

प्रकाशिकी विषयावरील व्याख्यान मॉड्यूलमध्ये आपले स्वागत आहे मागील दोन व्याख्यानांमध्ये आम्ही तरुणांच्या हस्तक्षेप प्रयोगाविषयी चर्चा करत आहोत, आम्ही त्यास थोडे पुढे नेऊ आणि आज आपण पुढे चालू ठेवू आणि सुसंगत आणि विसंगत स्त्रोतांमधील हस्तक्षेप पाहू त्यामुळे आजच्या चर्चेचा विषय हस्तक्षेप आहे. सुसंगत आणि विसंगत लहरी आम्हाला त्वरीत आठवतील जे आम्ही शेवटच्या व्याख्यानांमध्ये अभ्यासले आहे म्हणून आम्हाला पटकन आठवते की तरुण प्रयोग करताना आमच्याकडे एक स्त्रोत आहे जो छिद्रातून जातो जो एक लहान छिद्र आहे आणि आणखी दोन छिद्र आहेत एक आणि येथे  $s$  दोन आणि  $s$  एक आणि  $s$  दोन पासून उत्सर्जित होणाऱ्या लहरी स्क्रीनवर हस्तक्षेप करतात जे येथे आहे  $r$  2 वजा  $r$  1 या मार्गाच्या संदर्भावर अवलंबून आमच्याकडे हस्तक्षेप मॉक्सिमा आणि मिनिमा असू शकतो आम्ही याबद्दल तपशीलवार चर्चा केली आहे म्हणून  $s$  1 आणि  $s$  2 हे समान तरंगाच्या समोरून काढलेले बिंदू स्त्रोत आहेत कृपया पहा येथे एक बिंदू स्त्रोत आहे आणि हे दोन्ही निव्व्या वक्र केलेल्या एकाच तरंगाच्या समोरून काढलेले आहेत वर्तुळे येथे वेव्ह फ्रंटचे प्रतिनिधित्व करतात आणि जसे तुम्ही पाहू शकता की वेव्ह फ्रंट एकाच वेळी  $s$  1 आणि  $s$  2 वर पोहोचतो आणि  $s$  1 आणि  $s$  2 एकाच वेव्ह फ्रंटमधून काढले जातात याचा अर्थ ते समान फेज फ्रंटमधून आहेत किंवा  $s$  1 आणि  $s$  2 आहेत फेज इन फेज याचा अर्थ येथे फेज टर्म सह कॉस ओमेगा टी हे सामान्यतेचे नुकसान न करता जर मी असे गृहीत धरले की हे  $x$  बरोबर 0 आहे हे  $z$  बरोबर 0 आहे तर आपल्याकडे 1 कॉस ओमेगा टी आहे आणि  $\psi$  2 2  $\cos$  बरोबर आहे ओमेगा टी फेज टर्म समान आहे ते टप्प्यात आहेत आता आम्हाला दिसते की आम्हाला तेजस्वी आणि गडद रिंग्सच्या अटी आठवत आहेत ज्या आम्ही आधीच तपशीलवारपणे काढल्या आहेत बिंदू  $p$  येथे तेजस्वी आणि गडद रिंग्ससाठी परिस्थिती  $\psi$  एक समान आहे  $\cos kr$  एक उणे ओमेगा  $t$   $r$  1 हे अंतर आहे आणि  $\psi$  2 हे दुस-या स्त्रोतामुळे व्यत्यय आहे  $s$  2 एक  $2 \cos kr$  2 वजा ओमेगा  $t$  आणि डेल्टा आहे म्हणून फेज फरक हा फेज टर्म फेज टर्म आहे त्यामुळे फरक त्यांच्यामध्ये फक्त  $k$  गुणिले  $r$  2 वजा  $r$  1 आणि  $r$  2 वजा  $r$  1 आहे मार्गातील फरक देखील आपण पाहिला आहे की जेव्हा जेव्हा  $r$  2 वजा  $r$  1 हे अधिक वजा  $n$  लॅम्बडा बरोबर असते जेथे  $n$  पूर्णांक असतो तेव्हा  $p$  बिंदूवर चमकदार किनार्याची स्थिती असते जेथे  $r$  2 वजा  $r$  1 तरंगलांबीचा अविभाज्य गुणक असतो ती अट अशी आहे की तो बिंदू उजळ असेल आणि जेव्हा तो  $n$  अधिक अर्धा पट लॅम्बडा असेल तेव्हा आपल्याकडे गडद किनार्याची स्थिती आहे जिथे  $n$  0 1 2 च्या बरोबरीचे आहे आणि त्याप्रमाणे येथे अधिक चिन्ह एका बाजूच्या किनार्याचे  $\maximas$  आणि  $\minimas$  दर्शवते आणि वजा चिन्ह ओ बिंदूवर दुसऱ्या बाजूला कमाल आणि मिनिमास दर्शवते जेथे  $r$  1 0 मी  $r$  1 0 म्हणून दाखवले आहे आणि  $r$  2 0 एकसारखे आहेत कारण हे  $s$  1 आणि  $s$  2 चे लंबदुभाजक आहे आणि म्हणून  $r$  1 0  $r$  2 0 च्या बरोबरीचा आहे मार्गाचा फरक 0 आहे आणि तो मॉक्सिमाशी संबंधित आहे ज्याला झिरोथ ऑर्डर ब्राइट फ्रिंज म्हणतात. आम्ही या सर्व तपशीलावर मागील लेक्चरमध्ये तपशीलवार चर्चा केली आहे म्हणून आम्ही आता वेगळ्या परिस्थितीकडे पाहतो जेथे थोडी वेगळी परिस्थिती आहे. source  $s$  ला एक मर्यादित ऑफसेट आहे म्हणून येथे नवीन चर्चा आहे की आपण बिंदू स्रोत  $s$  असा ठेवू इच्छितो जर स्त्रोत येथे असेल तर आपण प्रथम आकृती पाहू या जर स्त्रोत  $s$  ला एक छोटा ऑफसेट असेल तर तो यासह नाही येथे ओळ ऐवजी स्रोत  $s$  आता मी त्याला  $s$  डॅश म्हणून डॅश म्हणून एक लहान ऑफसेट म्हणून संबोधित आहे ते येथे थोडेसे वरच्या दिशेने आहे आणि नंतर आपल्याला स्पष्टपणे दिसते की डॅश  $s_1$  आणि  $s$  डॅश  $s_2$  हे अंतर वेगळे असेल कारण ऑफसेट आहे वेव्ह फ्रंटच्या संदर्भात आपण जे लक्षात घेतो ते म्हणजे जेव्हा वेव्ह फ्रंट येथे निव्व्या तरंगाच्या समोर पाहतो आणि जेव्हा निव्व्या तरंग समोर या समतलावर पोहोचतो तेव्हा  $s$  1 आणि  $s$  2 ऍपचर असलेले विमान आपल्याला दिसते की वेव्ह फ्रंट बिंदूवर पोहोचला आहे.  $s$  1 पण तो बिंदू  $s$  2 वर पोहोचला नाही निव्व्या एक त्यामुळे तरंग आघाडी बिंदू  $s$  2 वर पोहोचला नाही तो नंतर  $s$  2 बिंदूवर पोहोचेल त्यामुळे येथील तरंग आघाडी  $s$  1 वर पोहोचली आहे पण ती पोहोचली नाही तो नंतर  $s$  2 वर पोहोचेल याचा अर्थ येथे तरंग आघाडीवर आहे मागे पडत आहे ते टप्प्याटप्प्याने मागे पडत आहे नंतर ते येथे पोहोचेल आणि म्हणूनच डेल्टा फाई डेल फाई येथे डेल्टा फाई आणि स्त्रोत  $s$  one आणि  $s$  दोन मधील सुरुवातीच्या टप्प्यात फरक आहे कृपया तरंग आघाडी येथे पोहोचेल हे पहा नंतरच्या वेळी याचा अर्थ मी हे समजावून सांगेन म्हणजे जर माझ्याकडे सुरुवातीच्या टप्प्यात कॉस ओमेगा टी असेल तर आपल्याला  $s$  टू वर समान वेव्ह फ्रंट मिळेल हे  $s$  एक वर  $s$  एक आहे मी  $s$  दोन वर मोठेपणा कमी केला आहे तीच वेव्ह फ्रंट नंतरच्या वेळी येईल किंवा जेव्हा माझ्याकडे फेज टर्म असेल  $\cos \omega t$   $s$  1 आमच्याकडे  $s$  2 चा टप्पा असेल  $\cos \omega t$   $t$  उणे डेल्टा  $t$  जो विमानात त्या क्षणी आहे येथे एक लाट समोर लाट असेल समोर बिंदू येथे पोहोचला आहे परंतु दुसऱ्या टप्प्यावर तो येथे पोहोचला नाही आता मी ते थोडेसे मोठे केले आहे म्हणून हे मागे असेल किंवा या क्षणी एका विशिष्ट क्षणी जेव्हा हे टप्प्यात असेल तेव्हा पुढील टप्प्यात असेल पूर्वी प्रवास केलेली लहर  $t$  सारखी असेल त्याच्या दुसऱ्या शब्दांत सांगायचे तर हा फेज फ्रंट येथे नंतरच्या वेळी पोहोचेल किंवा दिलेल्या क्षणी  $s_1$  आणि  $s_2$  वरील टप्पा याच्याशी संबंधित आहेत दुसऱ्या शब्दांत आपल्याकडे  $s$  2 हा ओमेगा टी वजा ओमेगा टाईम्स डेल्टा टी आणि हा टप्पा आहे. मी डेल्टा फाई म्हणून कॉल करत आहे आणि म्हणून दोन  $s$  1 आणि  $s$  2 मधील फेज फरक ओमेगा टी वजा ओमेगा टी सारखा असेल इथे फेज फरक म्हणून ओमेगा टी ओमेगा टी रद्द होईल म्हणून आमच्याकडे ओमेगा टी वजा डेल्टा फाई डेल्टा फाई आहे हा फेज लॅंग आहे म्हणून हा डेल्टा फाई आहे आणि म्हणून आमच्याकडे डेल्टा फाई आहे म्हणूनच माझ्याकडे ही संज्ञा आहे की मी दाखवले आहे की या दुसऱ्या लाटेमध्ये  $kr$  2 वजा ओमेगा टी अधिक डेल्टा फाई आहे तेथे एक फेज लॅंग आहे जो डेल्टा फाई आहे डेल्टा फाई हा प्रारंभिक टप्प्यातील फरक आहे तो दोन लहरींमधला प्रारंभिक टप्पा फरक आहे तो येथे देखील वेगळ्या प्रकारे दर्शविला आहे निव्व्या तरंगाचा पुढचा भाग जसे आपण पाहू शकतो की या टप्प्यावर निव्व्या तरंग समोर पोहोचला आहे लाल तरंग समोर येईल नंतरच्या वेळी माझ्याकडे  $sh$  आहे त्याच्या समोरील निव्व्या पास झाला आहे आणि लाल तरंगाचा पुढचा भाग येथे पोहोचला आहे आणि म्हणून लाल तरंग समोर निव्व्याच्या मागे आहे आणि डेल्टा फाईचा एक फेज लॅंग आहे आणि फेज लॅंग येथे तोच डेल्टा फी आहे आणि म्हणून नेट फेज आहे फरक आता फक्त  $kr$  2 वजा  $kr$  1 नाही तर डेल्टा फाईचा एक फेज फरक देखील आहे हे सर्व कारण  $s$  डॅश येथे ऑफसेट आहे म्हणून हे प्रसार अंतर या गुणधर्मपेक्षा वेगळे आहे हे याच्या तुलनेत लहान आहे आणि म्हणून बिंदूवर  $o$  आता बिंदूवर किंवा एक  $r$  दोन बरोबर आहे म्हणून हे अंतर समान आहे  $r$  एक समान  $r$  दोन आहे परंतु डेल्टा बिंदूवर शून्य बरोबर नाही किंवा दोन येथे  $r$  एक समान आहे परंतु डेल्टा फाई शिल्लक आहे आणि म्हणून ओ बिंदूवर डेल्टा शून्याच्या बरोबरीचा नाही जर डेल्टा शून्याच्या बरोबर नसेल तर आमच्याकडे शून्य क्रमाचा ब्राइट फ्रिंज असणार नाही येथे डेल्टा शून्य असू शकतो इतर कुठे तरी फेज फरक 0 असू शकतो आणि म्हणून 0 व्या क्रमाने ब्राइट फ्रिंज असेल 1  $o$  वर दिसत नाही कारण  $o$  वर फेज फरक आहे आपण याकडे थोडे अधिक काळजीपूर्वक पाहू या, म्हणून मी येथे पुन्हा तेजस्वी आणि गडद किनार्याची अट ठेवतो म्हणजे आपण  $p$  बिंदूवर सामान्य बिंदू  $p$  वर पाहू.  $\psi$  one is equal to a one  $\cos kr$  एक उणे ओमेगा  $t$  आणि  $\psi$  दोन समान आहे  $a$  दोन  $kr$  दोन  $\cos \omega t$  म्हणजे मी फक्त हे दाखवत आहे आणि डेल्टा हा फेज फरक  $kr$  2 वजा  $kr$  1 आणि  $r$  2 वजा आहे  $r$  1 हा मार्गातील फरक आहे जो आपण आधीच सविस्तरपणे पाहिला आहे आणि  $r$  2 वजा  $r$  1 बरोबर अधिक वजा  $n$  लॅम्बडा ही ब्राइट फ्रिंजची अट आहे आणि येथे गडद किनारीची अट आहे त्यामुळे हे आपण आधीच पाहिले आहे डेल्टा नॉट 0 च्या बरोबरी आहे म्हणून मी आता ही स्लाइड दाखवते म्हणून ही स्लाइड आपण पाहिली आहे आणि मी दाखवले आहे की येथे एक मर्यादित डेल्टा फाई आहे आणि या टप्प्यावर डेल्टा शून्याच्या बरोबरीचा नाही, म्हणून मी येथे ठेवतो म्हणून मी डेल्टासाठी येथे घेतो.  $o$   $k$  मध्ये  $r$  2 वजा  $r$  1 समान आहे वजा डेल्टा फाई कृपया पहा की हे 0 होण्यासाठी हे उणे डेल्टा बरोबर असेल ते मी लिहिले आहे म्हणजे  $r$  दोन  $r$  एक पेक्षा कमी असणे आवश्यक आहे आणि म्हणून मी येथे एक बिंदू  $o$  डॅश दर्शविला आहे जेथे  $r$  दोन  $r$  एक पेक्षा कमी आहे आणि येथे पॉइंट  $o$  डॅश बिंदू  $o$  डॅश असा आहे की  $s$  डॅश  $s$  1 अधिक  $s$  1  $o$  डॅश म्हणजे एकूण मार्ग आहे येथे पथ लांबी  $s$  डॅश  $s$  1 अधिक  $s$  1  $o$  डॅश  $s$  डॅश  $s$  दोन अधिक  $s$  च्या समान असेल तर दोन ओ डॅश नंतर आमच्याकडे पथ फरक असा आहे की डेल्टा फेज फरक शून्य बरोबर आहे

म्हणून शून्य ऑर्डर मॅक्सिमा किंवा सेंट्रल फ्रिजची स्थिती ओ डॅश असलेल्या नवीन स्थानावर हलविली जाईल म्हणून मॅक्सिमाची स्थिती डेल्टा समान आहे ते  $kr$  2 उणे  $r$  1 अधिक  $\Delta \phi$  समान आहे अधिक वजा  $n$  2  $\pi$   $n$  गुणिले  $2\pi$  किंवा  $r$  2 वजा  $r$  1 हा मार्ग संदर्भाच्या समान आहे जो मी डेल्टा फाई दुसऱ्या बाजूला घेतला आहे आणि आपल्याकडे आहे सर्वत्र  $k$  ने भागले आहे आणि म्हणून  $k$  ला  $2\pi$  ने  $\lambda$  आहे म्हणून  $\lambda$   $2\pi$  ने आहे म्हणून आपल्याकडे  $\text{div}$  आहे  $k$  ने  $\text{id}$

So  $n$  गुणिले  $2\pi$  भागिले  $k$  ने भागलेले  $k$  वजा डेल्टा  $\phi$  भागिले  $k$  ने आम्ही हे घेतले आहे आणि म्हणून आता आमच्याकडे नवीन अट आहे की मार्गातील फरक  $r$  2 वजा  $r$  1  $r$  2 वजा  $r$  1 समान आहे  $n$  लॅम्बडा वजा डेल्टा  $\phi$  बाय  $2\pi$  मध्ये  $\lambda$  मध्ये  $n$ th maxima साठी आता एक अतिरिक्त टर्म आहे कारण मर्यादित डेल्टा  $\phi$  कृपया पहा की जर डेल्टा फाई 0 च्या बरोबर असेल म्हणजे जर हे मूळ स्थान  $s$  येथे लंबदुभाजकावर असते तर आपल्याकडे असते.  $\Delta \phi$  हे 0 च्या बरोबरीचे आहे आणि मार्गाचा फरक  $n$   $\lambda$  च्या बरोबरीने असल्याने स्थिती तशीच राहिली आहे आता तेथे एक अतिरिक्त टर्म आहे जो फेज फरकावर अवलंबून आहे याचा फ्रिज वजनावर काय परिणाम होतो, चला याचा परिणाम पाहूया फ्रिजची रुंदी इथे  $n$ व्या ब्राइट फ्रिजसाठी आहे म्हणून हे पाहू या  $n$ व्या ब्राइट रिंगसाठी पाहू जर  $\Delta \phi$  स्थिर असेल तर पथ फरक  $r$  2 वजा  $r$  1. तर हा फरक आपण आधीच  $x$  च्या संदर्भात मोजला आहे. तेथे समन्वय करा म्हणजे ते  $x$ nd आहे  $n \times n$  हा समन्वय  $x$ n डॅश असेल तर  $n \times n$  डॅशसाठी  $d$  द्वारे  $d$  राख,  $n \times n$  हा समन्वय असेल तर मी  $x$ n डॅश हा फरक ओळखण्यासाठी लिहिला आहे की आता आपण अशा केसशी व्यवहार करत आहोत जिथे मर्यादित डेल्टा फाई आहे अन्यथा ते  $x$ n सारखेच आहे त्याआधी नवव्या किनाऱ्यासाठी जी स्थिती आपण आधी काढली होती ती  $x$ nd बाय  $d$  बरोबर  $n$   $\lambda$  होती आता कारण  $n$ th maxima ची स्थिती बदलली आहे मी त्याला  $x$ n डॅश असे म्हणत आहे जेणेकरून ते  $n$   $\lambda$  उणे  $c$  च्या बरोबर असेल जेथे  $c$  आहे स्थिरांक म्हणजे डेल्टा फाई बाय  $2\pi$  मध्ये लॅम्बडा तर कृपया पहा की आमच्याकडे  $n$  लॅम्बडा वजा हा स्थिरांक आहे मी  $c$  म्हणून कॉल करत आहे जर डेल्टा फाई वेळेनुसार स्थिर स्थिरांक असेल तर हा स्थिर  $c$  आहे आणि म्हणून  $n$  लॅम्बडा वजा  $c$  जेथे  $c = n$  प्लस वन फ्रिजसाठी एक स्थिरांक आहे जो पुढील रिंगसाठी आहे तो  $x$ n अधिक एक  $d$  बाय  $d$  बरोबर  $n$  अधिक लॅम्बडा वजा  $c$  आहे कारण  $c$  हा स्थिरांक आहे म्हणून डॅश फक्त पुढील केस दर्शवण्यासाठी आहे जिथे आपण तिथे आहोत एक मर्यादित डेल्टा फाई आहे तो व्युत्पन्न नाही किंवा काहीही आणि म्हणून फ्रिज रुंदीचा बीटा  $x$ n अधिक 1 डॅश वजा  $x$ n डॅश इतका आहे म्हणून 2 आणि 1 मधून जर आपण हे वजा केले तर आपल्याकडे  $d$  द्वारे  $n$  अधिक 1  $\lambda$  वजा  $n$   $\lambda$  अधिक  $c$  आहे जे याच्या बरोबरीचे आहे फ्रिजची रुंदी आहे जी  $d$  द्वारे  $d$  मध्ये लॅम्बडा मध्ये बरोबर आहे जी मी आधी लिहिली आहे पूर्वीप्रमाणेच आहे म्हणजे जेव्हा फेज शिफ्ट नसते तेव्हा प्रारंभिक फेज शिफ्ट नसते जेव्हा स्त्रोत  $s$  तेथे लंबदुभाजकावर होता तेव्हा केस असते जरी स्त्रोतामध्ये ऑफसेट असला तरीही फ्रिजच्या रुंदीमध्ये कोणताही बदल होत नाही परंतु फ्रिज पॅटर्न हलविला गेला आहे, किनारी स्थलांतरित केली गेली आहे फ्रिजची रुंदी तीच राहिली आहे याचा अर्थ फ्रिज पॅटर्न शिफ्ट केला आहे उदाहरणार्थ जर आपल्याकडे सर्व रेखीय किनारे चमकदार गडद गडद गडद असतील तर संपूर्ण पॅटर्न शिफ्ट केला आहे अन्यथा तो आता एकसारखा दिसतो की फ्रिज आहे तिथे एक फ्रिज शिफ्ट आहे प्रत्येक फ्रिज शिफ्ट केली जाते परंतु बीटामध्ये कोणताही बदल नाही त्यामुळे याचा अर्थ काय आहे आपण प्रथम हे मोजू या फ्रिज  $s$  काय आहे भूमितीच्या संदर्भात  $\text{hft}$  बीटा म्हणून मी फ्रिज शिफ्टची गणना करतो म्हणून येथे फ्रिज शिफ्ट  $x$ n डॅशने दिलेली फ्रिज शिफ्ट ही  $s_1$  आणि  $s_1$  आणि मधील स्थिर फेज फरक डेल्टा फाईच्या उपस्थितीत  $n$ th ऑर्डर ब्राइट फ्रिजची नवीन स्थिती आहे  $s_2$  म्हणून  $x$ n डॅश बाय  $d$  या स्थितीच्या बरोबरीचे आहे हे लक्षात ठेवा की  $x$ n ते  $d$  बाय  $d$  हे  $n$  लॅम्बडा बरोबर होते जेव्हा डेल्टा फाई नसताना फेज शिफ्ट नव्हते किंवा डेल्टा फाई शून्य होते म्हणून  $n$  लॅम्बडासाठी मी  $x$ nd बदलत आहे  $d$  द्वारे  $n$ व्या ब्राइट फ्रिजची मूळ स्थिती आता  $n$ व्या ब्राइट फ्रिजची नवीन स्थिती  $x$ n डॅशमध्ये बदलली आहे परंतु मूळ स्थान  $x$ n येथे आहे आणि नंतर हे  $d$  बाय  $d$  मध्ये  $n$  लॅम्बडा आहे म्हणून आम्ही या वजा  $c$  ने बदला असे लिहिले आहे. म्हणजे जर मी  $x$ n ला दुसऱ्या बाजूला घेतले तर  $x$ n वजा  $x$ n डॅश म्हणजे फ्रिज शिफ्ट म्हणजे  $n$ व्या फ्रिजची शिफ्ट  $x$ n वजा  $x$ n डॅश बाय  $d$  हा  $c$  स्थिरांक असतो जो डेल्टा फाई बाय  $2\pi$  लॅम्बडा मध्ये असतो किंवा फ्रिज शिफ्ट डेल्टा  $x$ n ही फ्रिज शिफ्ट आहे डेल्टा  $x$ n म्हणजे डेल्टा फाई बाय  $2\pi$  मध्ये लॅम्बडा डी बाय  $d$  आणि लॅम्बडा डी बाय  $d$  ही फ्रिजची रुंदी आहे आणि आपण पाहिले आहे की डेल्टा फाई आहे की नाही याची फ्रिज रुंदी बदलत नाही. 0 किंवा डेल्टा फाई ही एक मर्यादित संख्या आहे आणि म्हणून आपण पाहतो की ही बाजू  $n$  पासून स्वतंत्र आहे की ती पहिली किनारी किंवा चौथी किनारी किंवा पाचवी किनारी असली तरीही काही फरक पडत नाही, फक्त असे म्हणतात की फ्रिज शिफ्ट डेल्टा फाई द्वारे  $2\pi$  मध्ये दिली जाते. बीटा याचा अर्थ काय आहे याचा अर्थ असा आहे की फ्रिज शिफ्ट डेल्टा  $x$  आता मी  $n$  टाकतो कारण ते  $n$  पेक्षा स्वतंत्र आहे म्हणून फ्रिज शिफ्ट डेल्टा  $x$  हे डेल्टा फाई बाय  $2\pi$  बीटामध्ये आहे ते डेल्टा फाईवर अवलंबून आहे हे आता पूर्णपणे समजण्यासारखे आहे आपण पाहू शकतो की जर आपण येथे  $\Delta \phi$  ठेवला तर शून्य असेल तर डेल्टा  $x$  शून्य असेल तर डेल्टा फाई शून्य असेल तर डेल्टा  $x = 0$  च्या बरोबरीचा असेल म्हणजे फ्रिज शिफ्ट नाही आणि जर डेल्टा फाई मर्यादित संख्या असेल तर तेथे एक आहे. फ्रिज शिफ्ट उदाहरणार्थ फेज  $\text{sh}$  असल्यास  $\text{ift } 2\pi \Delta \phi$   $2\pi$  आहे तर डेल्टा  $x$  बीटा च्या बरोबरीचा आहे याचा अर्थ उज्वल किनारी एकाने सरकली जाईल जी  $n$  वी किनारी आहे की नाही यावर अवलंबून  $n$  अधिक एक सिंग किंवा  $n$  उणे एक तीनची स्थिती घेईल ती बाजू किंवा ही बाजू म्हणजे किनारी डेल्टा  $x$  च्या बरोबरीने  $\Delta \phi$  बाय  $2\pi$  च्या बरोबरीने बीटामध्ये सरकते, चला आता समस्येची भूमिती अधिक काळजीपूर्वक पाहू या

त्यामुळे जेव्हा स्त्रोत ऑफसेट होईल तेव्हा आपण समस्येची भूमिती पाहू. प्रथम येथे फक्त भूमिती दाखवा म्हणजे ही समस्येची भूमिती आहे मूळ स्थिती  $s$  होती जी येथे लंबदुभाजकावर आहे  $s_1$  आणि  $s_2$  या रेषेबद्दल सममितीयपणे, त्यामुळे आता स्त्रोत  $s$  डॅशच्या स्थितीत गेला आहे आणि म्हणून आपल्याकडे आहे फ्रिज नवीन पोजिशन  $o$  डॅशवर शिफ्ट केले आणि पाथ डिफरन्स एकूण पाथ रेफरन्स 0 असेल जर हे अधिक हे याच्या बरोबरीचे असेल तर नेट पाथ फरक 0 असेल आणि  $o$  डॅश ही सेंट्रल फ्रिज कॉरिस्पोची नवीन स्थिती असेल  $\text{nding to } \Delta \phi$  इकल टू zero path फरक शून्य बरोबर  $ss$  डॅश येथे ऑफसेट आहे 1 आपण त्यास लहान  $lo$  dash द्वारे दर्शवितो  $x$  म्हणजे  $o$  येथे आहे  $o$  डॅश  $x$  डॅश  $x$  डॅश डेल्टा  $x$  शिवाय दुसरे काहीही नाही कारण  $x$  स्थिती मूळतः 0 आहे आणि नवीन स्थान  $x$  डॅश आहे म्हणून डेल्टा  $x$  हा  $x$  डॅशच्या मध्यवर्ती मॅक्सिमा  $s_1$   $s_2$  च्या नवीन स्थितीचा समन्वय आहे या आणि  $d$  मध्ये अर्थातच  $s_1$  आणि  $s_2$  या दोन स्त्रोतांपासून स्क्रीनचे अंतर आहे आणि म्हणून आता आपण पाहू या की मध्यवर्ती किनार्यासाठी मार्गाचा फरक 0 च्या बरोबरीचा आहे जर ही स्थिती ही अधिक या अधिकच्या समान असेल तर ही येथे लांबी समान आहे म्हणजे मी हा  $s_2$   $o$  डॅश दुसऱ्या बाजूला घेऊ शकतो किंवा  $s_1$   $o$  डॅश या बाजूला घेऊ शकतो आणि  $s_2$   $o$  डॅश वजा  $s_1$   $o$  डॅश  $s_2$   $o$  डॅश वजा  $s_1$   $o$  डॅश हे विभक्त करू शकतो.  $s_1$   $s_2$  डॅश  $s_1$   $s_2$  डॅश वजा  $s_2$   $s_1$  डॅश बरोबर आहे म्हणजे ते  $s_2$  शिवाय दुसरे काहीही नाही  $o$  डॅश  $r_2$   $r_2$  वजा  $r_1$  समान आहे मी हे  $q_1$  म्हणून दर्शवित आहे आणि  $q_2$  समान  $q_1$  वजा  $q_2$  आहे.

त्यामुळे  $r_2$  वजा  $r_1$  आम्हाला विभक्तीच्या संदर्भात यामधील फरक माहित आहे येथे हे आणि  $d$  आणि ते आहे  $x$  डॅश  $d$  द्वारे  $dx$  डॅश येथे  $o$  डॅशची स्थिती आहे म्हणून  $r$  दोन वजा  $r$  एक म्हणजे  $x$  डॅश  $d$  बाय  $d$  त्याचप्रमाणे  $q_1$  वजा  $q_2$   $q_1$  वजा  $q_2$  याप्रमाणे  $q_1$  वजा  $q_2$  1 ऑफसेटला 1 ने  $d$  ने भागलेल्या ऑफसेट च्या बरोबरीचे असेल कारण या त्रिकोणातून हा भाग फरक आहे जो आपण या भागातील फरकावरून काढला होता आता आपण या त्रिकोणातून गणना करत आहोत आणि ते 1 द्वारे  $d$  मध्ये समान आहे याचा अर्थ कृपया येथे पहा याचा अर्थ असा आहे की  $x$  डॅश बाय  $d$

So  $d$  सामान्य आहे आणि म्हणून  $x$  डॅश बाय  $d$  समान आहे 1 बाय  $1x$  डॅश बाय  $dx$  डॅश  $d$  हा कोन थीटा आहे कोन थीटा टॅन थीटा  $x$  डॅश बाय

d टॅन थीटा आहे येथे खूप लहान आहे कारण फ्रिज शिफ्ट खूपच लहान आहे हा शंभर सेंटीमीटर एक मीटर आणि फ्रिनच्या क्रमाचा आहे ges फक्त काही मिलिमीटर फिरत आहेत किंवा

त्यामुळे हा x डॅश बाय d हा अगदी लहान आहे जरी आपण अंदाजे काढले नाही तरीही ते वैध आहे कारण x डॅश बाय d टॅन थीटा आहे आणि 1 बाय 1 टॅन थीटा डॅश आहे म्हणून माझ्याकडे आहे थेटा डॅश येथे हा कोन टॅन थीटा डॅश दाखवला आहे आणि ते समान असले पाहिजेत म्हणून टॅन थीटा थिटा डॅश बरोबर आहे म्हणजे थीटा डॅश बरोबर आहे याचा अर्थ असा होतो की हे विरुद्ध कोन आहेत म्हणजे s डॅश ओ डॅश ही एक सरळ रेषा आहे जी येथे m बिंदूमधून जात आहे म्हणून आपल्याकडे x डॅश आहे d ने भागिले याला ऑफसेट 1 भागिले 1 बरोबर s डॅश o डॅश ही m मधून जाणारी सरळ रेषा आहे आता आपण फ्रिज शिफ्ट पाहू. आता आपण भूमितीच्या संदर्भात फ्रिज शिफ्ट पाहतो जी ऑफसेट आहे पूर्वी आपण फेज शिफ्ट डेल्टा फाईच्या संदर्भात फ्रिज शिफ्ट पाहिली आहे  $2\pi$  बीटा मध्ये आता आपण पाहतो की आपल्याला फ्रिज शिफ्टसाठी अभिव्यक्ती मिळते ऑफसेटच्या बाबतीत, म्हणून तिला ते पाहूया ई फ्रिज शिफ्ट सोर्स ऑफसेट मुळे होते

त्यामुळे येथे सोर्स ऑफसेट म्हणून आपल्याकडे 1 आहे आणि डेल्टा x हे x डॅश वजा 0 0 ही मूळ स्थिती आहे जी फ्रिज शिफ्ट आहे आणि आम्ही नुकतेच दाखवले आहे की x डॅश बाय d च्या बरोबरीचे आहे 1 द्वारे 1 आणि म्हणून डेल्टा xx डॅश हा डेल्टा x आहे फ्रिज शिफ्ट डेल्टा x फ्रिज शिफ्ट डेल्टा x हा d च्या 1 मध्ये 1 च्या बरोबरीचा आहे दुसऱ्या शब्दांत जर ऑफसेट दिला गेला असेल तर तो स्त्रोत s ने ऑफसेट केला आहे ठराविक रक्कम आणि संबंधित विभक्ती d आणि 1 दिली जातात, मग तुम्ही फिन शिफ्ट काय आहे हे ठरवू शकता म्हणजे 1 द्वारे ऑफसेट केल्यामुळे ती फ्रिज शिफ्ट आहे 1 उदाहरण घ्या, काही संख्या ठेवा साधारणतः d सुमारे 100 सेंटीमीटर आहे हे दहापट असू शकते कदाचित 10 20 सेंटीमीटर मी घेतले आहे 1 1 मिमीच्या ऑफसेटसाठी 10 सेंटीमीटर आहे फक्त 1 मिमी येथे ऑफसेट आहे म्हणून हा लंबदुभाजक आहे 1 मिमीचा ऑफसेट 10 मिमी येथे 10 0 बाय 10 मध्ये 1 डेल्टा xa शिफ्ट करतो म्हणजे 10 मिमी जवळजवळ 1 सेंटीमीटर एक सामान्य आयडी शिफ्ट a दुसऱ्या शब्दात मैत्री कशी होते हे पाहण्यासाठी जर तुम्ही प्रयोग सेट करत असाल तर जर स्रोत s अगदी सामान्य नसेल आणि येथे लंबदुभाजकावर जर लहानशी शिफ्ट असेल तर मध्यवर्ती किनारी त्याच बाजूला सरकते. जर स्त्रोत या बाजूला हलवण्याऐवजी जर स्त्रोत ऑफसेट या बाजूला सरकवला असता तर आपल्याला येथे ओ डॅश मिळाला असता म्हणजे मध्यवर्ती किनारा हलविला असता येथे देखील तेच घडले असते म्हणून मी तुम्हाला तेच दाखवतो जर माझ्याकडे असेल तर हे देखील घडेल की या स्त्रोतावर स्त्रोत बरोबर आहे परंतु s 1 आणि s 2 मध्ये s1 आणि s2 मध्ये ऑफसेट आहे जो s1 आहे लंबदुभाजक येथे आहे आता हे थोडेसे या बाजूला हलवले आहे नंतर आपल्याकडे एक संबंधित प्रिंट शिफ्ट देखील असेल कारण आता याला s आणि s ते s एक तर s दोन s एक येथे आणि s दोन s दोन भिन्न असतील आणि त्या अनुषंगाने स्त्रोत दरम्यान डेल्टा फाईची फेज शिफ्ट असेल s येथे वेव्ह फ्रंट जो येथे पोहोचत आहे तो वेव्ह फ्रंट येथे पोहोचेल वेगळ्या वेळी असेल म्हणून डेल्टा फाईचा एक प्रारंभिक टप्पा शिफ्ट आहे आणि त्या अनुषंगाने आपल्याकडे येथे फ्रिज शिफ्ट होईल जो येथे जोडल्या जाणाऱ्या रेषेवर असेल. फ्रिज नवीन पोजिशनवर हलवले जाईल o डॅश जर हे छिद्र खाली सरकले असेल तर फ्रिज शिफ्ट येथे होईल अशा प्रकारच्या शिफ्टला लॅटरल शिफ्ट असे म्हणतात कारण तेथे सररेखन स्त्रोतामध्ये किंवा एकतर ऑफसेट आहे. दुहेरी छिद्र छिद्रात मग आपल्याकडे मध्यवर्ती मॉक्सिमामध्ये संबंधित शिफ्ट असते आणि याला लॅटरल शिफ्ट म्हणतात

त्यामुळे येथे आपण आहोत फ्रिज शिफ्ट देखील होईल मी परत येऊ द्या जर ऍपचर प्लेट qq डॅश ऑफसेट असेल तर फ्रिज शिफ्ट देखील होईल या ओळीच्या संदर्भात ऑफसेटच्या संदर्भात म्हणून या प्रकारच्या फ्रिज शिफ्टला लॅटरल शिफ्ट म्हणतात का मी यावर चर्चा करत आहे, आपण लवकरच फ्रिज शिफ्टचा आणखी एक प्रकार पाहू. t कारण आपण म्हणू की बाह्य प्लेटमुळे डेल्टा फाईची ओळख झाली आहे, उदाहरणार्थ जर आपण एखाद्या मार्गावर काचेची प्लेट लावली तर आपल्याला दिसेल की तेथे फ्रिज शिफ्ट असेल म्हणून ही फ्रिज शिफ्ट फक्त ऑफसेटमुळे नाही कारण इतर कोणत्याही गोष्टीची ओळख करून देताना ऑफसेटमध्ये डेल्टा फाईची स्थिर फेज शिफ्ट असते आणि

त्यामुळे एक फ्रिज शिफ्ट असते ज्याला लॅटरल शिफ्ट म्हणतात, म्हणून आपण जे पाहिले आहे ते मी थोडक्यात सांगतो

त्यामुळे फ्रिज शिफ्टच्या समस्यांचा सारांश देतो फ्रिज शिफ्ट डेल्टा x स्थिर फेज फरकामुळे delta phi जर सतत फेज फरक असेल तर मी constant is next वर आग्रह धरत आहे तेव्हा फेज फरक वेळेनुसार बदलत असेल तेव्हा मी स्वीकारेन

त्यामुळे डेल्टा फाईसह स्थिर फेज भिन्न डेल्टा फाई दरम्यान शून्य असू शकते जेव्हा डेल्टा फाई शून्य किंवा स्थिर असेल तेव्हा हस्तक्षेप करणाऱ्या लाटा सतत निरीक्षण करण्यायोग्य हस्तक्षेप किनारी असू शकतात. rn फेज फरक 0 आहे म्हणजे हस्तक्षेप करणाऱ्या लाटा टप्प्यात आहेत आणि जर फेज फरक pi असेल तर आपण त्याला फेजच्या बाहेर म्हणतो येथे मी हे दाखवले आहे की त्यांच्यामध्ये स्थिर डेल्टा फाई असलेल्या लहरींना सुसंगत लहरी म्हणतात म्हणून मी येथे डेल्टा दर्शविला आहे. phi बरोबर 0 आहे याचा अर्थ जेव्हा जेव्हा पहिली लाट जास्तीत जास्त असते तेव्हा दुसरी लाट देखील जास्तीत जास्त असते म्हणून ही phi किंवा वेळ आहे म्हणून maximas एकरूप होत minimas जात आहेत म्हणजे crests आणि troughs एकाच वेळी कोणत्याही दिलेल्या स्थितीत येतात. फरक डेल्टा फाई बरोबर pi बरोबर असतो तो स्थिर असतो पण तो pi असतो मग आपल्याकडे एका लाटेचा शिखर त्या बिंदूवर असलेल्या दुसऱ्या तरंगाच्या कुंडाशी संबंधित असतो त्या बिंदूवर मी जे फेज व्हेरिएशन प्लॉट केले आहे ते फेज व्हेरिएशन आहे वेळेनुसार दोन लाटा

त्यामुळे कोणत्याही वेळी एका लाटेचा कळस दुसऱ्याच्या कुंडाशी जुळला तर याचा अर्थ दोन फेज दोन लाटा फेजच्या बाहेर आहेत आणि निव्वळ मोठेपणा आपण आधीच दुसऱ्या अध्यायात पाहिले आहे की टी लाटांचे सुपरपोजिशन नेट अॅम्प्लिट्यूड ही अॅम्प्लिट्यूडची बेरीज असेल जी शून्य असेल आणि जर येथे स्थिर फेज शिफ्ट असेल तर डेल्टा फाई म्हणजेच लाटा तेथे स्थिर फेज शिफ्ट असतील तर तिन्ही केसेस सुसंगत लहरशी संबंधित असतील जेव्हा डेल्टा फी असेल एक स्थिरता आहे जी आपण सतत निरीक्षण करण्यायोग्य हस्तक्षेप किनारी पाहण्यास सक्षम होऊ शकतो हा पहिला बिंदू आहे आणि दुसरा मुद्दा आहे जो आपल्याकडे आहे तो मध्यवर्ती किनारा आहे आणि इतर सर्व किनारे आपण हे मध्यवर्ती किनारे पाहू या आणि इतर सर्व किनार्या एका रकमेने बदलतील डेल्टा x जो डेल्टा फाई च्या प्रमाणात आहे परंतु फ्रिज पॅटर्न आणि फ्रिजची रुंदी बदलत नाही डेल्टा x समान आहे आम्ही हा डेल्टा x डेल्टा फाई च्या प्रमाणात आहे परंतु फ्रिजची रुंदी समान आहे आणि फ्रिज पॅटर्न आता सारखाच आहे

त्यामुळे प्रॅक्टिसमध्ये फ्रिज शिफ्ट कसे मोजायचे असा प्रश्न आहे, विशेषतः जेव्हा डेल्टा फाई दोन पाईच्या अनेक पट असते तेव्हा सराव मध्ये आपल्याला फ्रिज पॅटर्न i म्हणून दिसतो. याआधी दाखवलेल्या चमकदार आणि गडद रेषीय किनाऱ्या एका मर्यादित फेज फरकामुळे डेल्टा फाई मुळे शिफ्ट होतात असे म्हणू या पण फ्रिज शिफ्ट कसे मोजायचे कारण ते एकसारखे दिसते आणि फेज शिफ्ट डेल्टा फाई पी डेल्टा फाई असेल तर आठ पाय असे म्हणू या. चार किनारे स्थलांतरित केले जातील

त्यामुळे आता मध्यवर्ती किनारी कोठे आहे हे आम्हाला माहित नाही

त्यामुळे मध्यवर्ती किनार्याची स्थिती कशी शोधायची कारण ते सर्व एकसारखे दिसतात सर्व किनार्या एकसारख्या दिसतात आणि किनार्या चार किनार्याने तंतोतंत हलवल्या गेल्या आहेत म्हणजे नमुना सेंट्रल फ्रिज कसे शोधायचे ते पुन्हा तेच दिसते आहे उत्तर येथे पांढऱ्या प्रकाशाच्या हस्तक्षेपाचा वापर आहे आम्ही याबद्दल लवकरच चर्चा करू परंतु पांढऱ्या प्रकाशाच्या हस्तक्षेपाकडे जाण्यापूर्वी मला पुढील प्रश्नावर यायचे आहे की डेल्टा फाई यादृच्छिकपणे बदलत असेल तर काय होईल. वेळ काय असेल जर डेल्टा फाई वेळेनुसार यादृच्छिकपणे बदलत असेल तर ते वेळेनुसार बदलत असेल याचा अर्थ डेल्टा फाई हे वेळेचे कार्य आहे आत्तापर्यंत मी स्थिर डेल्टा फाई गृहीत धरले होते परंतु आता ते एक आहे कोणत्याही बिंदूवर वेळेचे कार्य आणि आपल्याकडे अशी परिस्थिती कधी येते जिथे डेल्टा फाई वेळेनुसार बदलत असते आपण यावर एका मिनिटात चर्चा करू जर s one आणि s दोन हे दोन स्वतंत्र स्त्रोत असतील किंवा विस्तारित स्त्रोतापासून घेतले असतील तर आपण ते डेल्टा फाई पाहू. वेळेनुसार यादृच्छिकपणे बदलत राहतील म्हणून मी यावर थोडी

अधिक चर्चा करूया म्हणून आपण प्रकाश स्रोत आणि बाहेर येणाऱ्या लाटा पाहू या, जर माझ्याकडे प्रकाश स्रोत असेल तर येथे एक बल्ब आहे असे सांगूया आणि हे देत आहे प्रकाश किरणोत्सर्ग आपल्याला माहित आहे की प्रकाशात कोणत्याही विशिष्ट दिशेने प्रवास करणाऱ्या लहरीचा समावेश होतो परंतु या लहरी टोकापासून टोकापर्यंत सायनसॉइडल नसतात, इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह टोकापासून टोकापर्यंत सायनसॉइडल नसतात कारण ते प्रकाशाच्या निर्मितीच्या यंत्रणेवर अवलंबून असते उदाहरणार्थ आपण जर विचार केला तर सोडियम दिवा आपण म्हणू या की ही सोडियमची प्रयोगशाळा आहे आणि दिवा येथे सोडियमचे अणू आहेत जे उत्तेजित आहेत म्हणून मी विचार केला तर सोडियमची ग्राउंड स्थिती येथे आहे म्हणून ही एक आहे ग्राउंड स्थिती आणि दोन ही ई आहे nergy axis म्हणून मी ग्राउंड स्टेटचे प्लॉटिंग करत आहे आणि उत्तेजित अवस्थेतील सोडियम अणू येथे इलेक्ट्रिक डिस्चार्जने उत्तेजित होतात आणि उत्तेजित storium अणू खाली येतात म्हणजे ते उत्तेजित होतात आणि कमी ऊर्जा पातळीपर्यंत खाली येतात आणि येथे ऊर्जा फरक दिला जातो. फोटॉन किंवा ऊर्जेचे एनर्जी पॅकेट म्हणून h nu जे उर्जेतील फरकाच्या बरोबरीचे आहे जर मी म्हणतो की येथे ऊर्जा ई दोन होती आणि दुसऱ्या पहिल्या स्तराची ऊर्जा e एक होती तर h nu समान e दोन वजा e एक आम्ही हे जाणून घ्या आम्ही याचा आधीच अभ्यास केला आहे त्यामुळे फोटॉन पॅकेट्सच्या संदर्भात उर्जा दिली जाते आता ती अमर्यादपणे वाढविली जात नाही कारण अमर्याद विस्तारित म्हणजे त्यात अमर्याद ऊर्जा असते आणि म्हणूनच या मर्यादित लहरी गाड्या आहेत ज्या उत्सर्जित केल्या जातात म्हणून आमच्याकडे सतत उत्तेजना होत आहे. - सोडियम लॅबमधून बाहेर पडणाऱ्या फोटॉन्सचे उत्सर्जन होत आहे आणि

त्यामुळे या वेव्ह ट्रेन्स आहेत ज्या मर्यादित कालावधीपर्यंत प्रवास करत आहेत याचा अर्थ मी सेवेरा घेतल्यास 1 वेव्ह ट्रेन्स म्हणून मला अनेक वेव्ह ट्रेन्स प्लॉट करू द्या म्हणजे एक वेव्ह ट्रेन ही आहे आणि दुसरी वेव्ह ट्रेन आहे ती वेगवेगळ्या वेळी उत्सर्जित केली जातात तिथे सतत अणू उत्तेजित होत असतात अणू उत्तेजित होत असतात

त्यामुळे ते वेगवेगळ्या वेळी सतत उत्सर्जित होतात म्हणजे साइन लाटा वेगवेगळ्या वेळी उद्भवतात त्या सर्व एकाच तरंगलांबीच्या असतात परंतु त्या वेगवेगळ्या वेळी उत्सर्जित केल्या जातात आणि म्हणून मी पाहिले तर या वेगवेगळ्या लहरी आहेत ज्या फोटॉनशी संबंधित वैयक्तिक लहरींचा प्रवास करत आहेत म्हणून त्या सर्व समान तरंगलांबीच्या लॅम्बडा आहेत समान लॅम्बडा परंतु त्या खंडित आहेत म्हणून मी दोन लाटा पाहिल्या तर कोणत्याही दोन लाटा दोन मार्ग आहेत असे म्हणू या, तर मी या कालावधीत दोन लाटा एक आणि दोन या दोन लाटा विचारात घेऊ या, आपण पाहू शकता की त्यांच्यामध्ये स्थिर टप्प्यात फरक आहे परंतु काही काळानंतर येथे आणखी एक लाट आली आहे ज्याचा याच्याशी कोणताही फेज संबंध नाही म्हणून ही वेळ प्रवेश आहे त्यामुळे वेळेनुसार आपण ते पाहतो एका ठराविक कालावधीमध्ये सतत फेज फरक असतो परंतु मी येथे वेळ पाहिली तर या दोन लहरींमधील टप्प्यातील फरक या दोन लहरींमधील टप्प्यातील फरकापेक्षा भिन्न आहे हे स्त्रोताच्या एकावरून येत असू शकते आणि ते येत असावे. source s दोन आणि म्हणून फेज वेगळे नाही फेज फरक वेळेनुसार बदलतो दुसऱ्या शब्दांत डेल्टा फाई हे वेळेचे कार्य आहे मी यावर परत येऊ आणि आता आकृती दाखवू या तरुणांच्या दुहेरी स्लिट प्रयोगाकडे पाहू या हाच सोडियम दिवा आहे जो येथे किरणोत्सर्ग देत आहे आणि आमच्याकडे येथे दुहेरी स्लिट आहे म्हणून मी दुहेरी स्लिट s वन आणि s 2 दर्शवित आहे हा एक विस्तारित स्त्रोत आहे हा बिंदू स्त्रोत नाही हा एक विस्तारित स्त्रोत विस्तारित स्त्रोत आहे आणि म्हणून वेव्ह फ्रंट्स आहेत जिथे वेव्ह फ्रंट्सचा परस्परसंबंध नसतो याचा अर्थ मला काय म्हणायचे आहे जर माझ्याकडे बिंदू स्त्रोत असेल तर हे गोलाकार वेव्ह फ्रंट यासारखे असावे आणि जर माझे छिद्र येथे असेल तर s 1 आणि s 2 आपण पाहतो की हे s 1 आणि s 2 आहे आम्ही अनेक वेळा जोर दिला आहे की तरंग समोर एकाच वेळी s 1 आणि s 2 पर्यंत पोहोचते परंतु जर हे बिंदू स्त्रोत नसून विस्तारित स्त्रोत असेल ज्यामध्ये संख्या समाविष्ट आहे बिंदू स्त्रोतांचे जे स्वतंत्रपणे विकिरण करत आहेत मग येथे प्रवेश करणारी तरंग आणि येथे प्रवेश करणारी लहर यांचा कोणताही फेज संबंध नाही निश्चित फेज संबंध नाही तो वेळेनुसार बदलतो याचा अर्थ डेल्टा फाई हे वेळेचे कार्य आहे जेव्हा स्त्रोत विस्तारित केला जातो म्हणूनच तरुणांच्या प्रयोगात आम्ही काय केले आमच्याकडे एक बिंदू स्त्रोत आहे येथे पहिले छिद्र होते ते बिंदू स्त्रोत म्हणून काम करत होते जे गोलाकार तरंग तयार करत होते जे येथे आहेत आणि आम्ही दुहेरी छिद्र दोन छिद्रांसह येथे दुसरे छिद्र ठेवले. किंवा दुहेरी स्लिट येथे आहे त्यापूर्वी एक छिद्र आहे जे एका बिंदूच्या स्त्रोतासारखे आहे, आम्ही थेट याच्या समोर विस्तारित स्त्रोत ठेवला नाही किंवा हे देखील नाही की तुम्ही दोन एस एक घ्या आणि s दोन दोन छिद्रे आहेत आणि आपण एक बल्ब ठेवतो मला येथे असा बल्ब दाखवू द्या जो प्रकाश देत आहे आणि दुसरा बल्ब याच्या पुढे आहे, म्हणून हा देत आहे, जर आपल्याकडे दोन स्वतंत्र स्त्रोत किंवा विस्तारित स्त्रोत असतील तर काय अर्थ आहे? s एक आणि s दोन व्युत्पन्न केले जातात s एक आणि s दोन व्युत्पन्न केले जातात नंतर डेल्टा फाई वेगवेगळ्या वेळी बदलते डेल्टा फाई बदलते कारण येथून उत्सर्जित होणाऱ्या प्रकाशाचा दुसऱ्याद्वारे उत्सर्जित होणाऱ्या प्रकाशाशी कोणताही फेज संबंध नाही स्त्रोत हे स्वतंत्र स्त्रोत आहेत जर विस्तारित स्त्रोत असेल तर स्त्रोताचे वेगवेगळे भाग स्वतंत्रपणे प्रकाश देतात आणि म्हणून फेज संबंध नसतो आणि टप्पा वेळेनुसार बदलत असतो म्हणून मी येथे सांगितले आहे की जर s 1 आणि s 2 दोन आहेत स्वतंत्र स्त्रोत किंवा विस्तारित स्त्रोतापासून साधित केले तर डेल्टा फाई हे डेल्टा फाईचे कार्य असेल t च्या डेल्टा फाईच्या बरोबरीचे असेल ते वेळेचे कार्य आहे कारण tw दरम्यान कोणताही टप्पा संबंध नाही o स्त्रोत म्हणून यासह आपण समजून घेऊ या, म्हणून मी दोन्ही स्त्रोतांचे वर्णन केले आहे आणि म्हणून काय असेल आणि म्हणून हस्तक्षेप तीव्रता काय असेल म्हणून आपण तीव्रता i is equal to 4 गुणा i शून्य अशी अभिव्यक्ती काढली आहे. कॉस स्केअर डेल्टामध्ये दोन कॉस स्केअर डेल्टा बाय टू डेल्टा येथे काळानुरूप बदलत आहे म्हणून डेल्टा जिथे डेल्टा आता वेळेचे कार्य आहे हा एक फेज फरक आहे म्हणून या डेल्टामध्ये पथ संदर्भ अधिक आहे म्हणून या डेल्टामध्ये पथ एक फेज टर्म आहे पथ संदर्भासाठी हे निश्चित केले आहे की हे बदलत नाही परंतु डेल्टा फाई या दुसऱ्या टप्प्यातील फरक टर्म आहे जे वेळेचे कार्य आहे आणि म्हणून डेल्टा हे वेळेचे कार्य असेल आणि हा डेल्टा फाई वेळेनुसार यादृच्छिकपणे किंवा वेगाने बदलत आहे आणि म्हणून हे तीव्रता पाहण्यासाठी फंक्शन आपल्याला या वेगाने बदलणाऱ्या कॉस स्केअर फंक्शनची सरासरी घ्यावी लागेल डेल्टा यादृच्छिकपणे किंवा वेगाने बदलत आहे आणि म्हणून आपल्याला तीव्रता लिहावी लागेल i is equal to f कॉस स्केअर डेल्टाच्या वेळेची सरासरी 2 ने शून्य आहे आणि आम्ही आधीच चर्चा केली आहे की या वेळेची सरासरी काही नाही परंतु आधीच्या वर्गात आम्ही चर्चा केली आहे की वेगाने बदलणाऱ्या टर्मची वेळ सरासरी अर्धा cos चौरस टर्म अर्धा आहे कारण cos वर्ग शून्य आणि एक दरम्यान बदलतो आणि म्हणून i समान आहे दोन गुणा i शून्य i शून्य ही तीव्रता वैयक्तिक स्त्रोतांमुळे आहे i कोणत्याही बिंदूवर तीव्रता आहे म्हणून आता हे टप्प्यापासून स्वतंत्र आहे आणि म्हणून मार्ग फरक काय आहे याचा अर्थ असा आहे की जर मी येथे पाहिलं तर या दोन स्त्रोतांपैकी प्रत्येक एक आणि दोन येथे स्त्रोताची तीव्रता येथे i शून्य आणि मी येथे शून्य आहे तर स्क्रीनवर स्क्रीनवर कोणत्याही वेळी येथे आपल्याकडे फक्त दोन आहेत वेळा i शून्य दुसऱ्या शब्दांत मी तीव्रता प्लॉट केली तर ही स्क्रीनची x दिशा आहे म्हणून जर मी येथे x दिशेच्या बाजूने तीव्रता प्लॉट केली तर मी येथे xx दिशेच्या ऐवजी पूर्वी येथे खूप छान किनारे होते maxima minima maxima minima आता आमच्याकडे फक्त आहे आमच्याकडे फक्त आहे म्हणून मला एक वेगळा रंग दाखवू द्या की हे दोन i शून्य आहे याच्याशी तुलना करू या आधी x बरोबर x बरोबर 0 बरोबर एक मॅक्सिमा होता आणि नंतर तो 4 गुणा 0 होता.

त्यामुळे आपल्याकडे याप्रमाणे तीव्रता भिन्नता असायची म्हणून जेव्हा डेल्टा फाई नसतो तेव्हा डेल्टा फाई हा एक स्थिर स्थिरांक असतो आणि हे असे आहे जेव्हा डेल्टा फाई वेळेनुसार वेगाने बदलते म्हणजे दुसऱ्या शब्दांत एकसमान तीव्रता असते. कोणतेही फ्रिज पाहण्यास सक्षम असणार नाही शाश्वत फ्रिज फ्रिज पॅटर्नमध्ये हस्तक्षेप होतो परंतु हस्तक्षेप तीव्रतेचे वितरण इतके वेगाने बदलत आहे की आम्हाला कोणतेही फ्रिज बॅटर दिसत नाही आणि म्हणून सारांश असा आहे की आमच्याकडे विसंगत स्त्रोत असल्यास शेवटच्या वेळी व्याख्यान आम्ही पाहिले होते की हस्तक्षेपासाठी दोन आवश्यकता आहेत पहिली आवश्यकता म्हणजे स्त्रोत सुसंगत असले पाहिजेत किंवा त्यांच्यामध्ये आणि त्यांच्यामध्ये स्थिर फेज फरक असणे आवश्यक आहे. दुसरी आवश्यकता म्हणून आम्ही आधीच दाखवून दिले आहे की जर फेज फरक डेल्टा फाई वेळेनुसार बदलत असेल तर आमच्याकडे सतत इंटरफेरन्स फ्रिज्स असू शकत नाहीत म्हणजे जर आपल्याकडे स्त्रोत विसंगत असतील तर डेल्टा फाई फेज फरक वेळेनुसार बदलत असेल तर आम्ही हस्तक्षेप करू नका दुसरी

आवश्यकता जी आम्ही निदर्शनास आणली होती ती म्हणजे हस्तक्षेप करणाऱ्या स्त्रोतांची तरंगलांबी समान असणे आवश्यक आहे, म्हणून आम्ही आता हा दुसरा मुद्दा घेत आहोत आणि हस्तक्षेप करणाऱ्या स्त्रोतांची तरंगलांबी समान असणे आवश्यक आहे, म्हणून आपण हे पाहूया. मुद्दा म्हणून मला दोन तरंगलांबी घेऊ द्या एक निळा आणि लाल,

त्यामुळे मला येथे असलेल्या वेळेनुसार हे प्लॉट करू द्या म्हणून मी आता हस्तक्षेप पाहत आहे

त्यामुळे दोन वेगवेगळ्या तरंगलांबीमधील दोन तरंगलांबींमध्ये हस्तक्षेप करणे शक्य आहे का मला तेच हवे आहे दोन भिन्न तरंगलांबी पाहण्यासाठी लॅम्बडास मला दोन भिन्नांमधील हस्तक्षेप लिहू दे हे शक्य आहे का मी म्हणत नाही की ते आहे शक्य आहे मी असे म्हणत आहे की मी दोन भिन्न तरंगलांबींमधील हस्तक्षेपावर चर्चा करत आहे म्हणून येथे तरंगलांबी पाहू या म्हणजे लाल तरंगलांबी अशा प्रकारे सुरू होते म्हणून मी वेळेसह मोठेपणाचे फरक दर्शवित आहे म्हणून हे वेळेचे मोठेपणा भिन्नता आणि निळ्या तरंगलांबीसह आहे त्याची तरंगलांबी कमी आहे

त्यामुळे वेळ किंवा  $x$  म्हणून आपल्याला माहित आहे की मॅक्सिमा ते मॅक्सिमा म्हणजे ही तरंगलांबी आहे लॅम्बडा चेहरा येथे आहे जर मी हे एक मोठेपणा म्हणून लिहीले तर साइन ओमेगा वन टी ओमेगा वन टाईम टी सिन ओमेगा वन टी आणि निळ्यासाठी हे लाल आहे आणि निळ्यासाठी हे अधिक वेगाने बदलेल म्हणून आपल्याला माहित आहे की निळा अधिक वेगाने बदलतो कारण तरंगलांबी लहान असेल तर ती अशी बदलेल जर येथे चेहरा 0 असेल तर हा मॅक्सिमा येथे लाल मॅक्सिमा 2 बाय पाईच्या टप्प्याशी संबंधित आहे आणि येथे 0 हा पाईच्या टप्प्याशी संबंधित आहे कारण जेव्हा फेज ओमेगा टी ओमेगा टी हा फेज असतो तेव्हा हा फेज  $\phi$  आणि  $\phi$  शून्याच्या समान असतो एकूण मोठेपणा  $\psi$  एक  $e^q$  असतो  $u_1$  ते शून्य आणि जेव्हा  $\phi$  समान पाई बाय दोन असते तेव्हा मोठेपणा जास्तीत जास्त एक असतो तर विस्थापन  $\psi$  जास्तीत जास्त असते पुन्हा  $\pi$  वर ते शून्य असते आणि त्यामुळे फेज पॉइंट्स जर मी हे पाच असे प्लॉट केले तर हे तीन  $\pi$  असेल दोन बिंदूने आणि हे निळ्यासाठी दोन  $\pi$  बिंदू असेल आणि जर आपण पाहिले तर निळ्यासाठी आपल्याकडे  $\psi = 2$  आहे 2 च्या बरोबरीचे मोठेपणा समान किंवा भिन्न साइन ओमेगा 2 वेळा असू शकतात  $t$  आता ओमेगा दोन  $\pi$  गुणा आहे वारंवारता ओमेगा ही कोनीय वारंवारता आहे ओमेगा दोन ही निळ्या रेषेच्या  $f$  दोनच्या फ्रिक्वेंसीच्या दोन  $\pi$  पटीच्या बरोबरीची आहे आणि म्हणून निळ्या तरंगलांबीशी संबंधित वारंवारता मोठी आहे कारण आपल्याला माहित आहे की तरंगलांबी लहान आहे निळा सुमारे 400 ते 450 नॅनोमीटर आहे आणि लाल सुमारे 650 नॅनोमीटर आहे म्हणून वारंवारता जास्त आहे आणि म्हणून ही वेगाने दोलन होत आहे हे वेगाने बदलत आहे कारण ही संख्या मोठी आहे त्याच वेळी हे वेगाने बदलते म्हणजे बिंदू  $\pi = 2$  कोरेने या टप्प्याशी संबंधित आहे आणि टप्प्याच्या दृष्टीने हे तीन  $\pi$  बाय टू या  $\pi$  आणि दोन  $\pi$  च्या अनुरूप असेल तर काय घडत आहे दोन लहरींमध्ये एक फेज फरक आहे आणि फेज फरक हा काळाबरोबर सतत बदलत असतो. कोणताही बिंदू जर आपण कोणत्याही बिंदूकडे पाहिला तर  $x$  म्हणजे  $x$  चे कार्य म्हणून मी प्लॉट केला तर मी कोणत्याही बिंदूकडे पाहिले तर  $x$  कोणत्याही स्थानावर असेल तर निळ्या दरम्यान निळा अशा वेगाने बदलत आहे आणि लाल हळूहळू बदलत आहे म्हणून लाल रंगाचा चेहरा आहे लाल रंग हळू हळू बदलत आहे ते अर्थातच ते दोघेही समान गतीने प्रवास करत आहेत जर मी याला व्हॅक्यूम किंवा मोकळी जागा मानली तर ते समान गतीने प्रवास करत आहेत परंतु आपण कोणतेही विमान घेतल्यास चेहरा सतत बदलत असेल कारण हे वेगाने बदलत आहे. हळूहळू बदलत आहे म्हणून जर आपण पाहिले की फेज फि फाई सतत बदलत असेल जर मी असे म्हणू की डेल्टा फाई हे फंक्शन आहे फि ब्लू वजा फी रेड फी रेड मधील फेज फरक आहे तर तो काळाबरोबर बदलत आहे म्हणून आपण पाहू शकतो इथल्या अभिव्यक्तीवरून म्हणजे आपल्याकडे साइन ओमेगा 1 टी आहे आणि मी तेच अॅम्प्ली किंवा 1 ए 2 साइन ओमेगा 2 टी ओमेगा टू टी असे गृहीत धरू या पहिल्या लाटेचा फेज टर्म आहे ही दुस-या लहरीची फेज टर्म आहे कोणत्याही बिंदूवर मी सामान्यता न गमावता हे लिहू शकतो  $x$  हा शून्य बिंदूच्या बरोबरीचा आहे आणि म्हणूनच मी ओमेगा टी वजा  $kx$  लिहिला नाही तो शब्द मी लिहिला नाही कारण मी एका विशिष्ट बिंदूकडे पाहत आहे आणि काय फेज फरक आहे डेल्टा फाई त्यांच्यातील फेज फरक त्यामुळे डेल्टा फाई ओमेगा 2 टी उणे ओमेगा 1 टी किंवा ओमेगा 2 उणे ओमेगा 1 टी मध्ये समान असेल त्यामुळे हे वेळेनुसार सतत बदलत असेल

त्यामुळे ओमेगा 2 वजा ओमेगा टी  $\Delta \phi$  आपण पाहू शकतो की  $\Delta \phi$  हे वेळेचे कार्य आहे आणि ते खूप वेगाने बदलत आहे हे लक्षात ठेवा की ओमेगा 1 आणि ओमेगा 2 ही प्रकाश फ्रिक्वेन्सी आहेत जी खूप मोठी संख्या आहेत या संख्या खूप मोठ्या आहेत कारण प्रकाश वारंवारता  $f = 1$  आणि  $f = 2$  निळा आणि लाल या क्रमाने आहेत अंदाजे 10 ते 14 हर्ट्झ 2 ची पॉवर 10 पॉवर 14 हर्ट्झ 5 ते 10 पॉवर 14 हर्ट्झ आणि याप्रमाणे ही एक प्रचंड संख्या आहे ज्याचा गुणाकार वेळेने केला जातो याचा अर्थ डेल्टा फाई खूप वेगाने बदलत आहे आणि म्हणून फेज खूप वेगाने बदलत आहे म्हणजे हस्तक्षेप करणे शक्य आहे म्हणून मी येथे फक्त निष्कर्ष लिहित आहे हस्तक्षेप करणे शक्य नाही दोन भिन्न तरंगलांबींमधील दोन भिन्न तरंगलांबी दरम्यान शक्य नाही हे शक्य नाही म्हणून आम्ही भिन्न तरंगलांबी लिहिल्या होत्या म्हणूनच आम्ही लिहिले होते की हस्तक्षेपाची दुसरी आवश्यकता होती तेव्हा आम्ही हस्तक्षेप सुरू केला आम्ही दोन आवश्यकता दिल्या होत्या एक म्हणजे स्त्रोत सुसंगत असले पाहिजेत किंवा त्यांच्यामध्ये स्थिर टप्प्यात फरक असावा आणि दुसरा म्हणजे हस्तक्षेप करणाऱ्या लाटा समान तरंगलांबीच्या असल्या पाहिजेत आता मला एक हस्तक्षेप करायचा आहे. एकापेक्षा जास्त तरंगलांबीचा स्त्रोत समजा आम्ही आत्ताच सांगितले की बी मध्ये हस्तक्षेप करणे शक्य नाही दोन तरंगलांबींच्या दरम्यान दोन तरंगलांबी आहेत परंतु जर मला अनेक तरंगलांबी उत्सर्जित करणाऱ्या स्त्रोतांमध्ये ढवळाढवळ असेल तर उदाहरणार्थ आम्ही येथे तीन वेगवेगळ्या तरंगलांबींचा विचार करू 400 नॅनोमीटर 500 नॅनोमीटर आणि 600 नॅनोमीटर एक निळ्या रंगाच्या जवळ आहे आणि हे हिरव्या रंगाच्या अगदी जवळ आहे. नारंगी लांबी म्हणून लक्षात ठेवा की निळा फक्त निळ्यामध्ये हस्तक्षेप करतो दुसऱ्या शब्दांत निळा हिरव्या रंगात हस्तक्षेप करणार नाही आम्ही आताच चर्चा केली आहे की दोन भिन्न तरंगलांबी हस्तक्षेप करत नाहीत परंतु निळा निळ्यामध्ये हस्तक्षेप करेल आणि म्हणून जर आपल्याला दुहेरी छिद्र व्यवस्थेमध्ये हस्तक्षेप दिसत असेल तर निळ्या रंगामुळे आमच्याकडे फ्रिज रूंदी असलेल्या बीटा 0.4 नॅनोमीटरच्या बरोबरीचे किनारे असतील मी एक मीटरच्या बरोबरीचे अंतर  $d$  गृहीत धरले आहे आणि एक मिलिमीटर ठराविक संख्या म्हणून  $s$  एक आणि  $s$  दोन मधील विभक्तता आम्ही व्यवहारात वापरतो आणि म्हणून किनार्याची रूंदी  $d$  ने  $d$  ने लॅम्बडा मध्ये दिली आहे लॅम्बडा च्या पर्यायी 400 नॅनोमीटर बरोबर आहे आपल्याला किनार्याची रूंदी मिळते 0.4 मिमी जर आपण 500 नॅनोमीटर बदलले तर आपल्याला हिरव्या रंगासाठी 0.5 मिमी मिळेल आणि केशरी रंगासाठी 0.6 मिलिमीटर आहे किनारे कसे दिसतील, चला आकृती पाहू म्हणजे किनारे यासारखे दिसतात तर मी काय दाखवत आहे? निळ्यामुळे होणारा हस्तक्षेप हिरव्यामुळे आणि लाल रंगामुळे होणारा हस्तक्षेप दर्शवत आहे जर फक्त लाल असेल तर आपल्याला तीव्रता याप्रमाणे भिन्नता मिळाली असती. हे मिळाले असते परंतु पांढऱ्या प्रकाशासारख्या एकाधिक तरंगलांबीसह, जर माझ्याकडे पांढरा प्रकाश असेल तर त्याचे सर्व रंग निळ्यापासून लाल ते दुसऱ्या टोकाला जांभळ्यापासून लाल रंगापर्यंत सर्व रंग असतील आणि नंतर प्रत्येकामुळे आम्हाला हस्तक्षेप मिळाला असता. येथे रंग कसा दिसेल परंतु आपण पाहतो की  $\circ$  येथे  $\circ$  येथे सर्वांचा मॅक्सिमा एकाच बिंदूवर आहे  $\circ$  परंतु निळ्याचा मॅक्सिमा येथे आहे लाल रंगाचा मिनिममा येथे आहे आणि काही वेळानंतर आपण पाहतो की जेव्हा निळा किमान असतो पुन्हा  $d$  जास्तीत जास्त आहे म्हणून ते वेगवेगळ्या स्थानांवर घडत असलेल्या  $\text{maximas}$  वर आहेत निळ्या बरीज किती असेल विपुलतेची तीव्रता अशा प्रकारे जोडली जाईल की कृपया मध्य मॅक्सिमा वगळता मॅक्सिमा आणि मिनिमा वेगवेगळ्या तरंगलांबींसाठी वेगवेगळ्या बिंदूवर होतात हे पहा सर्व रंगांसाठी समान स्थिती आहे त्यामुळे नेट इफेक्टची अपेक्षा काय आहे म्हणून येथे माझ्याकडे नेट इफेक्ट आहे जो येथे दर्शविला आहे जो पांढरा प्रकाश हस्तक्षेप नमुना आहे त्यामुळे ते गुणात्मक प्रतिनिधित्व आहे म्हणून मी हे गुणात्मकपणे रेखाटले आहे कारण सर्व रंग आहेत या टप्प्यावर मॅक्सिमाची समान स्थिती असल्यास सर्व रंग उजळ होतील, मी एक पांढरा प्रकाश एक चमकदार पांढरा किनारा जोडेल आणि तेच मी  $x$  चे कार्य म्हणून तीव्रता प्लॉट केले आहे म्हणून हे मध्यवर्ती असेल चमकदार पांढरा जास्तीत जास्त आणि नंतर यापैकी बहुतेक मिनिमातून जात असल्यामुळे येथे तीव्रतेत घट होईल एकूण तीव्रतेमध्ये एक बुडवा असेल मग आमच्याकडे टी. तो निळा मॅक्सिमा नारंगी हिरवा मॅक्सिमा आणि लाल मॅक्सिमा आणि म्हणून आमच्याकडे निळसर रंग लालसर रंगाचा थोडासा

फरक आहे आणि शेवटी अर्थातच ते सर्व अशा प्रकारे बदलतात की आमच्याकडे फक्त एकसमान रोषणाई आहे हा तरुणाचा पहिला प्रयोग आहे जेव्हा त्याने सूर्यप्रकाशासह आम्ही काय केले. पाहा हा तरुणांचा पहिला हस्तक्षेप प्रयोग आहे, त्याने एक चमकदार झालर पाहिली काही रंग आणि नंतर एकसमान रोषणाई मग त्याने सोडियम दिवा किंवा स्पिरिट लॅम्पवर स्विच केले की सोडियम मीठ स्पिरिट लॅम्पवर शिंपडले अनेक किनारे पाहण्यासाठी मग काय आहे? निष्कर्ष असा आहे की जर तुम्ही पांढऱ्या प्रकाशासह प्रयोग केलात तर तुम्ही मध्यवर्ती किनार शोधू शकाल जेथे मार्गाचा फरक 0 असेल आणि टप्प्यातील फरक सर्व तरंगलांबीसाठी 0 असेल आणि त्यामुळे अंतिम निष्कर्ष असा आहे की मध्यवर्ती किनारी सहज ओळखले जाऊ शकते आणि फेज बदलामुळे डेल्टा फाईची फ्रिंज शिफ्ट डेल्टा एक्स व्हाईट लाइट इंटर वापरून अचूकपणे मोजली जाऊ शकते संदर्भ मी आधी हा प्रश्न विचारला होता की मध्यवर्ती किनारी शिफ्ट कसे ठरवायचे याचे उत्तर पांढऱ्या प्रकाशाच्या हस्तक्षेपातून आहे धन्यवाद

Prutor@iitk