

तुम्हा सर्वाना खूप खूप शुभ सकाळ म्हणून आज आपण वीज आणि चुंबकत्वाच्या शेवटच्या विभागात आलो आहोत आणि ते म्हणजे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी, म्हणून आज मी काय करणार आहे ते म्हणजे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी कशाचे प्रतिनिधित्व करतात आणि त्याबद्दल चर्चा करेन.

या लहरी काय आहेत आणि कोणत्या प्रकारच्या फ्रिक्वेन्सी वगैरे वगैरे वगैरे, तर आठवते की आपण वीज आणि चुंबकत्व यांचे वर्णन करणाऱ्या मूलभूत समीकरणांवर चर्चा करत आहोत, म्हणून मी

वीज आणि चुंबकत्व या विषयावरील व्याख्यानाच्या अभ्यासक्रमाद्वारे प्राप्त केलेली चार समीकरणे लिहू आणि त्यांना म्हणतात.

मॅक्सवेलची समीकरणे कारण मॅक्सवेलने एक शब्द जोडला होता ज्याचे मी गेल्या वेळी विस्थापन प्रवाह म्हणून वर्णन केले होते आणि ते एक अतिशय महत्त्वाचे योगदान आहे ज्याने लहरींच्या अस्तित्वाचा अंदाज लावला होता ज्यांना आता इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी म्हणतात, म्हणून मी प्रथम मॅक्सवेलची समीकरणे लिहितो

त्यामुळे या समीकरणांपैकी प्रथम अविभाज्य ई डॉट दा प्रभार एप्सिलॉन द्वारे संलग्न आहे शून्य अविभाज्य b डॉट दा शून्य इंट बरोबर आहे egral e dot d1 समान आहे वजा d by dt of phi b जो dt बरोबर integral b dot da आणि शेवटी integral b dot d1 समान आहे $\text{mu zero i plus mu zero epsilon zero integral ah epsilon zero d by dt of integral e dot da}$ ही चार समीकरणे ah ही अविभाज्य समीकरणे आहेत आणि ही चार मॅक्सवेलची समीकरणे आहेत, हे गॉसच्या नियमाशिवाय दुसरे काही नाही, आम्ही सुरुवातीला ah वापरला आहे, हे मला सांगते की इलेक्ट्रो इलेक्ट्रो इलेक्ट्रिक फील्डचा प्रवाह समान असणे आवश्यक आहे एप्सिलॉन शून्याने बंद केलेले चार्ज म्हणून मी येथे एक आकृती काढतो, जर तुमच्याकडे असा पृष्ठभाग असेल तर यातून बाहेर येणारा विद्युत प्रवाह हे ई फील्ड आहेत हे अविभाज्य आहे ई डॉट डा चार्ज संलग्न आहे psi द्वारे म्हणून हे सर्व म्हणते की पहिले समीकरण असे म्हणते की बंद पृष्ठभागातून बाहेर येणारा निव्वळ विद्युत प्रवाह बंद पृष्ठभागाचा हा अविभाज्य भाग एप्सिलॉन शून्याने भागलेल्या चार्जच्या समान असणे आवश्यक आहे म्हणून चिन्हावर अवलंबून विद्युत प्रवाह या पृष्ठभागापासून दूर किंवा पृष्ठभागाच्या दिशेने निर्देशित करतो म्हणून चार्ज पॉझिटिव्ह असेल तर आम्हाला माहित आहे की चार्ज ऋण असल्यास विद्युत प्रवाह बाहेर येत आहे विद्युत क्षेत्र रेषा पृष्ठभागाच्या क्षेत्रामध्ये प्रवेश करत असलेल्या व्हॉल्यूममध्ये प्रवेश करत आहेत हे देखील लक्षात ठेवा की आम्ही जर आतील निव्वळ चार्ज शून्य असेल तर फ्लक्स शून्य असेल आणि याचा अर्थ असा नाही की शुल्क शून्य आहे मला नेट फ्लक्स शून्य असलेले इलेक्ट्रिक व्हील असू शकतात हे दुसरे समीकरण जे चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ah आहे जर मी येथे दुसरा पृष्ठभाग घेतला तर मला आढळले की इंटिग्रल b dot d1b dot da शून्य बरोबर असणे आवश्यक आहे कोणतेही नेटवर्क नाही नेट फ्लक्स बाहेर येत नाही कारण चुंबकीय क्षेत्र रेषा जवळच्या रेषा आहेत कारण अनेक फील्ड रेषा व्हॉल्यूममध्ये प्रवेश करतात म्हणून बाहेर येत आहेत म्हणून चुंबकीय क्षेत्र रेषा बंद रेषा आहेत आणि

त्यामुळे ते हे देखील सूचित करते की कोणतेही चुंबकीय शुल्क नसतात याचा अर्थ असा कोणताही बिंदू नाही की ज्यामधून चुंबकीय क्षेत्र रेषा बाहेर पडतात किंवा एकत्रित होतात दुसऱ्या शब्दात आपण म्हणतो की चुंबकीय मोनोपोल अस्तित्वात नाही आणि चुंबकीय क्षेत्र रेषा आपण आधी पाहिल्याप्रमाणे नेहमी बंद रेषा असतात आणि म्हणून जर तुम्ही बंद पृष्ठभाग घेतला तर त्या पृष्ठभागावरील निव्वळ चुंबकीय प्रवाह शून्य होईल म्हणून हा दुसरा नियम आहे जो तुम्ही तिसरा नियम लिहिला आहे.

फॅराडेचा नियम म्हणून जर तुम्ही aa लूप घेतला आणि जर तुमच्याकडे चुंबकीय क्षेत्र रेषा त्या लूपला ओलांडत असतील तर हे समीकरण असे म्हणते की इंटिग्रल e dot d1 हे dt च्या वजा d phi b च्या बरोबरीचे आहे याचा अर्थ या लूपद्वारे बदलणारे चुंबकीय प्रवाह एक emf ला प्रवृत्त करेल.

लूप किंवा बदलणारे चुंबकीय क्षेत्र विद्युत क्षेत्राला प्रेरित करेल आणि प्रेरित ईएमएफची दिशा लेन्स कायद्याद्वारे निश्चित केली जाते कारण नकारात्मक चिन्हामुळे प्रेरित ईएमएफ नेहमी फॅराडेचा इंडक्शनचा नियम असलेल्या फ्लक्समधील बदलांना विरोध करतो आणि शेवटी आमच्याकडे होते.

चौथे समीकरण जे मी येथे दुसरी आकृती काढली आणि माझ्याकडे या अविभाज्य b डॉट d1 ओलांडणाऱ्या विद्युत क्षेत्र रेषा असतील तर mu शून्य i अधिक mu शून्य एप्सिलॉन शून्य d बाय d to f phi म्हणून चुंबकीय क्षेत्रे एकतर प्रवाहाद्वारे प्रेरित होतात म्हणजे विद्युत प्रवाह चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करू शकतात किंवा विद्युत प्रवाह बदलल्याने चुंबकीय क्षेत्र देखील निर्माण होऊ शकते हे विस्थापन प्रवाह आहे ज्याची आपण या संज्ञेपूर्वी चर्चा केली आहे विस्थापन प्रवाह आहे जो मॅक्सवेलने सादर केला होता आणि आहे ऑपिअरच्या कायद्यातील एक अतिशय महत्त्वाचा बदल लक्षात ठेवा की, आम्ही सुरुवातीला या भागावर चर्चा केली होती जो विद्युतप्रवाहांद्वारे निर्माण होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्रांची गणना करण्यासाठी ऑपिअरचा नियम होता आणि आम्ही जे दाखवले ते असे की सुसंगत राहण्यासाठी तुम्हाला या समीकरणात आपणखी एक संज्ञा असणे आवश्यक आहे ज्याला आम्ही म्हणतो.

विस्थापन प्रवाह

त्यामुळे मॅक्सवेल मॅक्सवेलच्या समीकरणांचे हे चार नियम सर्व विद्युतचुंबकत्वाचे वर्णन करतात आणि ते फील्डच्या विद्युत आणि चुंबकीय गुणधर्मांचे एक सुंदर प्रतिनिधित्व आहेत जे साहित्य इत्यादि आता मोकळ्या जागेत आहे, उदाहरणार्थ जर मी मोकळी जागा पाहिली तर कोणतेही शुल्क नसताना आणि कोणतेही प्रवाह नाहीत ही समीकरणे मोकळ्या जागेत खालीलप्रमाणे बनतात समीकरण अविभाज्य बनले आहे e डॉट da शून्य अविभाज्य b डॉट da समान शून्य अविभाज्य e डॉट d1 समान आहे वजा d च्या dt अविभाज्य p डॉट da आणि अविभाज्य b डॉट d1 समान असेल mu शून्य एप्सिलॉन शून्य d by dt of integral e dot da

त्यामुळे या समीकरणांमध्ये कोणतेही

शुल्क नसताना किंवा विद्युत प्रवाह प्रवाही शुल्क नसतानाही मोकळ्या जागेत विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे असतात माझ्याकडे ही चार समीकरणे

आहेत आणि ही चार समीकरणे प्रत्यक्षात पाहिल्यास ती दोन समीकरणे आहेत.

विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र हे विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्रावर अवलंबून असते आणि चुंबकीय क्षेत्र विद्युत क्षेत्रावर अवलंबून असते त्यामुळे ही दोन समीकरणे प्रत्यक्षात विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे जोडतात आणि हेच आपण नंतर पाहणार आहोत ज्याच्या परिणामांमुळे नवीन स्वरूपाच्या लहरी निर्माण होतात.

याला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी म्हणतात

त्यामुळे अह मधील ही चार मॅक्सवेलची समीकरणे आहेत ज्याला प्रगत अभ्यासक्रमात अविभाज्य स्वरूप ah असे म्हणतात.

ur carrier जेव्हा तुम्ही प्रगत अभ्यासक्रमात जाल तेव्हा तुम्हाला दिसेल की ही समीकरणे रूपांतरित होऊन विभेदक समीकरणांमध्ये रूपांतरित केली जाऊ शकतात आणि ते इलेक्ट्रोमॅग्नेटिझमची चार मूलभूत समीकरणे तयार करतात म्हणून मॅक्सवेलने ऑपिअरच्या नियमाचे सामान्यीकरण करणे आणि विस्थापन प्रवाह सुसंगत असणे आणि विस्थापन प्रवाह सुरू करणे हे केले.

येथे त्याने लाटांच्या अस्तित्वाचे वर्णन करणारे एक तरंग समीकरण काढले आणि त्याला असे आढळले की ज्या लाटा विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या लहरी असतात त्यांचा वेग विशिष्ट असतो आणि त्या लहरींचा वेग अंदाजे तीन ते दहा पॉवर आठ मीटर प्रति सेकंद इतका असतो.

त्याने मोजलेला हा वेग त्यावेळच्या प्रकाशाच्या मोजलेल्या वेगाच्या इतका जवळ होता की त्याने धैर्याने सुचवले की प्रकाश लहरी विद्युत चुंबकीय लहरी असतात तोपर्यंत प्रकाश लहरी विद्युत चुंबकीय मानल्या जात नव्हत्या परंतु त्याने दाखवून दिले की या समीकरणांवरून आपण अंदाज लावू शकता.

तरंगांचे अस्तित्त्व ज्याला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी म्हणतात आणि त्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचा वेग एप्सिलॉन शून्य आणि म्यू शून्यावर अवलंबून असल्याचे आम्हाला आढळले आणि तो वेग त्यावेळच्या प्रकाशाच्या वेगाच्या ज्ञात मूल्याच्या इतका जवळ येतो की प्रकाश ही एक विद्युत चुंबकीय लहरी असावी आणि हे असे प्रतिपादन केले.

१८८८ मध्ये जर्मनीतील हेनरिक हर्ट्झने कमी वारंवारतेच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी निर्माण करण्याचा प्रयोग केला आणि त्याने दाखवून दिले की इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी अस्तित्वात आहेत आणि हर्ट्झने केलेले प्रयोग हे मॅक्सवेलच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक सिद्धांताच्या भविष्यवाण्यांना नाट्यमय पुष्टी देणारे होते आणि आज आम्ही शोधतो.

आपल्या आजूबाजूला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी आहेत आणि आपण या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींबद्दल थोडी चर्चा करू तेव्हा आपल्याला या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचे महत्त्व आणि इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींच्या वर्णनामागील भौतिकशास्त्राची आपली मूलभूत समज आता मी हलवण्यापूर्वी समजू लागेल.

इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींवर अहो तुम्ही इयत्ता 11 मध्ये केले आहे स्ट्रिंगवरील लहरी लहरींबद्दल चर्चा केली आहे उदाहरणार्थ किंवा ध्वनिक लहरी ध्वनी लहरी,

त्यामुळे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींवर चर्चा करण्याआधी तुम्ही इयत्ता 11 वी मध्ये लाटांबद्दल केलेल्या काही चर्चा मला आठवू इच्छितो, त्यामुळे आपण वरील लहरी लाटा पाहू.

स्ट्रिंग आता जर तुम्ही स्ट्रिंगला एक लांब स्ट्रिंग घेतली आणि जर तुम्ही स्ट्रिंग घेतली आणि तिला असे खेचून पुढे ढकलले तर तुम्ही एक लाट विकसित कराल उदाहरणार्थ तुम्हाला या वेळी एक लाट येऊ शकते थोड्या वेळाने तुम्ही काय कराल.

शोधा की हा गडबड इकडे सरकतो आणि थोड्या वेळाने हे अंतर इकडे तिकडे सरकते त्यामुळे ही गडबड अशी फिरत आहे आणि ती लाट दर्शवते म्हणून तुम्ही काय केले तुम्ही एक स्ट्रिंग घेतली आणि ती खेचली आणि घेतली.

ते वर आणि खालच्या बिंदूने फिरवले ज्यामुळे एक अडथळा निर्माण होतो आणि तो त्रास या दिशेने एका विशिष्ट वेगाने फिरतो ज्याला लाटेचा वेग म्हणतात आणि ही स्ट्रिंगवर एक लाट आहे म्हणून जे घडत आहे ते लाट लाट आहे स्ट्रिंगला वर आणि खाली हलवून तयार केले गेले आहे आणि त्या प्रक्रियेत तुम्ही स्ट्रिंगला ऊर्जा दिली आहे आणि ती ऊर्जा या दिशेने स्ट्रिंगच्या बाजूने लहरीमध्ये पसरत आहे म्हणून दोन गोष्टी आहेत एक म्हणजे स्ट्रिंग वर आणि खाली सरकत आहे.

एक विशिष्ट वेग आणि उर्जा ही लहर एका विशिष्ट वेगासह उजवीकडे सरकत आहे आता हा एक प्रकारचा तरंग आहे मी विविध प्रकारच्या लाटा निर्माण करू शकतो परंतु सर्वात महत्त्वाच्या म्हणजे सायनसॉइडल लहरी आहेत

त्यामुळे या हवेच्या लहरी अशा काही आहेत उदाहरणार्थ हे x चे फंक्शन असू शकते हे y आहे

त्यामुळे माझ्याकडे एक स्ट्रिंग आहे जी ah आहे जी x अक्षाच्या बाजूने आहे आणि मी स्ट्रिंगचा शेवट घेतो आणि वेळोवेळी वर आणि खाली हलवतो म्हणून मी स्ट्रिंगला वेळोवेळी वर आणि खाली हलवतो .

त्या प्रक्रियेमुळे सायनसॉइडल लहरी निर्माण होतात ज्याला सायनसॉइडल लहरी म्हणतात मी खालील समीकरणाद्वारे सायनसॉइडल लहरींचे वर्णन करू शकतो x आणि वेळेच्या कोणत्याही मूल्यावर स्ट्रिंगचे विस्थापन सायन kx वजा ओमेगा टी आता आहे मला खात्री आहे की तुम्ही तुमच्या आधीच्या वर्गात यावर चर्चा केली असेल की समतोल स्थितीतून स्ट्रिंगचे विस्थापन ही स्ट्रिंगची समतोल स्थिती आहे म्हणून स्ट्रिंग वेळोवेळी वर आणि खाली हलवली जाते आणि त्या प्रक्रियेत मी स्ट्रिंगवर लाटा निर्माण करतो.

सायनसॉइडल लहरी कारण वेळ आणि जागेवर अवलंबून राहणे हे सायन फंक्शन आहे हे सायनसॉइडल लहरी आहेत आणि a ला लहरींचे मोठेपणा म्हणतात a ला लहरींचे मोठेपणा म्हणतात कमाल विस्थापन आणि या प्रमाणे केस kx वजा ओमेगा टी म्हणतात फेज kx वजा ओमेगा टी लाटेच्या टप्प्याच्या बरोबरीचा आहे आणि म्हणून मी काय काढले आहे हे मला समजावून सांगू दे की मी काय काढले आहे ते स्ट्रिंगचा

हा आकार काही क्षणी म्हणा की टी शून्याच्या बरोबरीचा आहे म्हणून हे साइनसॉइडल दर्शवते मोठेपणाची लहर a आणि साइन kx मायनस ओमेगा टी द्वारे वर्णन केले आहे,

त्यामुळे हे मला अंतराळ आणि वेळेचे कार्य म्हणून समतोल स्थितीतून स्ट्रिंगचे विस्थापन देते म्हणून मी ड्रॉ करण्याचा प्रयत्न करू.

w येथे दोन चित्रे एक आहे की मी दिलेल्या क्षणी या लहरीकडे पाहतो जसे की येथे मी आकृती पुन्हा काढू या म्हणजे xt च्या xy ने वर्णन केलेली सामान्य लहर ही एक साइन kx वजा ओमेगा t च्या बरोबर आहे म्हणजे t समान आहे शून्य काही अनियंत्रित वेळ ज्याला मी t म्हणतो ते शून्य y च्या xt च्या बरोबरीचे शून्य एक साइन kx असेल म्हणून मी काय केले आहे मी या स्ट्रिंगचा एक सॅपशॉट घेतला आहे ज्याला मी t समान म्हणतो शून्य मी एक सॅपशॉट घेतो आणि स्ट्रिंगचा तो सॅपशॉट ah समतोल स्थितीतून स्ट्रिंगचे विस्थापन $\sin kx$ द्वारे दिलेले आहे, म्हणून मी येथे पुन्हा आकृती काढतो म्हणजे $\sin kx$ असे काहीतरी दिसेल

त्यामुळे हे मोठेपणाचे स्वरूप आहे येथे साइन फंक्शन प्लस वन आणि मायनस वन मध्ये बदलते म्हणून ते प्लस a वरून वजा a पर्यंत जाते म्हणून हे x चे फंक्शन म्हणून y आहे हे साइनसॉइडल फंक्शन आहे आणि जे प्रत्येक या अंतरानंतर पुनरावृत्ती होते या अंतराला तरंगलांबी तरंगलांबी म्हणतात लाट म्हणून कृपया लक्षात ठेवा की हे एक आहे t या स्ट्रिंगचा सॅपशॉट शून्य बरोबर आहे, जर माझ्याकडे खूप वेगवान कॅमेरा असेल तर मी काही प्रसंगात स्ट्रिंगचे अगदी लहान एक्सपोजर घेऊ शकलो असतो ज्याला मी t म्हणजे शून्य बरोबर म्हणतो आणि मला स्ट्रिंगची प्रतिमा दिसेल याप्रमाणे हे मोठेपणा आहे आणि ही तरंगलांबी आहे म्हणून आपण येथे पाहू शकता की या बिंदूवर साइन फंक्शन x शून्य होते म्हणून मोठेपणा शून्य आहे आणि x वाढले की मोठेपणा साइन फंक्शनप्रमाणे वाढते आणि या अंतरानंतर साइन फंक्शन स्वतःची पुनरावृत्ती होते

त्यामुळे इथून इथपर्यंत जाताना kx फेजचे प्रमाण दोन π ने बदलले पाहिजे कारण जेव्हा जेव्हा दोन π ने कोन बदलतो तेव्हा चिन्ह फंक्शन स्वतःची पुनरावृत्ती होते म्हणून हे अंतर असे असावे की kx दोन π च्या समान असणे आवश्यक आहे.

या अंतराला लॅम्बडा म्हणा माझ्याकडे k असणे आवश्यक आहे लॅम्बडा हे दोन π च्या बरोबरीचे आहे किंवा k हे λ द्वारे दोन π च्या बरोबरीचे आहे आणि या प्रमाण k ला तरंग संख्या किंवा प्रसार स्थिरांक म्हणतात म्हणून हे k is द्वारे तरंगलांबीशी संबंधित आहे असे वर्णन करते.

लॅम्बडा द्वारे दोन पाई च्या बरोबरीचे आहे आणि ते परिभाषित करते की h कालावधीत अंतराच्या दिशेने किती अंतर आहे

त्यामुळे प्रत्येक अंतरानंतर लॅम्बडा लाटाची पुनरावृत्ती होते म्हणून या बिंदूपासून या बिंदूपर्यंतचे अंतर हे लॅम्बडा पासूनचे अंतर आहे हा बिंदू ते या बिंदूपर्यंत लॅम्बडा आहे या दोन बिंदूमधील अंतर म्हणजे लॅम्बडा आहे म्हणून जेव्हा तुम्ही समान टप्प्याचे दोन बिंदू घेता तेव्हा दिलेल्या क्षणी त्यांच्यातील अंतर लाटेच्या तरंगलांबीद्वारे दिले जाते म्हणून ती तरंगलांबी आहे आता मला सांगा दुसऱ्या चित्राकडे पहा एका दिलेल्या बिंदूपासून स्ट्रिंग कशी दिसेल, म्हणून मी ah वर x बरोबर शून्य आहे ते पाहू, म्हणून मी स्वतःला एखाद्या बिंदूवर स्थान देतो ज्याला मी x बरोबर शून्य असे म्हणतो आणि म्हणून हे या स्थानावर आहे स्ट्रिंगवर पॉइंट करा आणि हे पाहा की स्ट्रिंग वेळेचे कार्य म्हणून कशी बदलते

त्यामुळे y मला xt चे y आठवते आपण साइन kx वजा ओमेगा t असे लिहिले आहे

म्हणून x वर शून्य आहे आपल्याकडे y शून्य t समान आहे वजा $a \sin \omega t$ म्हणून जर मी स्वतःला अशा एका बिंदूवर ठेवतो ज्याला मी x म्हणतो तो शून्य असतो स्ट्रिंगचा मोठेपणा हा फॉर्म वजा $a \sin \omega t$ च्या लढाईच्या वेळेवर अवलंबून असतो, म्हणून जर मी हे फंक्शन पुन्हा प्लॉट केले तर हे y आहे x येथे आताच्या वेळेचे फंक्शन शून्याच्या बरोबरीचे आहे याप्रमाणे हे वजा आहे पाप ओमेगा टी म्हणजे हे येथे आहे आणि ते उणे a आहे आणि म्हणून तुम्ही येथे पाहू शकता की स्ट्रिंग वर आणि खाली सरकते आणि विशिष्ट वेळेनंतर स्वतःची पुनरावृत्ती होते ज्याला मी टी कॅपिटल d हा कालावधी म्हणतो

त्यामुळे स्ट्रिंग स्ट्रिंगवर कोणत्याही क्षणी दिलेल्या झटपट वर आणि खाली जाते आणि प्रत्येक वेळी कॅपिटल t नंतर स्वतःची पुनरावृत्ती होते त्यामुळे कॅपिटल t असे असले पाहिजे की ओमेगा t चे प्रमाण दोन π मध्ये बदलते.

कालांतराने जाणे कॅपिटल t या बिंदूवर t शून्य होते t या बिंदूवर t असा असावा की ओमेगा t दोन π च्या समान झाला असावा म्हणून मी ओमेगा टाईम t हे दोन π च्या बरोबरीचे किंवा ओमेगा t हे दोन π च्या बरोबरीचे आणि t असे लिहू शकतो.

जर मी फ्रिकेन्सी ν ला एक बाय टी असे म्हटले तर ओमेगा इक्वल टू होईल दोन $\pi \nu$ म्हणून ओमेगाला कोनीय वारंवारता म्हणतात आणि ω ला वारंवारता म्हणतात

त्यामुळे ओमेगा दोन $\pi \nu$ च्या बरोबरी आहे म्हणून या समीकरणात दिसणारे ओमेगा हे प्रमाण काही नसून दोन π च्या वारंवारतेच्या पट आहे आणि k येथे दिसणारे दुसरे काहीही नाही.

π तरंगलांबी नुसार मी हे समीकरण लिहू शकतो ज्यामध्ये तरंगलांबी आणि वारंवारता आहे म्हणून मी लिहूया y is equal to y of xt is equal to $a \sin$ आता kx म्हणजे दोन π by λx उणे दोन $\pi \nu t$ म्हणजे ओमेगा t म्हणून हे मी एक साइन दोन πah दोन π मध्ये x द्वारे λ वजा νt म्हणून लिहू शकतो म्हणून हे तरंगलांबी आणि वारंवारता यांच्या संदर्भात समीकरण आहे अन्यथा समीकरण देखील लिहीले जाऊ शकते हे समीकरण हे एक साइन kx वजा ओमेगा यांसारखे आहे दोन समान समीकरणे आहेत हे तरंग संख्या आणि कोणीय वारंवारता या तरंगलांबी आणि वारंवारता यांच्या संदर्भात लिहिलेले आहे, म्हणून कृपया या दोन आकृत्यांमध्ये फरक करा , एक फंक्शन म्हणून दिलेल्या वेळी स्ट्रिंगचा आकार दर्शवितो.

x चा हा स्ट्रिंगचा सॅपशॉट आहे कोणत्याही क्षणी स्ट्रिंगचा आकार दिलेल्या वेळेला तो कसा दिसेल आणि ही दुसरी आकृती जी कोणत्याही बिंदूवर स्ट्रिंग कशी हलते याचा अर्थ मी स्वतःला एका बिंदूवर ठेवतो स्ट्रिंगवर आणि स्ट्रिंगवरील तो बिंदू वेळेचे कार्य म्हणून वर आणि खाली कसा सरकतो ते पहा आणि ते वेळेचे कार्य म्हणून येथे हे स्पेस समन्वयाचे कार्य आहे म्हणून आपण या दोन आकृत्यांचे विश्लेषण करताना अत्यंत

सावधगिरी बाळगली पाहिजे.

स्थितीचे कार्य म्हणून स्ट्रिंगच्या विस्थापनाचा एक आकार आणि दुसरा म्हणजे वेळेचे कार्य म्हणून स्ट्रिंगचे विस्थापन, त्यामुळे या दोन महत्त्वाच्या पैलू आहेत आता मी तुम्हाला दाखवू इच्छितो की ही एक प्रसारित लहर आहे जी ही लहर प्रसारित करत आहे. तर माझे समीकरण xt चे y हे $\sin kx$ वजा ओमेगा t च्या बरोबरीचे आहे त्यामुळे मला स्ट्रिंग ठराविक वेळेला कशी दिसेल असे काढायचे आहे म्हणा की $t = 0$ च्या बरोबरीचे आहे आणि वेळेच्या थोड्या वेळाने कसे काढू.

so at t समान आहे xt चा शून्य y हा एक साइन kx असेल जो आपण आधी काढला आहे म्हणून हे x चे फंक्शन आहे म्हणून ते असे दिसते म्हणजे हे t वर आहे शून्य बरोबर आता थोडेसे नंतर म्हणा की $t = at$ xt च्या t एक y बरोबर आहे साइन kx वजा ओमेगा t वन असेल त्यामुळे थोड्या वेळाने t वन i प्लॉट मी लॉक करतो मी xt ची y स्ट्रिंग पाहतो एक साइन kx वजा ओमेगा t वन हा t वर होता शून्य बरोबर आहे म्हणून माझ्याकडे पाप kx हे आहे t एक t समान आहे म्हणून माझ्याकडे साइन kx वजा ओमेगा t वन आहे आता हे त्याच साइन फंक्शन आहे याशिवाय ते विस्थापित आहे म्हणून हा होता शून्याचा हा युक्तिवाद x बरोबर शून्य आहे हा युक्तिवाद शून्य x असेल ओमेगा t वन बरोबर k म्हणजे काय होईल स्ट्रिंग आता असे काहीतरी दिसेल त्यामुळे हे t वर आहे t एक च्या समान आहे कृपया लक्षात घ्या की x येथे शून्य बरोबर आहे आता हे वजा पाप ओमेगा t वन आहे जेणेकरून ऋण विस्थापन आहे आणि फंक्शन शून्य होते म्हणून हा बिंदू या बिंदूवर गेला आणि हा बिंदू आता कुठे आहे हा बिंदू असेल म्हणून समजा मी याला x शून्य x एक म्हणतो, तर हा बिंदू x एक असा आहे की kx एक वजा ओमेगा t एक शून्य बरोबर आहे या बिंदूवर चिन्ह फंक्शनचा वितर्क शून्य kx आहे शून्य आहे kx वन वजा ओमेगा t वन पुन्हा शून्य आहे तोच बिंदू इथे सरकला आहे आणि म्हणून x एक आणि t एक संबंधित आहेत म्हणून x एक kx एक ओमेगा t वन च्या समान असणे आवश्यक आहे किंवा x एक बाय t एक ओमेगा बाय k आहे आता काय? x एक एक करून t हे आपण जे पाहतो ती लाट आहे जी या बिंदूवर होती ती येथे होती t is equal to zero बरोबर या बिंदूवर एका वेळी t एक बिंदू हलविला आहे जर तुम्ही कोणत्याही बिंदूकडे पहात असाल तर ती स्ट्रिंग एका ठराविक अंतराने एका वेळेत सरकली आहे आणि

त्यामुळे ही लाटेचा वेग किंवा वेग दर्शविला गेला पाहिजे

त्यामुळे लाटेचा वेग

ओमेगा बाय k ओमेगा πk हा लाटेचा वेग आहे म्हणजे याचा अर्थ हे समीकरण एक असे आहे की ते एक लहरी प्रसारित लहर दर्शवते कारण तुम्ही येथे थोड्या वेळाने exa साठी पाहू शकता $mple$ जर मी तीच आकृती थोड्या वेळाने काढली तर ती अशी जाईल म्हणजे ही या बाजूला सरकत आहे अशा प्रकारे संपूर्ण लाट सकारात्मक x दिशेने फिरत आहे

त्यामुळे t वर शून्य t म्हणजे t एक बरोबर t समान t दोन आहे आणि

त्यामुळे पुढे जसजशी वेळ पुढे जाईल तसतशी संपूर्ण लहर अशा प्रकारे फिरत आहे असे दिसते म्हणून ती एक प्रसारित लहर दर्शवते आणि प्रसाराचा वेग ओमेगा बाय k आहे प्रत्यक्षात हे दोन $\pi \nu \omega$ was two च्या संदर्भात प्रतिनिधित्व करू शकते.

$\pi \nu$ आणि k हे दोन π by λ आहे जे $\nu \lambda$ च्या बरोबरीचे आहे

त्यामुळे हे समीकरण आहे जे तुम्ही मिळवले असेल वेग समान आहे $\nu \lambda$ velocity वारंवारता शी संबंधित आहे आणि v ची तरंगलांबी $\nu \lambda$ च्या समान आहे आपण जे पाहतो ते समीकरणाचे हे विशिष्ट रूप म्हणजे x दिशेने प्रसारित होणारी एक प्रसारित लहर दर्शवते कारण ती शून्यावर लाट काही विशिष्ट स्थितीत होती नंतर थोड्या वेळाने लाट po च्या दिशेने पुढे सरकली.

sitive x दिशा आणि म्हणून हे प्लास्टिकच्या दिशेने प्रसारित होणारी एक प्रसारित लहर दर्शवते.

त्यामुळे जर ही लाट जात असेल तर जर ही लाट अधिक x दिशेने जात असेल तर मला आवडेल की तुम्ही वाद दाखवा जसे मी केले आहे की ही एक लाट आहे जी या दिशेने जात आहे

त्यामुळे स्पेसमधील चिन्हावर अवलंबून आहे अवलंबित आणि वेळ अवलंबन भाग ज्या लाटाचे प्रतिनिधित्व केले जाते ती लाट एकतर अधिक x दिशेने किंवा उणे x दिशेने जात आहे आणि ती एक तरंग आहे जी नकारात्मक x दिशेने जात आहे म्हणून कृपया युक्तिवाद करा आणि आकृत्या प्लॉट करण्याचा प्रयत्न करा आणि दाखवा ही लाट उणे x दिशेने जाणारी आहे म्हणून आपण जे पाहिले आहे ते एका प्रसारित लाटेचे एक छान प्रतिनिधित्व आहे आणि ही लाट म्हणजे ही लाट म्हणजे काय हे सर्व काही नाही तर स्ट्रिंग कशी जाते वेळेचे कार्य म्हणून वर आणि खाली ,

त्यामुळे एक स्ट्रिंग आहे जी वर आणि खाली जात आहे आणि स्ट्रिंगवरील व्यत्यय प्रत्यक्षात एका दिशेने एकतर प्लस x दिशा किंवा मायनस x दिशेने पसरत आहे जेणेकरून ती एक साइनसॉइडल लहरी आणि साइनसॉइडल लहरी आहेत.

या अतिशय महत्त्वाच्या लहरी आहेत कारण अहो नंतर तुमच्या अभ्यासात तुम्हाला दिसेल की कोणत्याही प्रकारच्या लहरी वेगवेगळ्या सायनसॉइडल लहरींच्या बेरीज म्हणून दर्शवल्या जाऊ शकतात ही भौतिकशास्त्रातील एक अतिशय महत्त्वाची संकल्पना आहे जी तुम्ही कोणत्याही लाटाला वेगवेगळ्या सायनसॉइडलची सुपरपोजिशन म्हणून प्रस्तुत करू शकता.

लाटा किंवा भिन्न फ्रिक्वेंन्सी आणि हा सायनसॉइडल लहरींचा अभ्यास भौतिकशास्त्राच्या दृष्टिकोनातून खूप महत्त्वाचा आहे, येथे काही मनोरंजक

पैलू देखील लक्षात घ्या, म्हणून मी आता x चे फंक्शन म्हणून ही स्ट्रिंग पुन्हा π काढू या, जर तुम्ही येथे स्ट्रिंग हलवत आहे हे पाहिल्यास या प्रमाणे थोड्या वेळाने जसे आपण या स्थितीत जाण्यापूर्वी काढतो त्याप्रमाणे या ठिकाणी जी स्ट्रिंग होती, उदाहरणार्थ येथे असलेली स्ट्रिंग येथे वर सरकली आहे.

हे आणि जसे तुम्ही येथे पाहू शकता की स्ट्रिंगचा कमाल विस्तार देखील येथे आहे स्ट्रिंगची समतोल स्थिती अशी होती आता ती या दिशेने ताणली गेली आहे

त्यामुळे येथे जास्तीत जास्त स्ट्रेचिंग होत आहे आणि बिंदू देखील वर आणि खाली सरकत आहे.

या टप्प्यावर सर्वात मोठा वेग

त्यामुळे लहरीचा प्रसार करताना स्ट्रिंगची संभाव्य ऊर्जा स्ट्रिंगच्या विस्तारामध्ये असते जी स्ट्रिंगचा विस्तार करत असते आणि गतिज ऊर्जा स्ट्रिंगच्या वर आणि खाली गतीच्या उर्जेद्वारे निर्धारित केली जाते आणि जसे तुम्ही येथे पाहू शकता की गतीज उर्जा जास्तीत जास्त आहे तो बिंदू देखील आहे जेथे संभाव्य ऊर्जा जास्तीत जास्त आहे

त्यामुळे येथे अक्षाच्या छेदनबिंदूवर जास्तीत जास्त स्ट्रेचिंग दिसून येते

आणि हा बिंदू देखील आहे जेथे स्ट्रिंगचा वेग आहे कमाल ऊर्ध्वगामी किंवा खालच्या दिशेने, उदाहरणार्थ, तुम्ही वेग मोजू शकता तुम्ही dt ने dy ची गणना करू शकता जे समान आहे, म्हणून मी 1 घेऊ.

आणि मी येथे एका वेगळ्या स्लाईडमध्ये हे रेखाटले आहे, म्हणून मी अधिक x दिशेत y म्हणजे $x \sin kx$ वजा ओमेगा t च्या y च्या बरोबरीची लाट घेऊ या,

म्हणून जर तुम्ही स्ट्रिंगचा वेग मोजला तर प्रत्यक्षात $d \pi$ द्वारे dt द्वारे दिले जाते.

जे उणे आहे ओमेगा कॉस kx मायनस ओमेगा टी का स्ट्रिंगचे विस्थापन वेळेनुसार स्ट्रिंगचे विस्थापन कसे बदलते आणि स्ट्रिंगचे स्ट्रेचिंग पोझिशननुसार कसे बदलते याचा अर्थ y stretching असलेल्या x वर कसे अवलंबून आहे आणि ते गुणा k वेळा $\cos kx$ उणे ओमेगा द्वारे दिले जाते आणि जसे तुम्ही पाहू शकता की ते दोन्ही समान कोसाइन फंक्शन बिंदूनी वर्णन केले आहेत जेथे वेग जास्तीत जास्त आहे जेथे कोसाइन फंक्शन एक आहे सर्व बिंदू आहे जेथे dy द्वारे dx जास्तीत जास्त आहे जेथे कोसाइन फंक्शन एक आहे हे स्ट्रिंगची गतीशील ऊर्जा निर्धारित करते जी स्ट्रिंगची संभाव्य उर्जा निर्धारित करते आणि ते टप्प्यात असतात म्हणून तुम्हाला आढळते की लहरीचा प्रसार करताना संभाव्य ऊर्जा आणि गतिज ऊर्जा a दोन्ही टप्प्यात आणि जसजसे लाट पसरते तसतसे ती ही उर्जा वाहून नेतात म्हणून हे तरंगांचे थोडक्यात वर्णन आहे ज्याचा तुम्ही इयत्ता 11 मध्ये अभ्यास केला असेल मी तुम्हाला परत जा आणि 11वीचे पुस्तक उचलून पाहा त्या वेळी तुम्ही ज्या लहरीच्या विविध गुणधर्मांवर चर्चा केली असेल त्याबद्दल तुम्ही चर्चा केलीच असेल, उदाहरणार्थ वायूमधील ध्वनिलहरींमधील लहरी, उदाहरणार्थ तुम्ही लहरीच्या सुपरपोझिशनबद्दल चर्चा केली असेल आणि

त्यामुळे मी तुम्हाला परत जा आणि तुमची स्मृती ताजी करण्यास सांगेन.

जोपर्यंत लाटांचा संबंध आहे कारण आता आपण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हज नावाच्या लहरींच्या अत्यंत महत्त्वाच्या वर्गाची चर्चा करणार आहोत आता इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाटा या लाटांपेक्षा अगदी वेगळ्या आहेत ज्यावर तुम्ही आतापर्यंत चर्चा केली असेल उदाहरणार्थ स्ट्रिंगवरील लाटा.

पाण्याच्या पृष्ठभागावर लाटा पाहिल्या आहेत

त्यामुळे स्ट्रिंगमध्ये जे घडते ते स्ट्रिंग वर आणि खाली सरकत असते आणि त्या प्रक्रियेत एक लहर असते जी हलत असते

त्यामुळे स्ट्रिंग हलत नाही फॉरवर्ड दिशेत स्ट्रिंग फक्त वर आणि खाली सरकत असते आणि लाट एका विशिष्ट दिशेने जात असते आता लक्षात ठेवा याला ट्रान्सव्हर्स वेव्ह म्हणतात कारण स्ट्रिंग उभ्या दिशेने वर आणि खाली सरकते तर ही लाट क्षैतिज दिशेने प्रसाराच्या दिशेने फिरते.

तरंग स्ट्रिंगच्या गतीच्या दिशेला लंब आहे आणि म्हणून ही ट्रान्सव्हर्स वेव्ह आहे म्हणून मी स्ट्रिंग वर आणि खाली हलवू शकतो आणि लाटा अशा प्रकारे पसरू शकतो किंवा माझ्याकडे स्ट्रिंग पुढे आणि मागे जात असू शकते आणि लहर पसरते याप्रमाणे हे दोन भिन्न प्रकारचे आडवा लहरी आहेत एक जे y दिशेने विस्थापित केले जाते आणि x च्या बाजूने प्रसारित होते दुसरे म्हणजे z दिशेने विस्थापन आणि x च्या बाजूने प्रसारित केले जाते

त्यामुळे आपल्याकडे दोन भिन्न आडवा लहरी असू शकतात ज्याला अनुदैर्घ्य म्हणतात.

लाटा जेथे संकुचितता आणि दुर्मिळता असतात ज्या लहरींमध्ये पसरत असतात म्हणून जेव्हा मी बोलतो तेव्हा मी जनरेटी असतो ng ध्वनी लहरी

त्यामुळे येथे माझ्या आजूबाजूला असलेल्या केसांमध्ये कॉम्प्रेसनच्या लहरी आणि भिन्न अपूर्णाक आहेत आणि ते संकुचित आणि दुर्मिळ अपूर्णाक असे आहेत की हवेचे रेणू असे आहेत उदाहरणार्थ मी जेव्हा बोलतो तेव्हा हवेचे रेणू असे हलतात आणि आवाज तरंग पुढे दिशेने पसरत असतात म्हणून त्यांना रेखांशाच्या लाटा म्हणतात कणाचे विस्थापन तरंगाच्या गतीच्या दिशेने होते आता इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाटा देखील स्ट्रिंगवरील लहरींच्या विपरीत आडव्या लाटा आहेत ज्यांना लहरींच्या प्रसारासाठी स्ट्रिंगची आवश्यकता असते.

किंवा ध्वनी लहरी जिथे तुम्हाला वायूची गरज असते किंवा एखाद्या प्रकारचे माध्यम ज्यामध्ये तुम्हाला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचा प्रसार करायचा असतो ज्यामध्ये मोकळ्या जागेत प्रकाश पसरू शकतो हा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचा एक प्रकार आहे आणि आपल्याला सूर्यापासून प्रकाश मिळतो आणि लाखो ताऱ्यांपासून आपल्याला प्रकाश मिळतो.

प्रकाशवर्षे दूर

त्यामुळे आम्हाला सर्वत्र प्रकाश मिळत आहे आणि कृपया लक्षात ठेवा की या दरम्यान काहीच नाही सूर्यमालेच्या बाहेरील आणि सूर्यमालेतील तारे आणि आपल्या दरम्यान किंवा सूर्य आणि आपल्या दरम्यान या लहरी मोकळ्या जागेत प्रसारित करण्यास सक्षम आहेत आणि म्हणून त्या पूर्णपणे वेगळ्या प्रकारच्या लहरी आहेत त्यांना अर्थातच प्रसारित करण्यासाठी माध्यमाची आवश्यकता नाही.

माध्यमाच्या उपस्थितीमुळे त्यांचे प्रसार गुणधर्म बदलू शकतात परंतु प्रसार करण्यासाठी आपल्याला माध्यमाची आवश्यकता नाही आणि म्हणून या विद्युत चुंबकीय लहरी अवकाशातील

विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या विद्युत भिन्नतेद्वारे वैशिष्ट्यीकृत आहेत म्हणून या लहरी आहेत ज्या विद्युत चुंबकीय लहरी आहेत.

आणि चुंबकीय क्षेत्रे ते विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांद्वारे दर्शविले जातात आणि वायूमधील तार किंवा दाबाचे विस्थापन नसून त्यांना माध्यमाची आवश्यकता नसते आणि ते प्रत्यक्षात विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांशिवाय दुसरे काहीही नसतात जे ऊर्जा आणि गती वाहून नेणाऱ्या अवकाशात प्रसारित होत असतात.

इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाटा कशा रिप्रेजेंट केल्या जातात हे दाखवण्यासाठी आकृती काढण्यासाठी मला काय करायचे आहे याबद्दल अधिक तपशीलांवर चर्चा करा टेड करा आणि आकृतीबद्दल थोडेसे वर्णन करा जेणेकरून आपण ज्या आकृतीचे कथानक बनवतो त्याचा अर्थ काय आहे हे आपल्याला स्पष्टपणे समजेल म्हणून मी आकृती प्लॉट करण्यापूर्वी मला काही गोष्टी नमूद करणे आवश्यक आहे ज्या विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रसाराच्या दिशेने लंब आहेत म्हणूनच त्यांना आडवा लहरी म्हणतात, तरंगांचे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र हे प्रसरण दिशेला लंब असतात विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्राला लंब असते आणि हा सदृश ई क्रॉस बी तरंगाच्या प्रवासाच्या दिशेने असतो

त्यामुळे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रसार दिशेला लंब असतात विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे प्रसार दिशेला लंब असतात विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्राला लंब असते आणि विद्युत क्षेत्र क्रॉस चुंबकीय क्षेत्र प्रसाराच्या दिशेने असते म्हणजे विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र आणि प्रसार दिशा उजव्या हाताचा समन्वय तयार करतात प्रणाली आणि विद्युत क्षेत्र आणि मा जनुकीय क्षेत्र टप्प्यात असते

त्यामुळे विद्युत क्षेत्र आणि चुंबकीय क्षेत्र या प्रसारित लहरींमध्ये नेहमी टप्प्यात असतात जसे की मी तुम्हाला स्ट्रिंगमध्ये गतिज ऊर्जा आणि संभाव्य ऊर्जा एका प्रसारित लहरीमध्ये दाखवली आहे येथे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे आहेत.

टप्प्याटप्प्याने मी इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह दर्शवणारी एक आकृती काढू आणि नंतर तुम्हाला सांगण्याचा प्रयत्न करा की याचा अर्थ काय आहे ठीक आहे, तर मला विद्युत क्षेत्र काढू द्या म्हणजे हे विद्युत क्षेत्र आहे आणि मला चुंबकीय क्षेत्र काढू द्या जे यासारखे दिसेल म्हणून मी येथे काही व्हेक्टर काढतो म्हणजे ते विद्युत क्षेत्राचे प्रतिनिधित्व करतात चुंबकीय क्षेत्रे लंब असतात

त्यामुळे कृपया लक्षात घ्या की जर मी याला xyz म्हटले तर हे विद्युत क्षेत्र आहे आणि हे चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि कृपया मी काढलेली ही आकृती लक्षात घ्या की विद्युत क्षेत्र स्थितीनुसार कसे बदलते हे काही क्षणी लक्षात ठेवा जसे मी स्ट्रिंगवर या लहरी काढल्या होत्या.

ई काही क्षण ज्याला मी t म्हणजे शून्य बरोबर म्हणतो आणि विद्युत क्षेत्र स्थितीनुसार कसे बदलते आणि चुंबकीय क्षेत्र स्थितीनुसार कसे बदलते याचे कथानक आहे

त्यामुळे तुम्ही येथे पाहू शकता की प्रथम गोष्ट म्हणजे विद्युत क्षेत्र म्हणजे z दिशेने लहरी प्रसारित होत आहेत .

ही एक अतिशय प्रसारित दिशा आहे ज्याबद्दल आपण चर्चा करू आणि विद्युत क्षेत्र हे प्रसाराच्या दिशेला लंब आहे आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रसार दिशेला लंब आहे म्हणून तरंग एक आडवा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह आहे ती एक ट्रान्सव्हर्स वेव्ह आहे कारण विद्युत क्षेत्रे आणि चुंबकीय क्षेत्रे लंब आहेत प्रसाराची दिशा विद्युत क्षेत्र आणि चुंबकीय क्षेत्र एकमेकांना लंब आहेत

त्यामुळे येथे प्रत्येक बिंदूवर विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्राला लंब आहे.

आकृती चुंबकीय क्षेत्र y दिशानिर्देशाच्या बाजूने निर्देशित करते n

so e क्रॉस b जे x कॅप आहे i कॅप क्रॉस j कॅप k कॅप असणे आवश्यक आहे आणि म्हणून तरंग z दिशेने प्रसारित होत आहे म्हणून विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र आणि प्रसार दिशा उजव्या हाताची समन्वय प्रणाली xyz विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र प्रसार दिशा ठीक आहे आता ही आकृती काढण्याचा प्रयत्न करताना थोडे सावधगिरी बाळगणे आवश्यक आहे कारण खालील अर्थाने ही एक अतिशय अमूर्त आकृती आहे कृपया लक्षात घ्या की हे बाण फक्त प्रत्येक बिंदूवर विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांची परिमाण आणि दिशा दर्शवतात.

या तरंगाच्या अक्षावर

त्यामुळे या बाणाचा अर्थ असा होतो की या बिंदूवर असलेल्या विद्युत क्षेत्राची तीव्रता मोठी आहे आणि ती प्रॉपर आहे आणि या बिंदूवर विद्युत क्षेत्र या विशालतेवर वरच्या दिशेने निर्देशित करत आहे आणि या बिंदूवर खालच्या दिशेने निर्देशित करत आहे.

फील्ड y दिशेच्या बाजूने आहे आणि त्याचे परिमाण आहे म्हणून ही सर्व फील्ड प्रत्यक्षात अक्षाच्या बाजूने विविध बिंदूवरील फील्ड आहेत आणि हे मोठे आहेत विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांचे आयट्यूड आणि दिशा कृपया लक्षात ठेवा की हे बाण केवळ

फील्डची परिमाण आणि दिशा दर्शवतात आणि वायु स्ट्रिंगवर स्ट्रिंग लहरींच्या कंपनांच्या बाबतीत कोणत्याही वस्तूचे विस्थापन दर्शवत नाहीत.

विरुद्ध x हा प्रत्यक्षात स्ट्रिंगच्या विस्थापनाचा एक प्लॉट होता जो वेगवेगळ्या बिंदूवरील स्थितीचे कार्य म्हणून स्ट्रिंगची स्थिती येथे चिन्हांकित केली जात होती आकृतीमध्ये तेथे कोणतेही विस्थापन नाही या दोन बिंदूंना जोडणारे काहीही नाही हा बाण वस्तुस्थितीचे प्रतिनिधित्व करतो या बिंदूवर विद्युत क्षेत्राचे परिमाण आणि दिशा असते त्याच बिंदूवर चुंबकीय क्षेत्राची परिमाण आणि दिशा असते त्याचप्रमाणे येथे विद्युत क्षेत्राची परिमाण आणि दिशा इतकी असते की या चुंबकीय क्षेत्राची परिमाण आणि दिशा इतकी असते

त्यामुळे हे सर्व आहेत अक्षाच्या बाजूने विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांशिवाय काहीही नाही परंतु या बाणांनी प्रतिनिधित्व केले आहे आणि ते करत नाहीत ही रेषा नाही कणाचे विस्थापन किंवा माध्यम किंवा कोणत्याही गोष्टीचे विस्थापन दर्शवू शकत नाही म्हणून हे अत्यंत सावध असले पाहिजे आणि जेव्हाही तुम्ही विद्युत चुंबकीय लहरींची आकृती पाहता तेव्हा कृपया हे लक्षात ठेवा की स्ट्रिंगच्या कंपनांच्या बाबतीत वेगळे आहे.

वर आणि खाली विस्थापित होणारे काहीही नाही याचा अर्थ असा आहे की लाट या बिंदूवर अशा प्रकारे प्रसारित होते, उदाहरणार्थ, जर विद्युत क्षेत्र असेल तर लाट अशा प्रकारे प्रसारित होत असेल तर जर विद्युत क्षेत्र वर निर्देशित करत असेल तर विशालता क्षेत्र येथे आणि येथे निर्देशित करत आहे.

पॉइंट जर विद्युत क्षेत्राला विशिष्ट परिमाण असेल तर थोड्या वेळाने चुंबकीय क्षेत्राची विशिष्ट परिमाण असेल कदाचित विद्युत क्षेत्र खाली

निर्देशित करत असेल आणि चुंबकीय क्षेत्र दुसऱ्या दिशेने निर्देशित करत असेल

त्यामुळे या बिंदूवर तुमच्याकडे अनिवार्यपणे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे आहेत वेळेनुसार बदलत जाईल, उदाहरणार्थ विद्युत क्षेत्र शून्य वाढीपासून वरच्या दिशेने वाढेल आणि नंतर पुन्हा शून्य होईल आणि i या बिंदूवर नकारात्मक दिशा म्हणून वाढ करा आणि सायनसॉइडल इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हसाठी वेळेनुसार दोलन करा जे मी प्रत्येक बिंदूवर समीकरणात लिहीन विद्युत क्षेत्र आणि चुंबकीय क्षेत्रे वेळेनुसार सायनसॉइडली बदलत जातील म्हणून जर मी एखाद्या बिंदूकडे पाहिले तर मी स्वतःला स्थान दिले तर एक बिंदू आणि जर माझ्याकडे इलेक्ट्रिक फील्डसाठी डिटेक्टर असेल तर तो डिटेक्टर मला सांगेल की वेळेच्या कार्यानुसार इलेक्ट्रिक फील्ड बदलत असते ते काही व्हॅल्यूपासून सुरू होते जास्तीत जास्त वाढते आणि 0 होते आणि नकारात्मक दिशेने वाढू लागते.

कमाल पुन्हा शून्य होते आणि अधूनमधून साध्या हार्मोनिक मोशनप्रमाणे दोलायमान होते परंतु तेथे काहीही हालचाल होत नाही हे फक्त विद्युत क्षेत्राचे परिमाण आणि दिशा असते त्याच बिंदूवर जेव्हा विद्युत क्षेत्र वाढत असते तेव्हा चुंबकीय क्षेत्र देखील वाढते परंतु लंब दिशेने त्यामुळे इलेक्ट्रिक फील्ड वर दिशेला आहे चुंबकीय क्षेत्र माझ्या दिशेने निर्देशित करत आहे जेणेकरून e क्रॉस b हे o दिशेने आहे f गती जर विद्युत क्षेत्र वर दिशेला करत असेल आणि चुंबकीय क्षेत्र तुमच्या दिशेने निर्देशित करत असेल तर दिशात्मक प्रसार येथे असणे आवश्यक आहे म्हणून कृपया लक्षात ठेवा की विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रसार दिशांना लंब आहेत आणि चुंबकीय क्षेत्र हे दोन्ही विद्युत क्षेत्र क्रॉस चुंबकीय क्षेत्र वेक्टरला लंब आहेत.

प्रसाराच्या दिशेने असणे आवश्यक आहे आणि ही आकृती एक अतिशय महत्वाची आकृती आहे जी तुम्हाला तुमच्या पाठ्यपुस्तकात सापडेल आणि प्रत्येक ठिकाणी ही एक आकृती आहे जी थोडीशी अमूर्त आकृती दर्शवते ही ओळ कोणत्याही वस्तूची गती किंवा विस्थापन दर्शवत नाही. ते म्हणतात की हा एक पॉईंट आहे जो इलेक्ट्रिक वेक्टरच्या टिपांना स्थानाचे कार्य म्हणून आणि चुंबकीय वेक्टरच्या टिपांना स्थानाचे कार्य म्हणून जोडतो म्हणून या बिंदूवर जेव्हा विद्युत क्षेत्रामध्ये या परिमाणावर चुंबकीय क्षेत्र असते तेव्हा या बिंदूवर विद्युत क्षेत्रामध्ये या परिमाणात चुंबकीय क्षेत्र आहे

त्यामुळे हे लक्षात ठेवा मग तुम्ही या आकृतीकडे अशा प्रकारे पहात आहात आणि ही एक अतिशय महत्वाची बाब आहे जी आम्ही अशा आकृत्या पाहत असताना लक्षात ठेवली पाहिजे, आता मी एक समीकरण लिहून देतो मी तत्त्वतः ती मॅक्सवेलची समीकरणे वापरू शकतो आणि कोणतेही समीकरण काढू शकतो.

या लहरींच्या अस्तित्वाचा अंदाज लावतो पण ते या अभ्यासक्रमाच्या व्याप्तीच्या पलीकडे आहे म्हणून मी काय करू या समीकरणांचे निराकरण मी इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हच्या स्वरूपात लिहून दाखवेन आणि तुम्हाला दाखवेन की ती समीकरणे मॅक्सवेलच्या समीकरणांशी सुसंगत आहेत.

आम्ही पूर्वी लिहिलेली समीकरणे मी सोल्यूशन्स लिहीन आणि तुम्हाला दाखवेन की ती सोल्यूशन्स लहरींचे प्रतिनिधित्व करत आहेत ज्यांना आम्हाला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह म्हणतात आणि ती सोल्यूशन्स आम्ही आधी लिहिलेल्या मॅक्सवेलच्या समीकरणांशी सुसंगत आहेत म्हणून मी खाली लिहितो ah electromagnetic

so sinusoidal लाटा आणि या पुन्हा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी आहेत

त्यामुळे अहो, जर मी इथे पुन्हा आकृती काढू दे,

त्यामुळे माझ्याकडे xy आणि z होते

त्यामुळे i याप्रमाणे विद्युत क्षेत्र लहरी काढा आणि चुंबकीय क्षेत्र लहरी म्हणून चुंबकीय क्षेत्र या समतलामध्ये आहे विद्युत क्षेत्र या समतलात आहे म्हणून मी लिहीन उदाहरणार्थ e is equal to i cap e zero $\sin kz$ उणे ओमेगा t आणि v वेक्टर समान आहे j कॅप v शून्य चिन्ह म्हणून ही समीकरणे आहेत

जी स्ट्रिंगवरील लहरींसाठी आपण लिहिलेल्या समीकरणांसारखीच आहेत, आपल्याला विद्युत चुंबकीय लहरींसाठी लिहावे लागते आणि स्थिती आणि वेळेचे कार्य म्हणून विद्युत क्षेत्रासाठी समीकरण लिहावे लागते.

स्थिती आणि वेळेचे कार्य म्हणून चुंबकीय क्षेत्र ही z दिशेने पसरणारी एक लहर आहे कृपया लक्षात ठेवा की स्ट्रिंगवरील लहरींच्या बाबतीत मी ते kx मायनस ओमेगा t असे लिहिले होते जे x दिशेच्या बाजूने लाटा दर्शविते येथे मी kz लिहित आहे मायनस ओमेगा t म्हणजे ही एक तरंग आहे जी या दिशेने अधिक z दिशेने पसरत आहे या सायनसॉइडल लहरी आहेत कारण त्या साइन फंक्शन्स आहेत कारण तुम्ही पाहू शकता की दोन्ही टप्प्यात आहेत कारण दोन्ही पाप k आहेत z वजा ओमेगा t त्यांच्या दिशानिर्देश अशा आहेत की e जर i कॅपच्या बाजूने असेल तर b j कॅपच्या बाजूने असेल तर e आणि b एकमेकांना लंब आहेत आणि ते दोन्ही z कॅपच्या दिशेने असलेल्या प्रसार दिशेला लंब आहेत जे इलेक्ट्रिकच्या बाजूने पसरत आहेत.

क्षेत्र बाजूने आहे म्हणून विद्युत क्षेत्र या दिशेने आहे ही विद्युत क्षेत्राची दिशा आहे आणि ही येथे चुंबकीय क्षेत्राची दिशा आहे म्हणून चुंबकीय क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र व्हिझर प्लेनमध्ये आहे असे दिसते आहे विद्युत क्षेत्र ते नेमक्या समतलात आहे फेज ते एकमेकांना लंब असतात आणि e क्रॉस b हे दुसरे काहीही नसून i क्रॉस j आहे जे k टोपीच्या दिशेने आहे जी प्रसार दिशा आहे म्हणून k च्या आधी λ λ द्वारे दोन π च्या समान आहे याला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह आणि ओमेगाची तरंगलांबी म्हणतात.

दोन π ν μ च्या बरोबरी आहे याला विद्युत चुंबकीय लहरीची वारंवारता म्हणतात म्हणून या k मध्ये दोन π बाय लॅम्बडा लॅम्बडा ही इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हची तरंगलांबी ओमेगा t आहे ω π ν ν ही इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हची वारंवारता आहे k ला प्रसार स्थिरांक किंवा तरंग संख्या म्हणतात आणि ओमेगाला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हची कोणीय वारंवारता म्हणतात

त्यामुळे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी आता याद्वारे नष्ट होतात आणि हे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचे एक प्रकारचे द्रावण आहेत.

ह्यांना सायनसॉइडल लहरी म्हणतात आणि आह या आहेत या तरंगांचा एक प्रकार दर्शविते आता येथे आपण या प्रमाणापूर्वी चर्चा केली आहे की लाटेचा वेग

ओमेगा बरोबर k हा गुणोत्तर ओमेगा बाय k लाटेचा वेग दर्शवतो आणि या दोन सायनसॉइडल लहरी इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचे प्रतिनिधित्व करतात पहिले समीकरण स्थितीसह विद्युत क्षेत्रातील भिन्नता दर्शवते आणि दुसरे समीकरण स्थितीसह चुंबकीय क्षेत्र भिन्नता दर्शवते आता मला या लहरींवर चर्चा करण्यापूर्वी दोन्ही सर्वसाधारणपणे मला एक आकृती दाखवायची आहे जी तुम्हाला दाखवते .

विविध फ्रिक्वेन्सी आणि विविध तरंगलांबींवर इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचे प्रकार म्हणून हे इलेक्ट्रोमॅगन आहे इटिक स्पेक्ट्रम हा येथे स्पेक्ट्रम आहे आहे या दिशेला फ्रिक्वेन्सी वाढत आहे याचा अर्थ येथे कमी होत जाणारी तरंगलांबी आहे कारण आपण पाहू शकता की वारंवारता आणि तरंगलांबी एकमेकांशी व्यस्तपणे संबंधित आहेत वेग हे वारंवारता आणि तरंगलांबीचे उत्पादन आहे म्हणून वारंवारता डावीकडून वाढते या आकृतीत उजवीकडे तरंगलांबी कमी होते

त्यामुळे तुमच्याकडे वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सीच्या आणि वेगवेगळ्या तरंगलांबीच्या लाटा असू शकतात,

त्यामुळे येथे अगदी कमी फ्रिक्वेन्सीपासून सुरू होत असलेल्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी व्यापू शकतात जेथे फ्रिक्वेन्सी खूप उच्च मूल्ये आहेत म्हणून त्यांना आम्ही वेगवेगळ्या प्रकारच्या लहरींची नावे दिली आहेत.

येथे तुमच्याकडे वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सी आहेत ज्याला रेडिओ लहरी म्हणतात ज्याला मेगाहर्ट्झ 10 ते पॉवर 6 हर्ट्झ या क्रमाच्या फ्रिक्वेन्सी आहेत तर तुमच्याकडे 10 गीगाहर्ट्झ ते पॉवर 9 हर्ट्झ या क्रमाने फ्रिक्वेन्सी असलेले मायक्रोवेव्ह आहेत तर तुमच्याकडे येथे इन्फ्रारेड क्षेत्र आहे ज्याची तरंगलांबी आहे जी दृश्यमानापेक्षा थोडी कमी आहे आणि ही vi आहे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमचा सिबल प्रदेश म्हणून हा संपूर्ण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रम आहे दृश्यमान तरंगलांबी येथे आहे आणि फ्रिक्वेन्सी सुमारे 4 10 पॉवर 14 हर्ट्झ ते 7.

5 10 किंवा 14 हर्ट्झ पर्यंत आहे आणि नंतर या प्रदेशात 10 प्रति 16 हर्ट्झ फ्रिक्वेन्सीमध्ये अल्ट्राव्हायोलेट येते मग आपल्याकडे क्ष किरण आहेत जे 10 प्रति 18 हर्ट्झ फ्रिक्वेन्सी आहेत आणि नंतर आपल्याकडे गॅमा किरण आहेत जे 10 प्रति 20 हर्ट्झ फ्रिक्वेन्सी आहेत

त्यामुळे आपल्याकडे वेगवेगळ्या वारंवारतांच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाटा असू शकतात आणि दृश्यमान स्पेक्ट्रम ज्यासाठी आपले डोळे संवेदनशील असतात ते एक अतिशय लहान अंश बनतात.

संपूर्ण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमचे,

त्यामुळे येथे वारंवारता वाढते म्हणून तरंगलांबी खाली येते आणि तुम्ही गणना करून दाखवू शकता की या लहरींच्या तरंगलांबी या लहरींच्या तरंगलांबीपेक्षा खूपच कमी आहेत आणि मी तुम्हाला संबंधित तरंगलांबी मोजण्यासाठी सोडतो.

या लहरींचा वेग जाणून घेतल्याने आपण आता पुढील वर्गात काय करणार आहोत याबद्दल अधिक चर्चा करू मी इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्हज इलेक्ट्रिक आणि मॅग्नेटिक फील्ड या समीकरणापासून सुरुवात करून मी तुम्हाला दाखवीन की ही दोन समीकरणे मॅक्सवेलच्या समीकरणांशी सुसंगत आहेत आणि मी तुम्हाला दाखवेन की ओमेगा बाय k जो या लहरींचा वेग आहे एप्सिलॉन शून्य आणि म्यू शून्य मोकळ्या जागेची डायलेक्ट्रिक परमिटिव्हिटी आणि मोकळ्या जागेची डायलेक्ट्रिक पारगम्यता एप्सिलॉन शून्य आणि म्यू शून्य आणि तिथेच मॅक्सवेलने विद्युत चुंबकत्व आणि ऑप्टिक्स जोडले, त्याने दाखवले की ऑप्टिकल लहरी विद्युत चुंबकीय लहरी असल्या पाहिजेत कारण त्याला आढळून आले की यातील गती लाटा प्रकाश लहरींच्या वेगाच्या इतक्या जवळ असतात की प्रकाश हा विद्युत चुंबकीय लहरी असणे आवश्यक आहे म्हणून मी आताच माझा वर्ग येथे थांबवतो आणि आम्ही फक्त या दोन समीकरणांपासून सुरू होणारी आमची चर्चा सुरू ठेवू आणि मी तुम्हाला दाखवतो की आम्ही त्यांच्यातील संबंधांची गणना करू.

येथे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे आहेत आणि मी तुम्हाला दाखवीन की या लहरींच्या लहरींचा वेग काही नाही.

मोकळ्या जागेत प्रकाशाचा वेग खूप खूप धन्यवाद