

तुम्हा सर्वाना सुप्रभात, म्हणून आज आपण ज्याची चर्चा करणार आहोत तो आधुनिक भौतिकशास्त्रातील तथाकथित आधुनिक भौतिकशास्त्रातील एक विलक्षण महत्त्वाचा विषय आहे आणि तो विषय लहरींबद्दल आहे, त्यामुळे आपण काय करत आहोत हे लक्षात ठेवल्यास मागील आठ किंवा दहा व्याख्यानांमध्ये आम्ही प्रकाशाच्या विशिष्ट स्वरूपावर सखोल चर्चा केली होती, जरी विवर्तन आणि ध्रुवीकरणामुळे होणारा हस्तक्षेपामुळे प्रकाश लहरीसारखा वागण्याचा जबरदस्त पुरावा होता तरीही प्लँकला ते आवश्यक वाटले.

प्रकाशाच्या परिमाणाचा परिचय करून देण्यासाठी ज्याला नंतर फोटॉन म्हटले गेले आणि त्याने अशी उर्जा जोडली जी मोठेपणाच्या प्रमाणात नाही परंतु जी वारंवारता e बरोबर $h \nu$ च्या प्रमाणात आहे ही कल्पना आइन्स्टाईनने अतिशय गांभीर्याने घेतली ज्याने ही संकल्पना वापरली प्रकाशाचे परिमाणीकरण जेथे इनकमिंग प्लेन वेव्हकडे समान फ्री असलेल्या कणांचा एक इनकमिंग कण संच म्हणून पाहिले जाऊ शकते $quency \text{ and an energy } e \text{ equal to } h \nu$ आणि आइन्स्टाईन अतिशय समाधानकारक फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट समजावून सांगू शकले कारण मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे आम्ही बराच वेळ घालवला अनेक व्याख्याने प्रयोगावर चर्चा करताना त्याच्या विरोधाविषयी चर्चा करताना तरंग सिद्धांतातून आलेल्या स्पष्टीकरणासह आम्ही दाखवले.

वेव्ह थिअरी आणि प्रायोगिक निरीक्षणे यांचे अंदाज 10 ते 10 किंवा 10 ते 12 अवाढव्य विसंगतीची शक्ती या क्रमवारीतील विसंगती होती आणि त्यानंतर आम्ही हे देखील दाखवले की आइन्स्टाईन कसे समाधानकारक स्पष्टीकरण देऊ शकले.

फोटॉनची संकल्पना म्हणून 1905

मध्ये 20 व्या शतकाच्या सुरुवातीस भौतिकशास्त्रज्ञाने उचललेले हे सर्वात मूलगामी पाऊल होते आणि ते रदरफोर्ड प्रयोग आणि बोहर मॉडेलने एका नवीन युगाची सुरुवात केली ज्याला आपण क्वांटमचे वर्ष म्हणून ओळखतो.

भौतिकशास्त्र आणि ते आजही चालू आहे ज्याची मी चर्चा करणार आहे ती प्रकाशाच्या बाबतीत आपण जी चर्चा केली त्याचा प्रतिरूप आहे त्यामुळे काय आनंद झाला $ened$ ते ऐतिहासिकदृष्ट्या होते म्हणून आपण ऐतिहासिकदृष्ट्या इतिहास पाहू या ऐतिहासिकदृष्ट्या प्रकाशात कण लहरीचे दोन संभाव्य स्पष्टीकरण होते, पहिले प्रयोग न्यूटन व्यतिरिक्त कोणीही नसून ह्युजेन्सने केले होते आणि दुसऱ्याचे समर्थन ह्युजेन्सने केले होते, तुम्ही सर्वानी हायजनच्या तत्त्वाविषयी ऐकले असेल जे नंतरचे प्रयोग केले गेले.

स्वच्छतेच्या गृहीतकाची पुष्टी करण्यासाठी, उदाहरणार्थ, जर प्रकाश कणांसारखा वागत असेल तर माध्यमातील त्याचा वेग मोकळ्या जागेतील वेगापेक्षा जास्त असला पाहिजे,

तर जर तो लहरीसारखा वागत असेल तर जेव्हा जेव्हा ते अपवर्तन होते तेव्हा माध्यमातील तरंगाचा वेग कमी असावा.

मोकळ्या जागेतील वेगापेक्षा ही अशी गोष्ट आहे जी तुम्ही प्रायोगिकरित्या सत्यापित करू शकता आणि नंतर अर्थातच मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे तुमच्यात हस्तक्षेप आणि विवर्तनाची घटना आहे, म्हणून त्या सर्वानी निर्णायकपणे हे सिद्ध केले की प्रकाश तरुणाच्या दुहेरी स्लिट प्रयोग न्यूटनच्या रिंगांप्रमाणे वागतो.

प्रकाशाच्या स्वरूपासारखा लहरीची उदाहरणे आहेत, परंतु जेव्हा ते फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवर आले वेव्ह स्पष्टीकरण अयशस्वी तरंग स्पष्टीकरण अयशस्वी झाले आणि आइन्स्टाईनने काय केले की प्रकाश हा क्वांट्या बनलेला असतो जेथे प्रत्येक क्वांटामध्ये ऊर्जा असते आणि प्रत्येक क्वांटमने प्रत्येक क्वांटमद्वारे वाहून

घेतलेली ही ऊर्जा असते म्हणून तुम्ही निसर्गासारख्या कणाला मूलतः श्रेय देता.

प्रकाश आणि कल्पना करा की फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव हा मूलतः इलेक्ट्रॉनद्वारे वैयक्तिक क्वांट्याच्या शोषणामुळे होतो, खरं तर एकच क्वांटम इलेक्ट्रॉनद्वारे बाहेर टाकला जातो, म्हणून मी तुम्हाला शास्त्रीयदृष्ट्या सांगितल्याप्रमाणे ऊर्जा संवर्धनाचा वापर करण्यासाठी तुम्ही काय कराल.

लहरीची उर्जा ही विपुलतेच्या वर्गावर अवलंबून असते परंतु येथे ती प्रत्येक क्वांटमच्या वारंवारतेवर अवलंबून असते तर शास्त्रीयदृष्ट्या वारंवारता आपल्याला फक्त स्वातंत्र्याची डिग्री देते तिचा ऊर्जेशी काहीही संबंध नसतो

त्यामुळे ही एक मोठी गोष्ट होती लाटा आणि कणांच्या जगात आपल्याला एक विलक्षण द्वंद्व सापडते जे सुरुवातीला असे दिसून येते की असे काहीही नाही $lates \text{ waves and particles}$ अर्थातच एक अंतर्निहित चित्र होते की लाटा या रेणूंच्या अंड्युलेशनमुळे येणाऱ्या सामूहिक घटना आहेत

त्यामुळे ही एक सामूहिक घटना आहे आणि तिचे स्वतःचे अस्तित्व नाही पण आइन्स्टाईनने मूलतः काय दाखवून दिले होते ते म्हणजे काय समजले जाऊ शकते.

अंतर्निहित ईथर कण किंवा इतर कोणत्याही मध्यम रेणूंची अनड्युलेटिंग घटना, अगदी आप्तिक गृहीतक देखील त्या वेळी स्थापित केले गेले नव्हते की ते देखील कण म्हणून समतुल्यपणे पाहिले जाऊ शकतात जरी प्रत्येक संदर्भित नाही कारण सर्व हस्तक्षेप विवर्तन ध्रुवीकरणानंतर या सर्वांसाठी लहरी निसर्गाची आवश्यकता असते आणि फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट कॉम्प्टन स्कॅटरिंग आणि आणखी काही घटना ज्या आपण नंतर पाहणार आहोत जसे की स्पष्ट सामग्री प्रयोग त्यांना प्रकाशाच्या क्वांटम स्वरूपाची आवश्यकता असेल

त्यामुळे असे दिसते की प्रकाशाचे काही प्रकारचे दुहेरी चेहर्याचे अस्तित्व असते कधी कधी तो लहरीसारखा वागतो आणि काहीवेळा तो असे वागतो.

एक कण आणि तो कण सारखा वागतो जेव्हा परिमाणे खूप लहान होतात म्हणजे टाकण्याचा एक अशुद्ध मार्ग असतो, जर तसे असेल तर आपण एक प्रश्न विचारू शकतो आणि आपण कोणता प्रश्न विचारणार आहोत की एखादी लहर एखाद्या कणासारखी वागू शकते का ते मला समजावून सांगा तुमच्यासाठी तरंग ही एक विस्तारित वस्तू आहे कारण मी तरंगलांबीबद्दल बोलतो आणि मी वारंवारतेबद्दल बोलतो तो अंतराळात विस्तारित

केला जातो, तर जेव्हा मी कणाबद्दल बोलतो तेव्हा ते स्पेस वेव्हमध्ये स्थानिकीकरण केलेले असते जे अंतराळात वाढवले जाते आणि ते वेळेत कमी होते.

एक कण अंतराळात स्थानिकीकृत असतो आणि तो काळानुसार एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूकडे जातो आणि तरीही फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट मला सांगतो की लाट जी होती ती प्रत्यक्षात निसर्गासारख्या कणाचे प्रदर्शन सुरू करू शकते जसे आपण तरंगलांबीकडे पाहत नाही परंतु आपण एक कण पहात आहात.

उर्जेच्या सहवासामुळे निसर्गाप्रमाणे, जर एखादी लाट कधीकधी कणांसारखी वागू शकते तर हे शक्य आहे का मी सर्वकाही स्पष्टपणे लिहित आहे जेणेकरून तथाकथित कण cl assical particles जे काही आपण वापरत आहोत ते लहरी सारखे वागू शकतात, लक्षात ठेवा की निसर्गासारख्या कणाला प्रकाशाचे श्रेय देण्याची आपल्यासाठी सक्तीची कारणे होती कारण आम्हाला प्रयोगांनी भाग पाडले होते असे नाही की कोरे किंवा आईन्स्टाईनला अचानक एक काल्पनिक कल्पना आली आणि नंतर ते म्हणाले ठीक आहे, आपण प्रकाश कणांचा बनलेला आहे असे घोषित करूया, असे नाही की आम्हाला ब्लॉक बॉडी रेडिएशनची समस्या होती आम्हाला फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टची समस्या होती, जर तसे असेल तर पदार्थ असे का वागावे याचे काही सक्तीचे कारण आहे का हे आपण स्वतःला विचारले पाहिजे.

कणांचे उत्तर ऐतिहासिकदृष्ट्या खूपच गुंतागुंतीचे आहे आणि आपण आता ज्या पद्धतीने चर्चा करणार आहोत त्यापेक्षा खूप वेगळे आहे कारण ऐतिहासिकदृष्ट्या काय घडले ते 1905 होते जेव्हा आइनस्टाईनने स्पष्टीकरण दिले तेव्हा फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाचे स्पष्टीकरण दिले होते, जर मला बरोबर आठवते की 1913 तेव्हा होता.

बोहर मॉडेलचा प्रस्ताव होता आता बोहर मॉडेलमध्ये तुम्ही सर्व त्याचा अभ्यास येत्या लेक्चरमध्ये कराल किंवा तुम्ही अभ्यास केला असेल.

तुमच्या वर्गात तुम्ही आधीच जे काही करता ते म्हणजे खूप खास कक्षा चालवतात आणि खोल रावली हे लक्षात आले की जर तुम्ही निसर्गासारख्या लहरी इलेक्ट्रॉनला श्रेय दिल्यास, ज्यामुळे त्याला उभ्या असलेल्या लाटा मिन म्हणून पाहता येतील आणि त्यामुळेच तो प्रस्तावित केले की द्रव्य देखील लहरीसारखे वर्तन प्रदर्शित करू शकते दुसऱ्या शब्दात, पदार्थ आणि लाटा यांच्यात फारसा फरक नाही ते दोन्ही समान अंतर्निहित पदार्थांचे प्रकटीकरण आहेत आणि डी भांडण हे गृहितक इतिहासाच्या योग्य क्षणी तयार केले गेले होते कारण 1924 मध्ये जेव्हा त्याने प्रस्तावित केले होते.

गृहितकेनुसार आणि 1926 मध्ये जेव्हा श्रोडिंगरने त्याचे प्रसिद्ध श्रोडिंगर समीकरण लिहिले होते परंतु आपण या व्याख्यानात ज्या मार्गाचा अवलंब करणार आहोत तो मार्ग नाही कारण तुमच्या पाठ्यपुस्तकात प्रकाशाच्या फोटॉन संकल्पनेनंतर लगेचच खोल ब्रौली लहरींचा परिचय करून देण्यात आला आहे.

प्रकाशाचे कण स्वरूप

त्यामुळे मी तुम्हाला पदार्थाच्या लहरी पैलूकडे सौंदर्याच्या दृष्टिकोनातून पाहण्यास प्रवृत्त करेन.

t आणि नंतर जेव्हा मी बोहर मॉडेलवर चर्चा करण्यास सुरवात करतो तेव्हा

ती एक स्थायी लहर कशी असू शकते हे दर्शवून मी युक्तिवाद पूर्ण करेन, म्हणजे आतापर्यंत आपण ऐतिहासिक विकासाकडे लक्ष देणे आणि आपल्या सादरीकरणात देखील त्याचे अनुसरण करणे हे आहे परंतु आता आपण इतिहासाच्या उलट दिशेने आपण प्रथम खोल भांडण लाटांवर चर्चा करणार आहोत आणि नंतर आपण

बोहर मॉडेलने त्याला कशा प्रकारे प्रेरित केले याबद्दल चर्चा करणार आहोत

त्यामुळे हे खरोखरच खूप क्रांतिकारी होते म्हणून तुम्ही माझ्याकडे असलेली स्लाइड पाहिली तर तुम्ही

पाहू शकता.

डी ब्रॉलीचे चित्र आणि आपण पाहू या की डीप ब्रौलीने असे काय केले आहे जे मी तुम्हाला सांगितले होते की आम्हाला संपूर्ण घटना सौंदर्यात्मक पद्धतीने पहायची आहे,

त्यामुळे सौंदर्यात्मक सौंदर्य म्हणजे जे आपल्या मनाला आनंद देते ते आहे आणि या प्रकरणात ते आहे आपली बुद्धी ही आपली संवेदना नाही, इथे आपले डोळे नाहीत सर जीभ किंवा स्पर्श ही आपली बुद्धी आहे आणि ती सममिती या एकाच शब्दात सारांशित केली जाऊ शकते तर आपल्याला जी सममिती स्थापित करायची आहे ती कोणती? तरंग-सदृश घटना आणि पदार्थ कॉर्पसल्स आणि लाटा यांच्यातील जगाची अतिशय स्पष्ट विभागणी आता जागतिक भाषेत सांगायचे तर, जर लाटा कॉर्पसल्स म्हणून वागू लागल्या तर कदाचित एक सममिती असेल जी सांगते की काही विशिष्ट परिस्थितीत कण देखील लाटांसारखे वागू लागतील.

स्थानिकीकृत कणांमधून निसर्गासारख्या लहरी नक्की निघतील हा एक वेगळा प्रश्न आहे कारण शेवटी निसर्गासारखा कण लहरीतून नेमका कसा निघेल याचे उत्तर आपण दिलेले नाही

एकतर प्रयोग समजून घेण्यासाठी आपण जे काही केले आहे ते एक गृहितक बनवले आहे.

प्रयोगाचे एक प्रशंसनीय स्पष्टीकरण द्या जेणेकरून वर्तन सारख्या लहरी आणि कॉर्पस सारख्या वर्तनामध्ये काय संबंध आहे याची सखोल माहिती द्या जी तुम्ही जेव्हा क्वांटम मेकॅनिक्समध्ये अधिक प्रगत अभ्यासक्रम घेत असाल तेव्हा खूप नंतरच्या टप्प्यावर येईल.

तुमचे ग्रेज्युएशन हे 12वी इयत्तेच्या अभ्यासक्रमासाठी महत्त्वाचे नाही पण

त्यामुळे आमचे नुकसान होत नाही ज्याला मी शास्त्रीय लहरी म्हणू आणि शास्त्रीय कण यांच्यात सममिती स्थापित करण्यासाठी शास्त्रीय लहरींचे परिमाणीकरण केले जाते आणि ते क्वांटम वर्तन दर्शवतात तेथे क्वांटम कॉर्पसल्स असतात जे कणांसारखे वागतात

त्यामुळे कदाचित शास्त्रीय कण क्रांम वेव्हजसारखे वागू शकतात ज्याला आपण पदार्थ लहरी म्हणू.

आम्हाला असे विधान करायचे आहे की त्यासाठी सर्वात महत्वाची प्रेरणा म्हणजे सममिती आता सममिती ही एक अस्पष्ट कल्पना आहे मला समानता प्रस्थापित करायची आहे मला त्यांच्याशी समानतेने वागायचे आहे, कोणालाही तर्काची गरज नाही आणि व्यापकपणे वापरले जाणारे तर्क समानतेने होते आपल्याला सादृश्यतेचा वापर करावा लागेल आणि आपण ज्या प्रकारे साधर्म्य वापरतो ती क्षुल्लक गोष्ट नाही, आपल्याला आपल्या मार्गात फेरफटका मारावा लागेल, आपल्याला चक्रव्यूहातून आपला मार्ग काळजीपूर्वक शोधावा लागेल आणि ते कसे घडते ते आपण पाहू या, म्हणून या स्लाइडमध्ये समाविष्ट आहे सादृश्यतेवर आणखी काहीतरी मी ते येथे गोळा केले आहे आणि मी यावर विस्तृतपणे चर्चा करणार आहे की

पदार्थ लहरींवर त्याचे काय परिणाम होतात.

व्याख्यानाच्या शेवटी प्लँक आणि आइन्स्टाईनने प्लँक आणि आइन्स्टाईनने प्लँकने ऊर्जा आणि प्रत्येक फ्रिक्वेन्सी ν शी संबंधित कोणत्या गोष्टीकडे परत जाऊ या,

म्हणून मी ते देखील लिहित आहे जेणेकरून ते तुमच्या मनात स्पष्टपणे स्थिर होईल जेणेकरून ν दिले जाईल आणि ऊर्जा काढली जाईल.

ती प्रक हायपोथिसिस आहे आणि हे पूर्णपणे गैर-शास्त्रीय गैर-शास्त्रीय आहे तथापि शास्त्रीयदृष्ट्या वारंवारता आणि तरंगलांबी यांच्यात आणखी एक संबंध आहे आपण एका रंगीत प्रकाशाकडे पाहत आहोत ज्याची वारंवारता समान आहे आणि तो संबंध काय आहे आणि तो म्हणजे v नवीन बरोबर λv अर्थातच c आहे मोकळ्या जागेतील प्रकाशासाठी निर्वातातील प्रकाशाचा वेग जो 3 ते 10 ते 8 मीटर प्रति सेकंद इतका आहे किंवा जे काही आहे ते आपल्याजवळ आहे म्हणून आपण जे लिहित आहोत तो आता μ आणि λ यांच्यातील संबंध आहे.

प्रत्येकाला माहित आहे की माझा लॅम्बडा c ने ν ने दिलेला आहे तोच माझ्याकडे आहे म्हणून जर मी ते उर्जेच्या संदर्भात लिहायचे असेल तर माझे ν आहे e by h , 1 ओव्हर तर ν आहे e h 1 ओव्हर ν आहे h द्वारे e म्हणून मी जात आहे g to write λ is equal to hc by ν i am sorry hc by e तेच आपण लिहित आहोत म्हणजे आपण

फक्त उर्जेशी किंवा उर्जेशी वारंवारता

जोडत नाही तर आता तरंगलांबीशी उर्जेचा संबंध जोडत आहोत.

तुम्ही लोक परत जा आणि फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवरील आमची लांबलचक चर्चा लक्षात ठेवा, मी असा युक्तिवाद केला की संवेग घनता आणि उर्जेची घनता c च्या घटकाशी संबंधित आहे, मग आम्ही काय म्हटले मला पुढील स्लाइडवर जाऊ द्या, जर मी ऊर्जा घनता लिहू मोनोक्रोमॅटिक वेव्चे आपण दिलेल्या वारंवारतेसह समतल तरंग म्हणू या मग हे c च्या घटकाद्वारे संवेग घनतेशी संबंधित आहे ऊर्जा घनता म्हणजे दिलेल्या खंडातील एकूण ऊर्जा म्हणजे माझी ऊर्जा घनता आणि माझा संवेग काय आहे घनता म्हणजे दिलेल्या वॉल्यूममध्ये लाटेने वाहून घेतलेला संवेग आहे हे दोन्ही c च्या घटकाशी संबंधित आहेत आणि हे परिमाण बरोबर आहे म्हणून ही माझी ऊर्जा घनता आहे आणि ही माझी संवेग घनता आहे आता काय आहे बँक व्ह्यू पॉईंटपासून प्लँक व्ह्यू पॉईंटपासून ऊर्जा घनता हे दुसरे काहीही नाही परंतु $h \nu$ ने गुणाकार केलेली संख्या घनता प्रत्येक क्रांममध्ये एक ऊर्जा $h \nu$ असते जी प्रत्येक क्रांमची ऊर्जा असते आणि त्यांनी संख्या घनतेने गुणाकार केला की मी आहे प्राप्त होणार आहे आणि माझी संवेग घनता किती असेल ती पुन्हा प्रत्येक क्रांमने वाहून नेलेली संवेग घनता c ने गुणाकार केली जाते, म्हणजे दुसऱ्या शब्दांत हा p हा संवेग वाहून नेलेला संवेग आहे याची खात्री करण्यासाठी हे संवेग उर्जेशी जोडण्याचे विश्लेषण होते.

आइन्स्टाईनने फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टमध्ये केले नाही कारण त्याला कुठेही फोटॉनच्या संवेगाची चिंता नव्हती त्याला फक्त फोटॉनच्या उर्जेची काळजी होती फक्त ऊर्जा फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टमध्ये संतुलित होती जसे स्पष्टीकरण मोमेंटम अजिबात विचारात घेतले जात नाही परंतु आता जर तुम्ही हे बघता तुम्ही खरंच हे नातं रद्द करू शकता आणि तुम्हाला फ्रिक्वेंसी वाहून नेणाऱ्या फोटॉनची ऊर्जा एक सुंदर नातं आहे.

ν हे c मध्ये त्या फ्रिक्वेन्सीशी संबंधित p शिवाय दुसरे काहीही नाही म्हणून हा फोटॉनच्या संवेग उर्जेच्या उर्जेचा आणि फोटॉनचा संवेग यांच्यातील संबंध आहे, हे आपल्याला सापेक्षतेतील किंवा मोठ्या कणासाठी सापडलेल्यापेक्षा पूर्णपणे भिन्न आहे.

नॉन रिलेटिव्हिस्टिक केस असे आहे की ठीक आहे उदाहरणार्थ तुम्ही कणाचा संवेग आणि उर्जा यांच्यातील संबंध म्हणून p स्केअर बरोबर 2 मीटर लिहू शकता

परंतु येथे आपल्याकडे जे आहे ते $p \nu c$ च्या बरोबरीचे आहे म्हणून आपल्याकडे जे आहे ते आहे वारंवारता जसजशी वाढत राहते तसतशी उर्जा तशीच राहते माझी उर्जा देखील वाढत राहते गती देखील वाढत राहते परंतु अशा प्रकारे की ती नेहमी सारख्याच गतीने प्रवास करते c याला एका विशाल कणाने विरोध करा जेथे आपण उर्जा वाढवत राहिल्यास गती देखील वाढते.

वाढतच राहतो पण वेगही वाढतच राहतो वेग वाढवल्याशिवाय तुम्ही एका प्रचंड कणाच्या गतीचा क्षण वाढवू शकत नाही पण इथे खूप सुंदर आहे.

1 ते पाहण्याचा मार्ग तुमच्याकडे $e \nu$ समान आहे $p \nu c$ हे आमच्यासाठी खूप महत्वाचे आहे आणि आम्ही त्याचा वापर करणार आहोत म्हणून जर आम्ही ते केले आणि मी समीकरणात बदलले तर आता मी संबंध देखील लिहू शकतो.

p इकल h by λ

so e equal to $h \nu$ हे प्लँक प्लस आइन्स्टाईन वापरले पण जर तुम्ही उर्जेची घनता मोमेंटम डेन्सिटी युक्तिवाद वापरला तर फक्त माझे क्रांम अप ही उर्जा वाहून नेणारी उर्जा आहे जी तुम्हाला माहित आहे ई वारंवारता ν शी संबंधित आहे.

तरंगलांबीशी संबंधित संवेग या क्षणी ही पूर्णपणे भिन्न बाब आहे की लॅम्बडा आणि ν अर्थातच एकमेकांपासून स्वतंत्र नाहीत कारण लॅम्बडा ν मध्ये c च्या बरोबरीचे आहे जे या बिंदूवर आमच्यासाठी फार महत्वाचे नाही जरी मी ते माझ्यासाठी वापरले आहे व्युत्पत्ती मी तुम्हाला सांगेन की डी ब्रोलोने हे मूलभूत नातेसंबंध म्हणून मूलभूत नाते म्हणून का घेतले आणि हे क्षुल्लक आहे म्हणून मी तुम्हाला जो संदेश देण्याचा प्रयत्न करीत आहे तो असा आहे की डी ब्रोलोने फक्त विस्तार केला असे नाही.

ed इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हजच्या क्षेत्रात जे काही ज्ञात होते ते त्याला निवडायचे होते तर इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हच्या बाबतीत e इकल h nu हा मूलभूत प्रारंभ बिंदू होता d brawley p equal to h by lambda हा प्रारंभ बिंदू होता

त्यामुळे काय आहे? deep broly assertion

त्यामुळे आपण गोष्ट लिहूया d broccoli d broly conjecture याला d broly conjecture असे म्हणूया की p equal to h by lambda हा सार्वत्रिक संबंध आहे

त्यामुळे युनिव्हर्सल म्हणजे सार्वत्रिक म्हणजे काय ते सर्व लहरी आणि सर्व पदार्थ धारण करतात सर्व लहरींसाठी आणि सर्व बाबींसाठी हा एक मूलभूत संबंध आहे फक्त p चे स्वरूप निवडण्याचे स्वातंत्र्य तुमच्याकडे आहे

त्यामुळे p mv असू शकते किंवा ते mv ओव्हर रूट वन वजा v स्केअर बाय c स्केअर mv गामा हे सापेक्षतावादी आहे.

आधीचे हे अ-सापेक्षतावादी आहे मी अधिक काळजीपूर्वक लिहूया की पुन्हा p न्यूटोनियन म्हणजे m naught v आणि p आइन्स्टाईन n relativistic is m naught v ओव्हर एक वजा v स्केअर बाय c स्केअर,

त्यामुळे निष्कर्ष काढायचा आम्ही जे काही सांगत आहोत ते सारांशित करण्यासाठी आम्ही आत्तापर्यंत जे काही केले आहे ते असे आहे की डी ब्रोलोने गृहीत धरले की लॅम्ब्डाच्या h बरोबर p समान कणांसाठीही वैध आहे,

त्यामुळे प्लॅंक फ्रिक्वेंसीच्या

बाबतीत माहिती होती आणि सखोलतेच्या बाबतीत उर्जा काढण्यात आली.

जे घडत आहे ते तुम्हाला गती माहित आहे आणि तुम्ही तरंगलांबी काढत आहात जी विलक्षण महत्त्वाची आहे दुसऱ्या शब्दांत p हे इनपुट आहे आणि लॅम्ब्डा हे आउटपुट आहे

त्यामुळे हे मूलतः एक खोल लॉली गृहितक आहे आणि यासाठी प्रायोगिक पुष्टीकरण आवश्यक आहे कारण आम्ही दोन्ही लहरींवर उपचार करण्याचा प्रयत्न केला आहे.

आणि बाबी आहेत आणि आम्ही लॅम्ब्डा द्वारे h च्या समान संबंध देखील काढले आहेत जे आम्ही ठामपणे सांगत आहोत की ते केवळ प्रकाशासाठीच विलक्षण नाही तर ते सर्व लहरींसाठी देखील वैध आहे आणि हे विधान आम्ही केले आहे म्हणून ही स्लाइड मूलतः मी तुम्हाला जे काही सांगितले त्याचा सारांश आहे म्हणून आम्ही स्पष्टपणे उल्लेख न करता दोन प्रश्न विचारले ते म्हणजे डीप ब्रोलो विस्तार किती महत्त्वाचा आहे nd हे किती क्षुल्लक नाही हे दोन महत्त्वाचे प्रश्न आहेत जे आपल्याला विचारायचे आहेत तर आपण कोणते मूलभूत संबंध वापरत आहोत ज्याचा उपयोग करून आपण लॅम्ब्डाला h बरोबर p असे लिहितो म्हणजे जर तुम्ही मला pi दिले तर तुम्हाला लॅम्ब्डा देईल आणि कोण आहे?

तुम्हाला p देणार आहे तो एकतर मिस्टर न्यूटन आहे किंवा आइन्स्टाईन न्यूटन तुम्हाला सांगेल की p mv च्या बरोबरीने आहे आणि आइन्स्टाईन तुम्हाला सांगेल की ऊर्जा आणि संवेग यांच्यातील संबंध e स्केअर बरोबर p स्केअर c स्केअर अधिक m नॉट स्केअर c द्वारे दिलेला आहे.

4 च्या पॉवर पर्यंत जे mp लिहिणे समान आहे mv गामा सारखे आहे दोन संबंध समान आहेत म्हणून मी या विशिष्ट स्वरूपात कागदाच्या शीटवर माझ्या लिहिल्याप्रमाणे ते लिहिले नाही कारण आमच्यासाठी काय महत्त्वाचे आहे ऊर्जा आणि संवेग यांच्यातील संबंध खरोखरच आहे, आम्ही नेहमी काढू शकतो की वेग काय आहे ते ऊर्जा आणि संवेग यांच्यातील संबंध

आहे जे व्याख्यानाच्या शेवटी आपल्यासाठी महत्त्वाचे आहे आणि म्हणूनच मी ते या विशिष्ट स्वरूपात लिहिले आहे ठीक आहे म्हणून आम्ही एक अनुमान काढले आहे की पदार्थ देखील घटना सारख्या लहरी प्रदर्शित करू शकतो आता आपल्याला पदार्थाचा अर्थ काय आहे म्हणून मी एक गोष्ट करू शकतो की लॅम्ब्डा काय आहे याचा अंदाज लावणे h by pi मी तुमच्यासाठी ते कार्य करणार नाही तरीही ते तुमच्या पाठ्यपुस्तकांमध्ये दिलेले आहे,

त्यामुळे तुम्ही काय करू शकता ते म्हणजे टेनिस बॉल म्हणू या, तर कल्पना करा की एक अतिशय वेगवान गोलंदाज जो 100 किलोमीटर प्रति तास किंवा 120 किलोमीटर प्रति तास या वेगाने चेंडू टाकत आहे.

तास हा एक अतिशय वेगवान चेंडू आहे जो आजूबाजूला जात आहे आणि तुम्हाला माहित आहे की बॉलचे वस्तुमान किती आहे कदाचित 100 ग्रॅम किंवा जे काही तुम्ही टाकले आणि तुम्हाला कळेल की हा लॅम्ब्डा काय आहे ही एक आश्चर्यकारकपणे लहान संख्या असेल.

संख्या 10 ते उणे 30 च्या पॉवर किंवा 10 ते उणे 34 सेंटीमीटरच्या पॉवरची असू शकते किंवा ही संख्या इतकी आश्चर्यकारकपणे लहान असू शकते की ती आपल्याला वाजवी मोठ्या तरंगलांबी इच्छित असलेल्या वस्तूच्या स्वरूपाप्रमाणे तरंग प्रकट करू शकत नाही ती एक लाट आहे हे समजणे जर तरंगलांबी खूपच लहान झाली तर ती जवळजवळ कॉर्पस रंगासारखी बनते

त्यामुळे आम्हाला त्या स्थितीत यायचे नाही तर आम्हाला बऱ्यापैकी मोठी तरंगलांबी हवी आहे

त्यामुळे मोठी तरंगलांबी मिळविण्यासाठी ते काय आहे जे आमच्याकडे p मध्ये बसलेले आहे.

भाजक मी वेग नियंत्रित करू शकतो बरोबर म्हणजे मी माझा बॉल अगदी कमी वेगाने फेकू शकतो पण माझा एम इतका मोठा आहे अगदी अगदी लहान वेगासाठीही काय होणार आहे माझा लॅम्ब्डा खूपच लहान होणार आहे म्हणून मी दिलेल्या मार्गाने तुमची चुकीची साधर्म्य मला खूप क्षमस्व आहे मी काय म्हणायचे आहे की माझा टेनिस बॉल खूप हळू चालत असला तरीही मी तो जमिनीवर सरकवतो माझा लॅम्ब्डा खूप लहान असेल कारण वस्तुमान खूप मोठे आहे म्हणून मी खूप शोधले पाहिजे अतिशय हलके कण मी अतिशय हलके कण शोधले पाहिजेत आणि ते कण वास्तविकपणे एखाद्या लहरीसारखे वर्तन दर्शविण्यासाठी एखाद्या गोष्टीशी संवाद साधण्यास सक्षम असले पाहिजेत जसे की हा दुहेरी स्लिट प्रयोग असू शकतो किंवा तो w प्रमाणे विवर्तन असू शकतो.

ई थोड्या वेळाने चर्चा करणार आहे आणि सर्वोत्तम उमेदवार इलेक्ट्रॉन आहे कारण इलेक्ट्रॉनचे उर्वरित वस्तुमान c वर्गाने 0.

5 mev आहे जे खूप लहान आहे आणि म्हणून जर मला भिन्न उर्जा आणि म्हणून भिन्न गती असलेल्या इलेक्ट्रॉनचा वापर करता आला तर सखोल

ब्रोगल गृहीतक बरोबर आहे की नाही हे सत्यापित करण्यास मी सक्षम असावे, अर्थातच आपण नॉन-रिलेटिव्हिस्ट पद्धतीमध्ये काम करणार आहोत म्हणून माझी गती m मध्ये v तेच माझ्याकडे असेल आणि वस्तुमान बिंदूनुसार दिले जाईल.

0.

5 μv by c वर्ग असेल आणि हे 0.

5 mev मध्ये v by c शिवाय दुसरे काहीही नसेल,

त्यामुळे हा तुमचा कणाचा वेग असेल आणि तो खूप मोठा नसेल म्हणून p लहान असल्यास माझा लॅम्बडा पुरेसा मोठा असू शकतो.

मोठ्या प्रमाणात डी ब्रॉली या गृहीतकावर थांबला नाही त्याने असे सुचवले की इलेक्ट्रॉनच्या निसर्गासारख्या लहरी क्रिस्टल्समधून विवर्तनात दिसू शकतात खोल व्हॅली सुदैवाने होते की तोपर्यंत क्रिस्टल संरचना ओळखली गेली होती.

s ही एक नियमित सममितीय वस्तू असायला हवी आणि फादर ब्रॅग आणि सन ब्रॅग या दोन ब्रॅकला फुशारकी मारण्यासाठी प्रत्यक्षात विवर्तनाची स्थिती प्राप्त झाली होती आणि ते येथे या स्लाइडमध्ये स्पष्ट केले आहे जे मी तुम्हाला आता स्पष्ट करू इच्छितो जर तुम्ही ही स्लाइड पाहिली तर काळजीपूर्वक आमच्याकडे अणूचा नियतकालिक अरे आहे आणि आम्ही प्रकाश पाठवणार आहोत हा युक्तिवाद प्रकाशासाठी आहे आणि आम्हाला इलेक्ट्रॉनसाठी देखील हाच युक्तिवाद वापरायचा आहे आता काय होणार आहे जेव्हा तुम्ही प्रकाश पाठवता उजवी तरंगलांबी मी भाजकाकडे येणार आहे योग्य तरंगलांबी म्हणजे काय मग काय होते हे प्रकाश किरण एकामागोमाग समतलांनी परावर्तित होतात कारण प्रत्येक स्फटिकाला प्रत्येक समतलातील अणूंची व्यवस्था कशी आहे हे पाहिले जाऊ शकते आणि नंतर त्या खाली एक समतल आहे.

त्याच्या खाली एक विमान आहे आणि विमानांमधील विभक्तता येथे d ने दर्शविली आहे, म्हणून मी येथे मोठ्या अक्षरात स्पष्ट करतो की जर ते तुम्हाला दिसत नसेल तर आमच्याकडे काय आहे ve मी अतिशयोक्ती करत आहे म्हणून अणूंना एका अरेमध्ये मांडण्याची कल्पना करा आणि मी म्हणत आहे की त्यांच्यातील अंतर d आहे तेच माझ्याकडे आहे आता काय होईल आपण या स्लाईडवर परत येऊ या जर तुम्ही कल्पना करत असाल की एक किरण प्रकाश येत आहे तो वरच्या थरात किंवा खालच्या थरात परावर्तित होऊ शकतो म्हणून हे दोन अणू जाळीचे बिंदू दाखवले जातात आणि नंतर ते परावर्तित झाल्यावर तुम्हाला दिसेल की मार्गाचा फरक आहे आणि टप्प्यात फरक आहे म्हणून मला सांगू द्या पुन्हा स्पष्ट करा की मोठ्या अक्षरात येथे मोठे चित्र आहे म्हणून माझ्याकडे हे आहे म्हणून येथे एक प्रकाश किरण आहे जो येथे येतो आणि येथे परावर्तित होतो आणि आणखी एक प्रकाश किरण आहे जो येथे येतो आणि येथे परावर्तित होतो म्हणून हा माझा वरचा किरण आहे आणि हा माझा आहे खालचा किरण म्हणून सर्वजण सहमत आहेत की वरच्या किरण कमी दराच्या तुलनेत कमी अंतर पार करतात कारण त्याला विमानापर्यंत पोहोचायचे आहे आणि त्याला परत यावे लागेल आणि आम्ही ठामपणे सांगत आहोत की हे d आहे आणि मला माझे डिझाइन m परिभाषित करावे लागेल.

y θ विभाजित करा ही माझी थीटा आहे आणि ही माझी थीटा आहे परावर्तनाच्या नियमानुसार घटनांचा कोन हा परावर्तनाच्या कोनासारखाच आहे जो माझ्याकडे आहे तो हा माझा थीटा आहे म्हणून एक अतिशय सोपा त्रिकोणमितीय व्यायाम तुम्हाला सांगेल की अतिरिक्त अंतर किती आहे प्रवास केलेले अतिरिक्त अंतर हे दुसरे काही नाही परंतु 2 डी पाप थीटा तेच आम्ही येथे दाखवत आहोत, म्हणून आता जर मी प्रकाशाने प्रवास केलेले हे अतिरिक्त अंतर पाहिले तर संबंधित टप्प्यातील फरक आहे आता तुम्ही काय करणार आहात.

विधायक हस्तक्षेप असावा या मागणीसाठी कृपया लक्षात ठेवा की जेव्हा आम्ही प्रकाशासाठी निसर्गासारख्या लहरींच्या पुराव्यावर चर्चा करण्यास सुरुवात केली तेव्हा आम्ही प्रत्यक्षात हस्तक्षेप स्थिती शोधून काढली आणि अट अशी आहे की ही लॅम्बडाचा पूर्णांक गुणक असणे आवश्यक आहे जेणेकरून विशिष्ट वारंवारतांची तरंगलांबी असेल तर स्फटिकावर आदळत आहे आणि ते परत परावर्तित होत आहे मग आम्हाला जे आढळले ते रचनात्मक हस्तक्षेपासाठी n लॅम्बडा बरोबर दोन डी सिन थीटा आहे आणि काय आहे कंडिशन nn पूर्णांक असणे आवश्यक आहे म्हणून दुसऱ्या शब्दात दिलेल्या तरंगलांबीच्या प्रकाशासाठी तुम्ही उदाहरणार्थ क्रिस्टल फिरवत राहिल्यास तुम्ही कोन बदलू शकता किंवा तुम्ही तुमचा डिटेक्टर फिरवू शकता जेणेकरून तुम्ही कोनातील बदल पाहू शकता.

कारण लाट अशा प्रकारे येत असल्याने थीटाची विशिष्ट मूल्ये असावीत ज्यावर तुम्हाला कमाल रचनात्मक हस्तक्षेप कळणार आहे आणि त्यामुळे तिथली तीव्रता जास्त असेल आणि ती सायन थीटा n लॅम्बडा $2d$ ने देईल

त्यामुळे थीटा सायन असेल $inverse$ आणि λ by $2d \sin \theta = n\lambda$ तुम्हाला पहिली मॅक्सिमा n बरोबर 2 देईल दुसरी मॅक्सिमा देईल आणि पुढे आम्हाला ते शोधता आले पाहिजे आणि हीच मागची स्थिती आहे

त्यामुळे तुम्हाला हे जाणून घेण्यात रस असेल फादर ब्रॅग आणि ज्युनियर ब्रॅग या दोघांनाही या अत्यंत महत्त्वाच्या कामासाठी नोबेल पारितोषिक मिळाले आहे आणि प्रेमळ प्रेमाने हे ओळखले आहे की जर तुम्हाला सोडियम किंवा तांबे किंवा कोणत्याही धातूसारखे क्रिस्टल दिले तर ठीक आहे.

या प्रकारचे विवर्तन क्ष-किरण क्षेत्रामध्ये आहे हे पाहण्यासाठी योग्य तरंगलांबी किंवा वारंवारता हे आपले प्रसिद्ध क्ष-किरण विवर्तन आहे आणि आज स्फटिकाची रचना निश्चित करणे हे आपल्यासाठी एक विलक्षण महत्त्वाचे साधन आहे

त्यामुळे या टप्प्यावर मी तुम्हाला सांगायचे आहे की मी तुम्हाला जे दाखवले आहे ते एक अतिशय साधेपणाचे दृश्य आहे d तुम्ही या क्रिस्टलचा कोणता चेहरा पाहणार आहात त्यावर अवलंबून आहे d ते तीन निर्देशांक hkl सह येईल

त्यामुळे लोक सामान्यतः म्हणतात एक एक विमान एक एक एक विमान दोन दोन दोन समतल एक एक शून्य समतल इत्यादि आणि पुढे अशाप्रकारे क्रिस्टलकडे निरनिराळ्या कोनातून पाहून तुम्हाला

तरंगलांबी अगदी तंतोतंत माहित असल्यास आणि आजही क्ष-किरणांचे विवर्तन xrd प्रमाणेच तुम्हाला क्रिस्टलची रचना निश्चित करता आली पाहिजे.

सामान्यतः एक अतिशय शक्तिशाली साधन असे म्हणतात आणि हे एक सखोल ब्रौली आहे ज्याचा वापर करून तो एक सिद्धांतवादी होता आणि त्याने त्याचा प्रबंध लिहिला इतकेच नाही तर त्याला पीएचडी मिळाली.

d त्याला लवकरच नोबेल पारितोषिक देखील मिळाले

त्यामुळे 1920 च्या आसपास घडलेल्या अशा दुर्मिळ घटनांपैकी ही एक घटना आहे जेव्हा सर्व प्रबंधांना नोबेल पारितोषिक मिळाले होते heisenberg um dee brawley dirac या सर्व लोकांनी त्यांचे नोबेल पारितोषिक मिळवण्यासाठी त्यांच्या प्रबंधाचे काम केले परंतु ज्या दोन गृहस्थांनी प्रयोग केले ते मी तुम्हाला त्यांचे चित्र येथे दाखवत आहे डेव्हिसन आणि जर्मा हे लोक विद्यापीठात काम करत नव्हते ते बेल लॅबमध्ये होते आणि ते प्रयोग करत होते आणि या लोकांनी एकोणीस सत्तावीस मध्ये सखोल ब्रोली गृहीतकांची पडताळणी केली मग काय आहे? एकोणीस चोवीस हे मॅटर वेव्ह हायपोथिसिस आहे आणि १९२७ हे निकेल क्रिस्टलवर पडताळले असता असे नाही की लोकांनी ब्रोली गृहीतके फार गांभीर्याने घेतली असे नाही पण आइन्स्टाईनच्या फोटॉनवरील विश्वासावर ज्या प्रकारची कठोर टीका झाली होती, ती सुद्धा झाली नाही.

फोटॉनच्या संकल्पनेद्वारे सामग्रीचे विखुरणे खूप चांगले समजले गेले होते आणि बोहरने त्याच्या बोहर मॉडेलमध्ये असा युक्तिवाद केला होता की w इलेक्ट्रॉन उत्तेजित अवस्थेतून उच्च उत्तेजित अवस्थेतून खालच्या उत्तेजित अवस्थेकडे किंवा जमिनीवर उत्सर्जित होणाऱ्या किरणोत्सर्गाचे संक्रमण प्रत्यक्षात प्लँक नियमाचे पालन करते e हे h nu च्या बरोबरीचे असते म्हणून त्या अर्थाने d broly भाग्यवान होता म्हणून त्याने बनवल्यानंतर डेव्हिसन आणि जर्मा यांनी 1927 मध्ये गृहीतकेने एक अतिशय सुंदर प्रयोग केला ज्याने हे सत्यापित केले की हा प्रसिद्ध पेपर आहे ज्याचा प्रत्येकाने उल्लेख केला आहे ज्याचा भौतिक पुनरावलोकनात प्रकाशित झाला होता परंतु त्यानंतर 1928 मध्ये त्यांनी नॅशनल अकादमी ऑफ सायन्सेसच्या कार्यवाहीमध्ये आणखी एक पेपर प्रकाशित केला जेथे ते निकालाची पुन्हा पडताळणी केली आणि त्यांनी त्यांच्या प्रयोगाचे तपशीलवार वर्णन आणि टीका लिहिली आणि या टप्प्यावर मला एक विषयांतर घ्यायचे आहे आणि हा प्रयोग कसा झाला हे मला सांगायचे आहे कारण खरोखरच डेव्हिस आणि जर्मा बोलत नव्हते.

सखोल ब्रोली गृहीतकांची पडताळणी करण्याचा व्यवसाय त्यांना आणखी काहीतरी सत्यापित करण्यात रस होता आणि काही काळ बी. ए.

ck कदाचित एक वर्षापूर्वी किंवा जे काही ते प्रयोग करत होते तेव्हा काही काचेच्या नळ्यामध्ये हवा आणि काही द्रव होते आणि उच्च तापमानामुळे ट्यूबचा स्फोट झाला आणि त्यांच्याकडे एक क्रिस्टल होता जो निकेल होता परंतु तो पॉली क्रिस्टलीय होता तो एकच नव्हता.

क्रिस्टल

त्यामुळे संपूर्ण वस्तू क्रिस्टलवर पडली आणि

त्यामुळे खूप गोंधळ झाला पण डेव्हिड आणि जर्माला ते सोडायचे नव्हते, त्यांना क्रिस्टल परत मिळवायचा होता आणि पृष्ठभागावर जमा झालेला सर्व द्रव काढून टाकायचा होता.

म्हणून त्यांनी काय केले ते म्हणजे काळजीपूर्वक थंड उष्णता थंड करणे जेणेकरून सर्व द्रव किंवा इतर वायू जे शोषले गेले होते ते काढून टाकले जातील आणि प्रत्यक्षात त्यांना बरेच महिने लागले परंतु त्यांच्या रुग्णाच्या कामामुळे त्यांना काहीतरी विलक्षण मिळाले आणि त्यांना अचानक कळले की त्यांनी काय केले? जे मिळाले होते ते प्रत्यक्षात जवळजवळ परिपूर्ण सिंगल क्रिस्टल होते ते पॉलीक्रिस्टलाइन प्रमाण नव्हते परंतु ते एकच क्रिस्टल होते सिंगल क्रिस्टल्स आज मिळवणे सोपे नाही

सिलिकॉन किंवा तत्सम गोष्टींसाठी विलक्षण चांगले परफेक्ट सिंगल क्रिस्टल्स कसे मिळवायचे हे नक्कीच आम्हाला माहीत आहे पण एकोणीस वीसच्या दशकात असे नाही आणि त्यांनी ब्रॅग डिफ्रॅक्शन नियमाचा वापर करून ते सिंगल क्रिस्टल असल्याचे सत्यापित केले म्हणून त्यांनी एक एक विमान एक ओळखले.

एक एक विमान शौकीन नियम वापरून मग त्यांनी जे केले ते म्हणजे इलेक्ट्रॉनला एका एका विमानाच्या दिशेने निर्देशित केले कारण त्यांना वाटते की इलेक्ट्रॉन हे कण आहेत

त्यामुळे ते विखुरले जातील आणि त्यातील काही प्रत्यक्षात जातील आणि ते सर्व काही चॅनेलाइज्ड केले जातील अशी त्यांची अपेक्षा होती.

विशिष्ट दिशा जसे की कण निसर्गाच्या बाबतीत घडेल, म्हणून त्यांनी निश्चितपणे विचार केला नाही की ते एकतर सिद्ध करण्याचा किंवा मुद्दाम गृहितक सिद्ध करण्याचा प्रयत्न करीत आहेत की ते इलेक्ट्रॉन कणांसारखे वागतात या पारंपारिक गृहीतके अंतर्गत काम करत होते.

कॅथोड किरण तुम्हाला सांगतात पण त्यांना जे सापडले ते खरोखरच विलक्षण होते

त्यामुळे नेमके काय अनुभव आहे आयमॅट त्यांनी केले आहे म्हणून जर तुम्ही तुमची स्लाइड पाहिली तर तुम्हाला एक योजनाबद्ध स्पष्टीकरण योजनाबद्ध आकृती सापडेल तर योजनाबद्ध आकृती तुम्हाला काय सांगते हा योजनाबद्ध आकृती मूलतः तुम्हाला सांगते म्हणून तुम्हाला काही गोष्टी पहाव्या लागतील ज्यामध्ये एक इलेक्ट्रॉन गन आहे जी इलेक्ट्रॉन तयार करते बीम आता येथे सर्वात महत्वाची गोष्ट आहे की तुम्ही प्रत्यक्षात गती वाढवण्यास सक्षम असाल तर तुम्ही गती बदलण्यास सक्षम असाल जे तुम्ही सक्षम असायला हवे

म्हणून तुम्ही जे कराल ते म्हणजे एका विशिष्ट व्होल्टेजने प्रवेगक व्होल्टेज फरक टाकणे मग काय घडते ते जसजसे तिची उर्जा वाढवते तसतसे त्याचा वेग वाढतो आणि जसजसा संवेग वाढतो तसतशी त्याची तरंगलांबी बदलते ते लहान मूल्यापासून मोठ्या मूल्यापर्यंत सुरू होते आणि लहान मूल्याकडे जाऊ लागते म्हणून ते नंतर नियंत्रणात असते मग तुम्हाला त्या कोनात थीटा दिसते.

निकेल टार्गेट माझे इलेक्ट्रॉन परावर्तित होत आहेत आणि मी एक जंगम कलेक्टर ठेवतो

त्यामुळे मोबाईल कलेक्टर व्यक्तीमध्ये फरक करण्याचा प्रयत्न करत नाही आयडुअल इलेक्ट्रॉन्स हे फक्त विचारेल की किती चार्ज जमा झाला किती चार्ज जमा झाला ते किती विद्युत प्रवाह वाहते ते पाहून कळेल

त्यामुळे विद्युतप्रवाह तीव्रतेचे मोजमाप आहे आणि ते गॅल्व्हानोमीटरद्वारे ओळखले जाते जे तुम्ही येथे दाखवता.

हवेच्या रेणूशी टक्कर झाल्यामुळे तुम्हाला नुकसान नको आहे तुम्हाला इलेक्ट्रॉन बीमसाठी कोणताही त्रास नको आहे तुम्ही बऱ्यापैकी

मोनोक्रोमॅटिक असावे मी मोनोक्रोमॅटिक हा शब्द वापरू नये तुम्ही बऱ्यापैकी मोनो एनर्जेटिक असावे म्हणून मोनो मोमेंटम म्हणून व्हॅक्यूम चॅंबर

आहे तुमच्याकडे तेच आहे आणि मग तुम्ही जे करता ते म्हणजे तुमच्या गॅल्व्हॅनोमीटरला हलवणे म्हणजे विद्युतप्रवाह मोजणे किंवा विक्षेपण हे विक्षेपण म्हणजे किती विद्युतप्रवाह वाहत आहे याचे मोजमाप तुम्ही सर्वांनी तुमच्या गॅल्व्हॅनोमीटरचे प्रयोग केले आहेत आणि तुम्ही ते काय पाहता.

त्यामुळे तुमच्या एनसीआरटी पुस्तकातील हा अतिशय सुंदरपणे केलेला योजनाबद्ध आकृती आहे आणि डेव्हिडसन आणि जर्मनी नेमके हेच केले आहे पण पुढील प्लेट एसएचओ काय w_s हे खरे तर स्वतःचे उपकरण आहे म्हणून हे 1927 चे उपकरण आहे जे त्या लोकांनी वापरले ते 1927 मधील भौतिक पुनरावलोकनातून आलेले आहे भौतिक पुनरावलोकन तेव्हाही एक तरुण जर्नल होते कारण बहुतेक महान पेपर्स युरोपियन जर्नल्समध्ये प्रकाशित झाले होते

त्यामुळे तुम्हाला असे दिसते की तेथे काहीतरी नाव आहे.

जी जी इलेक्ट्रॉन गन आहे आणि टी हे लक्ष्य आहे त्यांच्यामध्ये व्होल्टेजचा फरक आहे आणि ज्याला आपण c म्हणतो तो कलेक्टर आहे आणि हा कलेक्टर प्रत्यक्षात त्या कमानीच्या बाजूने फिरतो जो गोलार्ध आहे आणि आपण ते आणि बाकीचे पाहू लागतो.

तुम्ही वस्तू कशी हलवता यावर सर्व नियंत्रणे आहेत तेथे स्प्रिंग्स आहेत हे लीव्हर्स आहेत आणि ते तुम्हाला काय सांगत नाहीत आणि त्यांनी काय केले हे प्रत्यक्षात अतिशय काळजीपूर्वक प्रयोग करणे आणि तुमच्यासाठी हे जाणून घेणे सर्वात महत्त्वाचे आहे की लक्ष्य होते.

एक छान एकल क्रिस्टल आणि तुमच्यापैकी ज्यांना क्रिस्टलोग्राफीची थोडीशी ओळख आहे त्यांच्यासाठी ते जे पाहत होते ते खरोखर एक एक विमान होते जर तुम्ही वन वन प्लेन म्हणजे काय याचा अर्थ समजत नाही पण हे उपकरण आहे ठीक आहे आता हे प्रायोगिक परिणाम आहेत ज्यावर आम्ही आता काही प्रमाणात चर्चा करू इच्छितो म्हणून कदाचित मी होण्यापूर्वी ते येथे दाखवू शकेन पुस्तक तुम्हाला सांगते की प्रयोग कधीतरी 40 ते 64 व्होल्ट्सच्या दरम्यान केले गेले होते त्यामुळे व्होल्टेज ड्रॉप 48 ते 64 पर्यंत बदलत होता.

त्यामुळे जर तुम्ही असे गृहीत धरले की इलेक्ट्रॉन्स अगदी कमी उर्जेने सुरू झाले आहेत जवळजवळ विश्रंतीच्या वेळी त्यांना मिळालेली ऊर्जा किती आहे? इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्स किंवा 64 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट किंवा त्यामधील काहीतरी आता तुम्ही काय करता ते म्हणजे 60 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्स हे p स्केअर $2m$ च्या बरोबरीचे आहे असे म्हणू या आणि नंतर तुमचा p शोधून काढा मग तुम्ही तुमच्या खोल ब्रॉली गृहीतकाचा वापर करा आणि तुमचा लॅम्बडा शोधा.

त्यामुळे मूलतः संदेश असा आहे की जेव्हा तुमची उर्जा 48 ते 65 व्होल्ट्सपर्यंत बदलत असते तेव्हा गती अनुरूप बदलत असते आणि मी या विखुरलेल्या क्रॉस सेक्शनकडे पाहत आहे आणि तेच आम्ही पाहत आहोत आणि या आकृतीमध्ये तुम्ही असे दोन आकडे पाहू शकता की तुम्ही काय केले आहे तुम्ही तुमचा व्होल्टेज निश्चित केला आहे आणि तुम्ही तुमचा अँझिमुथ कोन बदलत आहात आणि तुमचा अँझिमुथ कोन बदलत आहात तुमचा अँझिमुथ कोन आम्ही लिहिलेल्या थीटसारखा आहे.

नोटेशन आणि तुम्ही पहात आहात की 65 व्होल्ट आणि 54 व्होल्टसाठी 54 व्होल्ट दोन्हीसाठी अतिशय चांगल्या प्रकारे परिभाषित शिखरे आहेत 65 व्होल्ट लहान तरंगलांबीशी संबंधित आहेत कारण गती वाढली आहे आणि डेव्हिस आणि जर्माला त्यांच्या अपेक्षेच्या विरुद्ध प्रयोगात काय आढळले आहे ही शिखरे जिथे डी ब्रॉली नुसार जास्तीत जास्त विधायक हस्तक्षेप होत आहे ते अगदी चांगल्या प्रकारे सहमत आहे जे डीप ब्रॉग्ली फॉर्म्युला p इकल एच बाई लॅम्बडा याच्याशी अगदी चांगले सहमत आहे हेच त्यांना आढळले आणि हे खरोखरच होते लँडमार्क प्रयोग हा एक मार्ग तोडणारा प्रयोग होता ज्याने पदार्थाची तरंगलांबी गुणधर्म स्थापित केला ही एक आकृती आहे जी ते प्रकाशित करतात d पुढच्या वर्षी 1928 मध्ये येथे त्यांनी v च्या वर्गमूळाच्या विरुद्ध प्लॉटिंग केले आहे आणि तुम्ही हे स्पष्ट केले पाहिजे की मला थोडेसे सोपे बीजगणित करू द्या जे फार कठीण नाही आणि आपण नंतर या स्लाइडवर परत येऊ.

मी तुम्हाला सांगण्याचा प्रयत्न करत आहे की p चा वर्ग $2m$ ने माझी उर्जा आहे आणि ती माझ्याकडे असलेल्या व्होल्टेजने गुणाकार केलेल्या इलेक्ट्रॉनच्या शुल्काशिवाय दुसरे काहीही नाही म्हणून मी माझे p हे 2 मी च्या वर्गमूळाने दिले आहे .

व्होल्टेज ही सर्वात महत्त्वाची गोष्ट आहे आता माझे इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान ज्ञात आहे माझे चार्ज इलेक्ट्रॉनची निवड आहे हे माहित आहे माझे दोन अर्थातच एक संख्या आहे म्हणून ही मूळ v मध्ये काही स्थिर आहे जेथे व्होल्टेज ड्रॉप कुठे आहे आणि d काय आहे कदाचित आम्हाला खोल रोल सांगणे हे आम्हाला सांगत आहे की हे लॅम्बडा द्वारे h च्या बरोबरीचे आहे d भांडण हे सांगत आहे की ते लॅम्बडा द्वारे h च्या बरोबरीचे आहे म्हणून जर मी ते हस्तांतरित केले तर माझा लॅम्बडा काही नाही परंतु h ओव्हर k रूट v ही गृहितक आहे म्हणून मला करू द्या ती अभिव्यक्ती येथे पुन्हा करा $mbda$ is equal to h over k रूट vk माहित आहे h हे माहित नाही आम्ही एका मिनिटात त्याकडे येऊ आणि आमची विधायक स्थिती अशी होती की n $lambda$ समान $2d$ sin $theta$ म्हणून हे n मध्ये h ओव्हर k रूट v च्या समान आहे आमच्याकडे तेच आहे म्हणून तुम्ही आता जे करत आहात ते म्हणजे रूट v च्या संदर्भात sin $theta$ च्या फरकाकडे पाहणे आणि इतकेच नाही की तुम्ही हा उतार h ठरवण्याचा प्रयत्न करत आहात जर खोल ब्रॉली गृहीतक बरोबर असेल तर दुसऱ्या शब्दांत तुम्हाला केवळ योग्य स्थानावर शिखर शोधण्यात सक्षम असायला हवे असे नाही तर तुम्हाला ते डीप ब्रॉली फॉर्म्युलामध्ये बसवता आले पाहिजे आणि डेव्हिसन आणि जर्मन यांना जे आढळले ते खरोखरच योग्य होते आणि म्हणूनच ते त्याचे कट रचत आहेत.

रूट v चे फंक्शन म्हणून ठीक आहे, तुम्हाला फक्त ते उजव्या बाजूला हस्तांतरित करायचे आहे आणि ते तीव्रतेचे प्लॉट करत आहेत तीव्रतेचे शिखर एका निश्चित कोनात रूट v चे फंक्शन म्हणून आहे जे तुम्ही कोन करत आहात.

निश्चित ठीक नाही आणि त्यांना एक सुंदरी सापडली मॅक्सिमासाठी योग्य पुष्टीकरण खरं तर मिनिमासाठी देखील एक पुष्टीकरण आहे जे n

अधिक अर्धशी संबंधित आहे जेथे n पूर्णांक आहे म्हणून त्यांनी त्यांच्या पेपरमध्ये नमूद केले आहे की त्यांना आश्चर्य वाटले की ते त्यांच्या प्रायोगिक परिणामांशी सहमत होते **deep broly hypothesis** आता तुम्ही विचारू शकता की हा प्रयोग आधुनिक दिवसांच्या किंवा क्ष-किरण विवर्तनाच्या तुलनेत किती चांगला आहे म्हणून मी तुम्हाला या शिखरांकडे पाहण्याच्या अनेक आकृत्या दाखवत आहे हे प्रयोग 1925 26 27 मध्ये केले गेले होते जेव्हा प्रयोग तांत्रिक तंत्रे होते पूर्णपणे विकसित झालेले नाही तेच आम्ही आता पाहत आहोत जर तुम्ही आधुनिक काळातील क्ष-किरण विवर्तन प्रयोग पाहिला तर आमचे विवर्तनमापक आज खूप प्रगत झाले आहेत आज आमचे स्फटिक खूपच चांगले सिंगल स्फटिक आहेत तुम्हाला दिसते ती तीक्ष्ण शिखरे आहेत जी जवळजवळ खूपच कमी आहे.

आम्ही येथे पाहत असलेल्या शिखरांशी चांगला करार ठीक आहे,

त्यामुळे हा प्रवेगक अंश परिणाम आहे आणि हा माझा खोल ब्रौली परिणाम आहे आधुनिक दा y प्रयोग नक्कीच असे धारदार वैशिष्ट्य दर्शवतात बहुधा पुढच्या वर्गात मी तुम्हाला त्यापैकी काही दाखवणार आहे परंतु मुळात आम्ही काय म्हणत आहोत ते असे आहे की आम्ही आता काहीतरी खूप मजेदार करत आहोत आम्ही प्रकाशाच्या लहरी स्वरूपाचा वापर करत आहोत.

कण लहरीसारखे वर्तन दाखवू शकतात या गृहितकाचे समर्थन आणि पुष्टीकरण

करण्यासाठी फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टमध्ये आम्ही अगदी उलट केले आम्ही असे म्हटले की प्रकाश प्रत्यक्षात कणांप्रमाणे वागतो म्हणून आपण एका विलक्षण परिस्थितीत आहोत जिथे आपल्याला माहित नाही की काहीतरी कण आहे किंवा मी कोणत्या परिस्थितीत पाहणार आहे ते तुम्ही मला देत नाही तोपर्यंत तो एक संदेश आहे जो आम्ही पाहणार आहोत

त्यामुळे तुम्हाला दिसले की ही वैशिष्ट्ये विलक्षण छान आहेत आणि हे आमच्याकडे आहे म्हणून हे अनिवार्य संख्या आहेत जे मी तुमच्या पाठ्यपुस्तकात या आहेत आणि या सर्व सोप्या समस्या आहेत ज्या तुम्ही आता विवर्तन शिखर, तरंगलांबी शोधून किंवा तरंगलांबी दिल्याने करू शकता.

h आणि एक्स्ट्रॅक्शन पीकमध्ये जाळीचे अंतर शोधा आणि पुढेही, परंतु डेव्हिस आणि जर्मन प्रयोगात मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे ते 48 ते 64 व्होल्ट्सच्या दरम्यान होते, कमाल 50 अंश 54 व्होल्ट्सवर होते आणि संबंधित डी ब्रोग्ली तरंगलांबी 0.165 आहे.

नॅनोमीटर जे तुम्हाला क्ष-किरण श्रेणीत जे सापडते त्याच्या अगदी जवळ आहे

त्यामुळे इलेक्ट्रॉनच्या लहरी स्वरूपाचे हे एक मनोरंजक आणि नेत्रदीपक प्रात्यक्षिक आहे आतापर्यंत आम्ही जे काही केले आहे ते म्हणजे तुम्ही गृहीत धरले तरी कल्पनाशक्तीपेक्षा मुक्त श्रेणी देणे.

हे ठीक आहे की एक बोहर मॉडेल आहे आणि मला एक स्थायी लहर निर्माण करायची आहे आणि पुढे पण एक गोष्ट जी या प्रकारचे विश्लेषण आणि हे प्रायोगिक पडताळणी करते ते म्हणजे लाट केवळ त्याच्या वैशिष्ट्यांद्वारेच नव्हे तर अनेक प्रश्न विचारणे.

वारंवारता पण ती तरंगलांबी द्वारे पण ती त्याच्या वारंवारतेने देखील वैशिष्ट्यीकृत आहे आता मी काय केले आहे ते म्हणजे तरंगलांबी संवेग सोबत जोडणे पण वारंवारता बदल काय आणि जर विशिष्ट f असेल तर रेकॅंसी तरंगाचा वेग किती आहे ही कल्पना करणे खूप मोहक आहे की कणाशी संबंधित लाट ज्या लहरीशी संबंधित आहे ती लाट तुम्हाला माहित आहे मला ते दूर ठेवू द्या जेव्हा लाट कणाशी निगडित असेल तेव्हा लाट ज्या लहरी हलते ती देखील असावी.

कणाचा वेग पण असा निष्कर्ष काढण्याचे स्वातंत्र्य आपल्याला नाही, म्हणून या स्लाईडवर जे प्रश्न दाखवले आहेत ते तुमच्यासाठी येथे दिले आहेत वारंवारता म्हणजे वारंवारता तरंगलांबी आणि वेग यांचा काय संबंध आहे, म्हणून जोपर्यंत आपण या प्रश्नाचे उत्तर देत नाही तोपर्यंत आपल्याला हे कळणार नाही.

आमचे कार्य पूर्ण केले आहे म्हणून हे तांत्रिकदृष्ट्या आमच्या अभ्यासक्रमात नसले तरी आम्हाला माहित असले पाहिजे,

म्हणून आम्ही काय करू ते काही लांबीने पाहणे सुरू केले पाहिजे, म्हणून आम्ही जे विचारणार आहोत ते वारंवारता तरंगलांबी आणि वेग यांच्यातील संबंध आहे.

त्यावर काम करणे आवश्यक आहे आणि आपण काय करणार आहोत ते पाहू या मी काय करणार आहे कारण माझा वेळ संपत आहे, मी तुम्हा दोघांसाठी सापेक्षतावादी सर्व मूलभूत अभिव्यक्ती देईन **ally** आणि **non relativistically** आणि मग आपण पाहणार आहोत की आपण संकटात धावणार आहोत

त्यामुळे आपण संकटातून कसे बाहेर पडणार आहोत हा प्रश्न आहे आणि तेथे आपल्याला हे माहित असणे आवश्यक आहे की फेज वेग आणि गट यांमध्ये फरक आहे.

वेग गट वेग ही अशी गोष्ट आहे जी तुम्हाला उघड होत नाही म्हणून मी ही संकल्पना सादर करेन जरी ती तांत्रिकदृष्ट्या तुमच्या अभ्यासक्रमात नसली तरी तुम्ही संबंध कसे पुनर्प्राप्त करू शकता हे मी तुम्हाला दाखवतो

त्यामुळे मी ज्या महत्त्वाच्या समीकरणांचा वापर करणार आहे ते स्पष्टपणे आहे.

p समान mv बरोबर h द्वारे λ आणि d समान p चा वर्ग दोन m ने आणि आपल्याला ते h ν असे लिहायला आवडेल मी यावर प्रश्नचिन्ह ठेवेन पण माझे आणखी एक नाते आहे जे आपण विसरू नये.

v is equal to p by m आपण हे विसरू नये आणि हा नवीन लॅम्बडा आहे मी एक प्रश्नचिन्ह लावले आहे ते असे काहीतरी आहे जे आपल्याला करायचे आहे तर मी काय करणार आहे मी तुम्हाला ही तीनही समीकरणे आजूबाजूला खेळायला बघायला सांगेन आणि पाहण्याचा प्रयत्न करा तुम्हाला उर्जा संवेग वेग तरंगलांबी आणि वारंवारता यांच्यातील संबंधांचा एक सुसंगत संच मिळतो की नाही म्हणून तुम्ही कृपया या चिन्हांसह खेळा ठीक आहे की मी दोन प्रश्नचिन्ह ठेवले आहेत कारण हे प्रायोगिकरित्या स्थापित केले गेले आहे आणि पुढील व्याख्यानत आपण काय करणार आहोत.

या संबंधांचे आणखी विश्लेषण करण्यासाठी मी संबंधित सापेक्षतावादी समीकरणे देखील लिहून देईन आणि नंतर हे केल्यानंतर आपण ग्रेट रदरफोर्ड प्रयोगाची चर्चा सुरू करू, म्हणून आपण येथे थांबू या.

Prutor@MITK