

फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवरील पुढील व्याख्यानासाठी तुम्हा सर्वांचे स्वागत आहे जो आधुनिक भौतिकशास्त्रावरील व्याख्यानांचा एक भाग आहे कारण फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाची चर्चा केल्यानंतर आपण अणूच्या बोहर मॉडेलची चर्चा करणार आहोत आणि डीप रॉलेने मांडल्याप्रमाणे मॅटर वेव्ह होतो आणि त्यानंतर आपण अणुभौतिकशास्त्रावर चर्चा करणार आहोत आत्तापर्यंत आपण काय केले आहे ते म्हणजे तथाकथित फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टचे प्रायोगिक परिणाम आपल्याला काय सांगतात याचा अभ्यास करण्यात बराच वेळ घालवला जातो.

खरे तर शेवटचे सर्व व्याख्यान हर्दझ लेनार्ड आणि मिलिकन यांनी त्यांच्या अत्यंत काळजीपूर्वक आणि अतिशय प्रसिद्ध प्रयोगांमध्ये केलेल्या निष्कर्षांवर सविस्तर चर्चा होते आणि आम्ही या प्रयोगांची वैश्विक वैशिष्ट्ये काढू शकलो, म्हणून आज आपण काय करण्याचा प्रयत्न करणार आहोत.

हे प्रयोग प्रत्यक्षात दाखवून देतात की
इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक थिअरी इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक थिअरी अ.

आणि विशेषतः प्रकाशाचे गुणधर्म

पूर्वीच्या प्रयोगांतून

प्रकाशाच्या तथाकथित तरंग गुणधर्माद्वारे पूर्वीच्या प्रयोगांमध्ये खूप चांगले प्रस्थापित झालेले दिसतात परंतु येथे आपण समोर येणार आहोत की आपण फक्त प्रकाशाच्या तरंग गुणधर्माचे पालन केल्यास आपल्याला गंभीर समस्यांना सामोरे जावे लागेल.

आम्हाला तेच दाखवायचे आहे आणि आम्हाला हे देखील दाखवायचे आहे की आइन्स्टाईनचा एक अतिशय मूलगामी प्रस्ताव प्रत्यक्षात ही समस्या कशी सोडवतो तो शास्त्रीय इलेक्ट्रोडायनॅमिक्स किंवा रेडिएशनच्या शास्त्रीय सिद्धांताची समस्या सोडवत नाही तर नवीन भाषेत फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट काय आहे हे स्पष्ट करतो पण अखेरीस क्वांटम मेकॅनिक्सच्या विकासांमुळे त्या दोघांचा ताळमेळ बसला पण ते तुमच्या अभ्यासाच्या पलीकडे आहे एक गोष्ट आपण लक्षात ठेवली पाहिजे ती म्हणजे फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवरचा पेपर 1905 मध्ये आइन्स्टाईनने लिहिला होता त्यामुळे मला माहीत असलेल्या टाइमलाइनवर थोडा वेळ घालवू द्या.

हर्दझने 1880 च्या उत्तरार्धात 1890 मध्ये कधीतरी त्याचा प्रयोग सुरू केला

आणि लेनार्डचे प्रयोग 1903 पर्यंत चालले

त्यामुळे आमच्याकडे 1903 प्रयोग लेनार्ड आणि ग्रेट मुल्लिकन यांनी 1904 ते 1915 या 10 वर्षांच्या कालावधीत प्रयोग करत राहिले त्यांचा सर्वात प्रसिद्ध प्रयोग सर्वात गाजलेला प्रयोग प्रत्यक्षात 1915 च्या आसपास आला होता परंतु आइन्स्टाईनने 1905 मध्ये त्यांचा प्रसिद्ध शोधनिबंध लिहिला

त्यामुळे हे एक सैद्धांतिक स्पष्टीकरण आहे

त्यामुळे तुम्ही लोक हे माहित असेल की 1905 मध्ये आइन्स्टाईन हा 26 वर्षांचा तरुण होता, त्याने कोणत्याही विद्यापीठात कोणतेही पद भूषवले नव्हते, तो प्रत्यक्षात स्विस पेटेंट ऑफिसमध्ये एक कारकून होता आणि त्याने हा पेपर लिहिला त्याहूनही महत्त्वाचे म्हणजे त्याने हा पेपर लिहिला होता.

1905 ला गुदद्वार मिराबिलिस असे म्हणतात याला लॅटिन आहे म्हणून जर आपण त्याचे इंग्रजीत भाषांतर केले तर याला चमत्कारिक वर्ष म्हणता येईल म्हणून आइन्स्टाईनने 1905 मध्ये तीन मूलभूत शोधनिबंध लिहिले जे त्याने प्रकाशित केलेले पहिले पेपर फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवर होते आणि नंतर त्याने त्याचे प्रकाशन केले.

स्पेशल रिलेटिव्हिटीवरील पेपर आणि तिसरा ब्राउनियन मोशन या तीनही पेपरला मूलभूत महत्त्व आहे.

भौतिकशास्त्रांमुळे आपण भौतिकशास्त्राकडे पाहण्याचा दृष्टीकोन बदलला आणि भौतिकशास्त्र आपल्याला निसर्गाचे वर्णन करण्यासाठी निसर्गाकडे पाहण्याची परवानगी देते आणि तुमच्यापैकी बहुतेकांनी विशेष सापेक्षतेबद्दल ऐकले असेल आणि तुम्ही या कोर्समध्ये फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाबद्दल शिकत आहात हे नक्कीच तुम्हाला फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव शिकायला मिळेल.

ब्राउनियन मोशनवरील पेपर देखील विलक्षण महत्त्वाचा आहे कारण हा पेपर आहे ज्याने बोल्ट्झमनच्या तथाकथित आण्विक गृहीतकाची पडताळणी कशी करायची हे दाखवले आहे ,

त्यामुळे हा रेणू किंवा गृहीतकावरचा एक सैद्धांतिक पेपर आहे,

त्यामुळे तुमच्या वायू वर्गाच्या गतिज सिद्धांतामध्ये तुम्ही समविभाजनाबद्दल ऐकले असेल.

ऊर्जेचा वायू मोठ्या संख्येने रेणूंचा बनलेला असतो आणि ते एकमेकांशी टक्कर घेतात आणि पुढे एखाद्याला प्रत्यक्ष प्रायोगिक पुराव्याची आवश्यकता असते ज्यासाठी तो तेथे नव्हता एवोर्कॅंडो नंबर इत्यादि ते सर्व गृहितक होते ते हा मूलभूत पेपर आहे 1905 च्या ब्राउनियन मोशनवर ज्याने प्रत्यक्षात प्रायोगिकांना अँड्रॉगॅंडो संख्या थेट मोजण्याची परवानगी दिली हे प्रयोग खरेतर फ्रेंच भौतिकशास्त्रज्ञ पेरॉन यांनी केले होते आणि त्यासाठी त्यांना नोबेल पारितोषिकही मिळाले होते आणि फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवरील त्यांच्या मूलभूत कार्यासाठी स्वतः आइन्स्टाईन यांना नोबेल पारितोषिक मिळाले होते

त्यामुळे त्यांना नोबेल का मिळाले नाही यावर बरेच काही अवलंबून आहे.

सापेक्षतेच्या विशेष सिद्धांताची बरीच कारणे आहेत परंतु आपल्यासाठी महत्त्वाचे भौतिकशास्त्र कारण म्हणजे आइन्स्टाईनने स्वतः सांगितले की सापेक्षतेचा विशेष सिद्धांत हा फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाच्या सिद्धांताच्या विकासाच्या तुलनेत केक वॉक होता कारण सापेक्षतेच्या विशेष सिद्धांतासाठी येथे मॅक्सवेलचे पूर्वीचे कार्य होते.

मॅक्सवेलची समीकरणे होती लॉरेंन्चे परिवर्तन लॉरेंन्झने आधीच साधले होते ते सर्व त्याला सुसंगत पद्धतीने एकत्र ठेवायचे होते , म्हणजे त्याने असे म्हटले की आम्ही त्याच्या कामाला कमी लेखत नाही परंतु फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव आणि हा एक पूर्णपणे कठीण प्रयोग होता.

समजून घेण्यासाठी आणि त्याला एक मूलगामी स्पष्टीकरण आवश्यक आहे ज्यासाठी डब्ल्यूपेक्षा कितीतरी जास्त धैर्य आवश्यक आहे विशेष सापेक्षता सिद्धांताच्या बाबतीत आवश्यक आहे म्हणून त्याला फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टसाठी नोबेल पारितोषिक मिळाले यात आश्चर्य नाही म्हणून आज मी काय करणार आहे ते प्रायोगिक परिणाम काय आहेत याचा थोडक्यात सारांश आपण सुरू करण्यापूर्वी सारांशित करणे चांगले आहे. सैद्धांतिक चर्चेने मग मी दाखवणार आहे की प्रायोगिक परिणाम आणि शास्त्रीय सिद्धांत यांच्यातील मोठा संघर्ष काय आहे, ही छोटीशी विसंगती नाही तर खूप मोठी विसंगती आहे, ती मी तुम्हाला दाखवणार आहे आणि नंतर मी सांगणार आहे.

फोटॉनची संकल्पना कशी निर्माण झाली आणि आइन्स्टाईन त्याचा वापर किती फायदेशीरपणे करू शकले हे आपण मांडलेले मॉडेल आहे परंतु हे एक अतिशय शक्तिशाली मॉडेल आहे कारण शेवटी आपण दाखवणार आहोत की हे मॉडेल आणखी एका घटनेचे स्पष्टीकरण देऊ शकते. जे अगदीच असंबद्ध वाटतंय आणि त्यालाच स्टोक्स कायदा म्हणतात आणि तिथे आपण फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टवर चर्चा संपवणार आहोत, म्हणून आपण f_a ची थोडक्यात चर्चा सुरू करूया.

cts आणि नंतर प्रॉस्पेक्ट्स बघा ठीक आहे

फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट म्हणजे काय याचा एक रीकॅप पाहू या हा एक आलेख आहे जो मी तुम्हाला आधी दाखवला आहे आणि हे मूलतः 1913 मध्ये मिलिकनने y अक्षावर केलेल्या प्रसिद्ध प्रयोगाची पुनर्रचना आहे.

तुमच्याकडे फोटोइलेक्ट्रॉनची जास्तीत जास्त गतीज ऊर्जा आहे, मग काय घडत आहे, म्हणून आपण ते लक्षात ठेवूया की तुमच्याकडे धातूचा पृष्ठभाग आहे आणि तुमच्यावर रेडिएशन पडत आहे आणि ते इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करत आहे जे आमच्याकडे आहे आणि ते एकत्रित केले आहे. तंतोतंत गोळा केलेले नाही म्हणून तुम्ही जे कराल ते म्हणजे येथे प्लेट लावणे आणि या विशिष्ट दिशेने एक विरुद्ध व्होल्टेज लावणे आणि तुम्ही विचाराल की प्लेटपर्यंत पोहोचणारे सर्व इलेक्ट्रॉन थांबवण्यासाठी मला कोणते व्होल्टेज लागू करावे लागेल.

मी सर्वात वेगवान किंवा सर्वात ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन देखील थांबवू शकतो जेणेकरून इलेक्ट्रॉन चार्जने गुणाकार केलेला व्होल्टेज जास्तीत जास्त ऊर्जा जास्तीत जास्त ऊर्जा देईल तुम्ही किरणोत्सर्गाची वारंवारता बदलत राहता का म्हणून या आकृतीवर परत येऊ या आम्ही या किरणोत्सर्गाची उर्जा बदलत राहतो आणि विचारू की इलेक्ट्रॉनची जास्तीत जास्त गतीज ऊर्जा y अक्षावर कशी बदलते आणि जास्तीत जास्त गतीज ऊर्जा किती असते? थांबण्याची क्षमता याशिवाय काहीही नाही, थांबण्याची क्षमता ही सर्व इलेक्ट्रॉन्स थांबवण्यासाठी आवश्यक असलेली किमान क्षमता आहे, म्हणून जेव्हा तुम्ही त्यांना प्लॉट करता तेव्हा हा आलेख स्पष्टपणे दर्शवतो की तुम्हाला एक सरळ रेषा मिळणार आहे आणि उतार डेल्टा ए बाय डेल्टा नु आहे.

वेळेत किंवा कोनीय संवेगातील ऊर्जेचा परिमाण जो एक सार्वत्रिक स्थिरांक आहे हा प्रायोगिक परिणाम सोडियमसाठी आहे आणि x अक्ष हा इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्समध्ये आहे

त्यामुळे तुमच्याकडे तेच आहे आणि y अक्ष देखील इलेक्ट्रॉनच्या जगात आहे त्याच प्रयोगाची पुनरावृत्ती केली जाऊ शकते.

सोन्यावरील अनेक अणूवर निकेलवरील झिंक, फ्रिकेन्सी भिन्न असेल जास्तीत जास्त फोटोइलेक्ट्रॉन ऊर्जा भिन्न असेल परंतु उतार हा एक वैश्विक स्थिरांक आहे जो m आहे ost महत्वाची गोष्ट उतार हा एक सार्वत्रिक स्थिरांक आहे म्हणून आमच्याकडे स्वतःसाठी दोन कार्ये आहेत ज्यांना इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक थिअरी मधून जे काही माहित आहे त्यावरून मला हे रेषीय वर्तन कसे समजावे आणि या सार्वत्रिक स्थिरांकाचा अर्थ काय आहे म्हणून या दोन कार्ये कापली आहेत आमच्यासाठी आणि आम्ही त्यासह काय करू शकतो ते पाहू या, म्हणून मी तुम्हाला या विशिष्ट स्लाइडमध्ये जे काही शब्दांत सांगितले ते मी पुन्हा एकत्र केले आहे हे महत्वाचे मुद्दे आहेत आणि मूलभूतपणे आपण जे पाहणार आहोत ते सार्वत्रिकता आणि तीव्रतेच्या परस्परसंवादासह आहे.

रेडिएशन आणि रेडिएशनची वारंवारता म्हणून येथे बिंदू क्रमांक एक आहे सर्वप्रथम आपण लक्षात घेतले की आपण कोणतीही धातू घेतली तर फोटो उत्सर्जनासाठी किमान वारंवारता आवश्यक असते जर वारंवारता त्या किमान वारंवारतापेक्षा कमी असेल तर आपण थ्रेशोल्ड वारंवारता ठेवू शकता तीव्रता वाढल्यावर पण फोटोइलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होणार नाही आता एक प्रायोगिक निरीक्षण आहे एकदा मी ती किमान वारंवारता ओलांडली की थ्रेशोल्ड ओलांडतो मग मी तीव्रता वाढवत राहिल्याने अधिकाधिक इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होतात ही पुढची गोष्ट आहे मग आपण जे विधान करत आहोत ते थ्रेशोल्ड फ्रिकेन्सी थ्रेशोल्ड फ्रिकेन्सीच्या खाली आहे उत्सर्जन नाही की तीव्रता कितीही असो आणि नंतर थ्रेशोल्ड फ्रिकेन्सी म्हणून आपण थ्रेशोल्ड फ्रिकेन्सीला nu_{naught} म्हणू या जर $nu < u_{naught}$ पेक्षा जास्त असेल तर ते तीव्रतेच्या प्रमाणात आहे

त्यामुळे किमान वारंवारता खाली उत्सर्जन होत नाही आणि मी वारंवारता वाढवत राहिल्याने ते वारंवारतेवर कसे अवलंबून असते.

वारंवारता आणि ही थांबण्याची शक्ती यांच्यातील संबंध हे तीव्रतेवर अवलंबून नाही, थांबण्याची शक्ती तीव्रतेवर अवलंबून नाही उत्सर्जित होणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची एकूण संख्या तीव्रतेवर अवलंबून असते परंतु थांबण्याची क्षमता तीव्रतेवर अवलंबून नसते ती फक्त वारंवारतांवर अवलंबून असते या विशिष्ट आकृतीमध्ये आम्हाला तेच आढळते

त्यामुळे तुमची थांबण्याची क्षमता कमाल सारखीच आहे उम गतिज ऊर्जा आणि ही अशी गोष्ट आहे जी आपण समजून घेतली पाहिजे आणि हे परिणाम प्रत्यक्षात अनाकलनीय आहेत ते अगदी सोपे दिसतात कारण बहुतेक वेळा आपण आपल्या प्रयोगशाळेत आलेख काढतो तेव्हा आपल्याला सरळ रेषा नसतानाही सरळ रेषा हवी असते.

रेषा आपण आपली युनिट्स अशा प्रकारे रूपांतरित करतो की आपल्याला एक सरळ रेषा मिळणार आहे परंतु येथे आपल्याला एक गंभीर समस्या आहे कारण जर माझे इलेक्ट्रॉन धातूमधून बाहेर पडत असतील तर म्हणजे माझे इलेक्ट्रॉन धातूला बांधले जात असतील तर ते बाहेर पडत

असतील तर तुम्हाला पुरवठा करावा लागेल.

ऊर्जा आणि ऊर्जा कोठून येते ऊर्जा किरणोत्सर्गातून येते किरणोत्सर्ग ऊर्जा वाहून नेतो ऊर्जा रेडिएशन गती वाहून नेतो हेच मॅक्सवेलने आपल्याला शिकवले आणि प्रयोगांद्वारे हेच सत्यापित केले गेले आहे हे आपल्या सर्वांना माहित आहे की प्रयोग कसा करायचा हे एक लेन्स फोकस सूर्यप्रकाशावर घ्या.

कागदाचा पत्रा आणि पत्रक जळू लागते आपण सर्वांनी असे केले आहे की आपण लहान असताना रेडिएशन ऊर्जा वाहून नेत असते त्यामुळे ही समस्या नाही खरी समस्या आहे उर्जेच्या घनतेची अभिव्यक्ती मी आधीच चर्चा केली आहे मी सामंजस्य करत आहे की उर्जेच्या घनतेची अभिव्यक्ती एप्सिलॉन नॉट ई स्केअरने दिली आहे जेथे ई विद्युत क्षेत्र आहे आता जर एक रंगीत समतल लहर असेल तर लक्षात ठेवा की आपण त्यामधून जाऊ या ते पटकन जेणेकरून आपण बिंदू गमावणार नाही जर तुमच्याकडे मोनोक्रोमॅटिक प्लेन वेव्ह असेल म्हणजे माझी वारंवारता किंवा तरंगलांबी निश्चित असेल तर माझे इलेक्ट्रिक फील्ड काही नाही असे म्हणूया की $\sin kz$ वजा ओमेगा t हा तरंग क्रमांक आहे आणि ओमेगा आहे वर्तुळाकार वारंवारता मग माझी उर्जा काही नसून एप्सिलॉन नॉट ई स्केअर आहे जी माझ्याकडे आहे जी एप्सिलॉन नॉट ई नॉट स्केअर साइन स्केअर kz वजा ओमेगा टी आहे

त्यामुळे कोणत्याही दिलेल्या बिंदूवर ऊर्जा

दृश्यमान श्रेणीमध्ये 0 ते एप्सिलॉन e स्केअर दरम्यान नाही.

सुमारे 10 ते 14 हर्ट्झच्या पॉवरच्या ऑर्डरची फ्रिक्वेन्सी 15 हर्ट्झ असते म्हणजे 10 ते 14 किंवा 15 सेकंदांच्या पॉवरमध्ये ते एका सेकंदात दोलन होत असते.

10 च्या पॉवरला 14 किंवा 15 वेळा **oscillating** आम्ही मोजू शकत नाही म्हणून तुम्ही काय करता ते म्हणजे सरासरी पाहणे आणि ते मला **epsilon naught e naught 2** ने स्केअर करेल याचा अर्थ वारंवारता किंवा तरंगलांबीचा सर्व संदर्भ निघून जाईल तुमची उर्जेची घनता फक्त एम्प्लिट्यूड स्केअर आणि नॉट स्केअरवर अवलंबून असते जी इलेक्ट्रिक फील्डची मॅग्निट्यूड असते जी इलेक्ट्रिक फील्डची मॅग्निट्यूड असते जे इलेक्ट्रिक फील्ड किती जास्त मूल्य घेऊ शकते याचा अर्थ रेडिएशनमधून इलेक्ट्रॉनमध्ये ऊर्जा हस्तांतरित होत असल्यास ते हस्तांतरण पूर्णपणे माझ्या ई स्केअरवर अवलंबून असले पाहिजे हे स्लाइडिंग मला यू इकल टू एप्सिलॉन नॉट ई स्केअर दाखवत आहे याचा अर्थ यू इकल टू एप्सिलॉन नॉट बाय टू ई नॉट स्केअर याचा अर्थ तुम्ही फ्रिक्वेन्सीवर अवलंबून राहू नये पण मी मागे जाऊन पाहिल्यास या आकृतीत हा उत्तम प्रायोगिक आकृती माय x अक्ष प्रत्यक्षात वारंवारता आहे आणि तुम्हाला या विशिष्ट आकृतीमध्ये 4.

5 इलेक्ट्रॉन व्होल्टपेक्षा कमी दिसत आहे, कोणतेही उत्सर्जन नाही तुम्ही तीव्रता वाढवत राहू शकता, उत्सर्जन होत नाही म्हणून आम्ही अडचणीत आहोत इलेक्ट्रोडायनामिक्सच्या शास्त्रीय सिद्धांतातील ही अतिशय मोहक ही अतिशय सोपी सुंदर आकृती आम्ही समजू शकलो नाही, त्यामुळे आता आपण काय करावे गुणात्मकतेचा एक मार्ग आहे.

या फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टसह शास्त्रीय सिद्धांत आणि क्वांटममधील विसंगती पाहून

मॅक्सवेल आपल्याला काय सांगतो आणि प्रयोगात काय आढळते यामधील तफावतीचा अंदाज लावण्याचा आणखी एक मार्ग आहे, आता आपण कल्पना करूया की इलेक्ट्रॉन धातूला बांधलेला आहे

म्हणून हा धातू आहे.

आणि हा किरणोत्सर्ग खाली पडत आहे आणि एक इलेक्ट्रॉन आहे जो इथे बसला आहे हा एक चांगला प्रश्न आहे की हा इलेक्ट्रॉन या किरणोत्सर्गामुळे मुक्त कसा होतो, तर काय होत आहे, जर तुम्ही कल्पना करत असाल की हा इलेक्ट्रॉन स्प्रिंगद्वारे जाळीला बांधला गेला आहे.

ते बरोबर आहे म्हणून आपण अणूची कल्पना कशी करतो मग हे रेडिएशन येते ते इलेक्ट्रॉनला आदळते म्हणून ते सुरू होईल

oscillating म्हणजे तुम्हाला जे मिळत आहे ते एक सक्तीचे दोलन आहे ज्याचा तुम्ही तुमच्या यांत्रिकीमध्ये अभ्यास केला आहे ज्याचा अभ्यास तुम्ही तुमच्या $1cr$ सर्किटमध्ये देखील कराल आणि पुढे तुमच्याकडे सक्तीचे दोलन आहे

त्यामुळे जर माझ्या इलेक्ट्रॉनमध्ये नैसर्गिक वारंवारता ओमेगा शून्य असेल आणि जर रेडिएशन असेल तर ओमेगा एका विशिष्ट फ्रिक्वेन्सीसह येत आहे जेव्हा तुम्ही इलेक्ट्रॉनला मारत राहाल तेव्हा अधिकाधिक उर्जेने दोलन सुरू होईल आणि शेवटी जेव्हा मोठेपणा वाढतच जाईल आणि शेवटी जेव्हा मोठेपणा ब्रेकिंग ॲम्प्लीट्यूडवर आदळला तेव्हा वसंत ऋतू सॅप होईल तेव्हा तुम्ही म्हणाल इलेक्ट्रॉन मुक्त झाला आहे म्हणून मी काय करू शकतो हे विचारणे म्हणजे इलेक्ट्रॉन मुक्त होण्यासाठी किती वेळ लागेल हे विचारणे म्हणजे जर मी माझी उर्जा पाठवत राहिलो हा प्रश्न आपण विचारत आहोत आणि याचा अंदाज लावणे ही एक अतिशय सोपी गोष्ट आहे.

इलेक्ट्रॉनद्वारे प्रति युनिट वेळेत किती ऊर्जा शोषली जाते हे आपण विचारणार आहोत, तर आपण या स्लाइडवर परत येऊ या म्हणजे शोषली जाणारी ऊर्जा प्रति युनिट ऊर्जा आहे धातूवर पडणाऱ्या वेळेला इलेक्ट्रॉनच्या एकूण संख्येने भागले की मला जे हवे आहे ते म्हणजे माझ्याकडे काय आहे माझ्याकडे एक प्लेट आहे इथे रेडिएशन अशा प्रकारे येत आहे म्हणून मी विचारत आहे की प्रति युनिट वेळेत किती रेडिएशन पडत आहे क्षेत्रफळ आणि मी असे गृहीत धरत आहे की ते सर्व शोषले जाणार आहेत मग मला माहित आहे की प्रत्येक इलेक्ट्रॉन किती शोषून घेतो कारण मला त्या क्षेत्रातील इलेक्ट्रॉनची संख्या माहित आहे आणि नंतर मला लागणारा वेळ सापडतो आणि तेच मी येथे लिहिले आहे.

मी उर्जेची घनता घेईन मी ते क्षेत्रफळाने गुणाकार करीन मी प्रकाशाच्या गतीने गुणाकार करेन

त्यामुळे मला प्रति युनिट व्हॉल्यूम प्रति युनिट वेळेत घटणारी ऊर्जा मिळेल आणि मी इलेक्ट्रॉनच्या संख्येने भागेन जी प्रत्यक्षात घनता आहे.

इलेक्ट्रॉन्स आणि ते काय असले पाहिजे ते काहीही नसावे परंतु तुमच्या थांबण्याच्या क्षमतेने भागिले त्या पूर्ण तुमचा वेळ आवश्यक आहे

त्याशिवाय काहीही नसावे आणि आम्हाला ते पहायचे आहे म्हणून येथे काही संबंधित डेटा आहे म्हणून मी येथे येऊ आणि तुम्ही मला पूर्ण माहिती

मिळाली नाही की या संख्या वास्तविक संख्या आहेत म्हणून कृपया त्यांना गांभीर्याने घ्या मी सोडियम पहात आहे सोडियममध्ये इलेक्ट्रॉनची 2. 36 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट संख्या असते तेव्हा इलेक्ट्रॉनची घनता 10 ते 19 ची तरंगलांबी असते.

300 ते 400 नॅनोमीटर समजू या की तीव्रता 10 ते उणे 6 वॅट प्रति मीटर स्केअरची शक्ती आहे कारण मी गणना करतो की म्हणून तुम्ही पुरवत असलेल्या अणूची ऊर्जा 10 उणे 25 वॅट्स प्रति सेकंदाची ऊर्जा आहे तुम्ही 10 पॉवर पुरवत आहात उणे २५ वॅट्स प्रति सेकंद आता तुम्ही गणना करू शकता की इलेक्ट्रॉनसाठी किती ऊर्जा आहे इलेक्ट्रॉनला ऊर्जा मिळविण्यासाठी किती वेळ आहे आणि सर्व संख्यांमध्ये सुमारे 2 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट किंवा 3 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट प्लग किती आहे.

एक गणन केले तर तुम्हाला 2.

6 ते 10 ते 6 सेकंदांची पॉवर मिळेल, म्हणून कृपया हे गृह असाइनमेंट म्हणून घ्या या सर्व आकड्यांचे कार्य फंक्शन 2.

36 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट घनता 10 ते 19 वेव्हलची शक्ती आहे.

ngth 300 ते 400 नॅनोमीटर आहे मी तुम्हाला तीव्रता 10 ते उणे 6 वॅट्स प्रति मीटर स्केअरची पॉवर देत आहे हे सर्व प्रयोगात वापरलेले आकडे आहेत आणि लागणारा वेळ 2.

6 ते 10 ते 6 सेकंदाची पॉवर किती आहे 2.

6 ते 10 ते 6 सेकंदांच्या पॉवरमध्ये तुमच्याकडे दिवसात 24 तास आहेत मग तुम्ही 3600 ने गुणाकार केला म्हणजे तुम्हाला एका दिवसातील सेकंदांची संख्या मिळते आणि नंतर तुम्ही 30 ने गुणाकार केला म्हणजे तुम्हाला एका महिन्यात दिवसांची संख्या मिळते.

जर तुम्ही याचा गुणाकार केला तर तुम्हाला 2.

6 ते 10 ची पॉवर 6 मिळणार आहे म्हणजे तुम्हाला तेच मिळणार आहे म्हणजे ही संख्या संपूर्ण महिनाभर वाट पाहण्याशी संबंधित आहे, जे आम्ही म्हणत आहोत म्हणून मिलिकन प्रयोग घ्या किंवा लेनार्ड प्रयोग त्यांच्यात खूप कमी तीव्रता आहे परंतु पुरेशी वारंवारता या कमी तीव्रतेचे रेडिएशन येत आहे शोषली जाणारी ऊर्जा तीव्रतेवर अवलंबून असते म्हणून मी करत असलेली गणना ही आहे की जर शास्त्रीय सिद्धांत बरोबर असेल तर मला मिळाले असते 2.

6 ते 10 ते 6 सेकंदांच्या पॉवरपर्यंत एक संपूर्ण महिना वाट पाहण्यासाठी वास्तविक वेळेची काय आवश्यकता आहे सुरुवातीच्या प्रयोगकर्त्याने आम्हाला सांगितले आहे की ते तात्काळ झाले आहे, आम्हाला लगेच कळत नाही याचा अर्थ काय आहे तुमच्याकडे असलेल्या घड्याळावर अवलंबून आहे म्हणून आपण कल्पना करू या की मिलिकनकडे अर्धा सेकंद किंवा अगदी एक सेकंदाचे रिझोल्यूशन असलेले घड्याळ आहे याचा अर्थ 10 च्या 6 च्या पॉवरमध्ये 10 च्या फॅक्टरमध्ये 6 i च्या पॉवरमध्ये विसंगती आहे.

एका मिनिटात 10 ते 6 ची घात किती आहे याची कल्पना देईल पृथ्वीची त्रिज्या सुमारे 6 400 किलोमीटर आहे आणि पृथ्वीची त्रिज्या सुमारे 6 400 किलोमीटर आहे म्हणजे 6.

4 ते 10 घन आहे म्हणजे ती 10 आहे 6 मीटरची पॉवर

त्यामुळे तुमच्या मीटरच्या स्केलला पृथ्वीची त्रिज्या समजणे हे गोंधळात टाकण्यासारखे आहे ते तितकेच वाईट आहे परंतु प्रत्यक्षात ते त्यापेक्षा खूपच वाईट आहे कारण आज आपल्याला माहित आहे की वास्तविक वेळेची आवश्यकता आहे आपल्याजवळ खूप चांगली घड्याळे आहेत ठीक आहे खरी वेळ आवश्यक आहे 10 ते वा ई पॉवर वजा 9 सेकंद सर्व संक्रमणे 10 पेक्षा जास्त उणे 9 सेकंदांच्या पॉवरमध्ये होतात म्हणून जर तुम्ही ही स्लाइड पाहिली तर आम्हाला शास्त्रीय सिद्धांत सापडला आहे तो एक महिना म्हणजे 10 ते 6 सेकंदांच्या पॉवरचा माझा प्रयोग आहे.

10 ची पॉवर वजा 9 सेकंद म्हणत आहे म्हणून विसंगती गुणोत्तर 10 ते 15 ची पॉवर आहे हे मनाला चकित करणारी संख्या आहे 10 ते 15 ची पॉवर हे एखाद्या व्यक्तीच्या आयुष्यासारखे आहे म्हणून जर शास्त्रीय सिद्धांत असेल तर बरोबर जर मिलिकन किंवा लेनार्ड यांनी त्यांचे संपूर्ण आयुष्य त्यांच्या प्रयोगादरम्यान घालवले असते तर कदाचित त्यांना काही इलेक्ट्रॉन सापडले असते आणि ते फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट अजिबात नसते,

त्यामुळे पृथ्वीवरील सूर्याचे अंतर 10 पॉवर किती आहे हे पाहण्यासाठी तुमच्यासाठी आणखी एक अंदाज आहे.

11 मीटर म्हणजे पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यातील अंतर आणि धुळीच्या कणाचा आकार सुमारे 10 ते उणे 5 मीटर 10 ची शक्ती उणे 5 ते 10 ते उणे 6 ची शक्ती आहे तर काय y तू म्हणत आहेस की धुळीचा कण इतका मोठा आहे की तो पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यातील सर्व जागा भरून टाकतो, जर मी असे विधान केले तर मला तारा वेडे वाटेल, असे विधान कोणीही करू शकत नाही.

या प्रायोगिक परिणामांची वैधता

आम्ही जे काही निरीक्षण केले आहे त्याच्याशी शास्त्रीय सिद्धांताचा ताळमेळ घालणे अशक्य आहे, म्हणून दुसऱ्या शब्दांत एक आधुनिक शब्दावली आहे जी लोकांना वापरायला आवडते आम्हाला एक अतिशय कठोर पद्धत आवश्यक आहे.

शस्त्रक्रिया म्हणजे आपल्याला हेच करायचे आहे आणि आइन्स्टाईनने फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टचे स्पष्टीकरण देताना नेमके तेच केले होते, ज्याचा तुम्हाला प्रश्न पडला असेल की आइन्स्टाईनच्या तीन पेपर्सचा एकमेकांशी काही संबंध आहे की नाही सापेक्षतेच्या विशेष सिद्धांतावर.

ब्राउनियन मोशनवरील कागद प्रत्यक्षात त्या तिघांनाही एकमेकांसोबत काहीतरी करायचे

आहे, आइन्स्टाईन फोटॉन वायूची भाषा बोलत आहे जी तुम्हाला दिसेल आणि अर्थातच तो अणूची भाषा बोलतो कारण इलेक्ट्रॉन येत आहेत म्हणून तुम्हाला आण्विक गृहीतकाची वैधता आवश्यक आहे जी ब्राउनियन गती फोटॉन गृहीतक देते हे केवळ विसंगतच नाही तर

शास्त्रीय इलेक्ट्रोमॅग्नेटिझमवरून देखील समजू शकत नाही न्यूटोनियन मेकॅनिक्स हा फोटॉनची संकल्पना समजून घेण्याचा एकमेव मार्ग म्हणजे सापेक्षतेच्या एका विशेष सिद्धांताद्वारे आम्हाला ते कसे आहे हे पहायचे आहे,

त्यामुळे आइन्स्टाईनने जे काही साध्य केले ते एक विलक्षण आहे जे कदाचित अनेक शतकांमध्ये त्याने तीन स्वतंत्र काम केले असेल. ते सर्व मूलभूत आहेत ते सर्व अगदी मूळ आहेत ते सर्व एकमेकांपासून स्वतंत्र आहेत परंतु तरीही ते काय घडत आहे याचे संपूर्ण चित्र देण्यासाठी ते एकमेकांशी संवाद साधतात

त्यामुळे 1905 हे खरोखरच क्रांतिकारक होते आणि ज्याचे आपण कौतुक केले पाहिजे तर काय झाले आहे आपण भौतिकशास्त्राच्या संकटात पोहोचलो आहोत प्रचंड प्रमाणात संकट आले आणि हे सर्व हर्ट्झने सुरू केले होते, हर्ट्झबद्दल खूप मनोरंजक कथा आहेत आणि वरवर पाहता हर्ट्झने सांगितले की तो अशा कोणत्याही युगात जन्माला आला आहे जिथे तो मूलभूत शोध लावू शकत नाही अशा गरीब माणसाने त्याला वाटले. निसर्गाच्या नियमांबद्दल जे काही माहित असणे आवश्यक आहे ते सर्व केले गेले आहे न्यूटनने आम्हाला गुरुत्वाकर्षण दिले आइन्स्टाईनने आम्हाला मॅक्सवेलने आम्हाला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिझम दिले

त्यामुळे आम्हाला कण समजतात आम्ही लाटा समजतो आणि मग नक्कीच तुमच्याकडे घटक समीकरणे आहेत तुम्हाला परवानगी आहे पारगम्यता माहित आहे बाकीचे भौतिकशास्त्र काय होते तपशिलाची बाब ही सामान्य लोकांसाठी सोडली आहे म्हणून श्री दुखावले गेले तुम्हाला माहित आहे की मी एक हुशार व्यक्ती आहे मी प्रतिभावान आहे पण माझ्यासाठी करण्यासारखे फार काही नाही तो एकटाच माणूस नव्हता ज्याला अशी कल्पना कोणीतरी मायकेलसनकडे गेली आणि त्याला विचारले मी भौतिकशास्त्राचा पाठपुरावा करावा का मायकेलसन त्याला म्हणाले नाही नाही भौतिकशास्त्रात प्रवेश करू नकोस भौतिकशास्त्रात सर्व काही संपले आहे आम्हाला ग्रह माहित आहे ary motion आम्हाला ब्रह्मांड माहित आहे आम्हाला सर्व काही माहित आहे बाकी सर्व काही पुन्हा तपशीलाची बाब आहे कोणीतरी अधिक अचूकतेसाठी काहीतरी निश्चित करेल अधिक अचूकता किंवा जे काही तुम्ही इतर काही विषयाचा पाठपुरावा कराल जे मायकेल म्हणाले किंवा हर्ट्झ यांना हे समजले नाही की ते खरोखर स्टेजची तयारी करत होते.

एक पूर्णपणे नवीन भौतिकशास्त्र कशासाठी आहे ज्याने आपले जीवन पूर्णपणे बदलले आहे आइन्स्टाईन आले प्लँक आले त्यांनी आम्हाला क्वांटम सिद्धांत दिला आइन्स्टाईनने सापेक्षतेचा एक विशेष सिद्धांत दिला आइन्स्टाईनने आम्हाला सापेक्षतेचा सामान्य सिद्धांत दिला आज आमची सर्व जीपीएस उपग्रह गती सामान्य सापेक्षतेच्या सिद्धांतामुळे आहे आपल्याला त्यांचा वापर करावा लागेल म्हणून हे सुरळीतपणे घडले नाही तर अतिशय हिंसक मार्गाने घडले एक वास्तविक खोल संकट आहे म्हणून आपण काय करावे ते एक मिनिट थांबावे आणि ते संकट काय आहे ते पहा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनच्या लहरी स्वरूपाकडे पहा.

प्रायोगिक समर्थन आम्हाला शंका नाही की ते इतके ठोस आहे की अगदी खूप शक्तिशाली आहे न्यूटन सारखी प्रभावशाली व्यक्ती ज्याचा कॉर्प्सकल किंवा प्रकाशाच्या सिद्धांतावर विश्वास होता त्याचे गृहितक सोडून द्यावे लागले त्याला तुमच्याकडून ठोस आधार कसा मिळतो परावर्तन आणि अपवर्तन कमी आहे तुमच्याकडे विवर्तन आहे तुम्हाला हस्तक्षेप आहे हे प्रयोग आहेत जे निर्णायकपणे प्रकाश दर्शवतात ही एक लहरी घटना आहे आणि लक्षात ठेवा की आम्ही आमच्या दुसऱ्या व्याख्यानात या सर्व गोष्टींचे पुरावे शोधण्यात बराच वेळ घालवला त्यामुळे तुमच्याकडे तरुणांचा डबल एक्सपायरी डबल स्लिट प्रयोग दृश्यमान प्रदेश हर्ट्झमध्ये आहे आणि जेसी बॉस त्यांनी मायक्रोवेव्ह प्रदेशात प्रयोग पुन्हा केला आहे जेसी बॉस आणि मार्कोनी रेडिओ लहरी निर्माण करण्यात सक्षम होते मार्कोनी यांना नोबेल पारितोषिक जेसी बोसला मिळाले नाही ही एकंदरीत वेगळी बाब आहे परंतु आपण असे पाहतो की इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक सिद्धांताच्या लागू होण्याच्या क्षेत्रामध्ये ते सर्वत्र कार्यरत आहे

त्यामुळे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनच्या लहरी स्वरूपाला ठोस समर्थन आहे.

परावर्तन अपवर्तन हस्तक्षेप आणि तरंगलेंगच्या मोठ्या श्रेणीवरील विवर्तन हे केवळ दृश्यमान श्रेणीतच नाही तर दृश्यमान श्रेणीच्या बाहेर देखील आहे जेणेकरून ते खूप दृढपणे स्थापित केले गेले आहे परंतु दुसरीकडे फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव मला सांगत आहे की मी वारंवारतावरील रेषीय अवलंबित्व समजू शकत नाही आणि वारंवारतावरील रेषेवर अवलंबून जास्तीत जास्त ऊर्जा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह इंड्रियगोचर पासून हे एक मोठे संकट आहे की यातून बाहेर पडण्याचा मार्ग आहे का ते आपल्याला विचारायचे आहे आणि इथेच अल्बर्ट आइन्स्टाईनची 1905 ची क्रांती आपल्यासाठी खूप महत्वाची आहे आणि आइन्स्टाईनने काय केले आइन्स्टाईन म्हणाले की मी सर्व सोडून जाईन लाटा इत्यादी समस्या बाजूला ठेवून मी कण स्पष्टीकरण एक मूलगामी कण स्पष्टीकरण घेऊन येणार आहे आणि मी या टप्प्यावर फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टचे स्पष्टीकरण देणार आहे हे लक्षात ठेवावे की आइन्स्टाईन सातत्य राखण्याचे उद्दिष्ट नव्हते.

कण निसर्गासह निसर्ग आइन्स्टाईन तसे करत नव्हते आणि तसे करण्याचा प्रयत्न न करण्याइतका तो शहाणा होता कारण तरंग चित्र आणि तथाकथित कण चित्र यांच्यातील सुसंगतता आपण एकाच वेळी साध्य करू शकत नाही, खरं तर मला असे म्हणायला हवे की तथाकथित तरंग चित्र आणि तथाकथित कण चित्र हे 1930 मध्ये खूप नंतर आले

त्यामुळे आणखी एक प्रतीक्षा करावी लागली.

25-30 वर्षे आणि भौतिकशास्त्राचे विद्यार्थी जेव्हा त्यांच्या क्वांटम मेकॅनिक्स अभ्यासक्रमांमध्ये भौतिकशास्त्र करतात तेव्हा त्यांच्या अतिशय प्रगत अभ्यासक्रमांमध्ये अभ्यास करतात,

त्यामुळे या क्षणी कृपया लक्षात ठेवा की आम्ही जे करत आहोत ते एक व्यवहार्य स्पष्टीकरण घेऊन येत आहे परंतु हे व्यवहार्य स्पष्टीकरण पूर्णपणे हटके नाही त्याला एक छान तर्कसंगत आधार आहे आणि आपण लाटा आणि कण यांच्यात समेट करण्याच्या स्थितीत नसाल म्हणून जेव्हा आपण ऑप्टिक्स करता तेव्हा आपण सर्व हस्तक्षेप डबल स्लिट प्रयोग डिफ्रॅक्शन इत्यादी कराल जेव्हा आपण आधुनिक भौतिकशास्त्र करता तेव्हा बोहर मॉडेल करा तुम्ही फोटॉन वापराल परंतु कृपया धीर धरा तुम्हाला ते काय आहे ते तुमच्या नंतरच्या अभ्यासात समजेल कदाचित आणखी तीन किंवा चार नंतर वर्षे म्हणजे हे आइन्स्टाईनचे ते 26 वर्षांचे होते तेव्हाचे चित्र आहे

त्यामुळे पोचपावती गेटी प्रतिमा आहे

त्यामुळे सर्व आकृत्यांच्या पोचपावती आहेत ठीक आहे पण यासाठी पूर्वइतिहास आवश्यक आहे आईनस्टाईनने फोटॉनची संकल्पना तयार केली नाही फोटॉनच्या संकल्पनेचा निर्माता दुसरा कोणीही नव्हता $max\ planck$ पेक्षा आणि हे 1900 मध्ये आले आहे आणि मला यावर काही वेळ घालवायचा आहे जरी हा तुमच्या अभ्यासक्रमाचा भाग नसला तरी थर्मोडायनामिक्समध्ये ब्लॅक बॉडी ही ब्लॅक बॉडी संकल्पना नावाची काही गोष्ट नाही ती एक आदर्श शरीर आहे आणि त्याची मालमत्ता आहे ब्लॅक बॉडी म्हणजे जर ते एका विशिष्ट तापमानाला गरम केले तर ते रेडिएशन उत्सर्जित करू लागते सर्व भिन्न परंतु हा कृष्णवर्ण हा एक आदर्श पदार्थ आहे त्या अर्थाने आदर्श वस्तू या अर्थाने की दिलेल्या तापमानावर उत्सर्जित होणारे किरणोत्सर्ग हे त्यापेक्षा पूर्णपणे स्वतंत्र असते.

तो ऑब्जेक्ट बनलेला आहे की ब्लॅक बॉडीची कल्पना आहे म्हणून ते एक प्रकारचे परिपूर्ण शरीर आहे आता तुम्ही तुमच्या कल्पनेत कृष्णवर्णीय शरीराचा विचार करू शकता हा मोठा प्रश्न आहे की कृष्णवर्णीय शरीरे खरोखर अस्तित्वात आहेत की ते अस्तित्वात आहेत आणि एक उत्कृष्ट ब्लॅक बॉडीचे उदाहरण म्हणजे प्रत्यक्षात एक धातू आहे जो पांढरा गरम आहे तुम्हाला समजले आहे की पांढरा गरम म्हणजे काय नाही म्हणून लोखंडाचा तुकडा घ्या तुम्ही ते गरम करू शकता ठीक आहे तुम्ही घरी जाऊ शकता आणि हा प्रयोग करू शकता तुम्ही एक चमचा घ्या आणि तुम्ही तो ठेवा.

वायूची ज्योत ती लाल रंगाची बनू लागते आणि ती लाल रंगाची बनते कारण ती त्या श्रेणीमध्ये रेडिएशन उत्सर्जित करू लागते तुम्ही तापमान वाढवत राहा ते अधिकाधिक फ्रिकेन्सीमध्ये रेडिएशन उत्सर्जित करू लागते आणि पांढरा प्रकाश पांढरा प्रकाश म्हणजे काय हे या सर्व फ्रिकेन्सीचे मिश्रण आहे.

पांढरा गरम होतो म्हणजे पांढरा म्हणजे आपल्याला काय म्हणायचे आहे म्हणून एक अतिशय चांगले उदाहरण म्हणजे काळ्या शरीरासाठी एक अतिशय चांगला अंदाज म्हणजे एक पांढरा गरम धातू आणि तो सुमारे तीन हजार ते फाइ आहे.

ve हजार केल्विन

त्यामुळे तुम्हाला ते तीनशे केल्विन किंवा पाचशे केल्विन किंवा आठशे केल्विनवर दिसत नाही म्हणून हे अतिशय महत्वाचे प्रयोग आहेत जे लूमर आणि प्रिंट शार्पिनद्वारे केले गेले आणि त्यांनी एक बोलो मीटर बांधला जो किरणोत्सर्गी ऊर्जा पाहेल.

ब्लॅक बॉडी रेडिएशन मला आठवते की तो प्रयोग अंडरग्रेज्युएट विद्यार्थी म्हणून केला होता म्हणून त्यांनी पोलो मीटर बांधले आणि त्यांनी ते मोजले आणि आता तुम्ही विचारता की उत्सर्जित वारंवारतेचे कार्य म्हणून ऊर्जा तीव्रता काय आहे कारण दिलेल्या तापमानात वेगवेगळ्या फ्रिकेन्सी उत्सर्जित केल्या जातात म्हणून प्रत्येक तापमानाला मी विचारून मी प्रत्येक वारंवारतेसाठी किरणोत्सर्गाची तीव्रता काय आहे हे मी प्लॉट करीन काळ्या शरीराची इतर चांगली उदाहरणे आहेत आणि कृष्ण शरीराच्या चांगल्या अंदाजात आणखी चांगले उदाहरण

म्हणजे सूर्य म्हणजे सूर्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान सुमारे आहे 5000 केल्विन म्हणजे आपल्याला माहिती आहे की आपल्याला सुमारे 4 किलोवॉट ऊर्जा मिळते ती म्हणजे सूर्यापासून सरासरी शक्ती इतकी असते म्हणून पुनरावृत्तीची कल्पना करा पांढऱ्या प्रकाशाला सर्व सात रंगांमध्ये विभाजित करण्याचा आणि प्रत्येक तरंगलांबीच्या कार्याच्या रूपात तीव्रता मोजण्याचा एनजी न्यूटनचा प्रयोग किंवा काळ्या शरीरासाठी उत्कृष्ट अंदाजे वारंवारता मोजण्याचा

प्रयोग आपल्या धातूच्या सूर्यासह आपल्याला जे सापडेल त्याच्याशी ते अगदी योग्य प्रकारे सहमत असेल.

हे धातू नाही तर पृष्ठभाग वायूंनी बनलेले असेल ते कमालीचे चांगले मान्य होईल आणि येथे या स्लाइडमध्ये तुमच्याकडे तरंगलांबीच्या संदर्भात वर्णक्रमीय तेजाचे किंवा y -अक्षावरील तीव्रतेचे अवलंबित्वाचे चित्र आहे म्हणून आम्ही खर्च करू इच्छितो.

त्यावर काही वेळाने मी मोठे केले आहे जेणे करून आता तुम्हाला समजेल की मी शास्त्रीय सिद्धांताचा वापर केला तर हा वक्र हा काळा वक्र शास्त्रीय सिद्धांत आहे आणि तो मला सांगत आहे की आपण त्याकडे परत येऊ.

पहा x अक्ष ही तरंगलांबी वाढत आहे जी वारंवारता कमी करत आहे आणि y अक्ष तीव्रता आहे उजवीकडील वक्र पहा हे सर्व 5000 केल्विन आहे उजवीकडील वक्र प्रायोगिक nu शी सहमत आहे $mbers$ हा एक सैद्धांतिक वक्र आहे निळा हिरवा लाल ते सर्व काय आहेत ते प्रायोगिक वक्र आहेत लाल वक्र तीन हजार केल्विनवर आहे हिरवा वक्र 4000 केल्विनवर आहे आणि निळा वक्र 5000 केल्विन आहे आता हा काळा वक्र 5000 वर प्लॉट केला आहे केल्विन म्हणजे जर तुम्ही खूप मोठ्या तरंगलांबीवर गेलात किंवा ते मायक्रोमीटरमध्ये असेल तर तुम्ही 3 मायक्रोमीटर सारखे काहीतरी बोलत आहात किंवा त्या अनुषंगाने खूप लहान वारंवारता हा वक्र प्रायोगिक संख्येशी सहमत आहे जो निळा वक्र आहे परंतु तुम्ही पुढे जात राहता तरंगलांबी कमी करणे म्हणजे आपण वारंवारता वाढवत राहिल्याने शास्त्रीय सिद्धांत अधिकाधिक वर जात राहतो, तर प्रायोगिक संख्येचे काय होते ते येथे येथे आणि ते शिखरावर पोहोचते आणि खाली जाऊ लागते शास्त्रीय सिद्धांत आपल्याला सांगते की तीव्रता अनंतापर्यंत गेली पाहिजे कारण वारंवारता खूप मोठी होते आणि प्रयोग आम्हाला सांगतात की तेथे नाही नेहमी एक वारंवारता ज्याची तीव्रता जास्तीत जास्त असते म्हणजे किमान तरंगलांबी असते ज्याची तीव्रता जास्तीत जास्त असते आणि त्यानंतर जर मी आणखी कमी केली तर मी तरंगलांबी आणखी कमी केली किंवा वारंवारता वाढवली तर तीव्रता कमी होईल म्हणजे तुम्हाला ते दिसेल शास्त्रीय सिद्धांत काय भाकीत करतो आणि आता कोणते प्रयोग शोधत आहेत यात मोठी तफावत आहे, ही केवळ विसंगतीची बाब नाही, ही पुन्हा परिमाणांच्या ऑर्डरची विसंगती आहे , खरं तर मी परिमाणाचा एकही आदेश देऊ शकत नाही कारण मला एकूण हवे असल्यास तीव्रता मला आता कोणत्याही तापमानात सर्व फ्रिकेन्सींवर समाकलित करावे लागेल माझ्या काळ्या शरीरात काही ऊर्जा असते आणि ती रेडिएशनशी समतोल असते

त्यामुळे रेडिएशनमध्ये देखील मर्यादित ऊर्जा असावी परंतु जर मी शास्त्रीय वक्र समाकलित केले कारण ते अनंतापर्यंत जात असेल तर मी शास्त्रीय वक्र समाकलित करतो, मला एक भिन्न ऊर्जा मिळेल म्हणजे प्रत्येक तापमानात t समान शून्य निरपेक्ष शून्य जे नाही शरीर साध्य करू शकते माझे रेडिएशन अमर्याद ऊर्जा वाहून नेत असेल जे मूर्खपणाचे आहे कारण आपण अनंत उर्जेचा सामना करू शकत नाही आणि याला अल्ट्राव्हायोलेट आपत्ती म्हणतात हे विचलन फारच लहान फ्रिकेन्सींवर होत आहे लहान फ्रिकेन्सी मोठ्या फ्रिकेन्सीवर तुम्ही माफ करा खूप मोठ्या फ्रिकेन्सी मोठ्या वारंवारता लहान मोठी तरंगलांबी आपण व्हायोलेट प्रदेशाकडे जात आहात व्हायोलेट अल्ट्राव्हायोलेट क्ष-किरण गॅमा

किरण असेच आणि पुढे त्या प्रदेशात विचलन होत असल्याने आपण त्याला अल्ट्राव्हायोलेट आपत्ती म्हणतो आणि याचे निराकरण करणे आवश्यक होते म्हणून हे आहे फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टचा संबंध आहे तोपर्यंत आम्ही प्री-संकट म्हणतो फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट हे पहिले उदाहरण नाही जिथे आपण 1890 च्या दशकात संकटात सापडलो होतो आणि ही समस्या आधीच होती आणि मॅक्स प्लॅंक ज्याचे चित्र तुम्ही येथे पहात आहात ते थर्मोडायनामिक्सवरील महान तज्ञांपैकी एक होते.

तो म्हणाला मला हे समजणार आहे आणि मला हे कसे समजेल मी एक मॉडेल काय आहे ते पाहू at प्रायोगिक संख्या योग्यरित्या फिट होईल कारण शास्त्रीय सिद्धांत कार्य करणार नाही मला एक मॉडेल बनवावे लागेल जे रिक्त म्हटले आहे म्हणून येथे थोडे अधिक स्पष्टीकरण दिले आहे त्याबद्दल मी स्लाईडवर परत जाऊ आणि तुम्हाला प्लॅंक काय ते समजावून सांगेन केले कारण ते तुमच्या आवाक्याबाहेरचे नाही रिक्त गृहीतक त्यामुळे तुमच्याकडे असा वक्र आहे

त्यामुळे ही माझी तरंगलांबी वाढ आहे किंवा याचा अर्थ माझी वाढती ऊर्जा आहे कारण मी या दिशेने जात असताना माझी तरंगलांबी कमी होते माझी वारंवारता वाढते

त्यामुळे वारंवारता वाढते म्हणून मी वापरू नये एनर्जी फ्रिक्वेंसी हा शब्द माझ्याकडे आता आहे असे समजा की समान वक्र कृष्णवर्णीय भागासाठी नाही तर कणांसाठी आढळले आहे समजा कणांसाठी समान वक्र आढळले तर तुम्ही पहाल येथे कमाल आहे आणि दोन्ही टोकांना ते शून्य आहे दोन्ही टोकांना ते तुमचे स्पेक्ट्रम शून्य करणार आहे आणि कणांच्या दृष्टिकोनातून हे आश्चर्यकारक नाही कारण समविभाजन ऊर्जा मला सांगते की सरासरी ऊर्जा 3 बाय आहे 2 kt परंतु कोणत्याही तपमानावर जर तुम्ही अगदी लहान उर्जेवर गेलात तर संभाव्यता 0 असेल जर तुम्ही खूप जास्त उर्जेवर गेलात तर संभाव्यता देखील शून्य असेल असे का असे आहे की जर तुम्ही पाणी उकळत असाल तर पाण्याच्या रेणूची संभाव्यता बाकी आहे.

शून्य

त्यामुळे संभाव्यता शून्यावर जाते आणि त्या तापमानात पाण्याच्या एका रेणूमध्ये अशी ऊर्जा असते की ती पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून निसटते ती देखील शून्य असते

त्यामुळे त्याचे वितरण असे असते की ते काही उर्जेच्या शिखरावर पोहोचते.

आपला अर्थ तीन बाय दोन केटी असा आहे हे त्यापेक्षा काहीतरी अधिक क्लिष्ट असू शकते म्हणून आपण ज्या ऊर्जेचा विचार करणार आहोत त्या ऊर्जेचे वितरण अगदी लहान उर्जेसाठी आणि खूप मोठ्या उर्जेसाठी शून्यावर आले पाहिजे आणि सरासरी आहे सुमारे 3 बाय 2 केटी आता जर तुम्ही हा प्रायोगिक निकाल पाहिला तर हे शास्त्रीय मर्यादित अगदी बरोबर मान्य आहे

त्यामुळे प्लॅंक काय करेल प्लॅंक काय म्हणेल मी संबद्ध करीन ती आमच्यासाठी खूप महत्त्वाची गोष्ट आहे.

मोठ्या तरंगलांबीची मर्यादा लहान उर्जा मर्यादित आणि लहान तरंगलांबीची मर्यादा मोठ्या उर्जा मर्यादित संबंधित आहे जी मी खरोखरच जोडणार आहे जर तुम्ही हा वक्र अतिशय उच्च तापमानात उलटा केला तर ते मॅक्सवेल बोल्टझमन वितरणासारखे दिसेल.

ऊर्जेचे कार्य ठीक आहे, तुम्हाला फक्त लॅम्बडा अदलाबदल करणे आवश्यक आहे या दिशेने वाढ होणार नाही परंतु लॅम्बडा दुसऱ्या दिशेने वाढेल तेथे लहान सुधारणा आहेत जे घडणार आहे

त्यामुळे तुम्हाला काय कल्पना करायला आवडेल आणि ते आहे प्लॅंकेने काय केले ते असे म्हणायचे की मी माझ्या रेडिएशनकडे प्रकाशाच्या कणांच्या फोटॉन वायूचा वायू म्हणून पाहीन,

ही एक अतिशय क्रूर भाषा आहे परंतु प्रकाशाच्या कणांच्या वायूची हरकत नाही आणि त्याने हेच केले की मला माहित नाही.

याला फोटॉन म्हणून संबोधले किंवा नाही वापरले गेले नाही हे क्वांटम म्हटले गेले खरे तर हा एक रसायनशास्त्रज्ञ होता ज्याने 1905 चा पेपर बहुधा कॉमच्या आसपास आल्यानंतर बऱ्याच नंतर जर्मन फोटॉनची ओळख करून दिली.

p ton इफेक्ट जर तुम्ही ते समानविभाजन प्रमेय केले असेल तर मला सांगेल की प्रत्येक फोटॉन सरासरी 3 बाय 2 केटी उर्जा वाहून नेतो, हा प्रयोग प्लॅंकने नवीन स्थिरांक h सादर केला आणि तो म्हणाला की प्रत्येकाने वाहून नेलेली ऊर्जा प्रमाण हे h nu च्या बरोबरीचे आहे

त्यामुळे हे प्लॅंक गृहीतक आहे, मग तुम्ही काय कल्पना कराल जेव्हा मी धातूसारखी एखादी ब्लॉक बॉडी घेतो तेव्हा ते अतिशय उच्च तापमानाला तापवते तेव्हा ते रेडिएशन उत्सर्जित करण्यास सुरवात करते तेथे एक स्टीफन कायदा आहे जो तुम्ही लोक आहात शास्त्रीय सिद्धांताच्या दृष्टिकोनातून आता अभ्यास केला आहे सर्व संभाव्य फ्रिकेन्सीच्या

प्लॅंक फोटॉनच्या दृष्टिकोनातून सर्व संभाव्य फ्रिकेन्सीच्या लहरी उत्सर्जित केल्या जातात आणि प्रत्येक फोटॉनची उर्जा h nu ने दिलेल्या वारंवारतेवर अवलंबून असते.

हे 3 बाय 2 केटी नवीन मीन मीन फ्रिकेन्सीशी संबंधित असू शकते आणि दोन्ही बाजूने ते खाली पडते आणि हे स्पष्टपणे गुणात्मक स्पष्टीकरणासारखे दिसते anation पण अर्थातच प्रॅंकने काहीतरी खूप चांगले केले

त्यामुळे तो वारंवारता आणि तापमानाच्या कार्याच्या तीव्रतेसाठी ही अभिव्यक्ती काढू शकला

म्हणून तुमच्याकडे h nu च्या पॉवरला kt h हा प्लॅंकचा स्थिरांक आहे आणि तुम्ही ते पाहू शकता h 0 वर जाणारी किंवा t अनंताकडे जाणारी मर्यादा तुम्हाला परत मिळेल शास्त्रीय मर्यादा 2 nu स्केअर ओव्हर c स्केअर ओव्हर kt ही एक गोष्ट आहे किंवा जर तुम्ही म्हणाल की हा घातांक 1 पेक्षा खूप मोठा आहे जर h nu द्वारे kt खूप मोठे असेल तर ते मॅक्सवेल बोल्टझमन वितरणासारखे दिसेल जे आपल्याजवळ प्लॅंकने अतिशय अनिच्छेने हे सूत्र दिले आहे याचा अर्थ असा होतो की प्लॅंकचा असा विश्वास होता की प्रकाश फोटॉन किंवा कणांसारख्या

गुणधर्मांचा बनलेला आहे उत्तर नाही त्याने केले विश्वास बसत नाही तो म्हणाला की ब्लॉक बॉडी आणि रेडिएशन यांच्यातील परस्परसंवाद समजून घेण्याचा हा एक प्रभावी मार्ग आहे यात काही शंका नाही की रेडिएशन हेच आहे, कृपया मला सांगा की रेडिएशन आहे यात शंका नाही लाटा आपण असा प्रश्न करू नये की जेव्हा रेडिएशन कृष्णवर्णाशी संवाद साधू लागते तेव्हा कल्पना करा की कृष्णवर्णीय पोकळी काय घडत आहे ते

किरणोत्सर्ग उत्सर्जित करते ते रेडिएशन शोषून घेते म्हणजे या परस्परसंवादाच्या प्रक्रियेदरम्यान समतोल राहील असे वाटते.

असे ढोंग करा की त्यात कणांसारखे गुणधर्म आहेत जसे की तुम्हाला माहित आहे की मी या आवाजांना अटेंड करत आहे आणि कल्पना करा की अनेक डाळी येत आहेत जर तुम्ही नाडीची रुंदी सोडवली नाही आणि जर तुम्ही ती फार काळजीपूर्वक पाहिली नाही तर जणू काही तुम्हाला माहित आहे की गोळ्या येत आहेत आणि तुमच्या कानावर आदळत आहेत जर मी खूप जोरात ओरडत आहे, तर तुम्ही असे भासवत आहात की जणू ते कण आहेत पण खोलवर ते काय आहे ते काहीच नाही पण ते काहीच नाही तर एक लाट आहे म्हणून हा एक प्रकार होता.

एक प्रभावी वर्णन जे समजण्याजोगे असले पाहिजे जे ब्लॅकबॉडी आणि रेडिएशन यांच्यातील परस्परसंवादाच्या तपशीलांवर अभ्यास करून स्पष्ट करण्यास सक्षम असले पाहिजे परंतु मूलभूतपणे प्लँकचा काय विश्वास आहे प्लँकचा असा विश्वास होता की किरणोत्सर्ग ही केवळ एक लहर आहे जसे की इंद्रियगोचर प्लँकने फोटॉन किंवा क्वांटमच्या संकल्पनेवर विश्वास ठेवला नाही जी आपल्याला लक्षात ठेवण्याची गरज आहे म्हणून आइन्स्टाईन क्रांती येथेच आली कारण तो केवळ स्पष्टीकरण देण्याचा प्रयत्न करत नव्हता.

फोटॉनच्या संकल्पनेच्या संदर्भात तो प्रत्यक्षात फोटॉन वास्तविक आहे असा प्रचार करत होता, ही सर्वात महत्वाची गोष्ट आहे, असे ते म्हणाले की आपण फोटॉनची संकल्पना खूप गांभीर्याने घेतली पाहिजे म्हणून प्लँक आणि आइन्स्टाईनमधील फरक हा आहे की ते वापरतात.

समान गृहीतक प्रॅकला वाटते की हा एक प्रकारचा मेक डू अभूतपूर्व आहे मी एक तात्पुरते स्पष्टीकरण देत आहे आम्ही ते गांभीर्याने घेणार नाही पण आइन्स्टाईन म्हणत आहेत नाही नाही आम्ही ते गांभीर्याने घेणार आहोत आम्ही असे मानणार आहोत की रेडिएशन गॅससारखे आहे.

प्रत्येक फोटॉन ऊर्जा वाहून नेणारा फोटॉन काय आहे यावर अवलंबून आहे आणि मी फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव स्पष्ट करणार आहे आणि हेच कारण आहे की सुमारे 20 वर्षांनंतर 1921 किंवा 23 15 16 वर्षे आइन्स्टाईनला या फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टसाठी नोबेल पारितोषिक मिळाले त्यामुळे सलोखा म्हणजे काय तर सलोखा या दोन अभिव्यक्ती लिहिताना माझ्या ऊर्जा घनतेसाठी शास्त्रीय अभिव्यक्ती एप्सिलॉन नॉट बाय टू ई नॉट स्केअरने दिली आहे परंतु फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावासाठी आपण हे फोटॉनच्या संख्येची घनता $h \nu$ ने गुणाकार करतो म्हणून लिहिणार आहोत, मग आपण शास्त्रीयदृष्ट्या काय म्हणत आहोत, तेथे एक समतल लहर आहे हे मला समजावून सांगा, म्हणून आपण शास्त्रीय क्वांटमकडे शास्त्रीयदृष्ट्या पाहत आहोत तेथे एक समतल लहर आहे जी ती वाहून नेत आहे.

एनर्जी आणि यू ही एप्सिलॉन द्वारे दिली जाते शून्य द्वारे $2 e$ शून्य वर्ग सरासरी ऊर्जा ही शास्त्रीय क्वांटम आहे यांत्रिकरित्या आपल्याकडे कणांचा प्रवाह आहे म्हणून ही वारंवारता निओ आहे या वारंवारतेशी संबंधित आहे तुमच्यामध्ये तुमच्यामध्ये उर्जेसह कणांचा प्रवाह येत आहे $h \nu$ आणि u फोटॉनची संख्या घनता $h \nu$ संख्या मध्ये फोटॉनची घनता प्रत्येक फोटॉनच्या ऊर्जेने गुणाकार केल्यास मला ऊर्जा घनता मिळेल u मग मी काय करू तिथे एक शास्त्रीय अभिव्यक्ती आहे एक क्वांटम यांत्रिक अभिव्यक्ती आहे शास्त्रीय अभिव्यक्ती आहे एका लहरीतून येत आहे ती कण लहरीतून येत आहे कण कणाचा लहरीशी काही संबंध नाही पण आम्ही धैर्यवान लोक आहोत म्हणजे आइन्स्टाईन धाडस होता, आम्ही त्या दोघांची बरोबरी करणार आहोत की तुम्ही तुमच्या 12 वी इयत्तेत तुमच्या $j e$ किंवा $cbse$ किंवा इतर कोणत्याही गोष्टीसाठी तुमच्या सर्व समस्या कशा सोडवता आणि दिलेल्या वारंवारतेनुसार तुम्हाला n गामा सापडेल आणि पुढे हे मूलगामी आहे.

बर्फाच्या वेळेनुसार प्रस्ताव आणि आम्ही हे पाहणार आहोत की या साध्या ओळखीमुळे ते अतार्किक असले तरीही आम्ही फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट समजून घेण्याच्या स्थितीत असू. आम्हाला काही गृहितकांची आवश्यकता आहे ती सर्व वाजवी आहेत आणि आम्ही काय करू ते म्हणजे त्यांची यादी करणे सुरू करणे.

म्हणून मी या विशिष्ट स्लाइडमध्ये जे गोळा केले आहे तेच प्रॅक हायपोथिसिस हे मर्यादित वैधता आणि मर्यादित लागू होण्यासाठी घेतलेले अनिच्छेचे स्पष्टीकरण आहे परंतु आयनस्टेचे नाही गृहीतकात म्हणून मी आज काय करणार आहे ते फक्त गृहीतके सांगण्यासाठी मी त्यापलीकडे जाणार नाही आणि पुढच्या व्याख्यानात मी ते सविस्तरपणे सांगेन की आइन्स्टाईनचे स्पष्टीकरण योग्यरित्या आणि फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्ट कसे स्पष्ट करते आणि मी तुम्हाला ते देखील देईन.

एक एप्लिकेशन म्हणजे स्टोक्स कायदा जो फोटोइलेक्ट्रिक इफेक्टच्या आमच्या अभ्यासाचा निष्कर्ष काढेल आणि त्यानंतर आम्ही बोहर मॉडेलकडे जाऊ जिथे पुन्हा फोटॉनची संकल्पना खूप महत्वाची होईल

त्यामुळे आम्ही काय गृहीतक करणार आहोत आणि आपण इथे थांबूया म्हणून मी ते इथे खाली लिहिले आहे जेणेकरून आपण ते फुरसतीच्या वेळी वाचू शकू.

फ्रिकेन्सी ν च्या घटना किरणोत्सर्गाकडे फोटॉन वायूचा प्रवाह म्हणून पाहिले जाऊ शकते ज्यामध्ये प्रत्येक फोटॉन उर्जा वाहून नेतो $h \nu$ ही प्लँक गृहीतक आता येते.

2 3 4 आइन्स्टाईनने कशासाठी आमंत्रण दिले याचा संदर्भ घ्या आइन्स्टाईनने काय मांडले आम्ही म्हणतो की धातूमधील इलेक्ट्रॉन एका स्वतंत्र फोटॉनमधून ऊर्जा हस्तांतरण करून मोकळ्या जागेत पळून जातात

त्यामुळे काय ए.

आर.

e आपण म्हणतो की माझे इलेक्ट्रॉन या धातूमध्ये आहे हा फोटॉन येतो मी तरंग चित्र लिहित नाही माझे इलेक्ट्रॉन ऊर्जा शोषून घेते आणि ते बाहेर येते म्हणून ही वैयक्तिक फोटॉन आणि भारतीय इलेक्ट्रॉनची

वैयक्तिक फोटॉन आणि इलेक्ट्रॉन यांच्यातील टक्कर आहे दुसरी गृहीतक हे आपल्याला बनवायचे आहे आणि ही एक अतिशय वाजवी धारणा आहे की या प्रक्रियेत उर्जेचे काटेकोरपणे संरक्षण केले जाते, काही हरकत नाही, परंतु तिसरी गृहीतक अत्यंत महत्वाची आहे ज्याचा उल्लेख पुस्तकांमध्ये किंवा फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावावरील व्याख्यानांमध्ये केला जात नाही.

इलेक्ट्रॉन फोटॉनच्या पूर्ण शोषणाशी संबंधित आहे म्हणून तुम्ही कल्पना करू शकता की एक फोटॉन येतो माझा इलेक्ट्रॉन येथे आहे इलेक्ट्रॉनला उर्जेचा एक भाग मिळतो आणि फोटॉन चालू राहतो

त्यामुळे फोटॉनची उर्जा कमी होईल जे पूर्णपणे शक्य आहे म्हणून आम्ही हेच करतो टक्कर म्हणून कॉल करा म्हणून माझे इलेक्ट्रॉन येथे येत आहे माझे फोटॉन येथे येत आहे इलेक्ट्रॉनला उर्जा मिळते फोटॉन आणि फोटॉनचा प्रसार होतो परंतु पूर्ण शोषण म्हणजे हे अस्तित्वात नाही सर्व उर्जा इलेक्ट्रॉनद्वारे जमा केली जाते जी आपल्यासाठी एक अतिशय महत्वाची गृहीतक आहे म्हणून जर तुम्ही या तीन गृहीतका केल्या तर फोटोइलेक्ट्रिक प्रभावाचे स्पष्टीकरण अगदी सोपे होईल.

आणि आम्ही ते पुढील व्याख्यानात घेऊ

त्यामुळे आजचा दिवस तुमचा चांगला जावो यासाठी थांबूया