ہم اس پر اپنی بات چیت جاری رکھیں گے کہ روشنی کیا ہے پچھلے لیکچر میں ہم نے روشنی کے کارپسکولر ماڈل کے ارتقاء پر بحث کی تھی اور
روشنی کی لہر کے نظریہ پر بھی بحث کی تھی جسے کرسچن ہیگنز نے پیش کیا تھا آج ہم روشنی کی برقی مقناطیسی نوعیت کے ساتھ اپنی گفتگو کا
آغاز کریں گے۔ لہریں جنہیں میکسویل نے آگے بڑھایا تھا اور لائٹ کوانٹم جو آئن سٹائن نے 1905 میں متعارف کرایا تھا اس لیے بائیں طرف کا یہ
خاکہ ایک برقی مقناطیسی لہر کی نمائندگی کرتا ہے جس کے ساتھ منسلک الیکٹرک فیلڈ بھی ہے اور ایک دوہری مقناطیسی فیلڈ بھی ہے اور دائیں طرف
کی تصویر ہے۔ فوٹون کی مختلف تعداد میں سے ایک نوجوان لڑکی اس لیے تصویر پر ہر ایک ڈاٹ فوٹون کی نمائندگی کرتا ہے جو کہ بنیادی طور پر
لائٹ کوانٹم ہے جیسا کہ آئن اسٹائن نے انیس سو پانچ میں متعارف کرایا تھا جیسا کہ ہم نے پچھلے لیکچر میں بحث کی تھی ہم نے مداخلت کے
تجربات پر تبادلہ خیال کیا تھا جہاں ہم قائم کرسکتے ہیں۔ کہ روشنی درحقیقت ایک لہر کا رجحان تھا لہذا روشنی کی لہر کی نوعیت 1 کے آغاز میں
قائم ہوئی 9ویں صدی لیکن بنیادی سوال یہ تھا کہ یہ خلا کے ذریعے کیسے پھیل سکتا ہے اسی وقت جب بجلی اور مقناطیسیت کے قوانین تیار ہو
رہے تھے ہمارے پاس فارڈیز کا قانون تھا جس کے مطابق ایک دوہری مقناطیس کے ذریعہ پیدا ہونے والا بدلتا ہوا مقناطیسی میدان ایک برقی
مقناطیسی قوت پیدا کر سکتا ہے اور نتیجہ کرنٹ میں اس لیے جسمانی طور پر ایک بدلتا ہوا مقناطیسی میدان ایک بدلتی ہوئی برقی میدان پیدا کرتا ہے
یہ فیراڈے کا قانون تھا اور جسے میکسویل نے ایک مساوات کی شکل میں پیش کیا تھا
تو یہ ایمپیئر قانون تھا جس کے مطابق اگر میرے پاس کرنٹ لے جانے والا کنڈکٹر ہے
رکھتا ہے اور جو ایک مقناطیسی i تو اس کے اردگرد ایک مقناطیسی میدان ہے جو تخلیق ہوتا ہے لہذا ہمارے پاس ایک کنڈکٹر ہے جو ایک کرنٹ
میدان پیدا کرتا ہے جس کے اردگرد یہ سب سے پہلے سیپ کے ذریعہ مشاہدہ کیا گیا تھا اور پھر ایمپیئر کے ذریعہ ایک قانون کی شکل میں رکھا گیا
تھا جسے ریاضی کی شکل میں رکھا گیا تھا۔ میکسویل میکسویل نے یہ بھی کہا کہ کرنٹ نہ صرف مقناطیسی میدان پیدا کرتا ہے بلکہ کنڈینسر کی
پلیٹوں کے درمیان بدلتی ہوئی برقی میدان ایک مقناطیسی میدان بھی پیدا کرتا ہے جب ایک کیپسیٹر چارج ہوتا ہے
تو یہاں ایک کنڈینسر کی پلیٹوں کے درمیان ایک بدلتی ہوئی برقی فیلڈ ہوتی ہے وہاں ویکیوم ہوتا ہے آئیے فرض کریں کہ دو پلیٹوں کے درمیان ویکیوم
ہے
تو اس کی دو پلیٹوں کے درمیان کوئی عام کرنٹ نہیں بہہ سکتا۔ ایک کنڈینسر ایک بدلتا ہوا برقی میدان ہے جو مقناطیسی میدان پیدا کرتا ہے اس لیے
اس بدلتے ہوئے برقی میدان کو نقل مکانی کرنٹ کا نام دیا گیا جس کے نتیجے میں مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے اس لیے بجلی اور مقناطیسیت کے
قوانین میں ایک ہم آہنگی تھی جیسا کہ میکسویل نے پیش کیا تھا۔ کہ ایک بدلتے ہوئے مقناطیسی میدان سے نہ صرف ایک بدلتی ہوئی برقی میدان پیدا
ہوتی ہے بلکہ بدلتی ہوئی برقی فیلڈ نے بدلتی ہوئی مقناطیسی فیلڈ بھی پیدا کی تھی اس لیے میکسویل نے بجلی اور مقناطیسیت کے تمام قوانین کو چار
مساوا
توں کی صورت میں لکھا کہ وہ قدرے پیچیدہ ہیں اور میں نہیں ہوں میں وہ تمام مساواتیں لکھوں گا لیکن میں صرف اتنا کہوں گا کہ وہ مساوات جو
کو میکسویل نے 1864 کے آس پاس پیش کیا تھا اور میکسویل کی مساوات کے طور پر جانا sm بجلی اور مقناطیسی کے قوانین کو بیان کرتی ہیں
جاتا ہے یہ مساوات تجرباتی قوانین پر مبنی ہیں لہذا میکسویل کی مساواتیں اخذ نہیں کی جا سکتی ہیں اور جیسا کہ میں نے ذکر کیا ہے ان کو
میکسویل نے 1865 کے قریب کلاسک کتابوں میں سے ایک میں پیش کیا تھا۔ بجلی اور مقناطیسیت پر ٹری ٹائیز پر فزکس اب ان مساوا
توں میں اگر ہم برقی فیلڈ کے لیے کسی ایکسپریشن کو بدلتے ہیں جیسا کہ اوپر دی گئی مساوات میں کہا گیا ہے کہ برقی فیلڈ ہم فرض کرتے ہیں کہ
kz صفر الیکٹرک فیلڈ کا طول و عرض ہے اور یہ e سمت میں x کیپ میں ایک برقی فیلڈ ایک یونٹ ویکٹر کی نمائندگی کرتا ہے۔ x سمت x
کا یہ سائن یا t مائنس اومیگا kz کا سائن ہے لہذا یہ ایک لہر جیسا حل ہے جیسا کہ ہم نے اپنے آخری لیکچر میں بتایا تھا کہ t مائنس اومیگا
کوسائن ایک لہر کی نمائندگی کرتا ہے ۔ اگر ہم اس قسم کی مساوات کو میکسویل کی مساوات میں بدل دیتے ہیں
اور وقت کا انحصار برقی فیلڈ کی طرح ہوگا۔ پہلے وہ طول و عرض z سمت میں ہوگا اور اس کا وہی y تو ہمیں معلوم ہوگا کہ مقناطیسی میدان
صفر سے جیسا کہ ہم نے پچھلے لیکچر میں بحث کی تھی mu سے تقسیم کیا جاتا ہے اومیگا k جہاں مقناطیسی میدان کا طول و عرض صفر ہے
فریکوئنسی ہے nu طول موج ہے اور omega is equal to two pi nu lambda اور pi by lambda برابر ہے دو k کہ
خالی جگہ کی مقناطیسی پارگمیتا کی نمائندگی کرتا ہے اسی طرح اگر ہم اس اظہار کو میکسویل کی مساوات میں مقناطیسی فیلڈ mu naught اور
کے لیے بدل دیں
تو ہمیں متعلقہ برقی فیلڈ ملے گا جیسا کہ میکسویل کی مساوات میں اس کی جگہ لے کر حاصل کیا جائے گا اس لیے ایک تبدیلی مقناطیسی میدان ایک
بدلتے ہوئے برقی میدان کو پیدا کرتا ہے اور جیسا کہ ہم نے پچھلی سلائیڈ میں دکھایا تھا کہ بدلتی ہوئی برقی فیلڈ ایک بدلتی ہوئی مقناطیسی فیلڈ پیدا
کرتی ہے، آپ دونوں کے پاس دوہری مقناطیسی فیلڈ بنائے بغیر دوہری الیکٹرک فیلڈ نہیں ہو سکتی اور اس کے برعکس اگر ہم اس اظہار کو بدل دیں
کے y directi ویکٹر h میکسویل کی مساوات میں جو بجلی اور مقناطیسیت کے قوانین کو بیان کرتے ہیں اور اگر میں فرض کرتا ہوں کہ
سمت میں اکائی ویکٹر ہے y کیپ پر y ساتھ ہے
e تو متعلقہ برقی فیلڈ اس کے ذریعہ دی جائے گی لہذا ایک دوہری مقناطیسی فیلڈ کے نتیجے میں ایک دوہری برقی میدان ہوگا جہاں طول و عرض
صفر اس کے ذریعہ دیا جاتا ہے h صفر سے متعلق ہے لہذا اس طرح ہمیں مساوات کے دو سیٹ ملتے ہیں h صفر درج ذیل مساوات کے ذریعہ
صفر اس سے دیا جاتا ہے لہذا اگر میں ان دونوں مساوات کو ضرب کرتا ہوں e اور
مربع میں اس k صفر ایک کے برابر ہو جائے گا اور اس طرح اومیگا مربع بذریعہ mu مربع بذریعہ اومیگا مربع ایپسیلون k تو مجھے ملتا ہے
طرف اومیگا اسکوائر اور اس طرف کے اسکوائر لیتا ہوں
دی جاتی ہے k اسکوائر ون اوور ایپسیلون بن جاتا ہے اور اس لیے برقی مقناطیسی لہر کی رفتار جو اومیگا بذریعہ k تو اومیگا اسکوائر بذریعہ
ایپسلون کی جڑ کے نیچے 1 اوور کے برابر ہے۔ ایسا نہیں ہو سکتا میکسویل کی یہ ایک قابل ذکر شراکت تھی اس نے کہا کہ اس نے بجلی اور
مقناطیسیت کے قوانین کو چار مساوا
یہ مساواتیں اور اسی y توں کی شکل میں لکھا اور اس نے ظاہر کیا کہ لہر کی طرح اظہار مساوات برقی اور مقناطیسی میدان کی تسلی بخش ہے۔
لیے اس نے برقی مقناطیسی لہروں کے وجود کی پیشین گوئی کی کہ میکسویل کی مساوات کے حل سے لہریں جنم لیتی ہیں اور اسی لیے اس نے
برقی مقناطیسی لہروں کے وجود کی پیشین گوئی کی اور ان لہروں کی رفتار اس کی پیش گوئی کی کہ ان لہروں کی رفتار ایک اوور کے نیچے کے
برابر ہوگی۔ ایپسیلون کی جڑ خالی جگہ میں میو ناٹ ایپسیلون میڈیم کی ڈائی الیکٹرک پرمٹیویٹی ہے جیسے خالی جگہ میں ڈائی الیکٹرک ایپسیلون کی
یونٹس میں mks چار پائی میں ہے mu naught ویلیو ایپسیلون ناٹ ہے اور جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ ایپسیلون ناٹ کی قدر اتنی زیادہ ہے اور
دس سے مائنس سات کی طاقت، لہذا اگر میں اس کی جگہ لیتا ہوں
تو مجھے ایک قدر ملتی ہے جو 3 سے 10 کی طاقت سے 8 میٹر فی سیکنڈ کی ہوتی ہے، اس لیے میکسویل نے ایک بار پھر برقی مقناطیسی لہروں
کے وجود کی پیش گوئی کی اور اس کی مساوات سے اس نے اخذ کیا ۔ خلا میں برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار کا اظہار اور اس نے پیش گوئی کی
کہ برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار تقریباً 300 ملین میٹر فی سیکنڈ ہے۔ اس وقت فرانسیسی ماہر طبیعیات پیزو نے ہوا میں روشنی کی رفتار کا تعین
کیا تھا اور اس کی قیمت بھی 300 ملین میٹر فی سیکنڈ کے قریب تھی اس لیے میکسویل نے کہا کہ یہ دونوں نمبر حادثاتی طور پر برابر نہیں ہو
سکتے اور اس لیے اس پر ایمان کے ساتھ فطرت کی عقلیت کہ یہ دو عدد حادثاتی طور پر برابر نہیں ہو سکتے اس نے کہا کہ روشنی ایک برقی
مقناطیسی لہر ہونی چاہیے اس لیے میں اپنی دلیل دہراتا ہوں اور یہ نہ صرف طبیعیات بلکہ سائنس کی ترقی میں سب سے اہم دلیلوں میں سے ایک

ہے جسے میکسویل نے لکھا۔ بجلی اور مقناطیسیت کے قوانین اس سے اس نے ان مساوا
توں سے یہ ظاہر کیا کہ برقی اور مقناطیسی شعبوں کے اظہار کی طرح لہریں ان مساوا
توں کا حل ہیں اور اسی لیے اس نے برقی مقناطیسی لہروں کے وجود کی پیشین گوئی کی کہ وہ خلا میں برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار کا حساب
لگا سکتا ہے۔ پتہ چلا کہ برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار کی قدر جس کی اس نے پیش گوئی کی تھی وہ رفتار کے بہت قریب تھی۔ روشنی کی
لہروں کی جیسا کہ فِسو سے ناپا گیا اور پھر اس نے کہا کہ یہ دونوں نمبر اتفاقی طور پر برابر نہیں ہو سکتے اور اس لیے روشنی ایک برقی
مقناطیسی لہر ہونی چاہیے اور اسی لیے 1864 کے آس پاس اپنی مشہور کتاب میکسویل نے برقی مقناطیسی لہروں کے وجود کی پیشین گوئی کی
اور کہا کہ روشنی بذات خود ایک برقی لہر ہے۔ برقی مقناطیسی لہر

تو خالی جگہ میں آپ کے پاس ایک دوغلی برقی فیلڈ ہے جو ایک دوغلی مقناطیسی فیلڈ بناتا ہے جس کا طول و عرض ایپسیلون صفر کے متناسب ہے
ہم نے دکھایا کہ اگر ای صفر صفر ہے
سمت میں فرض کیا جائے z ہے تمام ایک فیلڈ ان دونوں کے بغیر موجود نہیں ہوسکتا اگر پھیلاؤ h تو
سمت میں سمجھا جائے x تو موجود ہے اگر برقی میدان کو
سمت میں ہے لہذا پھیلاؤ کی سمت برقی کی سمت کے دائیں زاویوں پر ہے۔ میدان اور مقناطیسی میدان اور اسی لیے لہروں y تو مقناطیسی میدان
کو ٹرانسورس کہا جاتا ہے

تو یہ اس طرح ہے یہ دو مساواتیں ہیں جو الیکٹر کو بیان کرتی ہیں مقناطیسی لہر ایک دوغلی برقی فیلڈ ایک دوہری مقناطیسی میدان پیدا کرتی ہے اور
دوغلی مقناطیسی فیلڈ ایک دوہری برقی فیلڈ پیدا کرتی ہے جس طرح فیلڈز خلا میں پھیلتے ہیں فیلڈز کا تصور یہ سب سے پہلے مائیکل فیراڈے نے
پیش کیا تھا اور اسی وجہ سے چارج سے پیدا ہونے والے فیلڈز موجود ہوسکتے ہیں۔ ویکیوم میں بھی اور یہ دوہری مقناطیسی میدان ایک دوغلی برقی
مقناطیسی برقی میدان پیدا کریں گے اور دوغلی برقی فیلڈ ایک دوہری مقناطیسی میدان پیدا کرے گی جس طرح برقی مقناطیسی لہریں ویکیوم کے
ذریعے پھیل سکتی ہیں اگر ویکیوم میں چارج ہو

تو یہ خلا میں بھی اپنا برقی میدان پیدا کرتا ہے۔ اور اگر میں چارج کو اوپر نیچے کرتا ہوں
تو برقی فیلڈ بھی وقت کے ساتھ بدل جائے گی اس بدلتے ہوئے الیکٹرک فیلڈ سے منسلک ایک بدلتی ہوئی مقناطیسی فیلڈ ہوگی اور بدلتی ہوئی مقناطیسی
سیکنڈ rs per فیلڈ سے منسلک ہوگی جو بدلتی ہوئی برقی فیلڈ ہوگی لہذا اس کی رفتار برقی مقناطیسی لہریں تقریباً 300 ملین میٹ دی گئی ہیں۔
اور میکسویل نے کہا کہ روشنی بذات خود ایک برقی مقناطیسی ہے جسے سائنس کی ترقی میں سب سے بڑی ترکیب میں سے ایک کہا جاتا ہے جو
روشنی کے مطالعہ اور بجلی اور مقناطیسیت کے مطالعہ کو آپٹکس بناتا ہے ۔ چھتری صرف 1887 میں ہی تھی کہ ہینرک ہرٹز نے برقی سرکٹس
کی برقی مقناطیسی لہریں پیدا کیں اور اس نے برقی مقناطیسی لہروں کو دھاتی سکرین پر گرنے دیا اور ان کو منعکس کیا اور of of کے ذریعہ
ایک تار پر موجود اسٹیشنری لہروں کی طرح پایا اور حاصل کیا تاکہ وہ اس بات کا تعین کر سکے۔ طول موج اور تعدد اور اس سے اس نے یہ ظاہر
کیا کہ برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار روشنی کی رفتار کے برابر ہے اور اس لیے یہ بہت جلد ثابت ہو گیا کہ روشنی واقعی ایک برقی مقناطیسی
لہر ہے لہٰذا صدی کے اختتام تک 19 ویں صدی کے آخر میں لوگوں نے سوچا کہ سائنسدانوں نے آخر کار سوچا کہ آخر کار یہ سمجھ میں آیا کہ
کیونکہ اور برقی میدان کو تبدیل کرنے سے ایک بدلتا ہوا مقناطیسی میدان پیدا d روشنی دراصل کیا ہے کہ روشنی ایک برقی مقناطیسی لہر ہے اور
ہوتا ہے جس طرح برقی مقناطیسی لہریں خالی جگہ کے ذریعے پھیلتی ہیں لہذا یہ 19ویں صدی کے آخر میں ہوا

تو یہ وہی ہے جو میں نے اپنے آخری لیکچر میں دکھایا تھا یہ مکمل ہے الیکٹرومیگنیٹک سپیکٹرم گاما شعاعوں سے لے کر ایکس رے تک الٹرا وائلٹ
سے لے کر سپیکٹرم کے مرئی خطے تک اورکت سے مائکروویو سے لے کر ریڈیو لہروں تک ان لہروں تک جو آپ کو اپنے سیل فون پر یا آپ کے
ٹی وی پر موصول ہوتی ہیں یہ تمام برقی مقناطیسی لہریں ہیں جو ایک ساتھ سفر کرتی ہیں۔ ویکیوم میں یکساں رفتار اور سپیکٹرم کا دکھائی دینے والا
حصہ جس میں ہماری آنکھ کا ریٹینا حساس ہوتا ہے برقی مقناطیسی سپیکٹرم کا صرف ایک بہت چھوٹا حصہ بنتا ہے لہذا گاما شعاعوں کی فریکوئنسی
سے 20 ہرٹز کی طاقت ہوتی ہے اور ریڈیو لہروں کی طاقت ہوتی ہے۔ 6 ہرٹز کی طاقت سے تقریباً 10 کی فریکوئنسی ہے اور جیسا کہ میں 10
نے اپنے پچھلے لیکچر میں بتایا تھا کہ سپیکٹرم کے نظر آنے والے علاقے کی فریکوئنسی تقریباً 10 سے 14 ہرٹز کی طاقت ہوتی ہے جو تقریباً
ٹیرا ہرٹز ہے لہذا یہ رفتار ہے اگر میرے پاس ایک ڈائی الیکٹرک ہے جس کی خصوصیت ڈائی الیکٹرک پرمٹیویٹی ایپسیلون ہے 100
تو برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار اس کے ذریعہ دی جاتی ہے خالی جگہ میں روشنی کی رفتار اس کے ذریعہ دی جاتی ہے لہذا میڈیم کا
اپیسیلون ہے ایپسیلون نہیں v کی طرف سے دی گئی ہے بذریعہ c اضطراری انڈیکس جو کہ

تو پھر ٹھوس مائعات کے ذریعے روشنی کی تبلیغ ہر چیز کا مطالعہ کیا گیا اور میکسویل کا نظریہ انتہائی کامیاب پایا گیا میکس پلانک نے کہا تھا کہ
میکسویل کا نظریہ ہر وقت باقی رہتا ہے انسانی فکری کوششوں کی سب سے بڑی کامیابیوں میں سے ایک درحقیقت میکسویل کی شراکتیں تینوں وق
توں کے لیے ہیں یا سب سے زیادہ برقرار رہتی ہیں، میرا مطلب ہے کہ اس نے برقی مقناطیسی تھیوری میں زبردست تعاون کیا
پولرائزڈ لہر ہے جس میں برقی میدان اس برقی میدان سے منسلک ہے وہاں ایک مقناطیسی میدان ہے x تو یہ میری
وہ پیدا کریں e سمت میں ایک ڈانسنگ الیکٹرک فیلڈ ہے x تو میں ہوں میں ابھی بہت سے اتحاد کے بارے میں ذکر نہیں کر رہا ہوں اگر میرے پاس
سمت میں پیدا ہوتی ہے y جسے ایکس پولرائزڈ ویو کہا جاتا ہے اگر میرے پاس الیکٹرک فیلڈ ہے جو
پولرائزڈ لہر کے لیے الیکٹرک ay ہے oscillates پولرائزڈ ویو کہا جاتا ہے الیکٹرک فیلڈ اس سمت میں ay تو آپ کے پاس وہ ہے جسے
سمت اور آپ یہ بھی لے سکتے ہیں کہ آپ کے پاس ایک گول پولرائزڈ برقی مقناطیسی لہر بھی ہو سکتی ہے جس میں ایک y فیلڈ دوہراتی ہے۔
خاص نقطہ پر برقی فیلڈ کی جڑ دائرے کے فریم پر گھومتی ہے جس سے آپ دو روشنی کی لہروں کو سپرپوز کر سکتے ہیں اور ایک گول پولرائزڈ
برقی مقناطیسی لہر پیدا کر سکتے ہیں

تو کیا حرکت ہوتی ہے۔ دائرے کے طواف پر برقی ویکٹر کی نوک دائرے کے طواف پر گھومتی ہے اس لیے ایک دائیں دائرہ دار پولرائزڈ لہر کے
کے فریم پر گھومتا ہے۔ دائرہ جو کہ ایک صحیح دائرہ دار a سمت میں پھیلتی ہے برقی میدان اس خاص مقام پر الیکٹرک فیلڈ ویکٹر Z لیے فیلڈ
اپنی oscillates یہ ہے کہ الیکٹرک فیلڈ t پولرائزڈ برقی مقناطیسی لہر ہے اب سوڈیم لیمپ یا عام بلب سے آنے والی روشنی غیر قطبی ہے
سمت کو بہت تیزی سے بدلتی ہے لیکن اگر آپ پلاسٹک جیسے مواد سے گزرتے ہیں جسے پولرائیڈ کہا جاتا ہے
تو پولرائیڈ سے نکلنے والی برقی فیلڈ ایک سمت کے ساتھ ہوتی ہے

تو کیا ہو رہا ہے یہ پلاسٹک جیسے مادی مواد میں لمبی زنجیر کے مالیکیول ہوتے ہیں اور فرض کریں کہ وہ تمام افقی ہیں اب لمبی زنجیر ہیں مثال
کے طور پر آیوڈین کے مالیکیولز ہیں اور برقی میدان مالیکیولز کی لمبائی کے ساتھ کرنٹ پیدا کرتا ہے اور یہ صرف اس جزو کو گرم کرنے سے
جذب ہو جاتا ہے جو کہ کھڑا ہوتا ہے۔ لمبی زنجیر کی لمبائی تک مالیکیولز گزرتے ہیں اور آپ اسے حاصل کرتے ہیں جسے ایکس پولرائزڈ لائٹ کہا
جاتا ہے یہ پولرائزڈ پولرائیڈ شیٹس کسی پلاسٹک کی شیٹ کی طرح دکھائی دیتی ہے اور یہ مارکیٹ میں دستیاب ہیں آپ سب کو اس سے واقف ہونا
چاہیے تاکہ آپ اجازت دیں پولرائڈ پر عام غیر قطبی روشنی کے واقعے کے تحت روشنی کی شعاع ایکس پولرائزڈ لائٹ ہے برقی میدان دوغلی ہے
آئیے فرض کریں عمودی سمت میں پھر اگر الیکٹرک فیلڈ ایکس سمت کے ساتھ ساتھ چلتی ہے

تو اسے ایکس پولرائٹ کہا جاتا ہے اور اس کے باہر آنے کے بعد برقی فیلڈ کو اس مخصوص شکل میں لکھا جاسکتا ہے اگر میں اس پولرائڈ کو افقی
محور کے گرد گھماؤں

محور x تو وہاں ہوگا شدت کا کوئی تغیر نہیں دیکھا جائے گا کیونکہ یہ غیر قطبی روشنی ہے اگر میں اب ایک اور پولرائڈ رکھوں جس کا پاس محور کے ساتھ ایک زاویہ تھیٹا بناتا ہے
پولرائزڈ ہے برقی میدان اس سمت میں ہے۔ اور دوسرا پولرائڈ اس انداز سے اورینٹ کیا جاتا ہے کہ x تو دوسرے پولرائڈ پر پڑنے والی روشنی
تھیٹا ہے اور اس وجہ سے شدت جو کہ طول و عرض e cos اس کے ساتھ کا جزو اس سے گزرتا ہے لہذا اس سمت کے ساتھ برقی فیلڈ کا جزو
pi مربع تھیٹا کے طور پر مختلف ہوگی لہذا اگر تھیٹا صفر ہے تقریباً پوری روشنی اس میں سے گزرے گی اور اگر تھیٹا cos کے متناسب ہے دو بذریعہ ہے
z پولرائزڈ لہر پلسn کے لیے u کے قانون کے نام سے جانا جاتا ہے لہذا ایک malus تو صفر کی شدت اس مساوات سے گزرے گی جس کو
ہوائی جہاز میں ہوتا ہے اپنی سمت کو بے ترتیب طریقے سے بدلتا رہتا ہے جو میں xy سمت ہے الیکٹرک ویکٹر جو z سمت میں پھیل رہی ہے یہ
نے بائیں طرف کے خاکے میں دکھایا ہے اگر ایک غیر پولرائزڈ لائٹ بیم کی اجازت ہو پولرائڈ پر گرنا ہے
رکھیں p 2 تو ابھرتی ہوئی بیم ایکس پولرائز ہوگی اگر ہم ایک اور پولرائڈ
مربع تھیٹا کے طور پر مختلف ہوگی اور اس قانون کو مالس کے قانون کے نام سے جانا جاتا i zero cos روشنی کی شدت v تو منتقل شدہ
ہے یہاں میں نے کوشش کی ہے۔ دو پولرائڈز دکھائیں جو ایک دوسرے کے م
توازی ہیں اس لیے تھیٹا کا زاویہ صفر ہے براہ کرم سرخ نقطے اور نیلے نقطے کو دیکھیں ہر شیٹ کے اوپری دائیں ہاتھ کونے میں ہر پولرائڈ شیٹ
اس لیے تھیٹا صفر ہے دو پاس پاس محور ہیں ایک دوسرے کے م
تھیٹا صفر ہے اس لیے پہلے پولرائیڈ سے نکلنے والی پوری روشنی دوسرے پولرائیڈ سے گزرتی ہے اگر دونوں محور cos توازی اور اسی لیے
کے درمیان زاویہ پینتالیس ڈگری ہے
اگر شدت سے گزرے گا اگر وہ ایک دوسرے کے دائیں زاویوں پر بنائے جائیں ha مربع 45 نصف اور cos تو
تو ایک کے راستے کا محور دوسرے کے راستے کے محور کے دائیں زاویوں پر ہے آپ دیکھ سکتے ہیں کہ نیلے نقطے یہاں آ گئے ہیں لہذا وہ
صحیح زاویوں پر ہیں ایک دوسرے سے اس لیے تقریباً صفر کی شدت کا عمل اس کے ذریعے مالاس کے قانون کا مظہر ہے لہذا رشتہ دارانہ
واقفیت کے مختلف زاویوں پر دو پولرائیڈز کے ساتھ حقیقی تصویریں اگر دو پولرائڈز ایک دوسرے کے م
توازی ہوں
تو تقریباً پوری روشنی اس وقت سے گزرتی ہے جب دو پولرائڈز ایک دوسرے پر ہوتے ہیں۔ ایک دوسرے کے حوالے سے 45 ڈگری پر مبنی روشنی
کا تقریباً 40 50 فیصد گزرتا ہے اور جب دونوں پولرائڈز ایک دوسرے کے دائیں زاویے پر ہوتے ہیں
تو نیلے نقطے کی پوزیشن کو دیکھیں کہ تقریباً کوئی روشنی وہاں سے نہیں گزرے گی جس میں کیلسائٹ کرسٹل جیسے کرسٹل ہوتے ہیں۔ اگر آپ
کاغذ کے ایک ٹکڑے پر ایک کیلسائٹ کرسٹل لگاتے ہیں جس پر کچھ لکھا ہوتا ہے
ایک کرسٹل پر eam تو آپ کو دو تصاویر نظر آئیں گی جسے ڈبل ریفریکشن کہا جاتا ہے اور واقعی اگر میرے پاس غیر پولرائزڈ لیزر بی ہے
گرنے کے بعد دو ابھرتی ہوئی روشنی کی شعاعیں لکیری طور پر پولرائزڈ ہوتی ہیں ہمیشہ لکیری طور پر پولرائزڈ ہوتی ہیں یہ پولرائزڈ روشنی پیدا
کرنے کے طریقوں میں سے ایک ہے لہذا ویو تھیوری کو روشنی کی برقی مقناطیسی لہر کا نظریہ جیسا کہ میکسویل نے پیش کیا تھا بہت سے
تجربات کی وضاحت کر سکتا ہے۔ مشاہدات اور باری باری جیسا کہ میں نے پہلے ذکر کیا تھا صدی کے آخر میں لوگوں نے سوچا کہ آخر کار یہ
سمجھ میں آیا کہ روشنی واقعی کیا ہے کہ روشنی واقعی ایک برقی مقناطیسی لہر تھی پھر 1905 میں جب آئن سٹائن سوئس پیٹنٹ آفس میں کام کر رہا تھا
تو اس نے اس سال 1905 میں اس نے پانچ شاندار مقالے شائع کیے جس سال کو آئن سٹائن کے معجزات کا سال کہا جاتا ہے اور پانچ بقایا مقالے
تھے پہلا مقالہ مالیکیولز کی جسامت کا تعین کرنے کا طریقہ تھا اور دوسرا مقالہ تھا جس میں اس نے یہ پیش کیا کہ روشنی کی ایک کوانٹم فطرت
ہے۔ جس پر میں تیسرے پوپ پیپر میں ایک لمحے میں بحث کروں گا اس نے براؤنین موشن کا نظریہ دیا جس میں پانی کے اندر چھوٹے چھوٹے
ذرات حرکت کرتے ہیں۔ پانی کے مالیکیولز کی تھرمل حرکت کی وجہ سے اور چوتھے پرچے میں اس نے خصوصی نظریہ اضافیت کو پیش کیا اور
مربع لوگ کہتے ہیں کہ ان میں سے ہر ایک کاغذ کی قیمت ایک تھی۔ پانچویں مقالے میں اس نے یہ مساوات نکالی کہ e is equal to mc
نوبل انعام
تو اپنے معجزات کے سال کے دوسرے مقالے میں آئن سٹائن نے کہا تھا کہ تابکاری
توانائی جو روشنی ہوتی ہے وہ
توانائی کے ناقابل تقسیم مقدار پر مشتمل ہوتی ہے جیسا کہ نیوٹن اور دیگر لوگوں نے پیش کیا تھا اور
توانائی کے ان کوانٹوں کو
توانائی کے پیکٹ ای نے دیا تھا۔ اس کے برابر ہے کہ تابکاری لازمی ہے لہذا اس نے لکھا کہ تابکاری کو
توانائی میں ایک قسم کی سالماتی ساخت کا حامل ہونا چاہیے جو یقیناً میکسویل کے نظریہ سے متصادم ہے وولف گینگ پاؤلی ایک عظیم طبیعیات دان
نے بعد میں کہا کہ یہ نظریاتی طبیعیات کی ترقی میں ایک اہم نشان تھا۔ یہ کاغذ تھیوریٹیکل فزکس کی ترقی میں ایک سنگ میل تھا اس لیے اس کے
اثر فوٹو c کارپسکولر ماڈل کا استعمال کرتے ہوئے جیسا کہ آپ میں سے اکثر جانتے ہوں گے کہ اس نے فوٹو الیکٹری کی وضاحت کی تھی۔
الیکٹرک اثر اگر الٹرا وائلٹ لائٹ فوٹو الیکٹرک اثر کیا ہے اگر الٹرا وائلٹ روشنی سوڈیم پوٹاشیم یا سیزیم پلیٹ پر پڑتی ہے
تو الیکٹران خارج ہوتے ہیں اس عمل کے ذریعے جو الیکٹران خارج ہوتے ہیں انہیں فوٹو الیکٹران کہا جاتا ہے اور آئن اسٹائن نے اپنے کوانٹم ماڈل کا
استعمال کرتے ہوئے دکھایا کہ زیادہ سے زیادہ خارج ہونے والے الیکٹرانوں کی حرکی
زیادہ سے زیادہ خارج ہونے والے الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ حرکی t توانائی
b روشنی کی تعدد ہے جو یہاں مائنس ایک مستقل nu پلانک کا مستقل ہے اور h کے برابر تھی جہاں h nu توانائی کی نمائندگی کرتی ہے
استعمال کیا جاتا ہے جو اس کی خصوصیات پر منحصر ہے۔ پوٹاشیم کے لیے دھات اس کی سوڈیم کے لیے ایک خاص قدر ہے اس کی قدر مختلف
خارج ہونے والے فوٹو الیکٹران کی زیادہ سے t max ہوگی اس لیے اسے عام طور پر آئن اسٹائن فوٹو الیکٹرک مساوات کہا جاتا ہے ایک بار پھر
زیادہ حرکی
توانائی کی نمائندگی کرتا ہے اس لیے اس نے 1905 میں لکھا اور بہت محتاط تجربات رابرٹ ملیکن نے کیے جس نے آئن سٹائن کی اس مساوات کی
ڈگری ous تصدیق کی درستگی کی
تو عمودی محور پر خارج ہونے والے الیکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ حرکی
توانائی ہے اور پھر افقی محور واقعہ روشنی کی فریکوئنسی ہے اور تین لائنیں تعدد کے فعل کے طور پر الیکٹران کی زیادہ سے زیادہ حرکی
c توانائی کے تغیر کو ظاہر کرتی ہیں۔ سیزیم سوڈیم اور تانبے کے لیے واقعے کی روشنی کی ان میں سے ہر ایک کے لیے ایک اہم فریکوئنسی نئی
سے کم فریکوئنسی کا ہو nu c ہے اگر روشنی کا واقعہ
تو روشنی کتنی ہی شدید کیوں نہ ہو وہ پیدا نہیں کر سکے گی۔ فوٹو الیکٹران اس کا مشاہدہ دراصل آئن اسٹائن کے 1905 کے مقالے سے پہلے فلپ
لیونارڈ نے کیا تھا اور پھر اس نے اس فوٹو الیکٹرک اثر کی وضاحت اپنی کوانٹم تھیوری کو فوٹون تھیوری کے ذریعے کی اور اس مساوات کو اخذ کیا

اور اس مساوات کو بہت احتیاط سے رابرٹ ملیکن نے تصدیق کیا، یہ یہ ہے کہ یہ نوبل سے اخذ کیا گیا ہے۔ رابرٹ ملیکن کا لیکچر اور اس نے
زیادہ سے زیادہ حرکی
توانائی کی بہت احتیاط سے پیمائش کی اور اسے معلوم ہوا کہ اس سے بہت اچھی طرح اتفاق کرنا ہے۔ آئن سٹائن کا فارمولہ
تو آپ کے پاس ایک ہی فوٹون کا ذریعہ ہے آئیے فرض کریں کہ آپ کے پاس ایک فوٹوون ہے اور دوسرا فوٹون آتا ہے اور اس قسم کے بیٹ شفٹ
پولرائزر پولرائیڈ سے ٹکراتا ہے جس کے بارے میں میں نے چند منٹ پہلے بات کی تھی یہ وہ چیز پیدا کرتا ہے جسے ایکس پرائم پولرائز کہا جاتا
کے ساتھ ہے x پرائم محور کی سمت ہے اب اس کے بعد ایک پولرائڈ آتا ہے جس کا پاس محور x ہے۔ فوٹون آئیے فرض کریں کہ یہ
اسکوائر تھیٹا کوانٹم تھیوری کہتی ہے cos تو یہ اس سے گزرے گا یا یہ لہر نظریہ سے نہیں گزرے گا کہ آہ کہ شدت کو نیچے گرنا چاہئے۔
اسکوائر تھیٹا ہے یہ امکان کہ پولرائڈ پی ون سے نکلنے والا پولرائزڈ فوٹوون جس cos کہ اس فوٹون کے دوسرے پولرائیڈ سے گزرنے کا امکان
اسکوائر cos محور کے ساتھ ہے x محور کے ساتھ ایک زاویہ تھیٹا بناتا ہے جو گزرے گا۔ دوسرا پولرائڈ جس کا پاس محور x کا پاس کا محور
تھیٹا ہے لہذا ایک جیسا ایک فوٹون دوسرے ایک جیسے فوٹوون سے گزرے گا اس بات کا ایک خاص امکان ہے کہ ایک خاص طور پر پولرائزڈ کہ ایک
پولرائزڈ فوٹون دوسرے پولرائڈ سے گزر سکتا ہے یا اس امکان پر عبور حاصل نہیں کر سکتا ہے کیونکہ تھیٹا البرٹ آئن سٹائن کو تھیوریٹیکل فزکس
میں ان کی خدمات اور خاص طور پر فوٹو الیکٹرک اثر کے قانون کی دریافت کے لیے طبیعیات کا 1921 کا نوبل انعام ملا تھا ۔ لہٰذا آئن سٹائن کو نوبل
انعام ان کے نظریہ اضافیت کے لیے نہیں ان کے عمومی اضافیت کے نظریہ کے لیے نہیں حتیٰ کہ روشنی کوانٹم کے تصور کے لیے بھی نہیں
بلکہ آئن سٹائن کی مساوات کے لیے ملا جس کی بہت احتیاط سے رابرٹ ملیکن نے تصدیق کی تھی اور خود رابرٹ ملیکن کو 1923 کا نوبل انعام
ملا تھا۔ بجلی کے ابتدائی چارج اور فوٹو الیکٹرک اثر پر اس کے کام کے لئے طبیعیات میں انعام اس لئے ملیکن کے کام کے بعد آرتھر کامپٹن نے ایک
بہت ہی خوبصورت تجربہ کیا اس نے اعلی
توانائی والے فوٹون کو الیکٹران سے ٹکرانے اور اس سے بکھرنے کی اجازت دی
تو وہ اور پھر الیکٹران گزر جاتا ہے۔ ایک پیچھے ہٹا اور یہ اس خاص سمت میں حرکت کرتا ہے
h nu ہیں اور ہر فوٹون کی اس کی رفتار h nu تو اس نے اپنے تجزیے میں یہ فرض کیا کہ روشنی انرجی کے پیکٹوں پر مشتمل ہے جو کہ
ہے جیسا کہ آئن سٹائن نے کہا تھا اور جب یہ الیکٹران سے ٹکرائے گا c بذریعہ
تو اس بکھرے ہوئے الیکٹران کی
پرائم ہوگی بکھرے ہوئے فوٹوون کی h nu توانائی
کی طرف سے دی گئی ایک مومینٹم ہو گی سادہ mv اور اس الیکٹران میں h nu prime by c ہوگی۔ پرائم اور مومینٹم h nu توانائی
حرکیات کا استعمال کرتے ہوئے کہ
توانائی اور رفتار کے تحفظ کے قوانین وہ وقوع پذیر تابکاری کی طول موج میں تبدیلی کا حساب لگا سکتا ہے لہذا یہ طول موج بکھرے ہوئے کی تعداد
کے برابر ہے c by nu prime minus c by nu فوٹون تھوڑا چھوٹا ہے لہذا طول موج بڑی ہے اور یہ اور طول موج میں تبدیلی جو کہ
اور یہ کیا آرتھر کومپٹن بلیک بورڈ پر لکھ h by mu m naught c sine مربع phi by two اس نے اس کا حساب لگایا اور پایا کہ دو
رہے ہیں کہ ان کا مشہور آہ یہ خاص فارمولا ہے اور یہ اس نے تجربات کا ایک بہت ہی خوبصورت مجموعہ کیا جس میں ایک ایکس رے ٹیوب سے
ہائی انرجی فوٹان نکل رہے تھے جو کاربن ٹار پر گرتے ہیں۔ حاصل کریں اور الیکٹران اور فوٹون مختلف زاویوں پر بکھر جاتے ہیں اس نے طول
موج کی بہت ہی طول موج کی تبدیلی کی پیمائش کی اور اس نے اس اظہار کے ساتھ موازنہ کیا اور بہترین اتفاق پایا یہ آرتھر کامپٹن کے کام کے
بعد ہی تھا کہ آخر کار لوگوں نے آئن اسٹائن پر یقین کرنا شروع کیا۔ روشنی کوانٹم کہ روشنی کا واقعی ایک کارپسکولر رویہ ہے اور یہ کہ اس کی
ہے لہذا آرتھر کامپٹن کے فوٹون کے بکھرنے کے خوبصورت کام کے بعد ہی c بذریعہ h nu کے برابر ہے اور اس کی رفتار h nu توانائی
آخر کار کوئی یقین کر سکتا ہے کہ فوٹوون کی
جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ h کے ذریعہ دی جاتی ہے جہاں c کے ذریعہ h nu کے ذریعہ دیا جاتا ہے اور فوٹون کی رفتار h nu توانائی
خالی جگہ میں روشنی کی رفتار ہے آرتھر کامپٹن کو اس کی دریافت پر 1927 کا فزکس کا نوبل انعام ملا۔ کامپٹن اثر c پلانک کا مستقل ہے اور
میں ایک امریکی کیمیا دان گلبرٹ لیوس نے آئن سٹائن کی مقامی 1926
توانائی کے کوانٹم کو بیان کرنے کے لیے فوٹون کا لفظ وضع کیا
تو آئیے فرض کریں کہ ہمارے پاس سوڈیم لیمپ ہے۔ لہذا ایک سیکنڈ میں 50 واٹ کے سوڈیم لیمپ سے خارج ہونے والے فوٹون کی تعداد 50 واٹ
سے تقسیم کیا جائے گا لہذا 50 واٹ 50 جول فی سیکنڈ ہے یہ وہ h nu ہوگی جس کو
سے تقسیم ہوتی ہے جو 6.6 میں 10 ہوتی ہے۔ مائنس 34 جول سیکنڈ کی طاقت تک اور h توانائی ہے جو سوڈیم لیمپ سے خارج ہوتی ہے جو
نئے سوڈیم لیمپ کی فریکوئنسی تقریباً 5 سے 10 کی طاقت سے 14 ہرٹز کی طاقت ہے لہذا آپ اسے ضرب دیں گے اور آپ کو معلوم ہوگا کہ
تقریباً 10 سے 20 فوٹان فی سیکنڈ کی طاقت ہے
تو اگر ایک 50 واٹ کے سوڈیم لیمپ کو 0.1 ملی میٹر کے دائرے میں گول سوراخ سے 10 میٹر کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے پھر اس چھوٹے سے
سوراخ سے سادہ حساب سے پتہ چلتا ہے کہ تقریباً 40 ملین فوٹون فی سیکنڈ سرکلر ہول سے نکلیں گے اور اس لیے یہ ایک قابل ذکر بات ہے۔
تصویروں کی سیٹ سیریز کے لیے تصویر جس میں ایک نوجوان لڑکی کی تصویر دکھائی گئی ہے جس میں فوٹون کی محدود تعداد ہے اوپر بائیں ہاتھ
کی تصویر 3000 فوٹان کے مساوی ہے یہاں ہر جگہ ایک فوٹون کے مساوی ہے اور آہستہ آہستہ جیسے جیسے فوٹوون کی تعداد میں اضافہ ہوتا
ملین سپاٹ کوانٹم تھیوری ہمیں فوٹان کی آمد کے لیے ایک امکانی تقسیم فراہم کرتی ہے جہاں ایک 28 o ہے آخری ایک کے مساوی ہوتا ہے۔
انفرادی فوٹون پہنچے گا کوئی بھی یہ نہیں کہہ سکتا کہ کوئی صرف کوانٹم تھیوری کے مطابق امکانی تقسیم دے سکتا ہے اور جب آپ کے پاس
بہت کم فوٹان ہوں گے
تو آپ کے پاس بکھرے ہوئے کچھ ہوں گے۔ دھبوں کی وجہ سے آپ ہمیشہ ایک فوٹون کا پتہ لگائیں گے یا کوئی فوٹون نہیں آپ کبھی بھی آدھے
فوٹون کا پتہ نہیں لگا سکتے لیکن جب آپ کے پاس بہت زیادہ تعداد میں فوٹون جیسے لاکھوں اور لاکھوں فوٹوون ہوں گے
تو آہستہ آہستہ تصویر کی ساخت حاصل کی جائے گی جو کہ فوٹون کے ساتھ مطابقت رکھتی ہے۔ کلاسیکل ویو تھیوری اس لیے کوانٹم تھیوری کی
آمد کے ساتھ فزکس فطرت میں امکانی ہو گئی ہے کلاسیکی فزکس فطرت کے اعتبار سے متعین ہے اور میں آپ کو اس امکانی تصور کی ایک سادہ
سی مثال دوں گا آئیے فرض کریں کہ آپ یورینیم ٹھوس لیں اب اس کے پاس تقریباً 10000 ایٹم ہیں۔ آدھی زندگی مان لیں ایک دن پھر آپ کہتے ہیں
کہ 5000 ایک دن میں گل جائیں گے
تو دوسرے دن مزید 2500 تیسرے دن سڑ جائیں گے۔ تقریباً 1250 تک زوال پذیر ہو جائے گا
تو دیکھیں تمام ایٹم ایک جیسے ہیں تمام نیوکلی ایک جیسے ہیں ان میں سے کچھ پہلے سیکنڈ میں زائل ہو جائیں گے اور ان میں سے کچھ ایسے دنوں
تک نہیں سڑیں گے جب کوئی بھی پیشین گوئی نہیں کر سکے گا اور حقیقت میں کوانٹم میکینکس آپ کو زوال کے امکان کی پیشین گوئی کرنے اور
آاسوٹوپس کی نصف زندگی کی پیشین گوئی کرنے کی اجازت دیتا ہے جیسا کہ آپ نے واقعی ریڈیو ایکٹیویٹی میں حاصل کیا ہے لہذا پوری کوانٹم
محور دوسرے پولرائڈ x تھیوری فطرت میں امکانی ہے کہ پولرائزڈ فوٹوون پولرائڈ پی ون سے نکل رہا ہے جس کے راستے کا محور ساتھ ہے۔
بہت بڑا ہے n فوٹوون کے ساتھ کیا جاتا ہے اور اگر n اسکوائر تھیٹا ہے اگر تجربہ cos سے گزرے گا

مربع تھیٹا فوٹون اس سے گزرے گا ایک فرد فوٹوون کی قسمت کا کبھی بھی اندازہ نہیں لگا سکتا اس طرح حقیقت کہ برقی n cos تو تقریباً مقناطیسی تابکاری سے وابستہ
توانائی کو فوری طور پر مقدار کے مطابق ایک ممکنہ نقطہ نظر کی طرف لے جاتا ہے لہذا یہاں ایک بہت ہی خوبصورت تجربہ ہے ایک جزوی طور پر چاندی کی شیشے کی پلیٹ جس میں 50 فیصد ریفلیکشن 50 فیصد ٹرانسمیشن ہے
تو آپ کہتے ہیں کہ آدھی روشنی منعکس ہوتی ہے آدھی لائٹ ٹرانسمیشن ہوتی ہے
تو آپ ایک ہی فوٹون سورس سے کام کرتے ہیں ایک فوٹوون آتا ہے
تو آپ کہتے ہیں کہ ان میں سے آدھا اس طرف جائے گا ان میں سے آدھا جائے گا۔ یہ سائیڈ جو درست بیان نہیں ہے صحیح بیان یہ ہے کہ اس بیم میں ایک فوٹون ظاہر ہوتا ہے اور اس بیم میں ایک فنکشن کے ذریعہ بیان کیا جاتا ہے جو یہاں موجود ہے اور یہاں اگر میں پتہ لگاتا ہوں اگر میں ایک ڈیٹیکٹر لگاتا ہوں
تو یہ ہوگا یا
کے ذریعے اس کا پتہ d2 کے ذریعے اس کا پتہ لگنے کا 50 فیصد امکان ہے اور ڈیٹیکٹر d1 تو یہاں پتہ چلا ہے یا وہاں پتہ چلا ہے کہ ڈیٹیکٹر کلک کرتا ہے d1 لگنے کا 50 فیصد امکان ہے آئیے فرض کریں کہ جب بھی ڈیٹیکٹر
کلک کرتا ہے d2 تو میں نمبر 0 پیدا کرتا ہوں اور میں پیدا کرتا ہوں۔ نمبر 1 جب ڈیٹیکٹر
تو جب فوٹون کی بڑی تعداد میں آ رہا ہو
تو میں مکمل طور پر بے ترتیب نمبروں کا ایک سیٹ تیار کروں گا لہذا کوانٹم تھیوری یہ سادہ تجربہ آپ کو مکمل طور پر بے ترتیب پیدا کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ نمبرز کوانٹم میکینکس کی غیر متزلزل نوعیت کی وجہ سے ہم حقیقی بے ترتیب نمبر تیار کر سکتے ہیں اس طرح کی ڈیوائس کوانٹم رینڈم نمبر جنریٹر کے نام سے جانا جاتا ہے درحقیقت ایک کمپنی ہے جو ان کوانٹم نمبر رینڈم نمبر جنریٹر فروخت کرتی ہے اور ان کی قیمت لگ بھگ ہزار ڈالر ہے اور اگر آپ پڑھ سکتے ہیں۔ یہ کنٹاس یہ ہے پروڈکٹ کا نام ایک بے ترتیب نمبر جنریٹر ہے جو ایک ابتدائی کوانٹم آپٹکس پروسیس کا استحصال کرتا ہے فوٹون ایک ایک کرکے نیم شفاف آئینے پر بھیجے جاتے ہیں اور پتہ چلا کہ خصوصی واقعات کی عکاسی یا ٹرانسمیشن صفر یا ایک بٹ ویلیو سے منسلک ہے الیکٹران جے تھامسن نے 1997 میں دریافت کیا تھا اور اب ہم جانتے ہیں کہ الیکٹران کا ماس 10 اعشاریہ 10 مقامات تک درستگی کی زبردست حد تک جانا جاتا ہے الیکٹران کا چارج بھی درستگی کی زبردست حد تک جانا جاتا ہے اسے برقی میدان یا مقناطیسی کے ذریعے موڑا جا سکتا ہے۔ فیلڈ
تو ہمارے دماغ کے پچھلے حصے میں ہم سوچتے ہیں کہ یہ ایک چھوٹا سا ذرہ ہے جس کا ایک خاص ماس ہے اور ایک یقینی چارج لوئس ڈی بروگلی کے ارد گرد ہے۔ 923 نے لکھا کہ مجھے یقین تھا کہ آئن سٹائن کی طرف سے دریافت کی گئی لہر ذرہ دوہرایت آئن سٹائن نے ویو پارٹیکل 1 ڈوئلٹی کو دریافت کیا تھا کیونکہ اس نے تابکاری کی مادی نوعیت کو سامنے رکھا تھا جو ایک برقی مقناطیسی لہر کے طور پر جانا جاتا تھا اس لیے مجھے یقین ہو گیا کہ آئن سٹائن نے اس لہر کے ذرہ دوہرے کو دریافت کیا تھا۔ روشنی کوانٹا کا نظریہ بالکل عام تھا اور الیکٹران پروٹون یا کسی اور تک پھیلا ہوا تھا لہذا اس نے کہا کہ فوٹوون کی رفتار اس کے ذریعہ دی جاتی ہے اسے آئن اسٹائن نے پیش کیا تھا لہذا یہ لیمبڈا کے ذریعہ ایچ کے h برابر ہے p برابر ہے لہذا اس تعلق ڈی بروگلی نے کہا۔ الیکٹرانوں کے لیے بھی درست ہونے کی پیشین گوئی کی اس لیے اس نے کہا کہ الیکٹران کے لیے بھی درست ہے اور اس نے یہ کہہ کر جواز پیش کیا کہ یہ بوہر مدار ہیں یہ مرکز میں بیٹھا ہوا پروٹون ہے lambda بذریعہ کا ایک اٹوٹ ضرب دو h اور یہ مجرد بوہر مدار ہیں۔ جیسا کہ آپ سب جانتے ہیں کہ بوہر کا مدار کونیی مومینٹم ایم وی آر سے مساوی ہے جو کہ pi n لیتا ہوں pi سے اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر میں اس طرف دو pi پلانچے مستقل اور منقسم ہے۔ دو h ہے ایک دو تین چار
مومینٹم ہے mv اور mv بذریعہ nh برابر ہے pi r تو دو
کے برابر ہے طول موج ہے h by p کے مطابق deep broly جو کہ p بذریعہ nh تو
کے برابر ہے جیسا کہ آئن سٹائن نے فوٹان کے لیے تجویز کیا تھا p بذریعہ h تو اس نے کہا کہ اگر میں فرض کرتا ہوں کہ لیمبڈا کا تعلق تو اس نے کہا کہ اگر یہ الیکٹرانوں کے لیے درست ہے
تو ہر بوہر کے مدار میں طول موج کی یکساں تعداد ہوگی اس لیے اس نے ڈی بروگلی طول موج کے اظہار کو جائز قرار دیا۔ یہ تجزیہ اور اسی لیے اس نے 1923 میں کہا کہ یہ ان کا ڈاکٹریٹ کا مقالہ تھا کہ لیمبڈا نہ صرف فوٹونز کے لیے درست ہے بلکہ الیکٹران پروٹان اور فوٹوون کے لیے بھی درست ہے اور یہ 1927 میں کیے گئے تجربات تھے۔ تھامسن اور دیگر کے ذریعہ کہ ایلومینیم کا پھیلاؤ پیٹرن ایکس رے اور الیکٹران کے ذریعہ تیار کیا جاتا ہے لہذا ان دونوں میں زبردست مماثلت ہے اس سے پتہ چلتا ہے کہ جو بھی الیکٹران ہے وہ فوٹوون ایک ہی ہے لہذا الیکٹران نے کو 1927 کا فزکس کا نوبل انعام ان کی الیکٹران کی لہر کی نوعیت کی ure so deep broglie بھی نیٹ کی طرح لہر 9 کا مظاہرہ کیا۔ mv بذریعہ h دریافت پر ملا اور جیسا کہ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ڈی بروگلی بلیک بورڈ پر مساوات لکھتے ہوئے لیمبڈا کے برابر ہے
پروٹون ایک لہر یا ایک ذرہ یہ بنیادی سوالات ہیں درست جواب یہ ہے کہ یہ نہ a تو سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ الیکٹران ہے یا
ایک psi کیا ہے یہ psi سے بیان کرتی ہے اور یہ psi تو کوئی ذرہ ہے اور نہ ہی لہر پھر یہ کیا ہے کوانٹم تھیوری اس کو ویو فنکشن پیچیدہ مساوات کا حل ہے میں تفصیل میں نہیں جاؤں گا لیکن میں اس مساوات کے حل کو مختصراً بیان کروں گا لیکن ہمیں یہ مساوات رچرڈ فین مین سے کہاں سے ملی جو ہر دور کے عظیم طبیعیات دان مانے جاتے ہیں کہتے ہیں کہ ہمیں یہ مساوات کہاں سے ملی ؟ کیا ہمیں اس جواب سے اسکروڈنگر مساوات ملی کہ کہیں بھی نہیں ہے اسے کسی بھی چیز سے اخذ کرنا ممکن نہیں ہے جسے آپ جانتے ہیں اور کوئی کہتا ہے کہ یہ کے ذریعہ بیان کیا گیا ہے کہ اس طرف کیا ہے یہ ایک psi کو ویو فنکشن ron اجنبی کے ذہن سے نکلا ہے لہذا الیکٹران یا پروٹون یا نیوٹ پیچیدہ مساوات کا حل ہے اور اسے اخذ نہیں کیا جاسکتا لیکن جو حل آپ نے اس مساوات کو حل کرکے حاصل کیا ہے وہ تجربے کے ساتھ بہت اچھی طرح سے متفق ہے کیونکہ میں مختصر طور پر یہ دکھانے کی کوشش کروں گا کہ اسکروڈنگر کو موصول ہوا 1933 کا نوبل انعام برائے طبیعیات ایٹم تھیوری کی نئی پیداواری شکلوں کی دریافت پر دراصل اس نے نوبل انعام ڈیرک کے ساتھ شیئر کیا اور اس کی قبر پر مشہور شننگر مساوات لکھی ہے
تو یہ شریڈنگر مساوات کا حل ہے ایک آزاد ذرہ جیسے الیکٹران یا ایک پروٹون یا نیوٹران کو ایک لہر پیکٹ کے ذریعہ بیان کیا گیا ہے لہذا الیکٹران یہاں کہیں مقامی ہے اور جب یہ حرکت کرتا ہے
تو لہر پیکٹ حرکت کرتا ہے اور یہ مختلف تعدد کی لہروں کا ایک سپرپوزیشن ہے لہذا اگر یا مختلف مومینٹم اور اسی طرح اگر آپ تجزیہ کرتے ہیں

تو احتیاط سے اگر کوئی ذرہ ڈیلٹا ایکس کے فاصلے پر مقامی ہے
تو یہ لازمی طور پر لہروں کی ایک سپرپوزیشن ہے جس کی رفتار کا پھیلاؤ ڈیلٹا پی ہے جیسے ڈیلٹا ایکس ڈیلٹا پی ایچ کراس کی ترتیب ہے جو کہ ہائزن برگ غیر یقینی کا اصول ہے لہٰذا ہائزن برگ غیر یقینی کا اصول شروڈنگر مساوات کے حل میں موجود ہے
تو آئیے فرض کریں کہ میرے پاس یہ الیکٹران کسی ممکنہ رکاوٹ پر ایک پر گر رہا ہے
تو میں جانتا ہوں کہ یہ جزوی طور پر ہے منعکس اور جزوی طور پر کچھ اس طرح منتقل کیا کہ شہتیر تقسیم شدہ تجربہ جو میں نے فوٹوون کے ساتھ کیا تھا کہ فوٹوون میں روشنی کی شہتیر آتی ہے وہ منعکس ہونے کے ساتھ ساتھ منتقل ہوتی ہے لہذا کوانٹم تھیوری کے مطابق الیکٹران یہاں

بھی ہے اور وہاں بھی ہے اور اگر آپ پیمائش کرتے ہیں
تو یہ یا
تو یہاں ہے یا وہاں ہے لہذا یہ کوانٹم میکینکس کا سب سے بنیادی تصور ہے اس پیمائش سے پہلے کہ الیکٹران یہاں بھی ہے اور وہاں بھی ہے اور یہ 1000 کلومیٹر کے فاصلے پر ہوسکتا ہے اسے لہر کے فعل کے ذریعہ بیان کیا گیا ہے جو یہاں محدود ہے اور وہاں محدود ہے۔ اس کے یہاں پائے جانے یا اسے یہاں پائے جانے کا ایک خاص امکان ہے لیکن جب آپ پیمائش کرتے ہیں
تو یہ یا
تو یہاں یا وہاں ہوتا ہے اسی طرح بیم میں پلٹر کا تجربہ آپ روشنی کی نبض کے ذریعہ فوٹوون کی نمائندگی کرتے ہیں یہ بیم اسپلٹر پر واقع ہوتا ہے پھر جزوی انعکاس اور جزوی ٹرانسمیشن ہوتا ہے لہذا فوٹوون یہاں بھی ہے اور یہ لاکھوں کلومیٹر کے فاصلے پر ہوسکتا ہے لیکن اگر میرے پاس ایک ڈیٹیکٹر ہے
تو یہ یا
تو یہاں پتہ چلا ہے یا وہاں پتہ چلا ہے لہذا میں یہ کہہ کر نتیجہ اخذ کرتا ہوں کہ اگر میرے پاس الیکٹران بیم ہے یا پروٹون بیم ہے یا فوٹوون بیم ہے
کا ایک سلٹ لہر سے b تو لہر نظریہ پیش گوئی کرتا ہے کہ اس میں ایک تفاوت ہے کیوں کہ ایک سلٹ پر بیم پر الیکٹران واقع ہوتے ہیں۔ چوڑائی گزرتا ہے اور شدت کی تقسیم سائن اسکوائر بیٹا بذریعہ بیٹا اسکوائر کوانٹم تھیوری ہے جو اس خاص مسئلے کے لیے شروڈنگر مساوات کا حل ہے px اور px جزو x سمت عمودی ہے سمت اور امکان کہ مومینٹم کا x یہ پیشین گوئی کرتا ہے کہ سلٹ ایکس سمت میں ایک رفتار دیتا ہے کے درمیان ہوگا شدت کی تقسیم کے برابر ہے dpx پلس
تو یہ رفتار کہاں سے آتی ہے سلٹ سے آتا ہے سلٹ ایک ریکائل سے گزرتا ہے اور اور الیکٹران تفاوت سے گزرتا ہے جس سے سلٹ کی چوڑائی چھوٹی ہوتی ہے وہ رفتار ہوگی جو اہم ہے اور یہ شروڈنگر مساوات کے حل سے ہوتا ہے اسی طرح میں ڈبل سلٹ تجربہ مداخلت کا تجربہ کرسکتا ہوں لہذا جب میرے پاس ایک الیکٹران گن دو سوراخ کے تجربے پر گرتی ہے
تو الیکٹران کو لہر کے فنکشن کے ذریعہ بیان کیا جاتا ہے جو یہاں اور وہاں بھی موجود ہے لہذا اگر ایک سوراخ کھلا ہے
تو آپ کو عام طور پر اس طرح کی شدت کی تقسیم ملے گی آپ کو
توقع کرنی چاہئے کہ جب دونوں سوراخ کھلے ہیں واقعہ کی تقسیم پی ون جمع پی ٹو ہونی چاہئے کیونکہ الیکٹران چھوٹے ذرات ہیں جو یا
تو پورے نمبر ایک یا پورے نمبر دو سے گزرتے ہیں لیکن جب آپ تجربہ کرتے ہیں
تو آپ کو مداخلت کا نمونہ ملتا ہے اور اس کی وضاحت صرف اس صورت میں کی جاسکتی ہے جب الیکٹران یا پروٹون یا فوٹوون ایک ہی وقت میں دونوں سلٹوں سے گزرتے ہیں یہ الیکٹران کی تقسیم نہیں ہے بلکہ الیکٹران کو بیان کیا گیا ہے۔ ایک ویو فنکشن psi کے ذریعے جو یہاں بھی موجود ہے اور یہاں بھی اس لیے اس کو گہرائی کا فزکس کا سب سے خوبصورت تجربہ سمجھا جاتا ہے اگر آپ یہ تجربہ 10 الیکٹران کے ساتھ کرتے ہیں
تو آپ کو 10 سپاٹ کوانٹم تھیوری ہمیں امکان فراہم کرتی ہے لیکن اگر آپ نے ایسا کیا 70000 الیکٹرانوں کے ساتھ یہ تجربہ پھر آہستہ آہستہ مداخلت کا نمونہ تیار ہو جائے گا اس لیے یہ تجربات کاربن ساٹھ مالیکیولز کے ذریعے بھی کیے گئے ہیں اس لیے اب جو سب سے بنیادی نظریہ دستیاب ہے وہ امکانی شکل میں ہے نہ کہ تعییناتی یہ ڈیوڈ بوہم ہے جس کو بہترین میں سے ایک سمجھا جاتا ہے۔ ہر دور کے کوانٹم طبیعیات کے ماہرین
تو یہ حوالہ ہے اور دوسرا حوالہ یہ میری اپنی آپٹکس پر کتاب ہے جس میں میں نے ان تمام تجربات پر بحث کی ہے جن پر میں نے آج اور اپنے آخری لیکچر میں بحث کی ہے لیکن یہ فزکس والیم 3 پر فین مین کا لیکچر بھی موجود ہے۔ میں آپ سب کو پڑھنے کا مشورہ دوں گا آپ کا بہت بہت شکریہ

Prutor@IITK