سب سے اہم چیز ہے میرے الیکٹران کا ماس معلوم ہے کہ me کو i will my p 2 تو
میں کچھ مستقل ہے جہاں وولٹیج ڈراپ کہاں ہے اور v میرا چارج الیکٹران کا انتخاب ہے معلوم ہے کہ میرے دو یقیناً ایک عدد ہے اس لیے یہ جڑ
کے برابر ہے بذریعہ لیمبڈا ڈی جھگڑا بتا رہا ہے کہ یہ ایچ کے برابر ہے h کیا ہے شاید ہمیں گہرا رول بتا رہا ہے ہمیں بتا رہا ہے کہ یہ d
بذریعہ لیمبڈا اس لیے اگر میں اسے منتقل کرتا ہوں
جڑ k سے زیادہ h یہ مفروضہ ہے لہذا میں یہاں اس اظہار کو دہراتا ہوں کہ لیمبڈا v جڑ k سے زیادہ h تو میرا لیمبڈا کچھ نہیں ہے مگر
برابر n lambda 2 ضروری نہیں ہے کہ ہم ایک منٹ میں اس پر پہنچ جائیں گے اور ہماری تعمیری شرط یہ تھی کہ h کے برابر ہے معلوم
d sin theta کے برابر ہے
کے sin theta یہ وہی ہے جو ہمارے پاس ہے لہذا اب آپ کیا ہیں کرنا روٹ کے حوالے سے v جڑ h over k کے برابر ہے n تو یہ
کے ذریعے متعین کرنے کی کوشش کر رہے ہیں اگر بروکولی کا گہرا k کو h اور نہ صرف یہ کہ آپ اس ڈھلوان v تغیر کو دیکھنا ہے۔
مفروضہ درست ہے
تو دوسرے لفظوں میں نہ صرف آپ کو صحیح پوزیشن پر چوٹی تلاش کرنے کے قابل ہونا چاہیے بلکہ آپ کو اسے فٹ کرنے کے قابل بھی ہونا چاہیے۔ ڈیپ بریلی فارمولہ اور جو ڈیویسن اور جرمن نے پایا وہ یہ تھا کہ یہ واقعی درست تھا اور یہی وجہ ہے کہ وہ اسے روٹ وی اوکے کے ایک فنکشن کے طور پر سازش کر رہے ہیں جو آپ کو کرنا ہے اسے دائیں طرف منتقل کرنا ہے اور وہ ایک فکسڈ زاویہ پر روٹ وی کے فنکشن کے طور پر شدت کی چوٹی کی شدت کی منصوبہ بندی کر رہے ہیں جو آپ کر رہے ہیں زاویہ ٹھیک نہیں ہے اور انہوں نے میکسما کے لئے ایک
ایک عدد عدد ہے لہذا انہوں n جمع نصف کے مساوی ہے جہاں n خوبصورت تصدیق پائی ہے حقیقت میں منیما کے لئے بھی ایک تصدیق ہے جو نے اپنے مقالے میں اس بات کا تذکرہ کیا کہ ان کی بڑی حیرت کی بات ہے کہ انہوں نے پایا کہ یہ ان کے تجرباتی نتائج سے اتفاق کر رہا ہے کے مقابلے میں کتنا اچھا ہے۔ وہ جدید دور یا ایکس رے کا t گہری برولی مفروضے سے اتفاق کر رہا ہے اب آپ پوچھ سکتے ہیں کہ یہ تجربہ
پھیلاؤ
تو میں آپ کو ان چوٹیوں پر نظر آنے والے اعداد و شمار کی ایک بڑی تعداد دکھا رہا ہوں یہ تجربات 1925 26 27 میں کیے گئے تھے کہ جب
تجربات کی تکنیکی تکنیک مکمل طور پر تیار نہیں ہوئی تھی
تو اب ہم وہی دیکھ رہے ہیں اگر آپ دیکھیں۔ جدید دور کے ایکس رے ڈفریکشن کے تجربے میں ہمارے ڈفریکٹو میٹرز آج بہت زیادہ ترقی یافتہ ہیں ہمارے کرسٹل بہت بہتر سنگل کرسٹل ہیں جو آپ دیکھتے ہیں کہ وہ تیز چوٹیاں ہیں جو ان چوٹیوں کے ساتھ تقریباً کافی حد تک موافق ہے جو ہم یہاں دیکھ رہے ہیں ٹھیک ہے ایکسلریٹو فریکشن کا نتیجہ اور یہ میرا گہرا برا نتیجہ ہے جدید دور کے تجربات یقیناً ایسی تیز خصوصیت کو ظاہر کرتے ہیں شاید اگلی کلاس میں میں آپ کو ان میں سے کچھ دکھانے جا رہا ہوں لیکن بنیادی طور پر ہم جو کہہ رہے ہیں وہ یہ ہے کہ اب ہم کچھ کر رہے ہیں۔ مضحکہ خیز بات یہ ہے کہ ہم اس مفروضے کی تائید اور تصدیق کے لیے روشنی کی لہر کی نوعیت کا استعمال کر رہے ہیں کہ ذرات لہر جیسا رویہ دکھا سکتے ہیں جبکہ فوٹو الیکٹرک اثر میں ہم نے اس کے بالکل برعکس کیا مدد کریں کہ روشنی دراصل ذرات کی طرح برتاؤ کرتی ہے لہذا ہم ایک غیر معمولی صورتحال میں ہیں جہاں ہم نہیں جانتے کہ کوئی چیز ذرہ ہے یا لہر جب تک کہ آپ مجھے وہ حالات نہیں بتاتے جن میں
میں دیکھنے جا رہا ہوں
تو یہ ایک پیغام ہے کہ ہم جا رہے ہیں۔ دیکھنے کے لیے
تو آپ دیکھیں گے کہ یہ فیچرز غیر معمولی طور پر اچھے ہیں اور ہمارے پاس یہی ہے اس لیے یہ لازمی نمبر ہیں جو مجھے آپ کو دکھانا چاہیے کہ یہ آپ کی نصابی کتاب میں موجود ہیں اور یہ تمام بہت آسان مسائل ہیں جو اب آپ تفریق کے پیش نظر کر سکتے ہیں۔ چوٹی طول موج کو تلاش کریں یا طول موج اور نکالنے کی چوٹی کو دیکھتے ہوئے جالیوں کے وقفہ کو تلاش کریں اور اسی طرح آگے لیکن ڈیوس اور جرمن تجربے میں جیسا کہ میں نے آپ کو بتایا کہ یہ 48 سے 64 وولٹ کے درمیان تھا جو زیادہ سے زیادہ 50 ڈگری پر 54 وولٹ پر واقع ہوا اور متعلقہ ڈی بروگلی طول موج 0.165 نینو میٹر ہے جو آپ کو ایکس رے رینج میں ملنے والی حقیقت کے قریب ہے لہذا یہ انتخاب کی لہر کی نوعیت کا کافی دلچسپ
اب تک ہم نے جو کچھ کیا ہے وہ یہ ہے کہ تخیل پر ایک آزاد رینج دی جائے یہاں تک کہ اگر آپ فرض کر لیں کہ tron اور شاندار مظاہرہ ہے۔
ٹھیک ہے ایک بوہر ماڈل ہے اور میں ایک کھڑی لہر پیدا کرنا چاہتا ہوں وغیرہ وغیرہ لیکن ایک چیز یہ ہے کہ اس قسم کا تجزیہ اور یہ تجرباتی توثیق یہ ہے کہ ایک لہر نہ صرف اس کی فریکوئنسی بلکہ طول موج کی طرف سے خاصی ہوتی ہے بلکہ یہ اس کی تعدد سے بھی خاصی ہوتی ہے
اب میں نے جو کیا ہے وہ یہ ہے کہ ایک طول موج کو مومینٹم کے ساتھ جوڑنا ہے لیکن اس کا کیا ہوگا؟ فریکوئنسی اور اگر کوئی خاص تعدد ہے
تو لہر کی رفتار کیا ہے یہ تصور کرنا بہت پرجوش ہے کہ آپ اس لہر کو جانتے ہیں جس کے ساتھ موج ذرہ سے وابستہ ہے میں اس لہر کو دور کرتا ہوں جب یہ لہر منسلک ہوتی ہے ذرہ کے ساتھ ذرہ کی رفتار بھی ہونی چاہئے لیکن ہم اس طرح کا نتیجہ اخذ کرنے کی آزادی میں نہیں ہیں لہذا طول موج اور رفتار اس لیے ncy یہاں وہ سوالات ہیں جو اس سلائیڈ پر دکھائے گئے ہیں آپ کے لئے تعدد کیا ہے تعدد کے درمیان کیا تعلق ہے
جب تک ہم اس سوال کا جواب نہیں دیتے ہم نے اپنا کام مکمل نہیں کیا ہے لہذا یہ وہ چیز ہے جس کے بارے میں ہمیں جاننا چاہیے حالانکہ یہ تکنیکی طور پر ہمارے نصاب میں نہیں ہے، اس لیے ہمیں کیا کرنا چاہیے کہ ہم ان کو کسی حد تک دیکھنا شروع کریں تاکہ ہم کیا ہیں پوچھنے جا رہا ہے تعدد طول موج اور رفتار کے درمیان تعلق کے بارے میں ہمیں اس پر کام کرنے کی ضرورت ہے اور ہمیں دیکھتے ہیں کہ ہم کیا حاصل کرنے جا رہے ہیں میں کیا کروں گا کیونکہ میرا وقت ختم ہو رہا ہے میں آپ دونوں کے لیے تمام بنیادی تاثرات دوں گا۔ رشتہ دارانہ اور غیر رشتہ دارانہ
طور پر اور پھر ہم دیکھیں گے کہ ہم مصیبت میں بھاگنے والے ہیں

تو سوال یہ ہے کہ ہم مصیبت سے کیسے نکلیں گے اور وہاں آپ کو یہ جاننا ہوگا کہ مرحلہ کی رفتار اور گروپ کے درمیان فرق ہے۔ رفتار گروپ کی رفتار ایک ایسی چیز ہے جس کا آپ کو سامنا نہیں ہے لہذا میں اس تصور کو متعارف کرواؤں گا حالانکہ یہ تکنیکی طور پر آپ کے نصاب میں کا استعمال کرنے کے g نہیں ہے اور میں آپ کو دکھاؤں گا کہ آپ تعلقات کو کس طرح بحال کرسکتے ہیں تاکہ وہ اہم مساوات جو میں جا رہا ہوں لکھنا چاہیں h nu اور ہم اسے m مربع بذریعہ دو p برابر ہے d اور lambda بذریعہ h مساوی ہے mv مساوی p لیے ظاہر ہے کہ ہمیں یہ نہیں بھولنا چاہیے p by m برابر ہے v گے میں اس پر سوالیہ نشان لگاؤں گا لیکن میں ایک اور رشتہ ہے جو ہمیں نہیں بھولنا چاہیے اور یہ نیا لیمبڈا ہے میں نے ایک سوالیہ نشان لگا دیا جو کچھ ایسا ہے جو ہمیں کرنا ہے
تو میں کیا کروں گا میں آپ کو دیکھنے کے لیے کہوں گا یہ تینوں مساواتیں ادھر ادھر چلتی ہیں اور یہ دیکھنے کی کوشش کرتی ہیں کہ کیا آپ کو توانائی کی رفتار کی رفتار طول موج اور تعدد کے درمیان تعلقات کا ایک مستقل سیٹ ملتا ہے لہذا آپ براہ کرم ان علام
توں کے ساتھ کھیلیں کہ ٹھیک ہے میں نے دو سوالیہ نشان لگائے ہیں کیونکہ یہ تجرباتی طور پر قائم کیا گیا ہے اگلا لیکچر ہم جو کرنے جا رہے ہیں وہ یہ ہے کہ ہم ان تعلقات کا مزید تجزیہ کریں گے میں متعلقہ رشتہ داری کی مساواتیں بھی لکھوں گا اور پھر یہ کرنے کے بعد ہم عظیم رتھر فورڈ کے تجربے پر بحث شروع کریں گے
تو آئیے یہیں رکیں گے آپ کے لیے اچھا ہے ۔

Pruto@IITK