या व्याख्यानात दोलनांविषयी चर्चा केल्यावर
आम्हाला लहरींनी सुरुवात करायची आहे, तर मग आपण
लाट म्हणजे काय हे समजून घेऊ या, मग आपण प्रश्न विचारतो की लहरी म्हणजे काय हे कण एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी फिरतात
तर आपण हा प्रश्न विचारू या की ते कण हलतात का? एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी आपण ते शोधून काढूया म्हणजे
तुम्ही समुद्रातल्या लाटा पाहिल्या आहेत किंवा थालीसारखे मोठे पातेले किंवा काहीतरी
बरोबर घेऊन त्यात पाणी भरून त्यात तुमचे बोट बुडवले आहे, म्हणून मी माझे बोट इथे बुडवत आहे.

तुम्हाला दिसेल की इथे वर जाणारे पाणी खाली येते आणि ही तरंग
मला नाव द्या की तरंग खाली प्रवास करते ते प्रवास करते का ते पाणी सोबत
घेते आणि आम्ही ते पाहिले नाही म्हणून प्रवास करणारी फक्त
ती तरंग आहे आणि जेव्हा मी तुमच्याशी
किंवा खोलीतील कोणाशीही बोलतो तेव्हा आम्ही त्याला लाट म्हणतो मी येथे गोंधळ निर्माण करतो याचा अर्थ असा होतो की
जर तुम्ही बोलत असलेल्या व्यक्तीसमोर उभे राहिलात तर तुम्हाला
हवा येत असल्याचे जाणवत नाही पण तू हाय ऐकतोस m मग ती व्यक्ती जी काही अडथळे
निर्माण करते ती तुमच्या कानापर्यंत पोहोचते म्हणून जेव्हा एखादी व्यक्ती दुसऱ्या व्यक्तीशी बोलत असते तेव्हा आवाज येतो पण मधली हवा
त्यामुळे निश्चितच तरंग होत नाही ती एखाद्या वस्तूची एका
ठिकाणाहून दुसरीकडे हालचाल होत नाही म्हणून आपण लिहूया लाट कणांच्या हालचालीचे प्रतिनिधित्व करत नाही
तर मग ते काय आहे म्हणून पुन्हा प्रश्न उद्भवतो की लाट म्हणजे काय आणि सोप्या भाषेत मी जे
म्हणणार आहे ते म्हणजे लहर म्हणजे लहर म्हणजे कोणत्याही स्वरूपातील त्रास म्हणजे मी
तुमच्याशी बोलत असतो.
मी येथे हवेत गडबड निर्माण करत आहे आणि
ते माईकवर जाते तेथून ते रेकॉर्ड केले जाते किंवा जर कोणी तुमच्याशी बोलत असेल की ती
व्यक्ती हवेत गडबड निर्माण करत आहे आणि तो त्रास तुमच्यापर्यंत पोहोचतो
त्यामुळे लाट हा एक त्रास आहे जो येथून प्रवास करतो एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पण तुम्ही उभ्या असलेल्या लाटा ऐकल्या असतील
तर मग पुढचा प्रश्न म्हणजे लाट म्हणजे त्रास म्हणजे एका ठिकाणाहून दुस-या ठिकाणी प्रवास करावा लागतो म्हणून हा दुसरा
प्रश्न आहे आणि मी त्याचे उत्तर देण्याचा प्रयत्न करूया समजा माझ्याकडे एक स्ट्रिंग आहे मी ती एका टोकाला बांधली आणि
इथे डिस्टर्बन्स दिली तर त्याला एक झटका द्या मग तुम्हाला काय दिसेल की हा धक्का किंवा डिस्टर्बन्स
स्ट्रिंगच्या खाली जातो म्हणून तो प्रवास करते ही नक्कीच एक प्रवासी लाट आहे पण याचा
विचार करा मी ही स्ट्रिंग दोन टोकांमध्ये बांधतो आणि ती हलवायला सुरुवात करतो तुम्ही पाहतो की ती अशी विकृत होते आणि नंतर
खाली येते म्हणून ती वर खाली सरकते ज्याला आपण उभी लाट म्हणतो आणि या लाटेमध्ये त्रास होत नाही म्हणून लाट येऊ शकते स्टँडिंग
लाट असो वा
प्रवास किंवा ज्याला आपण प्रगतीशील लाटा किंवा प्रवासी लाट म्हणतो
त्यामुळे आता आपण
ज्याला उत्तर दिले आहे ती लाट म्हणजे एका ठिकाणी निर्माण झालेला त्रास आणि दुसऱ्या ठिकाणी प्रवास करणे ज्याला मी प्रवासी लाटा
म्हणेन किंवा ती असू शकते विस्तारित व्यत्यय जसे की स्ट्रिंग आणि ज्याला
मी स्थिर तरंग म्हणेन आणि आता मला त्याचे वर्णन
करायचे आहे आम्ही लाटाचे वर्णन
कसे करतो हे आम्ही पाहू इच्छितो म्हणून आम्ही लाटेचे वर्णन कसे करू इच्छितो यामध्ये अगदी
सामान्य कारण तुम्ही तुमच्या वर्गात जे ऐकले असेल
ती लाट अशी दिसते आहे आणि ती प्रवास करत आहे,
त्यामुळे तुम्ही
जे पाहिले आहे तो yxt एक साइन दोन pi x ओव्हर लॅम्बडा मायनस
फ्रिक्वेन्सी या प्रकारची लाट आहे किंवा ती करू शकते लॅम्बडा उणे फूट वर दोन pi x चा कोसाइन देखील कोसाइन शब्दात
लिहा आणि मग तुम्हाला सांगितले जाईल की वेग v f गुणा लॅम्बडा आहे जेथे
लॅम्बडा तरंगलांबी आहे आणि f ही वारंवारता आहे ही एक अतिशय विशिष्ट प्रकारची लहर आहे जी आपण
येऊ पण त्याआधी मी एक लाट हा प्रवासी त्रास आहे असे
म्हटल्यामुळे प्रथम त्याचे वर्णन करू या म्हणून आपण म्हणू या की माझ्याकडे एक स्ट्रिंग आहे किंवा जसे आपण दिलेले उदाहरण म्हणजे
पाण्याचा पृष्ठभाग आहे आणि मी तयार केले आहे आपण यासारखे गडबड येथे सांगू या
किंवा मी इथे असा त्रास निर्माण करतो आणि तो नीट समजून घेण्याचा प्रवास करतो मला असे म्हणू द्या की
मी निर्माण केलेला त्रास असा काहीतरी आहे .
कार्य f हे
फंक्शन आहे f हे x दिशा आहे म्हणून फंक्शन fx किंवा मी नंतर y लिहिणार असल्याने मला y म्हणू द्या
x चे फंक्शन चौरस वजा x स्क्वेअर सारखे दिसते तर ते काय
दर्शवते ते x समान शून्यावर दर्शवते उंची a आहे आणि ती 0 वर x बरोबरी अधिक a किंवा उणे a साठी

mod x पेक्षा कमी a पेक्षा कमी होते आणि ते 0 आहे अन्यथा फक्त आपण तयार केलेल्या नाडीची भावना देण्यासाठी
हे देखील एक त्रासदायक ठरू शकते.
पाण्याच्या पृष्ठभागावर आता निर्माण झाला आहे हा व्यत्यय प्रवास करतो आणि
तो उजवीकडे गेला आहे आणि एका बिंदूवर आला आहे जेथे शिखर
x शून्य आहे आणि नंतरच्या वेळी तोच अडथळा आहे म्हणून आपण
म्हणू या की यास वेळ लागला आहे t म्हणून त्या वेळी हा व्यत्यय मॉड x वजा x शून्य
साठी चौरस वजा x वजा x शून्य स्क्वेअर म्हणून
दिला जाईल a आणि शून्य पेक्षा कमी आहे अन्यथा आपण जे केले आहे ते
स्ट्रिंगवर पाण्याच्या पृष्ठभागावर आहे.
एक गडबड निर्माण झाली आणि नंतरच्या काळात ते या
ठिकाणी गेले x काही नाही आणि स्पष्टपणे जर ते v या अंतराने वेगाने प्रवास करत असेल तर x शून्य
vt होणार आहे आणि येथे yx बरोबर एक चौरस वजा x चौरस
म्हणून दिले आहे mod x साठी शून्य पेक्षा कमी अन्यथा आणि उजव्या बाजूला मी
जात आहे हे लाल yx मध्ये लिहिण्यासाठी t हा
mod x उणे x शून्य साठी चौरस उणे x उणे x 0 स्क्वेअर म्हणून दिलेला आहे a आणि शून्य पेक्षा कमी आहे
अन्यथा mod साठी एक स्क्वेअर वजा x वजा vt स्क्वेअर म्हणून देखील लिहिले जाऊ शकते x
वजा vt समान a आणि शून्य पेक्षा कमी अन्यथा तो डावीकडे प्रवास केला त्या केसचे काय
तर समजा ते x च्या बरोबरीचे शून्य होते आणि जर ते डावीकडे प्रवास करत असेल तर yxt तुम्ही सहज पाहू शकता.

एक चौरस उणे x अधिक vt पूर्ण चौरस x साठी x अधिक vt
पेक्षा कमी a आणि शून्य पेक्षा कमी अन्यथा कारण आता हे अंतर वजा vt होणार आहे
त्यामुळे तुम्ही दोन्ही प्रकरणांमध्ये काय पहाल
की व्यत्यय yxt एकतर x चे कार्य आहे वजा vt किंवा x plus vt हे समजून घेऊया
त्यामुळे iw इल मेक x शून्य बरोबर इथेच मध्यभागी काही गोंधळ निर्माण होतो आता मी
त्याला चौरस उणे x असे म्हणणार नाही पण त्याचा fx शून्य बरोबर t आहे मग
तो वेळेत उजवीकडे जात असल्यास काय होईल हा व्यत्यय
fx वजा vt बरोबर शून्य द्वारे दिला जाणार आहे का कारण आता
जो काही व्यत्यय आहे तो t ज्याला मी fxt म्हणणार आहे तोच
व्यत्यय आहे जो x उणे vt वर होता जो x उणे vt भोवती t समान केंद्रीत होता
शून्य ते दुसरीकडे डावीकडे प्रवास केल्यास शिखर ते शिखर अंतर पुन्हा vt असेल
त्यामुळे x चे कार्य म्हणून t वर जो काही व्यत्यय असेल तो x अधिक vt वर
t शून्य t च्या समान असेल शून्याच्या बरोबरीचे निश्चित केले आहे म्हणून आम्ही जे दाखवले आहे ते असे आहे की उत्पत्तिस्थानाभोवती 0
च्या बरोबरीने निर्माण झालेला कोणताही अडथळा
v आणि अविकृत गतीने प्रवास केल्यास तो कोणताही आकार असू शकतो,
म्हणून मी हे लिहितो जेणेकरून fx म्हणून एक अडथळा निर्माण होईल
0 च्या बरोबरीची वेळ t बदलत असेल किंवा वेळेचे फंक्शन म्हणून दिले जाईल कारण fxt समान fx वजा v
t at t समान उजवीकडे प्रवास केल्यास तो उजवीकडे जातो म्हणजे सकारात्मक x
अक्ष आणि fxt समान फंक्शन समान कार्य
x अधिक vtt शून्य बरोबर असेल तर ते दिले जाईल डावीकडे प्रवास करते कारण ते आता जिथे होते तिथे
ते शून्य बरोबर t वर होते
त्यामुळे एक व्यत्यय जो शून्य बरोबर t वर निर्माण झाला आहे आणि व्यत्यय
मी fx म्हणत आहे तो कोणताही अडथळा असू शकतो उजवीकडे मी आहे असे दिसेल
डावीकडे fx वजा vtt equal to 0 equals fx t लिहायला जात आहे मी fx plus
vt स्वल्पविराम 0 equals fxt लिहणार आहे या मार्गाने प्रवास केला आहे हिरव्याने उजवीकडे प्रवास केला आहे
आणि कोणत्या परिस्थितीत त्रासदायक प्रवास केला आहे अविकृत क्रमांक एक क्रमांक दोन स्थिर गतीने प्रवास करतो v म्हणून दोन
स्थितीत तो प्रवास करतो अविकृत प्रवास करतो
ज्याला असे अविकृत देखील म्हटले जाते ते देखील सूचित करते ज्याला
तांत्रिक शब्दात डिस्पर्शलेस म्हणतात हे शब्द तुम्हाला या दरम्यान बरेचदा ऐकू येईल
लाटांवर चर्चा म्हणून तो विखुरलेला प्रवास आहे.
तो विखुरला जात नाही तो आकार बदलत नाही
तो अविकृत आहे आणि तो सतत वेगाने प्रवास करतो.
v
मी एखाद्या व्यक्तीशी बोलतो तेव्हा ती व्यक्ती उभी आहे की नाही हे तुम्ही समजू शकता की अपरिवर्तनीय गृहितक खरोखरच ठीक आहे
माझ्यापासून 10 मीटर

किंवा माझ्यापासून 100 मीटर किंवा माझ्यापासून 200 मीटर जर त्याने माझे ऐकले किंवा तिने मला ऐकले तर
येथे वेगवेगळ्या अंतरावर उभ्या असलेल्या या तिन्ही व्यक्तींनी मी त्याच अंतराने बोललो तोच शब्द आहे
आणि याचा अर्थ कोणताही अडथळा आहे मी बनवलेले बरेचसे
अविकृत होते
त्यामुळे हे एक अतिशय वाजवी गृहीतक आहे .
आगाऊ अभ्यासक्रमांमध्ये काही प्रकरणे आहेत
जिथे विखुरलेले आहे ते तुम्ही पहाल जेथे विखुरलेले एक अतिशय स्पष्ट उदाहरण म्हणजे प्रकाश लहरी जिथे वेग
वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सीसाठी भिन्न असतो आणि म्हणूनच तुम्हाला प्रिझम देताना दिसते तुमचे रंग भिन्न आहेत
कारण अपवर्तक निर्देशांक भिन्न असतो परंतु सध्या आम्ही असे गृहीत धरू
की फैलाव कमी प्रवास आहे
त्यामुळे हा एक मार्ग आहे x उणे vt किंवा x अधिक vt चे कार्य आहे
हे पाहणे म्हणजे लहरी प्रवासाकडे पाहण्याचा दुसरा मार्ग म्हणजे जर मी
विशिष्ट बिंदू x कडे पाहत आहे किंवा व्यत्यय आणत आहे तर
t उणे x वर v वाजता नेमके काय घडले ते मला दिसते वेळ ठीक आहे घटना पाहण्याचा आणखी एक मार्ग
म्हणजे लहरी घटना म्हणजे मी समजा मी x बिंदूवर उभा आहे आणि
येथे एक गडबड दिसत आहे या गडबडीला उत्पत्तीपासून प्रवास करण्यासाठी t बरोबर डेल्टा t
बरोबर x v वर वेळ लागला असता x पेक्षा v वर आहे म्हणून मी सुरक्षितपणे म्हणू शकतो
की जर मी t वेळी x वाजता व्यत्यय पाळला तर तो त्रास x
समान वेळी शून्यावर t उणे x वर v हा
तरंग घटनांचे वर्णन करण्याचा दुसरा मार्ग आहे जर प्रवास असेल तर दुसरीकडे उजवीकडे
जर व्यत्यय डावीकडे प्रवास करत असेल तर xt ला मी जे पाहतो
ते t plus x ओव्हर vx शून्यापेक्षा कमी असते
त्यामुळे ते डावीकडे प्रवास करत
आहे.
मी वेव्हचे फंक्शन म्हणून वर्णन देखील करू शकतो t अधिक x वर v किंवा t वजा
x वर v चे कार्य आणि मी फक्त बाणांनी दाखवीन.
उणे x वर v उजवीकडे प्रवास करत आहे अधिक x
ओव्हर v डावीकडे प्रवास करत आहे जे चक्क ती लिहिण्यासारखेच आहे x उणे vt
आणि t उणे x अधिक vt कारण t अधिक x ओव्हर v चे फंक्शन f
हे vt अधिक x ओव्हर v चे फंक्शन सारखे आहे जे x अधिक vt चे कार्य आहे लक्षात ठेवा व्हेरिएबल्स x आणि
t आहेत
त्यामुळे vi असे घेऊ शकतात एक स्थिर आणि त्याचप्रमाणे फंक्शन t उणे x ओव्हर v हे v
चे फंक्शन म्हणून उणे x ओव्हर v जे v t वजा xv चे फंक्शन सारखे आहे एक स्थिरांक आहे म्हणून मी
डावीकडे किंवा उजवीकडे प्रवास करणारी लहरी व्यत्यय x अधिक म्हणून लिहू शकतो vt किंवा x उणे
vt चे फंक्शन किंवा t उणे x ओव्हर v चे फंक्शन किंवा t प्लस x ओव्हर v चे फंक्शन
म्हणून आपण लिहू या की x वजा vt चे x अधिक vta फंक्शन म्हणून तरंगचे वर्णन करता येईल
किंवा t प्लस x ओव्हर v चे फंक्शन किंवा t वजा x ओव्हर v चे फंक्शन
त्यामुळे हे
सर्व फॉर्म अस्तित्वात आहेत आणि हे सर्व w प्रवास करत आहेत aves तर चला एक उदाहरण पाहूया
तुम्ही पाहिले आहे ते म्हणजे मी yxt बरोबर दोन pi x लाम्बडा मायनस फूट वर कसे निर्माण करतो हे तुम्ही पाहिले आहे तुम्ही
पूर्वी एक लाट पाहिली आहे जी या सारखी विस्कळीत आहे आणि ती प्रवास करते त्यावर एका
मिनिटात या पण त्याआधी मला पुन्हा मागे जायचे आहे आणि चर्चा करायची आहे की ही फंक्शन्स f x वजा
vt किंवा fx प्लस vt ही सर्व x आणि t दोन्ही फंक्शन्स आहेत म्हणून प्रवास करत आहेत
किंवा स्टँडिंग वेव्ह हे x चे फंक्शन आहे आणि ती स्थिती आणि वेळ दोन्ही आहे म्हणून
जर तुम्हाला ते व्हिज्युअलायझ करायचे असेल तर तुम्ही एकतर फिक्स पोझिशन बघून वेळेचे फंक्शन म्हणून fx वजा vt पाहू शकता
x शून्य म्हणूया
तर मी काय करू मी एका बिंदूवर उभा आहे आणि वेळेचे कार्य म्हणून पाहा की
व्यत्यय कसा होतो तो वेळेनुसार कसा बदलतो म्हणून मी x शून्यावर उभा राहतो
आणि वेळेनुसार लहरींचा त्रास कसा बदलत आहे ते पाहतो किंवा मी काय करू शकतो
ते शून्याच्या बरोबरीचे असते आणि व्यत्यय कसा दिसतो ते पहा x चे कार्य म्हणून मी त्यासाठी काय करू फक्त
फोटो घ्या त्या बिंदूवर लहरीचा ओग्राफ आणि नंतर तुम्ही फक्त ते पाहू शकता x चे कार्य म्हणून
तुम्हाला दिसेल की ते सर्व बरोबर पसरलेले आहे आणि ती एका विशिष्ट वेळी असते टी शून्य म्हणू
या थोड्या वेळाने ती पसरली जाऊ शकते पण इतरत्र कुठेतरी तो एक अंतर vd ने प्रवास केला असता
किंवा डावीकडे विकृत नसलेल्या अंतराने प्रवास करू शकला असता,

त्यामुळे मी
दिलेल्या वेळी एखाद्या लहरी घटनेकडे कसे पहायचो आणि दिलेल्या स्थितीत मी तिथे उभा राहिलो तर मला
ते दिसेल गोष्टी फक्त वर किंवा खाली किंवा डावीकडे किंवा उजवीकडे सरकत आहेत
ती कोणत्या प्रकारची लाट आहे यावर अवलंबून आहे आणि ती वेळेनुसार कशी बदलते हे आपण पाहूया आता आपण पाहूया मी
आधी सांगितले होते की ही लाट उजवीकडे कशी निर्माण होते म्हणून एक साइन दोन pix वर
लॅम्बडा उणे फूट म्हणून समजा मी माझी स्थिती निश्चित केली तर मी एखाद्या विशिष्ट बिंदूवर उभा राहिल्यास मला काय दिसेल,
तर वेळ फंक्शन म्हणून x समान ० म्हणे f ला
दोन pi x ची सायन लॅम्बडा वजा फूट वर शून्य आहे असे दिसेल.
वजा चिन्हासह दोन pi फूट
म्हणजे मी हे वजा साइन ऑफ म्हणून लिहू शकेन ओमेगा टी
त्यामुळे वेळेचे फंक्शन म्हणून मला फक्त तो
पॉइंट x बरोबर शून्य वर आणि खाली जाताना दिसेल जर मी एखाद्या विशिष्ट वेळी स्नॅपशॉट घेतला तर पोझिशनचे फंक्शन
म्हणून काय होईल हे डावीकडून उजवीकडे सर्वत्र पसरलेले आहे हे पहा
आणि आपण वेळ शून्य आहे असे म्हणू या, तेव्हा ते fx सारखे दिसते t
शून्य बरोबर दोन पाई च्या साइन ओव्हर लॅम्बडा x नैसर्गिकरित्या आता आपण पहात आहात की जर x
x अधिक लॅम्बडा ला जातो तुम्हाला लॅम्बडा x अधिक लॅम्बडा वर साइन टू पाई मिळेल जो पुन्हा लॅम्बडा x अधिक
दोन पाई वर साइन टू पाई आहे जो लॅम्बडा x वर साइन टू पाई सारखा आहे
त्यामुळे लांब अंतरानंतर
लॅम्बडा विस्थापन समान आहे तर लॅम्बडा जे दोन समान बिंदूंमधील अंतर आहे
कारण विस्थापन समान आहे मी हे गुलाबी रंगात दाखवत आहे या
लॅम्बडाला तरंगलांबी म्हणतात म्हणून मी तुम्हाला दाखवले आहे की जर माझ्याकडे
ही लाट असेल आणि मी फक्त त्याचा एक भाग घेईन it यामध्ये दोन समानांच्या मध्ये तरंगलांबी लॅम्बडा आहे
बिंदू नंतर दोन समान बिंदूंमधील अंतर लॅम्बडा आहे आणि ठराविक वेळेनंतर t
ठराविक वेळेनंतर t ते पुढे सरकले असते म्हणून मी हे अंतर करेन आता v डेल्टा t नंतर वेळ डेल्टा t आता पुढील प्रश्न मी
याद्वारे विचारतो लॅम्बडा व्ही आणि फ्रिक्वेन्सी fचा तरंगाचा संबंध कसा आहे, म्हणून आपण त्या प्रश्नाचे उत्तर देण्याचा प्रयत्न करूया
मी तुम्हाला सांगितले आहे की मी एखाद्या विशिष्ट बिंदूवर x समान शून्य किंवा x बरोबर इतर काही
बिंदू x शून्य वेळेचे कार्य म्हणून हा सहकारी आहे वर जाणे आणि खाली जाणार
जे ओमेगा टी च्या साइन प्रमाणे जाते
त्यामुळे टाइम t नंतर कॅपिटल t बरोबर आहे जो वारंवारता शी संबंधित आहे
कारण एक ओव्हर f विस्थापन सारखे आहे आता आपण पाहू या की मी ही लाट
वेळेत गोठवली आहे का आणि पाहिले टाइम कॅपिटल t नंतर ते तंतोतंत सारखेच दिसेल शिवाय
जर येथे एक बिंदू असेल तर तो अंतर लॅम्बडाने या बिंदूवर एक बिंदू करण्यासाठी हलविला असता
त्यामुळे वेळेत टी लाट अंतर लॅम्बडाने हलवली अन्यथा विस्थापन
दिसणार नाही सारखेच आहे तर ते दिसत आहे ks तोच अंतर लॅम्बडा ने हलवला असावा म्हणून v हे
लॅम्बडा द्वारे t होणार आहे जे f पटीने लॅम्बडा होणार आहे हे एक नाते आहे जे तुम्हाला चांगले माहित आहे
म्हणून लाटाचा वेग f गुणा लॅम्बडा ने दिला आहे सायनसॉइडल वेव्ह म्हणून ओळखले जाते
कारण आपण पसरविरहित तरंगांबद्दल बोलत आहोत हा
वेग सर्व फ्रिक्वेन्सीसाठी सारखाच असतो लॅम्बडा मायनस फीट वर साइन टू pi x सारखी लाट कशी निर्माण करायची
त्यामुळे आता मी या लहरीवर विशेष लक्ष केंद्रित करत आहे हे पाहूया
ज्याला साइन वेव्ह म्हणतात
त्यामुळे याला आह साइन वेव्ह म्हणतात
त्यामुळे माझ्याकडे एक
स्ट्रिंग एक विस्तारित स्ट्रिंग आहे का ते पाहू आणि मी हा बिंदू
ओमेगा टीच्या साइन म्हणून वर आणि खाली हलवायला सुरुवात करतो जेणेकरून कालावधी ओमेगापेक्षा दोन पाई असेल जे
नंतर t च्या बरोबरीचे आहे जसे आपण आधी युक्तिवाद केला होता म्हणून आत्ता y येथे x बरोबर शून्य
बरोबर वेळेचे कार्य 2 pi ft च्या sine बरोबर असेल तर y हे x चे फंक्शन म्हणून y आणि वेळ
x बरोबर y असेल शून्य ते वेळी t उणे x वर v जर ती उजवीकडे प्रवास करत असेल आणि मला
माहित आहे की एक साइन दोन pi फूट वजा x ओव्हर v असेल जो एक साइन
दोन pi फूट वजा xf ओव्हर v सारखा असेल आणि आम्ही नुकतेच पाहिले आहे की
v f लॅम्बडा बरोबर आहे म्हणून मी हे उणे a म्हणून लिहू शकतो 2 pi x ची साय ओव्हर लॅम्बडा मायनस
फूट, जो तोच फॉर्म आहे जो तुम्ही पाहत आहात किंवा जो मी तुम्हाला पूर्वी दाखवला आहे, म्हणून
मी जर दोरी घेतली तर ती एका टोकाला हलवायला सुरुवात करा.
साइन ओमेगा टी सह साइन लाट तयार करा
जी प्रवास करत आहे उजवीकडे जर मी हा व्यत्यय आणला आणि लाट

डावीकडे गेली तर माझ्याकडे y xt y बरोबर x बरोबर शून्य t अधिक x ओव्हर
v असेल आणि हे एक साइन दोन pi फूट अधिक x ओव्हर v असेल जे a सारखे आहे sine two pi ft plus
x over lambda
त्यामुळे हे वेगवेगळे रूपे आहेत जे तुम्ही पाहिले आहेत म्हणून मी एक प्रकारचा सारांश देतो
आम्ही आतापर्यंत काय केले आहे तो क्रमांक एक म्हणजे आम्ही
वेगवान आणि विकृत नसलेला प्रवास पाहिला आणि म्हणून आम्ही त्याचे प्रतिनिधित्व करू शकू हे
fx मायनस vt किंवा f चा t वजा x ओव्हर v म्हणून प्रवास करत असल्यास उजवीकडे म्हणजे सकारात्मक x अक्ष आणि
डावीकडे
प्रवास करत असल्यास ते fx प्लस vt किंवा t अधिक x ओव्हर v म्हणून दर्शवले जाते ,
त्यामुळे तुम्ही दोन्ही मार्ग उजवीकडे पाहिले आहेत
आणि नंतर आम्ही सायनसॉइडल वेव्हमध्ये विशेषज्ञ आहोत ज्याला ॲम्प्लीट्यूड a म्हणून ayxt म्हणून दिले जाते.
लॅम्बडा उणे फूट गुणा दोन पाई वर x चा साइन
त्यामुळे तो
x अक्षावर पुनरावृत्ती करत राहतो तो ठराविक बिंदूवर लॅम्बडाच्या मध्यांतराने पुनरावृत्ती करत राहतो
, हे विस्थापन स्वतःच पुनरावृत्ती करत राहते ah मध्ये f वारंवारतेने एक ओव्हर f आणि साध्या हार्मोनिक पद्धतीने दिलेल्या
वारंवारतेसह एका बिंदूवर हलवून हे निर्माण केले जाते जेणेकरून लहरीने असे काहीतरी तयार केले आहे आणि
ती उजवीकडे किंवा डावीकडे प्रवास करत आहे.
आपण या प्रकरणात देखील पाहतो की वेग
v तरंग ही फ्रिक्वेन्सी टाइम्स लॅम्बडा म्हणून दिली जाते जी टू पी फ्रिक्वेन्सी टाइम्स लॅम्बडा ओव्हर टू पी म्हणून देखील लिहिली जाऊ
शकते
हे मी ओमेगा म्हणून लिहू शकतो आणि आता मी
एक नवीन प्रमाण सादर करत आहे दोन पाय ओव्हर लॅम्बडा इक्वल k ज्याला वेव्ह ve म्हणून ओळखले जाते ctor किंवा तरंग
क्रमांक
दोन pi over lambda म्हणजे दोन pi अंतरालमध्ये अनेक लाटा म्हणजे ओमेगा ओव्हर k
त्यामुळे ओमेगा बरोबर vk हे
एक नवीन नाते आहे जे मी तुम्हाला देत आहे आणि या नवीन नातेसंबंधाच्या संदर्भात yxt ला kx मायनसची साइन म्हणून देखील
लिहिता येईल
ओमेगा टी हा आणखी एक प्रकार आहे.
तुम्ही तुमच्या पुस्तकांमध्ये किंवा ज्या ठिकाणी
लाटांविषयी चर्चा केली आहे ते पहाल म्हणून एकदा आम्हाला हे समजल्यानंतर आता मी तुम्हाला दोन प्रकारच्या लाटा देतो ज्यांना क्रमांक
एक ट्रान्सव्हर्स वेव्ह म्हणतात या अशा लाटा आहेत जिथे विस्थापन y xt ला लंब आहे.
प्रवासाची दिशा
म्हणून उदाहरणे स्ट्रिंगवरील लाटा असतील किंवा ट्रान्सव्हर्स लहरींचे उदाहरण असेल तर दुसरा प्रकार रेखांशाचा असेल ज्यामध्ये जर लाट
x दिशेने प्रवास करत असेल तर
व्यत्यय देखील त्याच दिशेने असतो
त्यामुळे यात अडथळा त्याच दिशेने असतो तरंगाच्या गतीची दिशा उदाहरणार्थ ध्वनी तरंग जिथे मी
दबाव फरक निर्माण करतो तो अडथळा आहे याचे एक उदाहरण आहे
त्यामुळे ध्वनी लहरी अनुदैर्ध्य असतात जिथे दाब वास्तविक असतो
तरंगाच्या प्रसाराच्या दिशेने आम्ही सुरुवातीला विचारला होता एक प्रश्न आणि
मी आता या प्रश्नाला संबोधित करणार आहे की लाटा प्रवास करताना कण वाहून नेतात का आणि उत्तर नाही आहे मी आधी युक्तिवाद
केला होता, तुम्ही ते
देखील पाहू शकता तुम्हाला माहित आहे स्ट्रिंग तुम्ही फक्त हलवली तर ती स्ट्रिंग एका
ठिकाणाहून दुसरीकडे हलत नाही जर पाण्याची लाट जात असेल तर तुम्ही तिथे एक
पान किंवा कागदाचा तुकडा सोडू शकता आणि तुम्हाला ती फक्त वर आणि खाली हलताना दिसेल पण ते लहरीसोबत
हलत नाही
त्यामुळे लाटा कण वाहून नेत नाहीत म्हणून ते कण वाहून नेत नाहीत
आणि मी हे देखील लिहू शकतो की ते साहित्य वाहून नेतात का आणि ते दोन क्रमांकावर प्रश्न करत नाहीत की लाटा एका ठिकाणाहून
दुसऱ्या ठिकाणी ऊर्जा घेऊन जातात आणि याचे उत्तर होय आहे
मी हे उत्तर देऊ शकण्याचा सर्वात सोपा मार्ग आहे जेव्हा मी कोणाशी बोलत असतो तेव्हा त्या व्यक्तीला ऐकू येते
मी कोणताही अडथळा निर्माण केला आहे मी कितीही दबाव निर्माण केला आहे फरक मी निर्माण
केलेल्या कणांच्या स्थानिक हालचाली माझ्याकडे आहेत टेड बोलून दुसऱ्या जागी प्रवास
केल्याने कानाच्या ड्रमवर किंवा कानात सारखाच अडथळा निर्माण होतो याचा अर्थ
ती ऊर्जा एका ठिकाणाहून घेऊन दुसऱ्या ठिकाणी हस्तांतरित करण्याची क्षमता आहे
त्यामुळे होय लाटा

ऊर्जा एका ठिकाणाहून दुसरीकडे वाहून नेतात.
तिसरा प्रश्न मी लाटांचा वेग कसा मोजू शकतो आणि हा एक प्रश्न आहे ज्याला
मी आता संबोधित करणार आहे, तर आपण प्रथम स्ट्रिंगवरील लहरींचा वेग मोजू या यासाठी आपण एक स्ट्रिंग घेऊ आणि
त्याला अडथळा देऊ या असे म्हणू या डिस्टर्बन्स एक साइन वेव्ह बरोबर आहे आणि म्हणून आपण
असे म्हणू की yxt ला साइन kx वजा ओमेगा टी म्हणून दिलेला आहे आणि मला माहित आहे मी आधी सांगितले आहे
की v गती ओमेगा ओव्हर k किंवा ओमेगा इक्वल vki आहे मला याची गरज आहे
आता चला याचा एक विशिष्ट भाग म्हणून वर आणि खाली जातो म्हणून काय होते म्हणून जर
मी या स्ट्रिंगचा एक विशिष्ट भाग घेतला आणि गृहीत धरले तर आपण बाजूला लिहूया असे गृहीत धरू की y लॅम्बडा पेक्षा खूपच कमी आहे
हे दिलेल्या वेळी घट्ट आहे मी
एस घेतला आहे नॅपशॉट मी याचा फोटो काढला आहे
उजवीकडे टेंशन t आणि डावीकडे टेंशन t वाटतो आता हा कोन जो आडव्याने बनवतो
तो खूप लहान आहे म्हणून या थीटाला इथे कॉल करूया आणि इथे थीटा या थीटाला एक येथे कॉल करूया
पॉइंट एक आणि थीटा दोन पॉइंट दोन वर म्हणून आम्ही असे म्हणणार आहोत की थीटा खूप
खूप कमी आहे एकापेक्षा खूप कमी म्हणजे साइन थीटा इक्वल टॅन थीटा इक्वल dy बाय dx साठी
या वेळी दिलेला वक्र कारण थीटा अंदाजे एका बरोबर आहे म्हणून
आता हे दोन स्थानावरील ताण t मध्ये दोन घटक आहेत एक वर जाणारा एक उजवीकडे जात आहे
हा t cos theta आहे जो साधारणपणे t वर जाण्याइतका आहे हा t sin theta आहे जो खालच्या बाजूला
बिंदू दोन वर tdy द्वारे dx च्या बरोबरीचा आहे बिंदू एक हा तणाव आहे t त्यात एक क्षैतिज
घटक आहे आणि एक अनुलंब घटक आहे क्षैतिज घटक पुन्हा थीटा एकच्या t कोसाइनने दिलेला आहे जो उभ्या दिशेने
t आणि t sin theta एक
सारखाच आहे जो dx द्वारे tdy आहे
त्यामुळे ह्या वर बिंदू एक आणि बिंदू दोन मधील विभाग i मध्ये y दिशेने निव्वळ अनुलंब बल आहे जे
या दिलेल्या वेळी tdy द्वारे dx आहे dy dx वर दोन वजा tdy द्वारे
dx y दिशेने एक आणि x दिशेने शून्य आहे हे आपण म्हणूया
एक आणि दोन मधले अंतर डेल्टा x आहे मग टेलरच्या प्रमेयाने किंवा फक्त डेरिव्हेटिव्ह्ज घेऊन मी
dx ने dy लिहू शकतो दोन वर dx बरोबर dx बिंदू एक वर dy चे व्युत्पन्न d x द्वारे घ्या
जे d दोन y द्वारे असेल dx चौरस डेल्टा x म्हणून स्ट्रिंगच्या विभागावरील अनुलंब बल td दोन y बाय dx चौरस डेल्टा x आहे
हे बल काय करेल ते वर किंवा खाली प्रवेग करेल म्हणून मी याला प्रवेगशी समतुल्य केले
तर प्रवेग काय होते ते पाहूया या विभागाचे काहीही असणार नाही पण मी त्या विशिष्ट बिंदूवर
x वर गोठत आहे आणि ते वर खाली सरकताना पाहीन
त्यामुळे त्या दिलेल्या स्थानावर मी dy ची गणना dt वर्गाने करीन
म्हणजे त्वरण म्हणजे td दोन y बाय dx असे बल या दिलेल्या वेळी चौरस
जे x च्या संदर्भात y चा आंशिक व्युत्पन्न एक तांत्रिक संज्ञा वापरणार आहे म्हणून देखील लिहिले आहे
कारण y हे x आणि t दोन्हीचे कार्य आहे आंशिक लिहून
म्हणजे t स्थिर ठेवला आहे आणि प्रवेग d दोन y बाय dt चौरस आहे या स्थानावर t च्या संदर्भात
y च्या आंशिक व्युत्पन्न म्हणून देखील लिहिले जाते याचा अर्थ आपोआप
दिलेला x आहे आणि दोनमधील संबंध
स्ट्रिंग mu डेल्टा x वेळा प्रवेगच्या वस्तुमानाच्या बरोबरीचे बल असणार आहे जेथे mu प्रति वस्तुमान आहे स्ट्रिंगची एकक लांबी म्हणजे
मला td दोन y बाय dx चौरस मिळते .
त्या निश्चित वेळी mu डेल्टा x बरोबर
आहे येथे डेल्टा x आहे d दोन y वर dt चौरस fix x वर आता आपण yx घेऊ.

t एक साइन kx वजा ओमेगा t च्या बरोबरी आहे मग आपल्याला काय मिळेल म्हणून आपण काय लिहिले आहे ते म्हणजे td दोन y
बाय
dx स्क्वेअर जे खरेतर मी लिहीले पाहिजे आंशिक व्युत्पन्न वेळा म्हणून डेल्टा x समान
आहे mu डेल्टा xd दोन y बाय dt स्क्वेअर दिलेल्या x delta x delta x वर रद्द होते आणि हे आहे समीकरण
आणि मी सायनसॉइडल वेव्ह घेत आहे म्हणून y समान kx वजा ओमेगा td दोन y बाय dx
स्क्वेअर fx वेळेसाठी kx वजा ओमेगा t आणि d दोन y वर d t स्क्वेअरचा साइन kx वजा होणार आहे
x हा kx वजा ओमेगा t चा एक सायन ओमेगा स्क्वेअर होणार आहे आणि मी
या समीकरणात परत बदल करतो आणि मला t k स्क्वेअर हे mu ओमेगा
स्क्वेअर बरोबर मिळते आणि हे मला ओमेगा ओव्हर k हे t ओव्हरच्या स्क्वेअर रूट बरोबर मिळते
मला आठवते आम्ही आधी काय बोललो होतो मी म्हंटले होते की v बरोबर ओमेगा k पेक्षा आणि हे
आम्ही mu वर t रूट असे मोजले आहे
त्यामुळे तुम्ही

एका विशिष्ट विभागासाठी न्यूटनचे गतीचे समीकरण कसे घ्यायचे आणि ओमेगा आणि k कसे संबंधित असावे हे पहा.
तरंगाच्या वेगापर्यंत जो
आपण आधी केला होता, जरी एका सायनसॉइडल वेव्हसाठी आपण तरंगाचा वेग
t आणि mu च्या संदर्भात किती असावा हे समजू शकतो,
त्यामुळे हे देखील सूचित करते की
दिलेल्या वारंवारतेसाठी तरंगलांबी v ओव्हर f असेल जी एक ओव्हर असेल t ओव्हर
mu चे वर्गमूळ f म्हणून हे व्युत्पन्न आहे वेव्हच्या
एका भागासाठी न्यूटनची समीकरणे कशी लागू केली जातात हे बघूनच आपण केले आहे, दुसरे उदाहरण मी
तरंगांच्या गतीची गणना करणार आहे, यामध्ये ध्वनी लहरी आहेत असे समजा की माझ्याकडे हवा स्तंभ आहे.

एक विशिष्ट विभाग घेऊ या लांबी डेल्टा x आणि या बिंदूवर अतिरिक्त दाब p तयार करा म्हणून
मी उदाहरणार्थ बोलत असताना मी एक दाब तयार करतो आणि हा दाब अंतरानुसार बदलतो म्हणून तो
पुढील बाजूस p अधिक डेल्टा p होतो हा दाब तयार करून मी
ही भिंतही काही अंतराने हलवली आहे z म्हणू आणि इथे दुसऱ्या बाजूला ती
z अधिक डेल्टा z ने हलते म्हणून मी हवेचा हा छायांकित भाग पाहू आणि हा बिंदू पाहू
जो मी बाणाने दाखवत आहे आणि मी या संपूर्ण छायांकित विभागाची हालचाल संपूर्णपणे पाहीन
आणि त्याचा संबंध जोडू या प्रवेगची गणना करा ती ज्या बलाला जाणवत आहे ती आता आपण पाहू
या तो किती बल आहे म्हणून मी या भागाकडे पाहिले तर तेथे p अधिक डेल्टा p आहे ट त्याची बाजू p
या बाजूने जर हे क्रॉस सेक्शनल एरिया असेल तर ते फीड करणारी फोर्स डावीकडे आहे जी डेल्टा p पट क्षेत्रफळ आहे आणि हे फोर्स काय करेल हे
बल त्याला प्रवेग देईल.
म्हणून आपण ते d लिहिणार आहोत या बिंदूवर दोन z बाय dt
चौकोन x हा बिंदू x पट आहे या भागाच्या छायांकित
भागाचे वस्तुमान उणे डेल्टा p गुणा a च्या बरोबर असेल यावरून मला तरंगाचा वेग मिळू शकेल
आता काय होईल हा दाब देखील करतो म्हणून हा डेल्टा p दाबाचा
फरक तो वेग वाढवतो दुसरीकडे दोन्ही बाजूंच्या दाब p हा आवाज बदलून आवाज बदलतो मी या वायूच्या
इतर काही गुणधर्मांकडे रिले डेल्टा p ची गणना करू शकतो आणि तसे करू देतो या वायूमध्ये
किंवा या हवेमध्ये माझ्याकडे हा लहान भाग आहे ज्यावर p दाब आहे येथे दाब p अधिक डेल्टा p आहे
येथे लांबी डेल्टा xi आहे बिंदूकडे पहात आहे z आणि आपण जे पाहिले ते वस्तुमान आहे जे
घनता असणार आहे या हवेच्या वेळा त्याच्या व्हॉल्यूम ume a delta x नंतर प्रवेग
हे d two f by dt वर्ग आहे मग आपण पाहिले आहे की डेल्टा p गुणा a हा
बल आहे आणि म्हणून आपल्याला rho delta x समान आहे rho delta x पटीने d
two f by त्वरण dt चौकोन हा उणे डेल्टा p गुणा बरोबर आहे a डाव्या बाजूला एक देखील आहे
आणि हे रद्द होईल आणि तुम्हाला rho गुणा d दोन f बाय dt
स्क्वेअर वजा डेल्टा p ओव्हर डेल्टा x समान आहे ते कसे ते पाहू.

डेल्टा x वर या डेल्टा p ची गणना करा
त्यामुळे दबाव p आवाज बदलते मन दाब आहे p हा
विद्यमान वातावरणाचा दाब नाही आहे जो मी निर्माण करत आहे तो अतिरिक्त दबाव आहे त्यामुळेच
हे व्हॉल्यूम किती बदलते ते किती बदलते
त्यामुळे मला माहित आहे की मोठ्या प्रमाणात मॉड्युलस
हे उणे vdp प्रती dv किंवा उणे v च्या बरोबरीचे आहे मी जो काही अतिरिक्त दबाव लावत आहे
आणि मी त्याला
डेल्टा v म्हणून डेल्टा पी बार म्हणतो त्यात किती बदल आहे म्हणून डेल्टा p बार हा दाब आहे डेल्टा p बार हा डेल्टा p नाही मी
जो दबाव घेत आहे तो मी लागू करत आहे डेल्टा v हा प्रारंभिक व्हॉल्यूमच्या बरोबरीचा असणार
आहे एक डेल्टा x आहे डावीकडील बिंदू z बिंदूने उजवीकडे z अधिक
डेल्टा z ने फिरतो
त्यामुळे डेल्टा v हा az अधिक डेल्टा z वजा az होणार आहे जे काही नाही
पण a डेल्टा z जे काही नाही पण z मधील बदल x गुणिले डेल्टा
x च्या फंक्शन म्हणून व्हॉल्यूममधील बदल आहे म्हणून मी या बदलावर p असेल डेल्टा v
वेळा v याच्या छायांकित क्षेत्र समान आहे b समान आहे वजा v ला डेल्टा x पट दाब आहे
p ला delta v ने भागलेला dz आहे dx delta x delta x आणि delta x cancels a आणि a cancels
आणि मला
मिळतो म्हणून p हा dx पेक्षा वजा bdz च्या बरोबरीचा आहे म्हणून आम्हाला काय आढळले आहे rho d दोन f बाय dt चौरस

हा डेल्टा x वर उणे डेल्टा
p च्या बरोबरीचा आहे जो dx वर वजा dp सारखा आहे आणि आम्हाला असे आढळले आहे की p हे
dx वर वजा bdz च्या बरोबरीचे आहे आणि z z हे ff काय आहे याचे विस्थापन आहे
या डाव्या हाताच्या भागाचे विस्थापन देखील आहे म्हणून f हे z सारखे आहे जे मला प्रवेग देत आहे
शरीराचा n म्हणून मी rho d 2 z प्रती dt चौरस समान
आहे उणे dp प्रती dx पुन्हा ही वेळ नाही म्हणून ही आंशिक
व्युत्पन्न आहे जी मी आता अधिक b d two z वर dx चौरस म्हणून लिहू शकतो आणि कुठे मला
हे मिळालं का हे मला इथून मिळालं म्हणून माझ्याकडे d दोन z प्रती dx चौरस आहे
rho ओव्हर bd दोन z वर dt स्क्वेअर किंवा d दोन z ओव्हर dt स्क्वेअर म्हणजे
b बरोबर rho d दोन z ओव्हर dx स्क्वेअर हा आता आपल्याला जे समीकरण मिळाले आहे
ते आपण आधी पाहिले आहे की p हे z च्या प्रमाणात आहे म्हणून मी हे p च्या संदर्भात देखील लिहू शकलो असतो
पण हे असे विस्थापन आहे जे आपण p बदलून या
समीकरणाचे अनुसरण करतो आणि पुन्हा साइनसॉइडल घेतो लाट म्हणजे मी zxt ला sine kx उणे ओमेगा ti मिळवण्यासाठी d
दोन z बाय dx
चौरस एक निश्चित वेळी kx वजा ओमेगा t चा वजा ak चौरस सायन आणि d दोन z वर dt
स्क्वेअर एक निश्चित x वर मिळवत आहे वजा ओमेगा स्क्वेअर a sine of kx वजा ओमेगा t आणि
हे समीकरणात बदलल्यास मला dt मिळेल wo f किंवा d दोन f ओव्हर dt स्क्वेअर
जे d दोन z ओव्हर dt स्क्वेअर समान आहे b ओव्हर rho d दोन z ओव्हर dx स्क्वेअर
किंवा वजा ओमेगा स्क्वेअर b ओव्हर rho गुणिले k स्क्वेअर किंवा ओमेगा स्क्वेअर ओव्हर k स्क्वेअर
जे काही नाही पण v चौरस समान आहे b पेक्षा rho म्हणजे लाटांचा वेग b ओवर rho चे वर्गमूळ आहे
हा आता सर्वज्ञात परिणाम आहे b हा बल्क मॉड्यूलस आहे आणि असा युक्तिवाद केला गेला आहे
की उच्च फ्रिक्वेन्सीवर हे ॲडियाबॅटिक बल्क मॉड्यूलस आहे कारण ah तेव्हा एक उच्च
वारंवारता तरंग आहे जी उष्णतेचा विघटन होण्यासाठी पुरेसा वेळ नाही
त्यामुळे ते स्थिर
तापमान नाही तर ॲडियाबॅटिक बल्क मोड्यूलस
त्यामुळे हवेसाठी v किंवा सामग्रीसाठी आता काय मिळते
ते b चे वर्गमूळ rho वर b चे वर्गमूळ आहे.
हा दुसरा भाग असे सांगून संपवतो की आम्ही सायनसॉइडल लहरींचा परिचय करून दिला आणि नंतर माध्यमाच्या एका भागाच्या
प्रवेगांशी संबंधित वेव्हचा वेग मोजला आणि आम्ही ध्वनी लहरींसाठी स्ट्रिंग आणि बल्क माध्यम मानले.
तरंगांच्या त्रासामुळे निर्माण झालेल्या rce पुढील लेक्चर्समध्ये
आम्ही आता तुमच्याशी संबंधित या संकल्पना एक्सप्लोर करू