

[संगीत] [टाव्या] प्रकाशिकी विषयावरील व्याख्यान मॉड्यूलमध्ये आपले स्वागत आहे शेवटच्या दोन व्याख्यानांमध्ये आम्ही तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगावर चर्चा केली आणि हस्तक्षेपाच्या घटनांची काही ठळक वैशिष्ट्ये समोर आणली, आज आपण हस्तक्षेपाशी जवळून संबंधित असलेल्या आणखी एका घटनेबद्दल चर्चा करू. विवर्तन म्हणतात

त्यामुळे प्रकाशाच्या विवर्तनाच्या प्रकाशाच्या विवर्तनाचा प्रकाशाच्या विवर्तनाचा संदर्भ आहे म्हणून मी प्रथम विवर्तनाची एक प्रकारची व्याख्या देतो त्यामुळे प्रकाशाचे विवर्तन म्हणजे प्रकाशाच्या मार्गातील अडथळ्याच्या किंवा छिद्राच्या भूमितीय सावलीत प्रकाश पसरणे होय. प्रकाशाचा प्रसार प्रकाशाचा प्रसार प्रकाशाचा किरण मोनोक्रोमॅटिक असल्यास, म्हणजे जर प्रकाशाचा किरण एकरंगी असेल तर एखाद्याला चमकदार आणि गडद किनारे किंवा रिंज किंवा नमुने दिसू शकतात अडथळ्याच्या भूमितीवर अवलंबून आपण या संकल्पना समजून घेण्याचा प्रयत्न करू. हे व्याख्यान आणि पुढील व्याख्यान, म्हणून मी प्रथम लिंगाचा प्रसार काय आहे हे स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करू. अडथळ्याच्या भौमितिक सावलीत प्रकाशाचा प्रसार होत असलेल्या अडथळ्याच्या भौमितिक सावलीत पडद्यावरील प्रकाशाच्या घटनेच्या समांतर किरणाचा विचार करा येथे स्क्रीन आहे स्क्रीनवरील प्रकाशाच्या घटनेचा समांतर तुळई आता आपण येथे जे पहात आहात ते तेजस्वी ठिकाण आहे आता यावरील प्रकाशाचा जो प्रसंग आहे, जर आपण येथे एक पाचर घालून त्रिकोणी आकाराची पाचर घालून एक धारदार धार असलेली एक सरळ धार येथे आणली तर आपण ती खालून अशा प्रकारे आणण्याचा प्रयत्न करूया म्हणजे तुळईला छेद द्या आणि तुळई कापून टाका. भौमितिक सावलीची एक सावली असेल जी आपल्याला मिळते म्हणून चला पाहूया आपण त्याचे कौतुक करण्याचा प्रयत्न करूया जर आपण बीमच्या घटनेकडे दोन मितींमध्ये पाहिले तर ते अधिक स्पष्ट होईल जर आपण दोन आयामांमध्ये पाहिले तर मी तुम्हाला एक आकृती दाखवूया जिथे आपण घटना बीम पहा म्हणजे घटना बीम येथे आहे ही एक समांतर घटना बीम आहे आणि आम्ही ही पाचर खालून आणली आहे म्हणून ती घटना बीमचा भाग कापत आहे किंवा अवरोधित करत आहे म्हणून बीमचा काही भाग घटना आहे पडदा आणि तुळईचा भाग पाचर द्वारे अवरोधित केला आहे जो खाली पासून ओळखला जातो तो एक अडथळा पाचर आकाराचा अडथळा आहे जो किरण प्रकाशिकी किंवा प्रकाशाच्या रेक्टिलिनियर प्रसाराचा विचार करून येथून सादर केला जातो ज्याची आपल्याला येथे अपेक्षा आहे त्याचा अर्धा भाग चमकदार आहे आणि अर्धा आहे त्यातील अंधार आहे कारण हा भाग या ठिपक्या रेषेखालील भाग या छिद्राने अवरोधित केलेला आहे आणि म्हणून आपल्याला येथे छिद्राची सावली मिळायला हवी, आपण घटना प्रकाशाचा समांतर किरण मानला आहे म्हणून यापर्यंत आपल्याकडे असणे आवश्यक आहे. सावली आणि त्याहून वरती आपल्याकडे उज्वल प्रदेश असणे आवश्यक आहे दुसऱ्या शब्दांत, जर आपल्याला तीव्रतेचे वितरण पाहायचे असेल तर आपल्याला असे चरण फॅक्शन दिसले असते की तीव्रता येथे एकसमान आहे आणि नंतर ती 0 आहे. अरे मी येथे काढू आणि या तीव्रतेच्या वितरणाचा मला काय अर्थ आहे ते येथे दाखवा त्यामुळे येथे घटना प्रकाश आहे म्हणून मी तो मोठा करत आहे आणि दाखवत आहे की हा प्रकाशाचा समांतर किरण आहे जो घटना आहे आणि आपण आहोत खाली पासून एक पाचर घालून घट्ट बसवणे सादर करत आहोत म्हणून आम्ही एक पाचर घालून घट्ट बसवणे आहे त्यामुळे हे पाचर आहे

त्यामुळे प्रकाश जे यापर्यंत आहे ते सर्व येथे पडद्यावर येईल म्हणून भौमितिक प्रकाशिकी किंवा प्रकाशाच्या रेक्टिलिनियर प्रसारातून, जर ही स्क्रीन असेल तर ज्यावर प्रकाशाची घटना असेल तर आपल्याला सावलीची अपेक्षा असते म्हणून इथे या प्रदेशाला या प्रदेशाला अडथळ्याची सावली म्हणतात म्हणून मी अडथळ्याची सावली हा शब्द वापरला होता

त्यामुळे अडथळा म्हणजे अडथळ्याची ही पाचर सावली म्हणजे हा प्रदेश येथे खाली असलेला प्रदेश आहे म्हणून ही प्रकाशाच्या सरळ रेषीय प्रसारातील अडथळ्याची सावली आहे. इथे सावली असावी आणि दुसऱ्या शब्दात, तीव्रतेच्या वितरणाचे प्लॉट करायचे असेल, तर ही दिशा  $x$  आहे असे समजा. दिशा  $x$  नंतर जर मी स्क्रीनवर तीव्रतेचे वितरण तीव्रतेचे वितरण प्लॉट केले तर हे  $x$  तीव्रतेचे वितरण  $i$   $x$  चे असेल तर मी यापर्यंत पोहोचले पाहिजे माझ्याकडे  $au$  असणे आवश्यक आहे निर्फॉर्म तीव्रता जर हा तुळई क्रॉस सेक्शनमध्ये एकसमान तीव्रतेचा असेल तर मला येथे या बिंदूपर्यंत एकसमान तीव्रता असली पाहिजे आणि नंतर 0 तीव्रता याच्या पलीकडे 0 आहे.

त्यामुळे येथे एकसमान तीव्रता आणि नंतर 0 परंतु आपण प्रत्यक्षात जे पाहतो ते म्हणजे  $i$  मला एक वेगळा रंग वापरायला देईन त्यामुळे आपण जे पाहतो त्यात काही प्रकाश असतो जो भौमितिक वितरणात येतो भौमितिक सावली येथे प्रकाश वितरण असे काही फरक दर्शवते आणि नंतर आपल्याला या सावलीत प्रवेश करताना थोडासा प्रकाश पडेल हा मला अपेक्षित असलेला सावलीचा प्रदेश आहे हा सावलीचा प्रदेश आहे परंतु या सावलीच्या प्रदेशात प्रकाशाची तीव्रता काही प्रमाणात आहे, हे दुसऱ्या शब्दांत विवर्तनाच्या घटनांमुळे आहे, ही व्याख्या पुन्हा पाहू या विवर्तन म्हणजे एखाद्या अडथळ्याच्या भौमितिक सावलीत प्रकाशाचा इतका प्रसार करणे. प्रकाशाच्या प्रसाराच्या मार्गात मी आता ते स्पष्ट केले आहे प्रकाशाच्या प्रसाराच्या या मार्गाच्या मदतीने एक अडथळा आहे जो ओळखला गेला आहे आणि या प्रदेशात प्रकाश पसरला आहे बरोबर पसरला आहे म्हणूनच तुमची येथे मर्यादित तीव्रता आहे सावलीमध्ये तीव्रता शून्य नाही सावलीत विशिष्ट प्रमाणात तीव्रता आहे आणि हे विवर्तनामुळे आहे म्हणून विवर्तनाच्या घटना मी परिभाषित केल्याप्रमाणे

त्यामुळे विवर्तन हे वाक्य अडथळ्याच्या भौमितिक सावलीत प्रकाश पसरवण्याचा संदर्भ देते आता आपण येथे या आकृतीवर परत आलो आहोत, म्हणून मी येथे पूर्व रेखाटलेला आकृती दर्शवितो,

त्यामुळे घटना तुळई समांतर तुळई हीच सावली आहे जी तुम्ही पाहता. प्रकाशाचा एक भाग म्हणजे काही प्रमाणात प्रकाश असतो त्यामुळे ही भौमितिक सावली आहे म्हणून हा सावलीचा प्रदेश आहे मी याच्या मागे नेमके प्लॉट केले आहे म्हणून ही ओळ इथे तशीच आहे मला इथे बॉक्ससारखा प्रकाश असायला हवा होता पण आपण जे पाहतो त्याची तीव्रता आहे येथे स्क्रीनवर वितरण असे आहे की बॉक्सची तीव्रता जास्तीत जास्त एकसमान असते आणि नंतर शून्य असते जर मी या ओलांडून तीव्रता प्लॉट केली तर ती एकसमान असेल आणि बाहेर 0 पण आपण जे पाहतो ते आहे या अडथळ्याच्या भौमितिक सावलीत काही तीव्रता आहे आणि हे विवर्तन आहे तुळई सरळ काठावर विवर्तन करते कृपया पहा हे दोन  $d$  मध्ये आहे आम्हाला येथे आकृती आठवते म्हणून ही सरळ किनार आहे ज्याचा आपण संदर्भ देत आहोत ही एक पाचर आहे पाचरच्या आकाराचा अडथळा ज्याची येथे सरळ धार आहे त्याला सरळ टोपी असणे आवश्यक नाही परंतु आम्ही साधेपणासाठी सरळ धार मानली आहे आणि म्हणून प्रकाश भौमितिक मध्ये प्रवेश करतो तुळई वरच्या बाजूस असलेल्या पाचरच्या वरच्या टोकाला असलेल्या सरळ काठावर विवर्तन करतो पुलाच्या शेवटी मला आशा आहे की मी येथे आकृती स्पष्ट केली आहे

त्यामुळे स्क्रीनवरील बीममध्ये तीव्रतेचे वितरण आता समजा मी येथून फक्त एक पाचर टाकली आहे समजा मी येथून दुसरी पाचर टाकली आहे समजा मी दुसरी बॅच सादर केली तर आम्ही काय करू? विल गेट एक स्लिट आहे

त्यामुळे आपल्याला येथे एक स्लिट मिळेल, जर आपण दुसरी पाचर घालून दिली तर आपल्याला एक स्लिट मिळेल, जे मी पुढील चित्रात दाखवत आहे.  $t$  येथे समान तुळई समांतर तुळई आहे जी घटना आहे तेथे पूर्वी एक पाचर होती आता आपल्याकडे वरून दुसरी पाचर आहे

त्यामुळे येथे एक फाटकी झाली आहे आणि प्रकाशाच्या रेक्टिलिनियर प्रसारामुळे हे दिसून आले असेल की प्रकाश केवळ घटनेशी संबंधित आहे. हे अंतर आहे परंतु व्यवहारात जर तुम्ही पहाल तर येथे भौमितिक सावलीत काही प्रमाणात प्रकाश असेल तसेच भौमितिक सावली येथे अडथळ्याची सावली असेल आणि जर तुम्ही तीव्रतेचे वितरण मोजले तर तुम्हाला या प्रदेशात काही तीव्रतेतील फरक दिसेल आणि दोन्ही बाजूंच्या भौमितिक सावलीमध्ये तीव्रता थोडीशी तीव्रता पूर्वीची आकृती आठवते म्हणून मी येथे पूर्वीची आकृती दाखवतो एका बाजूने भौमितिक सावलीत प्रकाश प्रवेश करत होता म्हणून आता मी बनवण्यासाठी दोन्ही बाजूंनी किनारी वेज दाखवली आहे. एक स्लिट आता आपण पाहतो की प्रकाश भौमितिक सावलीत प्रवेश करतो येथे ही एक केस आहे जिथे मी स्लिटची रुंदी घेतली आहे म्हणून ही स्लिट  $w$  किंवा  $a$  आहे आपण नंतर वापरू  $w$  वर प्रकाश लॅम्बडाची तरंगलांबी  $w$  पेक्षा खूपच कमी

आहे आणि  $w$  पेक्षा कमी आहे बीमचा व्यास आहे आणि स्लिटची रुंदी लहान आहे म्हणूनच ते तुळईचा काही भाग अवरोधित करत आहे आणि यामुळे आपल्यावर विवर्तन प्रभाव सुरू होतो. विवर्तन परिणाम दिसू लागले जर हे नसेल तर आम्हाला बॉक्स प्रकारचा प्रतिसाद मिळायला हवा होता जो या ओलांडून एकसमान असेल आणि नंतर 0 बाहेर पण आम्ही पाहतो की भौमितिक सावलीत काही प्रमाणात तीव्रता प्रवेश करत आहे जर आपण आणखी कमी केले तर काय होईल. slit width  $w$  जर आपण स्लिटची रुंदी आणखी कमी केली तर आपल्याला ते दिसेल आणि आपल्याला जे मिळेल ते सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन आहे, म्हणून मी येथे जे दाखवत आहे ते सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन म्हणून प्रथम आकृतीकडे पहा. म्हणजे समांतर समान समांतर तुळई हलक्या समान दोन वेजेसचे पण आता वेजेसमधील वेगळेपणा खूपच लहान आहे मी पुस्तकाच्या पाठ्यपुस्तकाशी सुसंगत असण्यासाठी  $a$  हे चिन्ह वापरले आहे आणि

त्यामुळे वेजेस एका लहान विभक्तीने वेगळे केले आहेत. पृथक्करणावर  $a$  आता प्रकाशाच्या तरंगलांबीच्या क्रमानुसार आहे आणि नंतर येथे पॅटर्न सारखा  $aa$  बॉक्स न ठेवता स्क्रीनवर तीव्रता मॅक्सिमा आणि मिनिमा आहे, आम्हाला तीव्रता मिळते आम्ही स्क्रीनवर तीव्रता मॅक्सिमा आणि मिनिमा पाहतो. प्रथम मिनिमा येथे आपण नंतर पाहणार आहोत म्हणून  $\lambda$  द्वारे  $a$  द्वारे दिलेला आहे म्हणजे जर आपण कोनीय वितरण प्लॉट केले तर हे  $\theta$  चा  $i$  आहे हा  $x$  नाही  $\theta$  चा  $\theta$  आहे इथे कोन आहे

त्यामुळे या छिद्राच्या संदर्भात मी प्लॉट केल्यास यासारखा एक किरण मग हा कोन थीटा आहे ही थीटा आहे

त्यामुळे थीटाचा  $i$  याप्रमाणे बदलतो आपण हे लवकरच पाहू पण महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे तुम्ही स्लिट रुंदी कमी केल्याने तुम्हाला प्रकाश भौमितिक सावलीत जातानाच दिसत नाही तर तुम्ही सुरूही करता. इंटन्सिटी मॅक्सिमास आणि मिनिमास पाहणे जसे हस्तक्षेपाच्या बाबतीत आहे त्याशिवाय येथे आपण पाहतो की मॅक्सिमास पुन्हा परत येत नाहीत यापर्यंत मॅक्सिमास खूप लहान आहेत खूप कमी तीव्रतेचे मॅक्सिमास पण आपल्याला तीव्रता मिनिमास दिसत आहे भौमितिक सावलीमध्ये तीव्रता शून्य आणि लहान कमाल आणि याला विवर्तन म्हणतात आणि आपण येथे एक स्लिट वापरला आहे कारण तरंगलांबीच्या क्रमाच्या परिमाणेसह एक अरुंद स्लिट आपण या पॅटर्नला सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन म्हणतो

त्यामुळे आपल्याला जे दिसते ते समोरचे दृश्य म्हणून हे समोरचे दृश्य आहे आता स्लिट येथे आहे आणि प्रकाश सामान्यपणे यावर आहे आणि हा स्लिटच्या मागे स्क्रीन आहे जो स्लिट स्क्रीनच्या मागे आहे ज्यामुळे तुम्हाला येथे तीव्रता जास्तीत जास्त दिसत आहे म्हणून येथे सेंट्रल मॅक्सिमा सेंट्रल ब्राइट फ्रिज आहे बाजूच्या तुलनेत खूप जास्त तीव्रता

त्यामुळे स्क्रीनच्या मागील बाजूस तुम्हाला स्क्रीनवर अशा सरळ रेषेच्या किनारी दिसतील आणि हे एकल आहे याला सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन म्हणतात म्हणून मी नुकतेच ओळखले आहे की विवर्तन म्हणजे काय आणि सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन म्हणजे काय. चला हे अधिक तपशीलवार पाहू या, तर आपण प्रथम तरुणांचा दुहेरी स्लिट प्रयोग आठवू या कारण येथे देखील आपल्याकडे एक स्लिट आहे आणि तरुणांच्या प्रयोगात आपल्याला दोन स्लिट्स होते म्हणून 1 आणि तरुणांचा दुहेरी स्लिट प्रयोग आठवतो आणि तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाच्या तुलनेत येथे काय फरक आहे ते पहा, तरुणांचा दुहेरी स्लिट प्रयोग आठवा म्हणून मी तरुणांचा दुहेरी स्लिट प्रयोग दर्शविला आहे ज्याचा आम्ही सविस्तर अभ्यास केला होता, म्हणून प्रथम हे पहा. भाग म्हणून येथे दोन स्त्रोत आहेत  $s$  एक आणि  $s$  दोन बिंदू स्त्रोत  $s$  एक आणि  $s$  दोन आणि नंतर ही स्क्रीन आहे  $d$  अंतरावर ठेवलेली आहे  $d$  स्त्रोत लहान अंतराने विभक्त केले आहेत आणि आपल्याकडे  $r_1$  ही मार्गाची लांबी आहे  $r_2$  ही मार्गाची लांबी आहे म्हणून एका अनियंत्रित बिंदूवर मार्गाचा फरक होता  $p$  दोन स्त्रोतांमध्ये मार्गाचा फरक आहे येथे दोन स्त्रोतांमधून पोहोचणाऱ्या प्रकाशाचा मार्ग संदर्भ आहे आणि म्हणून संबंधित टप्प्यातील फरक आहे जो  $k$  गुणा  $r$  आहे 2 वजा  $r_1$  आठवते की हा  $k \cdot 2 \pi$  आहे  $\lambda$  द्वारे फेज स्थिरांक  $k$  मध्ये  $r_2$  वजा  $r_1$  तुम्हाला फेज फरक डेल्टा देतो आणि नंतर आम्ही पाहिले की येथे तीव्रतेचे वितरण  $\sin^2$  आहे.  $\sin^2$  द्वारे आपण ही अभिव्यक्ती प्राप्त केली आहे  $i$  of  $\delta$  is equal to four  $i$  zero  $\cos$  चौरस डेल्टा by two आणि नंतर ते याप्रमाणे बदलते जर तुम्ही तीव्रतेचे वितरण प्लॉट केले तर ते sinusoidally बदलते याप्रमाणे प्रत्येक किनारी समान तीव्रतेची असते. ही अभिव्यक्ती या अभिव्यक्तीनुसार आमच्याकडे चमकदार गडद रिंग आहेत म्हणून मी येथे संबंधित तीव्रतेचा पॅटर्न दर्शविला आहे

त्यामुळे याशी संबंधित गडद रिंग आणि चमकदार रिंग या प्रदेशाशी संबंधित आहे तेजस्वी गडद तेजस्वी

त्यामुळे आपल्याकडे चमकदार गडद चमकदार गडद रिंग किंवा किनारे आहेत तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाचे प्रकरण आणि मी तुम्हाला येथे एक संगणक व्युत्पन्न आकृती देखील दाखवली आहे ज्यामध्ये तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगात चमकदार गडद किनारे दर्शविले आहेत मी प्रायोगिक प्रायोगिक मांडणीच्या ठराविक पॅरामीटर्स घेतल्या होत्या आणि नंतर मी या फ्रिजची गणना केली येथे दर्शविलेले नमुने असे काहीतरी आहे ज्याची आपण आधी चर्चा केली नाही, जर तुम्ही मध्यवर्ती भाग काळजीपूर्वक पाहिल्यास टी कॉन्ट्रास्ट जास्त तेजस्वी गडद चमकदार गडद आहे परंतु जसे जसे तुम्ही पुढे जा आणि पुढे जाल तसे कॉन्ट्रास्ट खाली कमी होत जाईल कारण ब्राइटनेस कमी कमी होत जाईल कारण तुम्ही पाहू शकता की हे खूप तेजस्वी आहे परंतु जर तुम्ही येथे असलेल्या किनार्याकडे गेलात तर ब्राइटनेस सतत कमी होत आहे. अंधार आहे तोच आहे मिनिमा आहे तोच आहे मिनिमा आहे तीव्रता शून्य आहे पण चमक कमी होत आहे  $x$  च्या बाजूने जाताना स्क्रीनवर आहे जसे तुम्ही मध्यबिंदूपासून दूर जाता तेव्हा किनार्याची चमक कमी होते आम्ही चर्चा केली नाही तीव्रतेच्या या भिन्नतेबद्दल आता आपण पाहणार आहोत की हे विवर्तनामुळे आहे जे आपल्याला तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाच्या बाबतीत तेजस्वी किनार्यांमध्ये तीव्रतेतील फरक दिसतो कारण आपण मध्यवर्ती किनार्यापासून दूर जाताना हे विवर्तनामुळे आहे. काळजीपूर्वक ठीक आहे, आता मी हे अधिक काळजीपूर्वक पाहू आणि हे का घडते ते का घडते या प्रकरणात समजा की हा तरुणांचा डबल स्लिट प्रयोग होता. लक्षात घेण्याजोगा महत्त्वाचा मुद्दा हा आहे की आम्ही या स्लिट्स  $s_1$  आणि  $s_2$  ला पॉइंट सोर्स म्हणून हाताळले होते परंतु आम्हाला माहित आहे की व्यवहारात कोणतेही स्लिट किंवा कोणतेही छिद्र एक बिंदू असू शकत नाही तेथे छिद्र किंवा स्लिटशी संबंधित मर्यादित क्षेत्र असते आणि हे आम्ही तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाचे विश्लेषण करताना तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाचा विचार केला नाही कारण आम्ही आधी केले होते आम्ही या स्त्रोतांच्या मर्यादित रुंदीचा विचार केला नाही म्हणून आता येथे प्रत्येक स्लिट एका वेळी एक स्लिट पाहू आणि काय आहे ते पाहूया. स्त्रोताच्या मर्यादित रुंदीचा प्रभाव त्यामुळे पुढील स्लाईडमध्ये पाहू या, मग मी काय दाखवले आहे ते येथे पाहू या, या आकृतीवर स्लिटची मर्यादित रुंदी  $a$  पाहू या स्लिट्स  $s_1$  एक आणि  $s_2$  तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगात दोन स्लिट्स आहेत

त्यामुळे जर तुम्ही एक स्लिट पाहिला तर येथे स्त्रोताची मर्यादित रुंदी आहे याचा अर्थ या स्लिटवर दुय्यम स्त्रोत येथे दुय्यम स्त्रोत करू देतो दुय्यम तरंगावरील बिंदू स्त्रोत दुय्यम तरंग जे यातून बाहेर पडतात  $p$  बिंदूवर  $p$  वर मर्यादित मार्गाचा फरक आहे, या अंतराच्या तुलनेत हा एक मार्ग वेगळा आहे, म्हणून जर मी याला  $r_1$  आणि या टोकापासून म्हटले तर स्लिटचे

त्यामुळे स्लिटचे वरचे टोक  $s_1$  बिंदू  $p$  पर्यंत आणि स्लिटचे खालचे टोक  $p$  बिंदूकडे जाते कारण मी आता स्लिटसाठी मर्यादित रुंदी  $a$  विचारात घेत आहे तर मार्गात मर्यादित फरक आहे कारण  $a$  ची मर्यादित रुंदी आणि म्हणून जर पथ संदर्भ असेल तर फेज फरक असेल तर फेज फरक असेल तर  $p$  बिंदूवरील तीव्रतेवर फेज फरकाने परिणाम होईल, म्हणून जर मी हे मोठे केले तर स्क्रीन असेल तेव्हा असे होईल एका ठराविक अंतरावर ठेवली जाते आता स्क्रीन मोठ्या अंतरावर ठेवली आहे याचा विचार करा म्हणून आपण या केसकडे पाहू या येथे दुसरा केस समान आकृती आहे पण मी आता ते मोठे केलेले दृश्य दाखवले आहे

त्यामुळे मोठे दृश्य 1 मोठे असताना 1 हे वेगळे करणे  $i$  हे पृथक्करण मोठे असते तेव्हा हा पडदा मोठ्या अंतरावर बसलेला असतो तेव्हा हे किरण येथे काढलेले सर्व किरण येथे काढलेल्या सर्व रेषा जवळजवळ समांतर दिसतात त्या जवळजवळ समांतर दिसतात कारण हे 1 आता खूप मोठे आहे परंतु आम्ही काय करतो पहा हा ऍपचरचा आकार आहे का हा घटना किरण आहे आणि छिद्राच्या आत आपण येथे वेगवेगळे बिंदू स्त्रोत दाखवले आहेत आणि

म्हणून जर आपण हे बिंदू स्त्रोत समान अंतरावर असलेल्या बिंदू स्त्रोतांवर दाखवले तर आपण प्रत्यक्षात समान अंतर मानले तर तेथे असंख्य बिंदू आहेत. स्त्रोत परंतु जर आपण मर्यादित संख्येच्या समान अंतराच्या बिंदू स्त्रोतांचा विचार केला आणि नंतर आपण विश्लेषणामध्ये प्रत्यक्षात येऊ शकतो ज्या पद्धतीने आपण सुरुवात करू शकतो आणि नंतर आपण  $n$  ला अनंतापर्यंत जाऊ देतो म्हणजे सुरुवातीला  $n$  बिंदू स्त्रोतांची संख्या आणि नंतर  $n$  आहे अनंताकडे जाण्याची परवानगी आहे आता पुन्हा चर्चेत येत आहे जर स्क्रीन मोठ्या अंतरावर असेल तर आपण बिंदूच्या स्त्रोतांमधून बाहेर पडणाऱ्या या सर्व किरणांना समांतर मानू शकतो. किरण आणि मग आपण जे पाहतो ते असे आहे की जर आपण येथे पहिला किरण पाहिला आणि येथे शेवटचा किरण पाहिला तर आपल्याला दिसेल की येथे अतिरिक्त मार्गाचा फरक आहे

त्यामुळे मार्गाचा फरक आहे हा या आणि यामधील मार्गाचा फरक आहे. कारण ही एक समांतर किरण समोर आहे ती समांतर किरण आहे जी येथे जात आहे कारण आपण समांतर किरणांचा विचार केला आहे जर आपण समांतर किरणांचा विचार केला तर कोणत्याही विशिष्ट कोनाच्या थीटाला समांतर किरणांचा अर्थ आहे की त्याच्या समोर समतल तरंग आहे तर येथे या किरणांमध्ये मार्गाचा फरक आहे. पथ आणि हा मार्ग आणि हा मार्ग फरक आहे जर थीटा हा कोन थीटा हा आडवा कोन असेल तर हा मार्ग फरक दर्शविला जाऊ शकतो जर हा असेल तर पथ फरक डेल्टा जो पथ संदर्भ डेल्टा आहे समान आहे म्हणून आपण हे करू शकता डेल्टा सायन थीटा सारखा आहे हे दाखवा म्हणून मी इथे स्वतः लिहितो

त्यामुळे येथे डेल्टा सायन थीटाच्या बरोबरीचा आहे म्हणून आपण दाखवू शकतो की आता मार्गातील फरक मी फक्त शेवटचा आणि त्याचे लाकूड उचलला आहे  $st$  एक परंतु यांमध्ये समान मार्गाचा फरक आहे म्हणून कोणत्याही दोन समीप किरणांमध्ये एक मर्यादित मार्ग फरक आहे जेव्हा मर्यादित मार्गाचा फरक असेल तेव्हा  $p$  बिंदूच्या दुसऱ्या टोकाला हस्तक्षेप असेल आणि हस्तक्षेप होईल. एक फ्रिंज सिस्टीम जी फेजवर अवलंबून असते ती फेजवर अवलंबून असते आणि आपल्याकडे तीव्रता मॅक्सिमा किंवा इंटेन्सिटी मिनिमा असेल

त्यामुळे स्लिटच्या मर्यादित मार्गांच्या मर्यादित रुंदीमुळे कृपया हे पहा स्लिटच्या मर्यादित रुंदीमुळे तरंगांमध्ये मार्ग फरक आहे स्लिटच्या स्लिट ऍपचरच्या ऍपचरमधील कोणत्याही दोन बिंदूच्या स्त्रोतांमधून बाहेर पडणे संबंधित फेज शिफ्ट थेटावर अवलंबून असते कारण मी तुम्हाला येथे फेज शिफ्ट दाखवली आहे म्हणून हा मार्ग फरक आहे म्हणून फेज शिफ्ट मिळविण्यासाठी तुम्ही फक्त  $kk$  ने गुणाकार करा. डेल्टा तुम्हाला फेज शिफ्ट फेज फरक देतो त्यामुळे फेज शिफ्ट ही थीटावर अवलंबून असते आणि म्हणून पॉइंट  $p$  ची तीव्रता थीटावर अवलंबून असते आम्ही चर्चा करू हे पुढे आणि एकल स्लिट डिफ्रॅक्शनच्या तीव्रतेच्या वितरणातील तीव्रतेसाठी अभिव्यक्ती मिळवा परंतु आपण जाण्यापूर्वी आपल्याला विवर्तनाच्या दोन नियमांवर चर्चा करायची आहे दोन क्षेत्रे दोन प्रकार आहेत किंवा दोन प्रकारचे विवर्तन मूलतः समान आहेत तेथे कोणतेही नाहीत दोन प्रकारचे परंतु प्रत्यक्षात स्त्रोतापासून छिद्रापर्यंतच्या अंतरावर आणि छिद्रापर्यंतच्या स्क्रीनच्या अंतरावर अवलंबून विवर्तनाचे दोन क्षेत्रे आहेत आणि आम्ही याबद्दल अधिक चर्चा करू म्हणून विवर्तनाचे दोन प्रकार आहेत दोन विवर्तनाच्या दोन क्षेत्रांच्या दोन राज्ये मुळात विवर्तन समान असतात परंतु आमच्याकडे दोन अंदाजे आहेत जे तुम्ही म्हणू शकता म्हणून दोन प्रकारचे विवर्तन आहेत त्यांना फ्राउन ऑफर केलेले विवर्तन आणि फ्रेन्सेल डिफ्रॅक्शन असे म्हणतात जर प्रकाशाचा स्त्रोत आणि निरीक्षण स्क्रीन मोठ्या अंतरावर असतील तर मला हे पाहू देऊ नका. जर प्रकाशाचा स्रोत आणि निरीक्षण स्क्रीन विवर्तन छिद्रापासून मोठ्या अंतरावर असतील तर लहरी समोरील छिद्रावर येणे आणि स्क्रीनला समतल मानले जाऊ शकते मग ते विवर्तनावर भुसभुशीत होण्याशी संबंधित आहे आता आपण आकृती पाहू या म्हणजे याचा अर्थ काय आहे जर येथे स्त्रोत येथे छिद्र असेल तर स्लिट असेल तर छिद्र येथे स्त्रोत आहे जेव्हा ते पुरेसे असते लांब जर ते खूप दूर असेल तर तरंग आघाडी अर्थातच बिंदूचा स्त्रोत असला तरीही ते वक्र लहरी मोर्चांनी सुरू होते परंतु जेव्हा अंतर खूप मोठे होते कारण आपण पाहू शकता की तरंग आघाडी जवळजवळ समतल आहेत येथे विमान तरंग आघाडी म्हणजे छिद्रापर्यंत पोहोचणाऱ्या किरणांना समांतर किरण किंवा जवळजवळ समतल तरंग आघाडी मानल्या जाऊ शकतात

त्यामुळे आपण याला समांतर किरण मानू शकतो जे छिद्रापर्यंत पोहोचत आहेत त्याचप्रमाणे जर स्क्रीन खूप दूर असेल तर आपल्याला विशिष्ट बिंदूवर तीव्रता शोधण्यात रस असेल. एका विशिष्ट बिंदूवर  $p$  असे म्हणू या नंतर येथील स्लिटमधून किंवा इथल्या छिद्रातून किरण सर्व दिशांनी बाहेर पडत आहेत कारण ते बिंदूच्या स्त्रोताप्रमाणे कार्य करतात मात्र  $ra$   $ys$  जे स्क्रीन पुरेशी दूर असताना पोहोचत आहेत अशा किरणांचा संच जो एका विशिष्ट बिंदूपर्यंत पोहोचतो  $p$  ला जवळजवळ समांतर मानले जाऊ शकते आणि म्हणून तरंग आघाडी समतल मानली जाऊ शकते आता आपण जे वाचले आहे त्याची पुनरावृत्ती करतो जर प्रकाशाचा स्त्रोत आणि निरीक्षण स्क्रीन डिफ्रॅक्शन ऍपचरपासून डिफ्रॅक्शन ऍपचरपासून मोठ्या अंतरावर असते आणि मोठ्या अंतरावर मोठ्या अंतरावर असते ज्यामुळे ऍपचरवर येणारी वेव्ह फ्रंट आणि स्क्रीन समतल मानली जाऊ शकते नंतर ती विवर्तनावर भुसभुशीत होते म्हणून जवळजवळ समांतर किरण आता दुसरीकडे आहेत  $hand\ if$  केव्हा तरंग समोर जेव्हा दोन स्त्रोतांमधील पृथक्करण होते तेव्हा आपण पुन्हा वाचू या जेव्हा स्त्रोत आणि विवर्तन छिद्र आणि किंवा विवर्तन किंवा स्लिट आणि निरीक्षण स्लिट दरम्यान विभक्त केव्हा स्रोत आणि विवर्तन दरम्यान विभक्त होतो छिद्र किंवा निरीक्षण स्क्रीन

त्यामुळे किंवा निरीक्षण स्क्रीन येथे पुनरावृत्ती झाली आहे किंवा निरीक्षण  $n$  स्क्रीन पुरेशी मोठी नाही तरंग आघाडीची वक्रता विचारात घेणे आवश्यक आहे आणि फ्रेन्सेल विवर्तनात समतल लहरी अंदाजे वापरता येत नाहीत म्हणून आता आपण हे पाहूया स्त्रोत तुलनेने जवळ आहे आणि स्त्रोत सर्व दिशांना प्रकाश उत्सर्जित करत आहे तर हा एक बिंदू स्त्रोत आहे ज्याला आपण गोलाकार तरंगांच्या सहाय्याने त्याचे प्रतिनिधित्व करू शकतो आणि जेव्हा तरंगाचा पुढचा भाग येथे पोहोचतो तेव्हा ते गोलाकार असतात तेव्हा आपण त्यास समतल तरंगांचा पुढचा भाग मानू शकत नाही त्याचप्रमाणे आपण बिंदू  $p$  वर पाहिल्यास  $p_i$  बिंदूवर पोहोचणारे किरण असतात. बिंदू  $p$  पर्यंत पोहोचणारे अत्यंत किरण दर्शविले आहेत जेणेकरून ते बिंदूवर अभिसरण होत असल्यासारखे आपणास दिसते किंवा आपल्याला तरंग आघाडीची वक्रता विचारात घ्यावी लागेल आणि नंतर आपल्याला फ्रेन्सेल डिफ्रॅक्शनची व्यवस्था आहे. स्रोत आणि विवर्तन छिद्र आणि किंवा निरीक्षण स्क्रीन पुरेसे मोठे नाहीत तरंग आघाडीची वक्रता विचारात घेणे आवश्यक आहे आणि समतल लहर अंदाजे मोजणे आवश्यक आहे फ्रेन्सेल डिफ्रॅक्शनमध्ये वापरला जाऊ शकतो म्हणून ही फ्रेन्सेल डिफ्रॅक्शनची पद्धत आहे म्हणून आपण विवर्तनावर भुसभुशीत करण्यावर लक्ष केंद्रित करूया आणि म्हणून आपण एक व्यावहारिक व्यवस्था पाहू या कारण मी सांगितले की जेव्हा अंतर पुरेसे मोठे असते परंतु व्यावहारिक व्यवस्थेमध्ये ते शक्य नसते. मोठ्या अंतरासाठी समजा तुम्हाला प्रयोगशाळेत प्रयोग करायचा असेल तर स्क्रीन आणि स्त्रोत आणि स्त्रोत आणि छिद्र यांच्यामध्ये मोठे विभक्त होणे शक्य नाही म्हणून एक व्यावहारिक व्यवस्था समोरच्या ऑफर विवर्तनाचे निरीक्षण करण्यासाठी एक व्यावहारिक व्यवस्था येथे दर्शविली आहे  $a$  भिन्न समोरचे निरीक्षण करण्यासाठी व्यावहारिक मांडणी आपण बिंदूचा स्त्रोत घेतल्यास स्त्रोत काळजीपूर्वक पाहू या जर आपण बिंदूचा स्त्रोत घेतला, उदाहरणार्थ जर आपण बिंदूचा स्त्रोत घेतला आणि तो लेन्सच्या फोकल प्लेनवर ठेवला तर स्त्रोताकडून येणारे किरण समांतर रेंडर केले पाहिजे जे किरण येथे स्लिटपर्यंत पोहोचतात किंवा येथे छिद्र समांतर किरण आहेत म्हणून आम्ही  $fr$  साठी ती अट पूर्ण केली आहे स्रोतापासून छिद्रापर्यंतच्या अंतरापर्यंतच्या आपल्या विवर्तनावर फक्त लेन्स ठेवून अंतर फार मोठे असण्याची गरज नाही, म्हणून जर लेन्सची फोकल लांबी 5 सेंटीमीटर असेल तर हे 5 सेंटीमीटर आणि आणखी 5 असू शकते. सेंटीमीटर तुम्ही स्लिट इथे ठेवू शकता किंवा इथे छिद्र आता दुसऱ्या बाजूला पुन्हा तुमच्याकडे वळवणारे वेव्ह फ्रंट आहेत जे लहान छिद्रातून येत आहेत येथे किरण सर्व दिशांनी बाहेर पडत आहेत आता मी येथे जे दाखवले आहे ते आम्ही पाहतो आकृती एक संच आहे सर्व किरणांपैकी किरणांचा एक संच जो एका कोनात येत असतो समांतर किरणांचा संच जो एका कोनात येत असतो समांतर किरणांचा संच मी ते का निवडत आहे कारण आपल्या अंदाजे बिंदूच्या समोर आपल्याला समांतर किरणांची गरज असते  $p$  म्हणून आम्हांला  $p$  बिंदूपर्यंत पोहोचणाऱ्या किरणांच्या समतल तरंगांचे फ्रंट शोधण्यात स्वारस्य आहे, म्हणून जर मी सर्व किरणांपैकी समांतर किरणांचा संच विचारात घेतला आणि येथे एक लेन्स ठेवली आणि स्क्रीन फोकल प्लेनवर ठेवली. इथून इथपर्यंतचे अंतर ही फोकल लांबी आहे मग आपण याला फोकल प्लेन असे म्हणतो स्क्रीन लेन्सच्या फोकल प्लेनवर फोकल प्लेनवर ठेवली जाते तेव्हा सर्व किरण एका विशिष्ट बिंदू  $p$  वर केंद्रित होतील म्हणून आम्ही ते दाखवले आहे एका

विशिष्ट बिंदूवर लक्ष केंद्रित केले आहे  $p$  आता आपण यासाठी का जातो हे काय आहे म्हणून मी हे थोडे अधिक काळजीपूर्वक समजावून सांगतो आणि नंतर आपण येथे त्याच आकृतीवर परत येऊ, म्हणून मी उदाहरणार्थ लेन्स आणि समांतर किरणांच्या घटनेचा विचार केला तर लेन्स नंतर फोकल प्लेनवर आपल्याला माहित आहे की ते सर्व फोकल पॉइंटवर फोकस करतात म्हणून जर हे अंतर  $f$  असेल तर सर्व किरण येथे या बिंदूवर फोकस करतात जो अक्षावर आहे समजा मी तीच लेन्स पुन्हा येथे घेतली आणि एक घटना घडली समांतर किरणांचा संच एका तिरकस कोनात प्रवास करणाऱ्या थीटा समांतर किरणांचा संच पण आता एका कोनाच्या थीटावर प्रवास करत आहे

त्यामुळे ते फोकल प्लेनवर कुठे फोकस करतील असे म्हणूया हे फोकल प्लेन आहे मग ते फोकस करतील पण ते बिंदूवर फोकस करतील कसे  $w$   $e$  येथे ध्रुवावरून जाणारा किरण निर्धारित करा किंवा लेन्सच्या इथल्या मध्यबिंदूपासून  $p$  बिंदूकडे अपरिवर्तनीय प्रवास करतील आणि इतर सर्व समांतर किरण त्या बिंदूवर केंद्रित होतील म्हणून हा बिंदू  $p$  आहे जिथे किरण फोकस करतील आणि जर माझ्याकडे एक असेल तर जर मी विमान लहरी किंवा समांतर किरणांचा संच विचारात घेतला तर समांतर किरणांचा संच अशा प्रकारे प्रवास करत आहे आणि जर मी येथे स्क्रीन ठेवली तर ही स्क्रीन असेल तर ते सर्व या बिंदूवर लक्ष केंद्रित करतील कारण किरण जे येथे मध्यबिंदूतून जातो किंवा ध्रुव विचलित होत नाही आणि म्हणून इतर सर्व त्या बिंदूवर लक्ष केंद्रित करतील, जर हे फोकल प्लेन असेल तर त्याचा अर्थ काय आहे याचा अर्थ प्रत्येक किरण वाढवा असे म्हणूया की हा किरण येथे एक कोन थीटा बनवत होता. सर्व किरण समांतर किरण जे विशिष्ट कोन थीटा बनवतात ते  $p$  बिंदूवर केंद्रित असतात त्याचप्रमाणे येथे आपल्याकडे किरणांचा आणखी एक संच आहे जो एक कोन थीटा बनवतो

त्यामुळे टी जर हे थीटा एक असेल तर या प्रकरणात थीटा दोन असू शकतात हे वजा आहे ते सर्व येथे एका नवीन बिंदू  $p$  उॅशवर केंद्रित केले जातील त्यामुळे समांतर किरणांचे संच जे लेन्सवर घडतात ते फोकल प्लेनवर ठेवलेल्या स्क्रीनच्या वेगवेगळ्या बिंदूवर फोकस करतील फोकल प्लेन आणि समांतर सेटवर ठेवलेल्या स्क्रीनवर समांतर किरणांचे वेगवेगळे कोन बनवणारे थीटा विमानावरील वेगवेगळ्या बिंदूवर केंद्रित केले जाईल मी यावर थोडा वेळ का घालवत आहे कारण आपण काय ठरवू की तीव्रता पॅटर्न एका स्लिटमुळे तीव्रतेच्या पॅटर्नचे कोनीय अवलंबित्व आहे. सिंगल स्लिट आणि जर मी असे म्हणतो की तीव्रता पॅटर्न ही थीटा अवलंबून आहे आणि प्रत्येक थीटा अनन्यपणे स्क्रीनवरील स्क्रीनवर विशिष्ट बिंदू  $p$  पर्यंत पोहोचतो, तर मला थीटाचा  $i$  येथे थीटा निर्धारित करणे पुरेसे आहे तर मला संबंधित तीव्रतेचा नमुना मिळेल स्क्रीनवर म्हणून मी हा आकृती दर्शविला आहे, म्हणून मी आधी काढलेला आकृती येथे ठेवतो म्हणजे मी सर्व किरणामधून किंवा विमान लहरी मोर्चामधून परत येईन. छिद्रावरील विवर्तनानंतरची विकृती लाल रंगाची किरण समांतर किरणांच्या संचाचे प्रतिनिधित्व करतात अक्षासह एक कोन थीटा बनवतात आणि ते  $p$  बिंदूवर केंद्रित करतील

त्यामुळे आता तीव्रतेचे वितरण पाहूया

त्यामुळे फोकल प्लेनवरील तीव्रतेचे वितरण येथे मी फक्त तुम्हाला किरणे तीन वेगवेगळ्या कोनातून येत असल्याचे दाखवले म्हणून मी येथे एक आकृती काढली आहे एक स्पष्ट आकृती एकाच वेळी मी सर्व किरण दाखवले आहेत

त्यामुळे समांतर किरण काळ्या रंगात बिंदूवर पोहोचतात  $o$  हे आमचे परिचित आहे समांतर किरणांवर लक्ष केंद्रित करणे  $o$  बिंदूवर केंद्रित आहे अक्षाच्या बाजूने तुम्ही समांतर किरणांना झुकवले तर ते येथे एका बिंदूपर्यंत पोहोचते आणि जर तुम्ही समांतर किरण वेगळ्या दिशेने झुकवले तर ते एका वेगळ्या बिंदूवर पोहोचतात म्हणून येथे स्क्रीनवरील प्रत्येक बिंदू  $p$  वेगळ्या कोनातील थीटा आणि तीव्रतेच्या वितरणाशी संबंधित आहे. जर ही  $x$  दिशा असेल तर  $x$  च्या बाजूने तीव्रतेचे वितरण थीटा  $w$  चा  $i$  असल्यास तीव्रतेच्या वितरणासारखे असेल इथे थीटा छिद्रातून किरण बाहेर पडत असलेल्या कोनाचे प्रतिनिधित्व करतो

त्यामुळे लेन्स किरणांच्या समांतर समांतर संचामध्ये कोणताही अतिरिक्त मार्ग फरक किंवा फेज फरक सादर करत नाही हे एक महत्त्वाचे वाक्य आहे म्हणून मला हे वाक्य थोडे स्पष्ट करायचे आहे. थोडे अधिक कारण येथे एक विवर्तन पॅटर्न आहे जो येथे येत आहे म्हणून आम्ही येथे विवर्तनावर भुसभुशीतपणे पाहण्यासाठी व्यावहारिक व्यवस्था दर्शविली आहे तेथे एक विवर्तन पॅटर्न आहे जो छिद्राच्या पलीकडे येत आहे आता आम्ही एक लेन्स सादर केली आहे आणि आम्हाला कसे कळेल की तुम्हाला येथे मिळणाऱ्या तीव्रतेच्या पॅटर्नवर लेन्सचा परिणाम होत नाही, तर लेन्सने कोणताही अतिरिक्त फेज फरक सादर केला नाही तर लेन्सवर परिणाम होत नाही,

त्यामुळे येथे जे विधान केले आहे ते लेन्स कोणत्याही अतिरिक्त पथ फरक किंवा फेज फरक सादर करत नाही. हस्तक्षेप करणाऱ्या किरणांच्या समांतर संचामध्ये मी हे थोडे अधिक स्पष्ट करेन आता समांतर  $ra$  च्या संचाचा विचार करा  $ys$  जे लेन्सवर घडलेले असतात

त्यामुळे समांतर किरणांचा एक संच असतो ज्याचा अर्थ समांतर किरणांचा असतो म्हणजे ते समतल किरणांनी दर्शविले जातात म्हणजे तरंग फ्रंट वेव्ह फ्रंट म्हणजे स्थिर अवस्थेचा पृष्ठभाग असतो

त्यामुळे हे आता नंतरचे समतल तरंग फ्रंट आहेत लेन्सद्वारे अपवर्तन ते सर्व बिंदू फोकसवर केंद्रित केले जातील म्हणून हा बिंदू  $f$  आहे म्हणून ते सर्व आता  $f$  बिंदूवर लक्ष केंद्रित करतील जेव्हा यातून पुढे गेल्यावर किरणांचा हा अभिसरण करणारा संच वक्र वेव्हफ्रंटद्वारे दर्शविला जातो. वेव्हफ्रंटस आता वक्र आहेत आणि ते या बिंदूपर्यंत पोहोचतात जो फोकस आहे परंतु येथे वेव्हफ्रंट स्थिर टप्प्याच्या पृष्ठभागाचे प्रतिनिधित्व करते आणि येथे वेव्हफ्रंट स्थिर टप्प्याच्या पृष्ठभागाचे प्रतिनिधित्व करते आणि ते सर्व शेवटी बिंदू  $f$  किंवा बिंदू  $p$  पर्यंत पोहोचतात परंतु सर्व त्यांपैकी एकाच टप्प्यात पोहोचतात जर तेथे किंवा त्याव्यतिरिक्त मूलतः जर स्थिर फेज फरक असेल तर तो स्थिर फेज फरक येथे कायम राखला जाईल जर सर्व किरण टप्प्यात आहेत मग सर्व किरण टप्प्यात पोहोचतील येथे लेन्स समांतर किरणांच्या संचामध्ये काही फरक जोडत नाही याचा अर्थ असा आहे आणि म्हणून लेन्सची भूमिका मग आपल्याला या लेन्सची भूमिका का आवश्यक आहे? लेन्सचा तीव्रता पॅटर्न एका सामान्य स्क्रीनवर स्क्रीनवर आणणे आहे जे अगदी जवळ आहे, त्यामुळे विवर्तन पॅटर्नच्या समोरच्या बाबतीत या लेन्सची भूमिका व्यावहारिक अंतरावर तीव्रतेचा नमुना स्क्रीनवर आणणे आहे. प्रयोगशाळा जिथे आपण प्रयोग करू शकतो

त्यामुळे ही या दुसऱ्या लेन्सची भूमिका आहे

त्यामुळे जर या विमानावरील तीव्रतेचे वितरण थीटाच्या  $i$  च्या प्रमाणात असेल परंतु विवर्तन पॅटर्न थीटाच्या  $i$  द्वारे दिलेला असेल तर आपण एकल स्लिटकडे परत येऊ या विवर्तन तीव्रता वितरण म्हणून मी आकृतीचा दुसरा भाग सोडला आहे कारण ते फक्त समांतर किरणांचा संच तयार करण्यासाठी आहे जे घटना आहेत म्हणून कृपया येथे वितरण पहा तीव्रता  $pa$   $tertern$  म्हणजे कोणती घटना आहे मी एका कोन थीटावर प्रवास करणाऱ्या किरणांचा एक विशिष्ट संच घेतला आहे कृपया पहा वेगवेगळ्या कोनातून प्रवास करणाऱ्या किरण आहेत पण मी समांतर किरणांचा एक विशिष्ट संच  $pf$  बिंदूवर पोहोचला आहे म्हणून ही एकल शीटची व्यवस्था आहे विवर्तन तीव्रतेचे वितरण  $theta$  च्या  $i$  द्वारे दिलेले तीव्रतेचे वितरण  $i$   $zero$  च्या बरोबरीचे आहे साइन स्केअर बीटा द्वारे बीटा स्केअर जेथे बीटा  $pi$  द्वारे लॅम्बडा द्वारे साइन थीटा मध्ये दिले जाते  $a$  हा स्लिट रुंदी थीटा आहे येथे हा कोन थीटा आहे म्हणून हे तीव्रतेचे वितरण आहे व्युत्पत्ती अवघड नाही परंतु ती आमच्या चर्चेच्या पलीकडे आहे आणि म्हणून आम्हाला निकालात रस आहे आणि म्हणून मी या अभिव्यक्तीची व्युत्पत्ती येथे करत नाही आहे परंतु थीटाचा  $i$  तुम्ही गृहीत धरले आहे की मी थीटा या अभिव्यक्तीद्वारे दिलेला आहे जेथे  $i$  शून्य ही तीव्रता आहे थीटा बरोबर शून्य आहे आता मला हे पहायचे आहे की मला या कीसह कोणत्या प्रकारचे तीव्रतेचे वितरण मिळेल एका अभिव्यक्तीचा  $nd$

त्यामुळे  $i$  शून्य ही थीटा ची तीव्रता शून्य च्या बरोबरी आहे

त्यामुळे येथे फक्त चर्चा करूया म्हणजे  $i$  बरोबर  $i$  चा  $theta$   $is$   $equal$   $to$   $i$   $is$   $equal$   $to$   $beta$  च्या बरोबर कारण  $beta$  चा  $theta$  शी संबंधित आहे  $i$   $zero$   $into$  साइन स्केअर बीटा भागाकार बीटा स्केअर जेथे बीटा लाम्बडाच्या पाई बरोबर साइन थीटामध्ये आता

प्रथम मी म्हणालो की  $i$  शून्य ही तीव्रता थीटामध्ये शून्य आहे आता थीटामध्ये शून्य आहे बीटा शून्य आहे परंतु बीटा मध्ये आहे डिनोमिनेटर म्हणून हे अपरिभाषित आहे म्हणून आपण  $i$  शून्य कसे म्हणू कारण साइन बीटा बाय बीटा  $\sin x$  किंवा साइन बीटा बीटा 0 कडे झुकतो म्हणून हे 1 च्या बरोबरीचे आहे मला खात्री आहे की तुम्हाला हे माहित आहे की तुम्ही फक्त हे वेगळे कराल तर आम्हाला  $\cos$  मिळेल  $\beta$  by 1 आणि  $\cos \beta$  जर तुम्ही  $\beta$  is equal to  $\beta$  is equal to 0 लावलात तर  $\cos \beta$  is 1 आणि म्हणून  $\theta$  येथे  $0$  is equal to  $\theta$  च्या  $i$  बरोबर  $0$  is equal to  $i$  zero म्हणून  $i$  zero ही तीव्रता आहे. at  $\theta$  is equal to zero recall  $\theta$  equal to zero म्हणजे  $\theta$  equal to zero म्हणजे अक्षावर जे बिंदू आहे  $0$  is the intensity at the equal to zero आता आपण याच्या तीव्रतेचे वितरण पाहू या म्हणजे दोन फंक्शन्स आहेत एक म्हणजे  $i$  शून्य साइन स्केअर बीटा

त्यामुळे मी हे लिहू शकतो. बीटा स्केअर एक करून दोन फंक्शन्सचे उत्पादन म्हणून आम्हाला माहित आहे की साइन स्केअर हे पहिले फंक्शन कसे बदलते म्हणून जर तुम्ही बीटाच्या संदर्भात प्लॉट केले तर हे 0 बीटा 0 च्या बरोबरीचे आहे आणि बीटा  $\pi$  बीटा  $2\pi$  बीटा च्या बरोबरीचे आहे असे म्हणूया. नंतर  $3\pi$  च्या बरोबरीचे आहे आणि त्याचप्रमाणे दुस-या बाजूला वजा  $\pi$  उणे  $2\pi$  नंतर आपल्याला माहित आहे की बीटा साठी  $\sin \beta = 0$  आहे  $m\pi$  च्या बरोबरीचे आहे आणि म्हणून पॅटर्न असा दिसेल म्हणून  $\sin$  स्केअर  $x$  वक्र आहे. zero आणि maxima zero maxima म्हणून हा  $i$  zero  $\sin$  स्वेअर व्हेरिएशन आहे म्हणून त्यामध्ये शून्य आहे इत्यादी पूर्ण सममितीय आहे, तर हे  $i$  zero ची खूप आहे, म्हणून ही पातळी  $i$  zero आहे, हे पहिलं फंक्शन असल्याचे दुसरे फंक्शन कसे दिसेल मला ते पुन्हा काढू दे ते म्हणजे  $a$  कॉस स्केअर फंक्शन जे मी प्लॉट करत होतो

त्यामुळे हे बीटा विरुद्ध आहे

त्यामुळे हे 0 वजा  $\pi$  वजा दोन  $\pi$   $\pi$  दोन  $\pi$  तीन  $\pi$  आहे

त्यामुळे येथे शून्य आहे ही पातळी  $i$  शून्य आहे जे मी प्लॉट करत आहे ते पहिले फंक्शन आहे  $i$  शून्य पाप स्केअर बीटा म्हणून पहिले फंक्शन येथे शून्य आहे मॅक्सिमा येथे  $\pi$  बाय दोन शून्यावर  $\pi$  मॅक्सिमा येथे तीन  $\pi$  बाय दोन शून्यावर दोन  $\pi$  म्हणून हे साइन स्केअर फंक्शन आहे त्यामुळे येथे मॅक्सिमा शून्य मॅक्सिमा येथे 0 आणि दुसरे फंक्शन जे दुसरे आहे फंक्शन आहे म्हणून दोन फंक्शन्सचे उत्पादन आहे आणि मी सांगितले आहे की हे पहिले फंक्शन आहे जे मी प्लॉट केले आहे म्हणून दुसरे फंक्शन 1 बाय बीटा स्केअर आहे जे 1 बाय  $x$  स्केअर  $x$  स्केअर पॅराबॉलिकली वाढत आहे आणि 1 बाय एक्स स्केअर आहे अशा प्रकारे खाली पडणे म्हणजे जर हा बीटा 1 बाय  $x$  स्केअर असेल तर येथे शून्य पातळी आहे तर हा  $x$  आहे बीटा शून्य बरोबरीचा आहे म्हणून तो येथे अनंताकडे जाईल आणि नंतर एक बाय  $x$  स्केअर प्रमाणे खाली येईल म्हणजे ते अगदी खाली येईल लहान मूल्ये येथे अनंतात जातात आणि जर तुम्ही घेतली तर याचा  $ea$  गुणाकार

त्यामुळे आता दोन फंक्शन्सचा गुणाकार आहे

त्यामुळे हे आता  $\theta$  चा  $i$  आहे किंवा  $i$  चा  $\beta$  हा  $i$  zero ने दिलेला आहे  $i$  zero इथे आहे

त्यामुळे  $\theta$  बरोबर शून्य आहे कारण हे अनंताकडे जाते. शून्य हे आपण पाहिले आहे की ते  $i$  शून्य होते ते  $\theta$  बरोबर इतर कोणत्याही बिंदूवर शून्य होते ते येथील मूल्याचे उत्पादन आहे आणि येथे मूल्याचे गुणाकार आहे जे 1 बीटा स्केअर ते  $\sin$  स्केअर बीटा आहे आणि असेच जर तुम्ही हे प्लॉट केले तर आलेख नंतर आपण पाहतो की जेथे हे 0 असेल तेथे उत्पादन 0 असले पाहिजे म्हणजे प्रथम 0 येथे असेल त्यामुळे फंक्शन असे बदलेल आणि नंतर हे सतत 1 बाय बीटा स्केअर घसरत आहे म्हणून मोठेपणा खाली येतो तो पुन्हा कमाल होतो. शून्य होते त्यामुळे फंक्शन कमाल होते आणि शून्य होते फंक्शन कमाल होते आणि शून्य होते का कमाल का कमी होत आहे कारण हे मूल्य सतत कमी होत आहे इंटरफेरन्स फ्रिंजच्या बाबतीत उलट जेथे तुमच्याकडे साइन स्केअर फ्रिंज आहेत कॉस स्केअर डेल्टा बाय 2 फ्रिंज आहे तुमच्याकडे मिनिमाच्या संदर्भात समान किनारे आहेत परंतु मोठेपणा खाली येत आहे

त्यामुळे एक मोठेपणा क्षय होत आहे आणि म्हणून विवर्तन पॅटर्नमध्ये असे दिसेल

त्यामुळे विवर्तन पॅटर्नमध्ये कमाल मिनिमा असेल याचे मूल्य काय आहे म्हणून जेव्हा बीटा  $\pi$  च्या बरोबरीचा असतो तेव्हा प्रथम मिनिमा असतो जेव्हा बीटा  $\pi$  च्या बरोबरीचा असतो तेव्हा हे एकल स्लिट तीव्रतेच्या वितरणामुळे एकल स्लिट किंवा  $\theta$  किंवा  $i$  च्या  $i$  मुळे तीव्रतेचे वितरण आहे बीटा आता आपल्याला मिनिमा मिनिमा आणि मॅक्सिमाची पोजिशन्स शोधण्यात स्वारस्य आहे

त्यामुळे मध्यवर्ती मॅक्सिमा बीटा येथे येते शून्य बरोबर म्हणजे थीटा म्हणजे शून्य म्हणजे स्लिटच्या अक्षावर,

त्यामुळे मॅक्सिमा आणि मिनिमाची पोजिशन्स पाहू. थीटाची  $i$  स्थिती

त्यामुळे येथे  $i$  ची  $i$  शून्य पाप चौरस बीटा बीटा चौरस बीटा द्वारे दिली आहे का ही मिनिमाची पोजिशन्स दिली जाते जेव्हा अंश शून्य असतो पाप बीटा 0 च्या बरोबर असतो तेव्हा बीटा असतो तेव्हा 0 च्या बरोबरीने आपण बीटा येथे ही चर्चा आधीच पाहिली आहे की बीटा 0 च्या बरोबर आहे ते  $i\theta$  च्या बरोबर आहे अन्यथा पोजिशन्स मिनिमाच्या आहेत  $\sin$  बीटा 0 च्या बरोबरीचे आहे किंवा याचा अर्थ असा आहे की बीटा  $m\pi$  च्या बरोबर आहे शिवाय  $m\theta$  च्या बरोबर नाही ते म्हणजे साइन थीटा बीटा हे  $m\pi$  बीटा बरोबर आहे हे याद्वारे दिले जाते ज्याचा अर्थ असा होतो की साइन थीटा  $m$  लॅम्बडा बरोबर आहे ही मिनिमाची पोजिशन्स आहे जिथे  $m$  समान आहे अधिक उणे 1 अधिक वजा 2 आणि अशा प्रकारे प्रथम तीव्रता या कोनातून थीटा 1 कोनात मिनिमा येईल जेथे तुम्ही  $m$  समान 1 थीटा 1 बरोबर साइन व्युत्क्रम लॅम्बडा बरोबर  $a$  आणि मायनस थीटा 1 वर ठेवल्यास मध्य मॅक्सिमाच्या दोन्ही बाजूला  $a$  द्वारे वजा  $\sin$  व्युत्क्रम लॅम्बडा असेल  $\theta$  is equal to 0. आता आपण थोडे अधिक पाहू या काही संख्या टाकून  $\theta$  1 पहिला minima  $\sin \theta = 1$  दिसेल तो  $\theta$  min आहे पहिल्या minima साठी  $\lambda$  is equal to  $a$  by  $a$  आता पाहू या कोणत्या प्रकारच्या संख्या आहेत आम्ही दृश्यमान प्रकाश वापरल्यास लॅम्बडा अंदाजे आहे याबद्दल बोलत आहोत  $\lambda$  is equal to समजू आपण निळा हिरवा प्रदेश घेत आहोत तर लॅम्बडा 5 500 नॅनोमीटर आहे जे 5 ते 10 ते उणे 5 सेंटीमीटर ची पॉवर 0.5 मायक्रोमीटर आहे किंवा  $\phi$  इन 10 ते उणे  $y$  च्या पॉवर आहे फक्त एक उदाहरण म्हणून हे फक्त उदाहरण पाहू आणि सांगू या स्लीटची रुंदी सामान्यतः जर  $a$  समान असेल तर 1 मिलिमीटर, उदाहरणार्थ  $a$  एक मिलिमीटर किंवा सेकंदाच्या बरोबर असेल तर आपल्याकडे लॅम्बडा बाय लॅम्बडा बाय  $a$  बरोबर पाच असेल. दहा पॉवर वजा पाच मध्ये एक मिलिमीटर म्हणजे दहा पॉवर वजा 1 मिलीमीटर नंतर वजा 1 म्हणजे हे 5 ते 10 पॉवर वजा 4 रेडियन वजा 4 रेडियन इतके आहे म्हणून थीटा ही खूप लहान संख्या आहे ही संख्या खूप लहान आहे आणि म्हणून थीटा ही संख्या आहे एक अतिशय लहान  $\sin \theta$  ही एक अतिशय लहान संख्या आहे म्हणून आपण सहजपणे ही  $\sin \theta$  वापरू शकतो जवळजवळ  $\theta$  च्या समान जेथे  $\theta$  radians मध्ये आहे हा अंदाज खूपच चांगला अंदाज आहे कारण आपण  $a$  is equal to  $\lambda$  वापरल्यास साइन थीटा अत्यंत लहान आहे.  $\theta$  बिंदू एक मिलिमीटर बिंदू एक मिलिमीटर तरीही तुम्हाला लॅम्बडा बरोबर पाच ते दहा पॉवर वजा पाच भागिले बिंदू एक मिलिमीटरने दिसेल तर दहा पॉवर वजा दोन जे पाच ते दहा पॉवर वजा तीनच्या बरोबरीचे आहे जे अजूनही खूप लहान पाप आहे  $\theta$  हा  $\sin \theta$  आहे आणि म्हणून आपण अंदाजे साइन थीटा थीटा बरोबरी आहे हे सहजपणे वापरू शकतो आता  $\theta$   $\theta$  म्हणजे काय हे maxima शी संबंधित कोन आहे जे minima शी संबंधित आहे या प्रकरणात कृपया हस्तक्षेप आकृती पहा थीटा येथे कोन आहे जेथे मिनिमा दिसतील आणि म्हणून लक्षात घेण्यासारखी पहिली गोष्ट म्हणजे आपल्याला जे काही तीव्रतेचे वितरण मिळेल,

त्यामुळे मी येथे तुमच्यासाठी तीव्रतेचे वितरण काढले आहे, म्हणून येथे ते कोन जेथे दिसतात ते अगदी लहान आहेत, जर तुम्ही हे एका वर पाहिले तर

स्क्रीनवर तुम्हाला डिफ्रॅक्शन पॅटर्न दिसला तर तुम्हाला दिसेल की मॅक्सिमा आणि मिनिमास जवळून पॅक केलेले आहेत आणि म्हणून व्यावहारिक प्रयोगात जर तुम्हाला कमाल आणि मिनिममा पहायचे असतील तर तुम्हाला स्क्रीन पुरेशी दूर ठेवावी लागेल , चला प्रयोग पाहूया साधे सिंगल स्लिट डिफ्रॅक्शन प्रयोग पाहू या आता मी जे दाखवणार आहे तो एकल स्लिट डिफ्रॅक्शन प्रयोग आहे

त्यामुळे साध्या प्रयोगशाळेत आमच्याकडे येथे हेलियम निऑन लेसर आहे ते व्यवस्था करा ही ट्यूब येथे हीलियम निऑन लेसर ट्यूब आहे जेणेकरून तुम्ही येथे पाहू शकता की या कागदावर एक विवर्तन पॅटर्न आहे जो येथे कागदाच्या पडद्यावर येत आहे परंतु विवर्तन पॅटर्न लहान कोनात येत असल्याने आपल्याला ते मागे घ्यावे लागेल म्हणून मी पेपर मागे घेतो मग हे अधिकाधिक स्पष्ट होत आहे की मध्यवर्ती मॅक्सिमा आहे आणि दुसऱ्या बाजूला मिनिमास आहेत म्हणून आता मी स्लिट रुंदी कमी करून स्क्रीनवर सोडतो जेणेकरून आपण सुरू करा मागे घेण्याची पद्धत हळूहळू येत आहे आणि जसे मी पुन्हा कमी करत आहे तसतसे तुम्ही तीव्रता कमाल आणि मिनिमास पाहू शकता आणि मध्यवर्ती मॅक्सिमाच्या दोन समीप मिनिमास बाहेर पसरत आहेत त्यामुळे विवर्तन  $\theta$  टर्न पसरत आहे आणि जसजसे मी ते बंद करतो तसतसे तीव्रता कमी होते मी स्लिट उघडल्यास मध्यवर्ती मॅक्सिमा पुन्हा खूप रुंद होती,

त्यामुळे या प्रात्यक्षिकातून आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो की विवर्तन पॅटर्न काय आहे आणि विवर्तन पॅटर्न कसा पसरतो. स्लिटची परिमाणे बदला म्हणजे आपण स्लिटची रुंदी कमी केल्यावर विवर्तन पॅटर्न स्प्रेड करतो दोन मिनिमा कोनीय स्प्रेड स्प्रेडिंगमध्ये दूर जातो आपण कोनीय स्प्रेडच्या संदर्भात बोलत आहोत आणि आपण उघडल्यास स्लिट नंतर विवर्तन पॅटर्न संकुचित होतो आणि जर आपण पूर्णपणे उघडले तर तुळई आपल्या स्लिटमधून जाईल