[तालियां] आप सभी को सुप्रभात हम पिछले व्याख्यान में विद्युत चुंबकत्व पर इस आह विषय के अंतिम व्याख्यान में आए हैं मैंने विद्युत चुम्बकीय तरंगों के बारे में चर्चा करना शुरू
किया और मैक्सवेल के समीकरणों में विस्थापन वर्तमान शब्द की शुरूआत कैसे हुई विद्युत चुम्बकीय तरंगों नामक तरंगों की पीढ़ी या भविष्यवाणी की ओर जाता है,
इसलिए आज हम जो करने जा रहे हैं, वह यह है कि मैं आपको यह दिखाने जा रहा हूं कि पिछली बार लिखी गई विद्युत चुम्बकीय तरंगें मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप हैं जो अब सामान्य हैं जो हम सामान्य रूप से करेंगे यह है कि हम उन मैक्सवेल के समीकरणों को लेंगे और उन समीकरणों से एक अंतर समीकरण के रूप में प्राप्त करेंगे
और फिर अंतर समीकरणों को हल करके हम पाएंगे कि इन समीकरणों द्वारा भविष्यवाणी में मौजूद तरंगें हैं और जिन्हें अब विद्युत चुम्बकीय तरंगें कहा जाता है क्योंकि अंतर समीकरण इस पाठ्यक्रम के दायरे से बाहर हैं यहाँ मैं इलेक्ट्रोमैग का एक समाधान मान रहा हूँ नेटिक तरंगें और दिखा रहा है कि वे समाधान मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप हैं जिन्हें हम इलेक्ट्रोमैकेनिज्म पर व्याख्यान के इस पाठ्यक्रम में देख रहे हैं,
इसलिए मुझे याद है कि विद्युत चुम्बकीय तरंगें विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों की तरंगों के अलावा और कुछ नहीं हैं
इसलिए हमने उदाहरण के लिए पिछली बार एक आंकड़ा तैयार किया था।
अगर मैं इस आकृति को फिर से यहाँ खींचता हूँ तो मैं
इस तरह की लहर की तरह विद्युत क्षेत्र दिखाऊंगा और ये विद्युत क्षेत्र के वैक्टर हैं जो मैं यहाँ खींच रहा हूँ यह z दिशा है यह x दिशा है और यह y दिशा है
इसलिए विद्युत क्षेत्र x दिशा में इंगित कर रहा है और इसी चुंबकीय क्षेत्र को मैंने इस तरह खींचा था
इसलिए चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं चुंबकीय क्षेत्र वैक्टर विद्युत क्षेत्र वैक्टर के लंबवत होती हैं, जैसा कि चित्र दिखाता है कि लहर कब है प्लस जेड दिशा में प्रचारित विद्युत क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र प्रसार दिशा के लंबवत हैं यह है चुंबकीय क्षेत्र यहां विद्युत क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र विद्युत चुम्बकीय तरंग के प्रसार दिशा के लंबवत हैं विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र एक दूसरे के लंबवत हैं और दोनों विद्युत चुम्बकीय तरंग के प्रसार दिशा के लंबवत हैं और साथ ही वे चरण में हैं जैसा कि आप कर सकते हैं यहां देखें जब विद्युत क्षेत्र शून्य है चुंबकीय क्षेत्र शून्य है जब विद्युत क्षेत्र परिमाण बढ़ता है चुंबकीय क्षेत्र परिमाण बढ़ता है और इन्हें साइनसॉइडल तरंगें कहा जाता है जैसा कि मैंने पिछली बार साइनसॉइडल तरंगों को परिभाषित किया था क्योंकि इन तरंगों का स्थान और समय निर्भरता जैसा कि मैं लिखूंगा एक समीकरण पर साइन तरंगें साइनसॉइडल तरंगें होती हैं और
इसलिए वे विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र चरण में होते हैं और जैसा कि मैंने पिछली बार उल्लेख किया था कि इस आंकड़े की व्याख्या करने में बहुत स्पष्ट होना चाहिए, ये रेखाएं केवल विद्युत क्षेत्र और चुंबकीय की परिमाण और दिशा का प्रतिनिधित्व करती हैं।
आकृति के अक्ष के अनुदिश विभिन्न बिंदुओं पर क्षेत्र यहाँ है तो वहाँ है इस तरह की कोई गति नहीं है कोई विस्थापन नहीं है यह केवल विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र हैं जो अलग- अलग बिंदुओं पर समय के साथ बदलते हैं और आह मुझे अब यहां उल्लेख करना चाहिए कि सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगें एक ही गति से मुक्त स्थान में यात्रा करती हैं और वह मान दो बिंदु नौ नौ सात नौ दो चार पांच आठ गुणा 10 शक्ति 8 मीटर प्रति सेकंड है यह अब एक सटीक मान है इसे मुक्त स्थान में प्रकाश की गति के वेग और मीटर की इकाई के सटीक मान के रूप में परिभाषित किया गया है लंबाई की इकाई जो मीटर है, प्रकाश के इस वेग या मुक्त स्थान में प्रकाश की गति के माध्यम से परिभाषित की जाती है और
इसलिए सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगें खाली स्थान में c द्वारा दी गई गति से यात्रा करती हैं और पिछले व्याख्यान में मैंने एक स्पेक्ट्रम दिखाया था जो दिखाता है विभिन्न विद्युत चुम्बकीय तरंगें रेडियो तरंगें माइक्रोवेव प्रकाश तरंगें आपके बीच में अवरक्त तरंगें पराबैंगनी हैं तो आपके पास एक्स-रे हैं गामा किरणें ये सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगों का प्रतिनिधित्व करती हैं ये सभी चार हैं विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों की विशेषता है और वे सभी एक ही गति से खाली स्थान में यात्रा करते हैं जो इस संख्या सी द्वारा दी गई है और यह हम आम तौर पर तीन से दस की शक्ति से आठ मीटर प्रति सेकंड का अनुमान लगाते हैं ताकि अनुमानित मूल्य तीन दस से शक्ति आठ मीटर प्रति सेकंड एक अनुमानित मान है, जैसा कि परिभाषित किया गया है कि सटीक मान अब दो बिंदु नौ सात नौ दो चार पांच आठ गुणा दस प्रति आठ मीटर प्रति सेकंड है,
इसलिए अब मैं जो करना चाहता हूं वह निम्नलिखित है मैं एक पर विचार करना चाहता हूं साइनसॉइडल इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वेव और मैं आपको दिखाऊंगा कि यह सॉल्यूशन जो मैं लिखने जा रहा हूं वह मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप है
इसलिए साइनसॉइडल इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वेव
इसलिए इस आंकड़े में जैसा कि मैंने यहां दिखाया है कि इलेक्ट्रिक फील्ड एक्स दिशा के साथ इशारा कर रहा है और चुंबकीय क्षेत्र इंगित कर रहा है y दिशा के साथ और प्रसार z के साथ है
इसलिए इस तरह की तरंग को इस रूप के समीकरणों द्वारा दर्शाया जाएगा e बराबर i cap e naught sine है kz माइनस ओमेगा टी यह आई कैप इस तथ्य का प्रतिनिधित्व करता है कि विद्युत क्षेत्र x दिशा के साथ इंगित किया गया है ई शून्य विद्युत क्षेत्र का परिमाण है विद्युत क्षेत्र का अधिकतम मूल्य और साइन फ़ंक्शन वास्तव में यह है और मैं आपको याद दिला दूं कि यह है किसी दिए गए समय पर स्थिति के कार्य के रूप में विद्युत क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र का एक प्लॉट कृपया याद रखें कि यह
एक निश्चित समय पर स्थिति के कार्य के रूप में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के परिमाण और दिशाओं का एक स्नैपशॉट है t शून्य मनमाना के बराबर है जिस समय को मैं t कहता हूं वह शून्य के बराबर है, मैं पिछली बार की तरह एक आकृति भी बना सकता था, जो किसी दिए गए स्थान पर समय के कार्य के रूप में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र दिखाती है जो कि एक अन्य आकृति है और जब आप किसी आकृति को देखते हैं तो ध्यान देने में बहुत सावधानी बरतें यह आंकड़ा ठीक से क्या दर्शाता है

इसलिए यह विद्युत क्षेत्र है और संबंधित चुंबकीय क्षेत्र जैसा कि मैंने यहां खींचा है, y दिशा के साथ है
इसलिए बी जे कैप के बराबर है कुछ परिमाण बी नाग एचटी साइन केजेड माइनस ओमेगा टी जैसा कि आप यहां देख सकते हैं कि मैं विद्युत क्षेत्र के समान साइन फ़ंक्शन का उपयोग कर रहा हूं और ऐसा
इसलिए है क्योंकि विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र चरण में हैं, दोनों को एक ही साइन फ़ंक्शन द्वारा दर्शाया गया है sin kz माइनस ओमेगा टी और उनके परिमाण ई शून्य और बी शून्य हैं और दिशाएं आई कैप और जे कैप हैं मैंने पिछली बार यह भी उल्लेख किया था कि ई क्रॉस बी वेक्टर ई क्रॉस वेक्टर बी प्रसार दिशा के साथ होगा
इसलिए यदि आप ई क्रॉस बी को देखते हैं तो आई कैप क्रॉस जे है टोपी k कैप के बराबर है जिसका अर्थ है z दिशा के साथ प्रसार
इसलिए यह आंकड़ा e क्रॉस b कैप का प्रतिनिधित्व करता है एक क्रॉस b प्रसार दिशा के साथ होना चाहिए,
इसलिए यह इस z दिशा के साथ फैलने वाली तरंग है जिसका परिमाण e विद्युत क्षेत्र का शून्य है a परिमाण बी शून्य चुंबकीय क्षेत्र वे दोनों अब चरण में हैं जो मैं करने जा रहा हूं वह निम्नलिखित है मैं आपको दिखाने जा रहा हूं कि ये दो समीकरण मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप हैं और इसके लिए मैं देखने जा रहा हूं मुक्त स्थान पर
इसलिए मैं विद्युत चुम्बकीय तरंग के प्रसार को देख रहा हूँ जिसका अर्थ है मुक्त स्थान जिसका अर्थ है कि कोई माध्यम नहीं है और कोई शुल्क नहीं है, कोई शुल्क नहीं है,
इसलिए विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र निम्नलिखित समीकरणों को संतुष्ट करते हैं e dot da शून्य अभिन्न b डॉट के बराबर है डीए शून्य इंटीग्रल के बराबर है e dot dl बराबर माइनस d बटा dt इंटीग्रल p dot da और इंटीग्रल b dot dl बराबर mu शून्य epsilon शून्य d बटा dt ऑफ़ इंटीग्रल e dot da है जो इलेक्ट्रिक इलेक्ट्रिक फील्ड का गॉस का नियम है चुंबकीय क्षेत्र के लिए गॉस का नियम फैराडे का प्रेरण का नियम और सामान्यीकृत एम्पीयर का नियम और इस सब में मैंने दाहिनी ओर से आवेश को हटा दिया है
इसलिए यहाँ शून्य है यहाँ दाहिनी ओर कोई धारा नहीं है
इसलिए कोई धारा नहीं है
इसलिए यहां करंट से संबंधित कोई शब्द नहीं है और इन समीकरणों में केवल विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र हैं और जो मैं दिखाने जा रहा हूं वह यह है कि जो समाधान मैंने लिखा है, वह है ये दो विलेय आयन मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप हैं, अब मुझे फिर से याद करना चाहिए कि ये दो समीकरण मुझे बताते हैं कि एक बदलते चुंबकीय क्षेत्र से एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होगा और एक बदलते विद्युत क्षेत्र से मुझे एक चुंबकीय क्षेत्र मिलेगा जो एक चुंबकीय क्षेत्र में भिन्न होगा।
विद्युत क्षेत्र और समय अलग-अलग विद्युत क्षेत्र एक चुंबकीय क्षेत्र की ओर ले जाएगा, जिस तरह से विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र एक दूसरे के साथ जुड़ते हैं और इस तरह विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र अंतरिक्ष के माध्यम से फैलते और उत्पन्न होते हैं और इन तरंगों को किसी भी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है जब तक अन्य तरंगों जैसे ध्वनि तरंगों या जल तरंगों या तरंगों के विपरीत, जिसमें एक माध्यम की आवश्यकता होती है, इन तरंगों को प्रचार करने के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है और
इसलिए ये तरंगें प्रकाश वर्ष दूर सितारों से मुक्त स्थान के माध्यम से फैल सकती हैं।
वहां से आने वाली रोशनी अनिवार्य रूप से विद्युत चुम्बकीय चरित्र है अब मैं आपको जो दिखाने जा रहा हूं वह समाधान है जो कि ने लिखा है कि ये दो समाधान इन दो समीकरणों के अनुरूप हैं, जिसका अर्थ है कि इस समीकरण द्वारा दिए गए चुंबकीय क्षेत्र और इन समीकरणों द्वारा दिए गए विद्युत क्षेत्र और इन दो समाधानों के अनुरूप ये दो समीकरण यहां समाधान इसके अनुरूप हैं
इसलिए आइए हम पहले फैराडे के नियम से शुरू करें
इसलिए मैं यह दिखाना चाहता हूं कि जो समाधान मैं लिख रहा हूं, मैं यह जानना चाहता हूं कि मैं किस स्थिति में जो समाधान लिख रहा हूं वह इस समीकरण के अनुरूप है माइनस डी बाय डीटी ऑफ इंटीग्रल वी डॉट दा अब इसके लिए मुझे फिर से z द्वारा एक आकृति x खींचने दें,
इसलिए मैं इस तरह से विद्युत क्षेत्र भिन्नता को आकर्षित करता हूं और चुंबकीय क्षेत्र भिन्नता इस तरह है मैं सिर्फ लहर के एक हिस्से को देख रहा हूं और मुझे यहां फिर से आकर्षित करने दें चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं इस तरह इंगित कर रही हैं इस समय और विद्युत क्षेत्र रेखाएं इस समय ऊपर की ओर इशारा कर रही हैं ठीक है अब मैं जो करना चाहता हूं वह निम्नलिखित है जिस पर मैं विचार करना चाहता हूं यहाँ एक लूप यहाँ एक लूप है जिसे मैं pqrs कहता हूँ
और मैं इस दिशा में एक एकीकरण करना चाहता हूँ यहाँ देखो बाएँ हाथ की ओर एक बंद पथ पर एक अभिन्न है और दाहिने हाथ की ओर चुंबकीय प्रवाह है
इसलिए मैं एक लूप pqrs लेता हूँ xz विमान और मैं यह पता लगाना चाहता हूं कि मैं इस समीकरण को किन परिस्थितियों में संतुष्ट कर रहा हूं,
इसलिए यहां एक विद्युत क्षेत्र है और इससे एक चुंबकीय प्रवाह गुजर रहा है,
इसलिए जो क्षेत्र मैं अनिवार्य रूप से देख रहा हूं वह यह क्षेत्र है
इसलिए मेरे पास चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं हैं इस क्षेत्र को पार करते हुए जो y दिशा में है और एक विद्युत क्षेत्र है जो यहाँ अंतरिक्ष में मौजूद है
इसलिए मुझे लिखने दें ताकि मैं खोजना चाहता हूँ कि मैं इस पथ और दाहिने हाथ के लिए बाईं ओर की गणना करना चाहता हूँ इस पथ के लिए और उन्हें समान करें और एक समीकरण प्राप्त करें अब मुझे मान लें कि इस लूप की ऊंचाई h है और यह प्लेन z है az और यह एक प्लेन है जिसे मैं z प्लस डेल्टा z कहता हूं और डेल्टा z
बहुत छोटा मान है हे f डेल्टा z तो इसकी एक बहुत छोटी संख्या है और मैं बाएं हाथ की ओर और दाहिने हाथ की गणना करना चाहता हूं,

इसलिए पहले मुझे बाएं हाथ से शुरू करने दें,
इसलिए मैं अभिन्न e dot tl की गणना करना चाहता हूं,
इसलिए यहां पथ को देखें मैं पीक्यूआरएस ले रहा हूं,
इसलिए यह इंटीग्रल पी से क्यूई डॉट डीएल प्लस इंटीग्रल क्यू टू री डॉट डीएल प्लस इंटीग्रल आर टू से डॉट डीएल प्लस इंटीग्रल एस टू पे डॉट डीएल के बराबर होगा और मुझे पता है कि विद्युत क्षेत्र विद्युत क्षेत्र मैं द्वारा दिया गया था कैप ई नॉट साइन केजेड माइनस ओमेगा टी अब तो विद्युत क्षेत्र एक्स अक्ष के साथ है
इसलिए यदि आप पहले से ही यहां पथ के साथ देखते हैं qr विद्युत क्षेत्र dldl के लंबवत है वेक्टर qr के साथ है विद्युत क्षेत्र लंबवत है
इसलिए इस पथ में e dot dl होगा उसी तरह शून्य हो क्योंकि पथ गति इस रेखा के लंबवत है और
इसलिए e dot l शून्य है
इसलिए इस इंटीग्रल q से rq से r और s से p तक के इंटीग्रल शून्य हैं शेष दो इंटीग्रल e x के सभी मानों के लिए समान हैं।
क्योंकि e केवल पर निर्भर करता है z और z और z प्लस डेल्टा z पर विद्युत क्षेत्र का मान भिन्न होगा क्योंकि जैसा कि आप यहां देख सकते हैं कि विद्युत क्षेत्र z के साथ बदल रहा है,
इसलिए मुझे यह eq मिलेगा,
इसलिए अभिन्न e dot dl अनिवार्य रूप से आपके पास होगा दो घटक p से qe dot dl plus r दो se dot dl शेष दो इंटीग्रल शून्य हो गए हैं और
इसलिए p से qe dot dl
इसलिए यह कुल लंबाई में z प्लस डेल्टा z पर विद्युत क्षेत्र के अलावा और कुछ नहीं है क्योंकि इसके साथ विद्युत क्षेत्र स्थिर है लंबाई और dl विद्युत क्षेत्र के समानांतर है
इसलिए e dot dl edl है और e इस पथ के साथ स्थिर है
इसलिए यह इस लंबाई में hh एकीकरण की लंबाई है और फिर दूसरे भाग r से s में आप देखते हैं कि विद्युत क्षेत्र इंगित कर रहा है ऊपर की ओर एकीकरण का मार्ग r से s तक है
इसलिए मुझे एक ऋणात्मक चिन्ह मिलेगा e dot tl ऋणात्मक होगा और मुझे z का माइनस e h में मिल जाएगा,
इसलिए यह और कुछ नहीं बल्कि z का e प्लस डेल्टा z माइनस e z में x है और डेल्टा z एक अनंत दशमलव qu .
है एंटीटी अब मैं आपको याद दिलाता हूं कि आपने एक फ़ंक्शन डी के अंतर को परिभाषित किया है,
तो मुझे एक फ़ंक्शन लेने दें df बटा dx बराबर है डेल्टा x की प्रवृत्ति x का शून्य f प्लस डेल्टा x घटा f x का डेल्टा x द्वारा है एक फ़ंक्शन सीमा के अंतर की परिभाषा डेल्टा x x के शून्य f पर जा रहा है और डेल्टा x द्वारा x का x घटा है,
इसलिए यदि डेल्टा x बहुत छोटा है, तो मैं इसे dx द्वारा ah df के रूप में लिख सकता हूं यदि मैं अगर मैं डेल्टा एक्स का एक बहुत छोटा मान चुनता हूं, यह एक्स के एफ प्लस डेल्टा एक्स माइनस एफ के बराबर है,
इसलिए यह मैं एक्स प्लस डेल्टा एक्स के एफ के रूप में लिख सकता हूं, अगर मैं इसे सरल करता हूं तो मुझे एफ मिलेगा एक्स प्लस डेल्टा एक्स गुणा डीएफ बाय डीएक्स
इसलिए एक्स प्लस डेल्टा एक्स पर एक फ़ंक्शन का मूल्य एक्स प्लस डेल्टा एक्स पर फ़ंक्शन के मूल्य के बराबर है , इस बिंदु पर एक्स के संबंध में फ़ंक्शन के व्युत्पन्न में,
इसलिए यह एक अच्छा है डेल्टा एक्स की सीमा में अभिव्यक्ति बहुत छोटी हो रही है मैं एक्स प्लस डेल्टा के एफ के इस तरह के विस्तार का उपयोग कर सकता हूं कुल्हाड़ी x के f प्लस डेल्टा x गुणा d बटा dx के बराबर है अब यदि आप इस समीकरण को देखते हैं और यह शब्द यहां z का e प्लस डेल्टा z घटा z का e यह x का f प्लस डेल्टा x घटा x का f है तो मैं तुरंत लिख सकता हूं कि जेड प्लस डेल्टा जेड माइनस ई ऑफ जेड बाय डेल्टा जेड बराबर डी बटा डीजेड है जिसका अर्थ है कि जेड प्लस डेल्टा जेड माइनस ई ऑफ जेड कुछ भी नहीं बल्कि डेल्टा जेड टाइम्स डी बाय डीजेड सो ई का जेड प्लस जेड का डेल्टा जेड माइनस ई कुछ भी नहीं है, लेकिन डी द्वारा डीजेड में डेल्टा जेड है,
इसलिए मुझे निम्नलिखित समीकरण मिलता है इंटीग्रल ई डॉट डीएल ए के बराबर है तो डी द्वारा डीजेड में एच डेल्टा जेड अब मुझे यहां कुछ उल्लेख करना चाहिए जो इस फ़ंक्शन को याद रखें यह इलेक्ट्रिक फ़ील्ड ई स्थिति z और समय दोनों का एक कार्य है
और क्योंकि मेरा व्युत्पन्न एक चर स्थिति के संबंध में है, इसे आमतौर पर आंशिक व्युत्पन्न के रूप में लिखा जाता है,
इसलिए यह गणित में है इसे डेल ई द्वारा डेल जेड द्वारा एच डेल्टा जेड के रूप में लिखा जाता है इसका मतलब केवल यह है कि मैं समय रखने वाले z के कार्य के रूप में विद्युत क्षेत्र का व्युत्पन्न ले रहा हूं स्थिर विद्युत क्षेत्र एक चर है जो स्थिति z और समय t पर निर्भर करता है और यहाँ इस व्युत्पन्न में मैं केवल इतना कह रहा हूँ कि मैं z समय को स्थिर रखते हुए फ़ंक्शन का व्युत्पन्न ले रहा हूँ
इसलिए मैं इसे del e by del लिख रहा हूँ z इसका तात्पर्य है कि इसे आंशिक व्युत्पन्न कहा जाता है, यह एक समन्वय के संबंध में फ़ंक्शन का व्युत्पन्न है जो दूसरे समन्वय को स्थिर रखता है,
इसलिए मुझे जो मिला है वह अभिन्न है e dot dl डेल ई द्वारा डेल जेड द्वारा एच डेल्टा जेड अब मुझे जाने दो दाहिने हाथ की ओर देखें इस समीकरण के यहाँ इस अभिन्न का एक दाहिना हाथ है जो कि अभिन्न है b dot da अब मुझे इस क्षेत्र के माध्यम से प्रवाह की गणना करनी चाहिए , पहली बात यह है कि एकीकरण इस दिशा में क्षेत्र वेक्टर है इस दिशा के साथ है क्योंकि क्षेत्र क्योंकि लूप एकीकरण जो मैंने किया है वह दक्षिणावर्त क्षेत्र वेक्टर है जो इस दिशा में है जो कि वाईकेजे कैप के अलावा कुछ भी नहीं है

इसलिए एकीकरण के इस लूप के लिए क्षेत्र वेक्टर साथ है दिशा y जो चुंबकीय क्षेत्र की दिशा भी है,

इसलिए मैं तुरंत इंटीग्रल की गणना कर सकता हूं b dot da अब बराबर है याद रखें कि डेल्टा z एक बहुत छोटी मात्रा है और

इसलिए मैं मान सकता हूं कि चुंबकीय क्षेत्र z और के बीच लगभग स्थिर है इस क्षेत्र में z प्लस डेल्टा डेल्टा z चुंबकीय क्षेत्र लगभग स्थिर है,

इसलिए यह लगभग चुंबकीय क्षेत्र के बराबर है और कहा गया है कि इस पूरे लूप के क्षेत्र क्षेत्र में h गुना डेल्टा z गुणा h डेल्टा z है,

इसलिए फैराडे के नियमों के लिए फैराडे का नियम मुझे d की गणना करनी चाहिए इंटीग्रल बी डॉट दा का डीटी जो कुछ भी नहीं है लेकिन मैं फिर से डेल बी द्वारा डेल पी द्वारा एचडीजेड में लिखूंगा क्योंकि चुंबकीय क्षेत्र स्थिति और समय पर निर्भर करता है मैं समय के संबंध में अंतर कर रहा हूं और

इसलिए मैं सम्मान के साथ बी के आंशिक व्युत्पन्न के रूप में लिखता हूं समय के लिए एच डेल्टा जेड में ताकि मुझे मिल गया है और मुझे समता के नियम के बाएं हाथ मिल गए हैं,

इसलिए बाएं हाथ की ओर इतना अधिक है

इसलिए मैं इस समीकरण में स्थानापन्न करता हूं

इसलिए मैं दोनों को स्थानापन्न करता हूं e निम्नलिखित समीकरण में e dot dl बराबर है माइनस d बटा dt ऑफ़ इंटीग्रल v dot टा

इसलिए इंटीग्रल e dot dli ने del zh delta z द्वारा del e के रूप में परिकलित किया है और यह del tx delta z द्वारा माइनस डेल b है, इसका अर्थ है del e   द्वारा डेल जेड बराबर है माइनस डेल बी बाय डेल टी तो फैराडेज़ लॉ का अर्थ है डेल ई बाय डेल जेड, जेड के साथ ई के परिवर्तन की दर डेल टी के माइनस के बराबर है, अगर मैं उन समाधानों को प्रतिस्थापित करता हूं जो मैंने पहले लिखा है विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र तो मुझे यहां फिर से समीकरण लिखने दें,

इसलिए मैंने दिखाया है कि डेल ई बाय डेल जेड बराबर माइनस डेल बी बटा डेल टी अब ई स्केलर फॉर्म के बराबर था अगर ई ई नॉट साइन केजेड माइनस के बराबर था ओमेगा टी सो डेल ई बाय डेल जेड के बराबर है ई नॉट कॉस केजेड माइनस ओमेगा टीबी बी नॉट साइन केजेड माइनस ओमेगा टी सो डेल बी बाय डेल टी के बराबर होगा अब यहां एक माइनस साइन है

इसलिए मैं करूंगा माइनस ओमेगा बी नॉट कॉस केजेड माइनस ओमेगा टी प्राप्त करें तो यह डेल ई द्वारा डेल जेड है यह डेल बी द्वारा डेल टी है

इसलिए मैं प्रतिस्थापित करता हूं यहाँ और मुझे यह कोसाइन फ़ंक्शन रद्द हो जाता है और मुझे k बार मिलता है और शून्य ओमेगा समय के बराबर होता है,

इसलिए मुझे एक समीकरण मिला, जिसका अर्थ है कि यदि विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र उन समीकरणों द्वारा दिए गए समाधान हैं तो मुझे लगता है कि के लिए फैराडे के प्रेरण के नियम को संतुष्ट करने के लिए वे समाधान विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र के परिमाण को इस समीकरण से संबंधित होना चाहिए के नॉट ओमेगा वी नॉट के बराबर होना चाहिए जो कि पहला समीकरण है जो अब मुझे मिला है मैं एम्पीयर सामान्यीकृत एम्पीयर में समान समाधान लागू करना चाहता हूं कानून तो अब मैं देखता हूं कि एम्पीयर का कानून अभिन्न था बी डॉट डीएल ई डॉट दा के डीटी द्वारा एमयू जीरो एप्सिलॉन जीरो डी के बराबर है,

इसलिए मुझे बाएं हाथ की ओर और दाहिने हाथ की ओर दोनों की गणना करने की आवश्यकता है,

इसलिए मुझे आंकड़ा खींचने दें फिर से यहाँ तो मेरे पास फिर से विद्युत क्षेत्र इस तरह से जा रहा है और मेरे पास इस तरह का चुंबकीय क्षेत्र है अब मैं दूसरे विमान में एक लूप लेता हूं

इसलिए मैं इस तरह से एक लूप लेता हूं

इसलिए यह फिर से है यह बिंदु z है I   s बिंदु z प्लस डेल्टा z

इसलिए मैं pqrs लेता हूं

अब मैं yz विमान में आ लूप लेता हूं

इसलिए यह z है यह x है यह y है यह लूप अब y उस विमान में होता है और

इसलिए हमारे पास इस विमान को पार करने वाला विद्युत प्रवाह है और एक चुंबकीय क्षेत्र है

इसलिए मैं इस लूप में इंटीग्रल बी डॉट डीएल और इस क्षेत्र के दाहिने हाथ की गणना करना चाहता हूं जो इस लूप से घिरा हुआ है और इस समीकरण में स्थानापन्न करता है और फिर से विद्युत क्षेत्र ई शून्य और के बीच एक संबंध का पता लगाता है।

चुंबकीय क्षेत्र बी शून्य तो मुझे इंटीग्रल बी डॉट डीएल इंटीग्रल बी डॉट डीएल फिर से पी से क्यूबी डॉट डीएलक्यू दो आरबी डॉट डीएल प्लस आर टू एसपी डॉट डीएल प्लस एस से पीबी डॉट डीएल की गणना शुरू करने दें, तो यहां देखें कि इसमें पी दो क्यूबी डॉट डीएल प्लस है।

क्यू दो आरबी डॉट डीएल प्लस आर दो एसवी डॉट डीएल प्लस एस दो पीवी डॉट डीएल जो अब एक पूर्ण लूप है जैसे पहले यहां देखें चुंबकीय क्षेत्र वाई दिशा के साथ है और यह रेखा दिशा के साथ है और इसी तरह यह रेखा

इसलिए अभिन्न बी q से r तक डॉट dl और s से p शून्य हैं

इसलिए मुझे बस इंटीग्रल p से qv डॉट dl प्लस इंटीग्रल r से sv dot dl मिलेगा, शेष दो इंटीग्रल अब इस विमान में इस लाइन में इस सख्त में शून्य हैं, चुंबकीय क्षेत्र की गणना z प्लस डेल्टा z पर की जाती है।

चुंबकीय क्षेत्र z पर है चुंबकीय क्षेत्र की दिशा एकीकरण के मार्ग के साथ है

इसलिए b dot dl bdl है इसी तरह यहां b dot dli गणना कर सकता है

इसलिए मुझे यह कुछ भी नहीं के बराबर है, लेकिन b पर z प्लस डेल्टा z फिर से मैं करूंगा मान लें कि यह दूरी पहले की तरह h है, तो b

पर z प्लस डेल्टा z में h अब यहां देखें r से s अभिन्न चुंबकीय क्षेत्र y दिशा की ओर इशारा कर रहा है और मेरा एकीकरण ऋण y दिशा के साथ है
इसलिए मुझे ऋण चिह्न मिलेगा
इसलिए मुझे z का माइनस b से h मिलता है जो कि z के b प्लस डेल्टा z माइनस b के z में h के अलावा और कुछ नहीं है जैसे z के b प्लस डेल्टा z माइनस b का z लगभग बराबर है डेल्टा z में डेल b बाय डेल z फिर से उसी तर्क का उपयोग करते हुए जैसा कि मैंने डेल ई की गणना के लिए दिया था द्वारा डेल ज़ी तुरंत लिख सकता है कि यहाँ याद रखें कि मैंने यहाँ लिखा था z का e z प्लस डेल्टा z माइनस e z का z डेल्टा zde था z का dzb प्लस डेल्टा z माइनस b का z लगभग डेल्टा z है डेल b द्वारा डेल z सो इंटीग्रल बी डॉट डीएल डेल बी के बराबर होगा डेल जेड गुणा एक्स डेल्टा जेड फिर से मैं आंशिक व्युत्पन्न लिख रहा हूं क्योंकि चुंबकीय क्षेत्र स्थिति और समय पर निर्भर करता है और
इसलिए यह जेड के संबंध में एक व्युत्पन्न है जो समय को स्थिर रखता है अब मुझे दाहिने हाथ की गणना करनी चाहिए पक्ष जो विद्युत प्रवाह ई डॉट दा पर निर्भर करता है,
इसलिए यहां यह लूप से घिरा हुआ क्षेत्र है और याद रखें कि अब एकीकरण इस दिशा में है,
इसलिए क्षेत्र को दाएं हाथ के नियम का उपयोग करके इसे इंगित करना चाहिए यह एकीकरण का मार्ग है इस दिशा में और दाहिने हाथ के नियम के कारण क्षेत्र नीचे की ओर इशारा कर रहा है बिजली का पहिया ऊपर की ओर इशारा कर रहा है और
इसलिए विद्युत प्रवाह ऋणात्मक है कृपया याद रखें कि इस समीकरण में विद्युत क्षेत्र ऊपर की ओर इशारा कर रहा है।
आगे और
इसलिए e dot da का अब फिर से एक ऋणात्मक चिन्ह होगा जैसा कि पहले मैं यह मानने जा रहा हूँ कि इस लूप के क्षेत्र के भीतर विद्युत क्षेत्र लगभग स्थिर है,
इसलिए यह इंटीग्रल बस इस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र से गुणा किया जाएगा।
लूप का तो यह लूप के क्षेत्र में z के e के माइनस के बराबर है जो कि h डेल्टा zi है, यह मानते हुए कि लूप के क्षेत्र के भीतर विद्युत क्षेत्र लगभग स्थिर है,
इसलिए e dot da माइनस eda है क्योंकि क्षेत्र नीचे की ओर इंगित कर रहा है विद्युत क्षेत्र ऊपर की ओर इशारा कर रहा है और इस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र z का लगभग e है और क्षेत्र से गुणा किया जाता है जो h गुना है z
इसलिए mu naught epsilon n naught d by dt of इंटीग्रल ई डॉट दा माइनस म्यू नॉट एप्सिलॉन नॉट डेल के बराबर होगा ई डेल टी में एच डेल्टा जेड फिर से मैं आंशिक व्युत्पन्न लिख रहा हूं क्योंकि विद्युत क्षेत्र दोनों स्थिति जेड और समय का एक कार्य है और यह व्युत्पन्न केवल समय के संबंध में है
इसलिए मैं उन दोनों को इस int में प्रतिस्थापित करता हूं एम्पीयर के नियम का एग्रेल बी डॉट डीएल म्यू नॉट के बराबर है एप्सिलॉन नॉट डी बाय डीटी बाय इंटीग्रल ई डॉट डी
इसलिए मैंने अभी एएच बी डॉट डीएल इंटीग्रल की गणना की है
इसलिए बी नॉट डीएल इंटीग्रल डेल बी बाय डेल जेड डेल्टा जेड माइनस म्यू नॉट के बराबर है एप्सिलॉन नॉट डेल ई बाय डेल वें डेल्टा जेड जिसका अर्थ है डेल बी बाय डेल जेड माइनस म्यू नॉट के बराबर है एप्सिलॉन नॉट डेल ई बाय डेल टी तो जैसे मेरे पास डेल ई द्वारा डेल जेड डेल बी द्वारा डेल टी से संबंधित एक समीकरण था, एक और रिश्ता है डेल बी बाय डेल जेड और डेल ई बाय डेल टी के बीच यदि समाधान जो मैंने लिखा है, एम्पीयर सामान्यीकृत एम्पीयर के नियम को संतुष्ट करना है तो विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों को इस समीकरण को संतुष्ट करना चाहिए डेल बी द्वारा डेल जेड माइनस म्यू जीरो एप्सिलॉन जीरो डेल है ई द्वारा डेल टी तो मुझे समाधान को प्रतिस्थापित करने दें तो मुझे इसे फिर से लिखने दें ताकि डेल वी बाय डेल जेड माइनस म्यू नॉट एप्सिलॉन नॉट डेल ई बाय डेल टी नाउ बी बराबर बी नॉट साइन केजेड माइनस ओमेगा टी सो डेल बी के बराबर है।
by del z बराबर kb naught kb naught cos kz .
है माइनस ओमेगा ते दिया गया था ई नॉट साइन केजेड माइनस ओमेगा टी सो डेल ई बाय डेल टी बराबर माइनस ओमेगा ई नॉट कॉस केजेड माइनस ओमेगा डिफरेंशियल सिन इज कोसाइन है और क्योंकि यहां माइनस साइन है, मुझे यहां माइनस मिलता है और ओमेगा सो अगर मैं इसे इस समीकरण में प्रतिस्थापित करता हूं तो मुझे k बार b naught बराबर mu शून्य epsilon शून्य में ओमेगा ई शून्य के बराबर होता है,
इसलिए यह एक और समीकरण है यदि मैंने जो समाधान लिखा है वह सामान्यीकृत एम्पीयर के नियम को पूरा करना चाहिए तो ई शून्य और बी शून्य को संतुष्ट करना चाहिए यह समीकरण तो अब मुझे दूसरे समीकरण को याद करने दें जो मुझे मिला है जो कि एह फैराडे के नियम को संतुष्ट करने की स्थिति है ,
इसलिए मुझे दो समीकरण मिले हैं यदि मैंने जो समाधान लिखे हैं , वे एम्पीयर आह फैराडे के प्रेरण के नियम को संतुष्ट करते हैं ई शून्य और बी शून्य से संबंधित हैं यह अगर समाधान सामान्यीकृत एम्पीयर कानून को संतुष्ट करना चाहिए e naught और b naught इससे संबंधित हैं तो मुझे इस समीकरण को फिर से लिखने और सरल बनाने दें,
इसलिए मेरे पास अब दो समीकरण हैं
इसलिए k टाइम्स ई नॉट बराबर है टू ओमेगा टाइम्स बी नॉट और के टाइम्स बी नॉट म्यू नॉट के बराबर है एप्सिलॉन एन नॉट ओमेगा ई नॉट तो मुझे इन दोनों समीकरणों को गुणा करने दें, मुझे के स्क्वायर ई नॉट बी नॉट एमयू नॉट के बराबर है एप्सिलॉन एन नॉट ओमेगा स्क्वायर ई नॉट बी नॉट

इसलिए अगर मैं ई नॉट बी नॉट को रद्द करता हूं तो मुझे के स्क्वायर म्यू नॉट एप्सिलॉन नॉट ओमेगा स्क्वायर के बराबर मिलता है,
इसलिए अब मुझे ओमेगा और के के बीच एक रिश्ता मिला है जो समाधान में समाधान में दिखाई देता है, वहां ओमेगा है और याद रखें जब मैं चर्चा कर रहा था एक स्ट्रिंग पर तरंगें मैंने तरंग की गति को ओमेगा के रूप में k द्वारा परिभाषित किया था
इसलिए ओमेगा और k इससे संबंधित हैं
इसलिए तरंग की गति ओमेगा बटा k के बराबर है जो कि एप्सिलॉन के वर्गमूल द्वारा एक के बराबर है mu शून्य तो यह है विद्युत चुम्बकीय तरंग की गति जो मैंने आपको दिखाई है, वह यह है कि मैंने एक तरंग के रूप में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के समाधान के साथ शुरुआत की थी, मैं आपको फिर से स्लाइड दिखाता हूँ यहाँ विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र हम रूप में लिखे गए हैं aw .
का यहां विद्युत क्षेत्र को साइन केजेड माइनस ओमेगा टी के रूप में लिखा जाता है जो कि जेड दिशा के साथ फैलने वाली तरंग है जेबी नॉट सिन केजेड माइनस ओमेगा टा मैग्नेटिक फील्ड प्रोपेगेटिंग जेड दिशा में एक लहर है, ये दोनों विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र से जुड़े हैं विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र और यदि इन दोनों को समाधान होना है तो मैक्सवेल के समीकरणों को संतुष्ट करना है, हम पाते हैं कि ये तरंगें हैं क्योंकि मैंने इस तरह के समाधान लिखे हैं ये तरंगें हैं और ये विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं और मुक्त स्थान में विद्युत चुम्बकीय तरंग की गति है एप्सिलॉन नॉट म्यू नॉट द्वारा एक द्वारा दिया गया जिसे वास्तव में सी कहा जाता है मुक्त स्थान में प्रकाश की गति और यह वह गति है जिसे मैंने पहले लिखा था
इसलिए आप यहां देखते हैं कि मुक्त स्थान में विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृत्ति से स्वतंत्र सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगें कोई फर्क नहीं पड़ता आप कितनी आवृत्ति लेते हैं चाहे आप मेगाहर्ट्ज़ आवृत्तियों पर रेडियो तरंगें लेते हैं या गीगा हर्ट्ज़ आवृत्तियों पर माइक्रोवेव या लिग एचटी तरंगें या एक्स किरणें या गामा किरणें ये सभी तरंगें जिनमें विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र शामिल हैं, एक ही गति से फैलती हैं सी जो कि एप्सिलॉन जीरो म्यू ज़ीरो वर्गमूल द्वारा एक है,
इसलिए यह एक आह है यह एक बहुत ही महत्वपूर्ण संबंध है जो हमें मिला है I आज जो मैंने आपको दिखाया है, वह यह है कि विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र मुक्त स्थान में तरंगों के रूप में प्रचारित कर सकते हैं और इन तरंगों की गति कुछ भी नहीं है, बल्कि एप्सिलॉन के वर्गमूल द्वारा दी गई है शून्य एमयू शून्य मुक्त स्थान में अनिवार्य रूप से मेरे पास क्या है वास्तव में मैक्सवेल के समीकरण को हल नहीं किया, फिर समाधान मिला, लेकिन जो मैंने आपको अनिवार्य रूप से दिखाया है वह यह है कि अगर मैं बिजली और चुंबकीय क्षेत्रों का एक तरंग समाधान लिखता हूं तो मैं मैक्सवेल के समीकरणों को संतुष्ट कर सकता हूं, ये समाधान उन समीकरणों को अधिकतम करते हैं बशर्ते ये तरंगें गति से यात्रा करें जो कि है एप्सिलॉन जीरो म्यू जीरो स्क्वायर रूट द्वारा दिया गया और यह जेम्स क्लार्क मैक्सवेल की भविष्यवाणी थी और जब उन्होंने पाया कि प्रकाश की गति इलेक्ट्रोमैग्न की गति है इटिक तरंग एप्सिलॉन शून्य स्थिरांक और म्यू शून्य स्थिरांक से संबंधित है और c का मान जो उसने इस समीकरण से प्राप्त किया वह मुक्त स्थान में प्रकाश के वेग के इतना करीब था कि मुक्त स्थान में प्रकाश की मापी गई गति ने भविष्यवाणी की कि प्रकाश होना चाहिए विद्युत चुम्बकीय और जैसा कि मैंने पहले उल्लेख किया था कि 1888 में हर्ट्ज़ थे जिन्होंने प्रयोग किए थे और इन विद्युत चुम्बकीय तरंगों की पीढ़ी का पता लगाया था और फिर अब हम जानते हैं कि विद्युत चुम्बकीय तरंगें सभी प्रकार की आवृत्तियों पर मौजूद हैं और हमने उन्हें अलग-अलग नामों के लिए अलग-अलग नाम दिए हैं।
आवृत्तियों और ठीक वैसे ही जैसे मुक्त स्थान में विद्युत चुम्बकीय तरंगों की गति से पहले c जो लगभग तीन दस प्रति आठ मीटर प्रति सेकंड है और याद रखें कि विद्युत चुम्बकीय तरंगों की तरंग दैर्ध्य लैम्ब्डा के बराबर है यह c ब नू है
इसलिए विभिन्न आवृत्तियों की विशेषता अलग-अलग होती है तरंगदैर्घ्य ये सभी तरंगदैर्घ्य मुक्त स्थान में हैं
इसलिए मैं आपसे फ्री के मानों को स्थानापन्न करने का आग्रह करूंगा रेडियो तरंगों के लिए मात्राएँ प्रकाश तरंगें एक्स रे और गामा किरणों को माइक्रोवेव करती हैं और तरंग दैर्ध्य की गणना करती हैं और आप देखेंगे कि आमतौर पर रेडियो तरंगें कुछ सौ मीटर की तरंग दैर्ध्य की होती हैं माइक्रोवेव सेंटीमीटर में प्रकाश तरंगें नैनोमीटर में होती हैं एक्स किरणें इससे भी बहुत छोटी होती हैं एक नैनोमीटर का वह अंश और फिर आपके पास पिकोमीटर की सीमा में गामा किरणें होती हैं,
इसलिए तरंग दैर्ध्य तरंग दैर्ध्य की एक पूरी श्रृंखला पर होते हैं और समान आवृत्तियों के पूरक होते हैं,
इसलिए ये सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं, अब एक बार जब मुझे ये विद्युत चुम्बकीय तरंगें मिल जाती हैं, तो याद रखें कि मैंने आपको लंबे समय तक दिखाया है समय पहले जब हम इलेक्ट्रोस्टैटिक्स और मैग्नेटोस्टैटिक्स पर चर्चा कर रहे थे कि विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों में ऊर्जा संग्रहीत होती है और संग्रहीत ऊर्जा विद्युत चुम्बकीय तरंगों में इतनी ऊर्जा संग्रहीत ऊर्जा द्वारा दी जाती है,
इसलिए मैंने आह दिखाया था कि इलेक्ट्रोस्टैटिक ऊर्जा घनत्व आधा ईपीएसलॉन शून्य है ई वर्ग जो विद्युत ऊर्जा घनत्व ऊर्जा प्रति इकाई आयतन समान है चुंबकीय ऊर्जा घनत्व एक बटा दो mu शून्य b वर्ग है अब हमें ये दो समाधान यहां मिल गए हैं और मैंने आपको गति s one by epsilon शून्य mu शून्य वर्गमूल दिखाया है,
इसलिए इस समीकरण पर भी ध्यान दें यह समीकरण मुझे यह देखने देता है कि इसका क्या अर्थ है ke naught मुझे उस समीकरण को पढ़ने दें तो k बार e naught बराबर ओमेगा बार v शून्य है इसका अर्थ है b naught बराबर k बटा ओमेगा गुणा e naught और k बटा ओमेगा एक बटा c है
इसलिए यह e n n बटा c के बराबर है
इसलिए यदि ई शून्य विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र के अधिकतम मूल्य का प्रतिनिधित्व करता है तो विद्युत चुम्बकीय तरंग में चुंबकीय क्षेत्र का अधिकतम मूल्य c से शून्य होता है जहां c मुक्त स्थान में प्रकाश की गति होती है,
इसलिए यह फिर से एक बहुत ही महत्वपूर्ण संबंध है I यह याद रखना चाहिए कि मुक्त स्थान में इलेक्ट्रोमैग्नेटिक तरंग के इलेक्ट्रॉन और विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र बी से संबंधित हैं, ई नॉट बटा सी के बराबर है,
इसलिए मैं इसे यहां उदाहरण के लिए प्रतिस्थापित करता हूं और मुझे जो मिलता है वह यूबी बराबर हो जाता है यूबी के लिए एक बटा दो म्यू

शून्य आह बी वर्ग था जो एक बटा दो म्यू शून्य बी शून्य वर्ग के बराबर है साइन वर्ग केजेड माइनस ओमेगा टी जो एक बटा दो म्यू शून्य के बराबर है अब पी नॉट ई नॉट बाय सी सो ई नॉट स्क्वायर है सी स्क्वायर से साइन स्क्वायर केजेड माइनस ओमेगा टी और यह एक बटा दो म्यू नॉट अब एक बटा सी स्क्वायर है एप्सिलॉन जीरो म्यू जीरो ई नॉट स्क्वायर साइन स्क्वायर केजेड माइनस ओमेगा टी जो कुछ भी नहीं बल्कि एक बटा दो एप्सिलॉन जीरो ई नॉट स्क्वायर पाप स्क्वायर है kz माइनस ओमेगा t वह चुंबकीय ऊर्जा घनत्व है, विद्युत ऊर्जा घनत्व एक बटा दो epsilon शून्य e वर्ग है जो एक बटा दो epsilon शून्य e naught वर्ग साइन वर्ग kz माइनस ओमेगा t के अलावा और कुछ नहीं है,

इसलिए आप देखते हैं कि इस संबंध के कारण b शून्य ई नॉट बटा सी के बराबर है जो आप पाते हैं कि विद्युत क्षेत्र का ऊर्जा घनत्व विद्युत चुम्बकीय तरंग में है और विद्युत चुम्बकीय तरंग में चुंबकीय क्षेत्र का ऊर्जा घनत्व बिल्कुल बराबर है दोनों आधा एप्सिलॉन शून्य ई नॉट एस के बराबर हैं क्वायर पाप स्क्वायर केजेड माइनस ओमेगा टी

इसलिए इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वेव के रूप में यह प्रचार करता है कि इस ऊर्जा को ले जा रहा है क्योंकि यह फैलता है

इसलिए मैं कुल ऊर्जा घनत्व लिख सकता हूं

जो यूई प्लस यूबी के बराबर है जो एप्सिलॉन जीरो ई नॉट स्क्वायर साइन स्क्वायर केजेड माइनस ओमेगा के बराबर हो जाता है।

टीआई ने इन दोनों को जोड़ा है, यह विद्युत क्षेत्र ऊर्जा घनत्व चुंबकीय क्षेत्र ऊर्जा घनत्व है, वे समान हैं और

इसलिए मुझे एप्सिलॉन शून्य ई शून्य वर्ग पाप वर्ग kz माइनस ओमेगा टी मिलता है अब यह एक समय भिन्न है और एक स्थिति भिन्न कार्य है जैसा कि आप इसे देख सकते हैं पाप वर्ग के रूप में भिन्न होता है माइनस ओमेगा टी अब ऑप्टिकल आवृत्तियों पर आवृत्ति बहुत बड़ी है

इसलिए इसका पालन करना बहुत मुश्किल है

इसलिए हम सामान्य रूप से जो करते हैं वह इस ऊर्जा घनत्व के औसत समय औसत की गणना करना है और मैं समय की गणना कर सकता हूं औसत एक के बाद एक तो मैं इसे यू डैश वन बटा टी इंटीग्रल ज़ीरो टू टुडटी इंटीग्रेट टू द वेव ऑफ़ द वेव के साथ

इसलिए टी दो पीआई बाय ओमेगा के बराबर कहता हूं

इसलिए मैं ओ से अधिक को एकीकृत करता हूं एकीकरण के समय से विभाजित लहर की अवधि और मुझे औसत मूल्य मिलता है ताकि औसत की गणना करने के लिए मैं एक निश्चित क्षेत्र में एकीकृत करता हूं और उस क्षेत्र की उस चौड़ाई से विभाजित करता हूं और मुझे औसत मिलता है

इसलिए यह ईपीएसलॉन के बराबर है 0 ई शून्य वर्ग टी 0 से टी पाप वर्ग केजेड शून्य ओमेगा टीडीटी के साथ टी दो पीआई ओमेगा द्वारा दिया गया है और आह मेरा मानना है कि यह आपके लिए एक समस्या है यह दिखाने के लिए क यह ई ीएसलॉन शून्य ई शून्य वर्ग के आधे के बराबर है त आप दिखाते हैं वह 1 बाय टी इंटीग्रल 0 टू टी साइन स्क्वायर kn माइनस ओमेगा टी डीटी वास्तव में आधा है आपको पता होना चाहिए कि एक पाप स्क्वायर फ़ंक्शन का औसत कोसाइन स्क्वायर फ़ंक्शन का औसत आधा है ताकि औसत आधा हो और यही समय है विद्युत चुम्बकीय तरंग से जुड़ा औसत कुल ऊर्जा घनत्व और यह ऊर्जा वास्तव में यहाँ की तरह फैल रही है

इसलिए मैं वास्तव में निम्नलिखित स्थिति को देख सकता हूँ

इसलिए मैंने मुझे एक इकाई क्षेत्र लेने दिया है

इसलिए यह एक इकाई क्षेत्र है और लंबाई ci लंबाई के साथ एक घन लें क्यूबोई d लंबाई c और इकाई क्षेत्र के साथ, जैसा कि आप यहां देख सकते हैं कि तरंगें उस दिशा में फैल रही हैं यह दिशा है

इसलिए एक इकाई समय में इस मात्रा के भीतर निहित सभी ऊर्जा इस क्षेत्र को पार कर जाएगी इस मात्रा के भीतर निहित सभी ऊर्जा होगी इस क्षेत्र को पार करें ताकि मैं प्रति यूनिट समय में औसत ऊर्जा क्रॉसिंग इकाई क्षेत्र की गणना कर सकूं, जो कि मात्रा में ऊर्जा घनत्व के बराबर है जो कि एक से दो के बराबर है c epsilon शून्य ई शून्य वर्ग तो यह ऊर्जा जो विद्युत चुम्बकीय तरंगों में निहित है प्रसार कर रहा है और एक इकाई समय में लंबाई c और इकाई क्षेत्र के इस आयतन में निहित ऊर्जा सतह को पार कर जाएगी और वह ऊर्जा यही होती है और इसे तीव्रता भी कहा जाता है और आमतौर पर i के रूप में संदर्भित किया जाता है

इसलिए विद्युत चुम्बकीय तरंग की तीव्रता है आधा fc epsilon शून्य e शून्य वर्ग द्वारा दिया गया इतनी तीव्रता और विद्युत क्षेत्र इस संबंध के माध्यम से बहुत महत्वपूर्ण संबंध हैं यदि आप तीव्रता जानते हैं तो y आप प्रति यूनिट क्षेत्र प्रति यूनिट समय में पावर क्रॉसिंग जानते हैं तो आप यहां संबंधित विद्युत क्षेत्र की गणना कर सकते हैं और

इसलिए मुझे इस समीकरण को फिर से लिखने दें,

इसलिए मैं एक बटा दो सी ईपीएसलॉन शून्य ई शून्य वर्ग के बराबर है और ई शून्य भी बराबर है सी एप्सिलॉन द्वारा दो का वर्गमूल

इसलिए यदि आप तीव्रता जानते हैं तो आप विद्युत क्षेत्र की गणना कर सकते हैं यदि आप विद्युत क्षेत्र को जानते हैं तो आप उन तरंगों की तीव्रता की गणना कर सकते हैं अब आह तो हमने अब क्या किया है कि हमने वास्तव में विद्युत को लिखा है और तरंगों के रूप में चुंबकीय क्षेत्र और मैंने आपको दिखाया है कि जो समाधान मैंने लिखा है वह मैक्सवेल के समीकरणों के अनुरूप है जो मैक्सवेल के समीकरणों को संतुष्ट करता है बशर्ते मैं गति को सी के रूप में लेता हूं और मुझे विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के परिमाण के बीच संबंध मिलता है और यही वह है भविष्यवाणी अब मैं कुछ उदाहरण लेना चाहता था और गणना करना चाहता था कि सामान्य परिस्थितियों में किस प्रकार के विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होते हैं

इसलिए पहला उदाहरण जिसे मैं देखना चाहता हूं वह सूर्य है सूर्य का प्रकाश एक विद्युतचुंबकीय तरंग है , सूर्य का प्रकाश पृथ्वी पर गिर रहा है क्योंकि यह पृथ्वी के बाहर आता है यह बहुत अधिक है लेकिन जैसे-जैसे यह पृथ्वी के वायुमंडल में फैलता है यह बिखर जाता है

इसलिए अंत में पृथ्वी पर औसत तीव्रता के रूप में यह गिरती है जमीन लगभग 1000 वाट प्रति वर्ग मीटर है जो तीव्रता की इकाई है प्रति इकाई क्षेत्र में इतनी शक्ति है कि तीव्रता जो प्रति वर्ग मीटर वाट है

इसलिए मैं इसका उपयोग कर सकता हूं मैं यह मान रहा हूं कि यह एक एकल आवृत्ति तरंग है और यह औसत पर है मैं विद्युत क्षेत्र की गणना करने के लिए इस समीकरण का उपयोग कर सकता हूं,
इसलिए सूर्य के प्रकाश का विद्युत क्षेत्र दो i बटा c एप्सिलॉन शून्य के बराबर है जो कि दाएं प्रति आधे के बराबर है जो प्रकाश के वेग से दो गुणा दस से घात तीन के बराबर है खाली स्थान में तीन दस शक्ति आठ में एप्सिलॉन शून्य जो आठ दशमलव आठ पांच दस से घटाकर बारह को आधा कर दिया गया है और यह लगभग आठ सौ सत्तर वोल्ट पी एर मीटर
इसलिए सूरज की रोशनी लगभग आठ सौ सत्तर वोल्ट प्रति मीटर से अधिक संभावित वोल्टेज विद्युत क्षेत्र का उत्पादन कर रही है और मैं संबंधित चुंबकीय क्षेत्र की गणना भी कर सकता हूं वी शून्य ई शून्य बटा सी के बराबर है जो तीन दस शक्ति से विभाजित आठ सत्तर के बराबर है आठ जो लगभग तीन गुणा दस से घटा छह टेस्ला आठ सौ सत्तर वाट प्रति मीटर के क्रम का एक विद्युत क्षेत्र और तीन माइक्रो टेस्ला के क्रम का एक चुंबकीय क्षेत्र है,
इसलिए सूर्य से विद्युत चुम्बकीय तरंगें इस प्रकार की विद्युत का निर्माण कर रही हैं और चुंबकीय क्षेत्र मुझे एक और उदाहरण लेते हैं , उन्नीस सत्तर सात में एक उपग्रह लॉन्च किया गया था जिसे सितंबर 1977 में वोयाजर कहा जाता है, इसने पिछले 30 वर्षों में यात्रा की है और इसने सौर मंडल को छोड़ दिया है और अंतरिक्ष में बाहर है और
इसलिए वर्तमान दूरी लगभग 2 गुणा 10 से शक्ति 13 मीटर है और ट्रांसमीटर शक्ति लगभग 20 वाट है अब यह ट्रांसमीटर अंदर नहीं जा रहा है सभी दिशाओं लेकिन यह एक एंटीना का एक रूप है जिसे आपने केबल टेलीविजन एंटेना के लिए उपयोग किए जा रहे एंटीना को देखा होगा,
इसलिए एक एंटीना है जो वास्तव में तरंगों को एक विशेष दिशा में निर्देशित करता है और
इसलिए सभी दिशाओं में जाने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगों के बजाय आप वास्तव में इन विद्युत चुम्बकीय तरंगों के प्रसार को कम कर सकते हैं और विद्युत चुम्बकीय तरंग की तीव्रता को उस दिशा में बढ़ा सकते हैं जो आप चाहते हैं और
इसलिए हम परिभाषित करते हैं कि एंटीना लाभ के रूप में क्या कहा जाता है जो लगभग छह दशमलव पांच गुणा दस प्रति चार है जो अनिवार्य रूप से यह देता है मुझे कितनी बढ़ी हुई तीव्रता मिलती है क्योंकि मैं अब एक विशेष दिशा में विद्युत चुम्बकीय तरंगों को निर्देशित कर रहा हूं और सभी दिशाओं में विकिरण नहीं कर रहा हूं और फिर मैं प्राप्त तीव्रता की गणना कर सकता हूं जो कि बीस वाट के बराबर है, उत्सर्जित शक्ति छह का लाभ है घात का पांच गुना
चार पीआई से विभाजित दूरी वर्ग में जो दो गुणा दस से घात तेरह तक है वर्ग और यदि आप इसकी गणना करते हैं तो यह लगभग दो दशमलव छह दस से घटाकर बाईस वाट प्रति वर्ग मीटर होता है जो उस वॉयजर अंतरिक्ष यान से यहां आने वाली तीव्रता का एक बहुत छोटा मूल्य है और हम वास्तव में तुरंत संबंधित विद्युत क्षेत्र विद्युत की गणना कर सकते हैं क्षेत्र दो i बटा c epsilon शून्य वृद्धि प्रति आधा है और जो चार दशमलव चार दस से घटा दस वोल्ट प्रति मीटर और चुंबकीय क्षेत्र e n n बटा c के बराबर है जो लगभग एक बिंदु पांच गुणा दस है माइनस अठारह यह एक बहुत छोटा विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र है जो अंतरिक्ष यान से आ रहा है और यहां हमारे डिटेक्टर इन संकेतों का पता लगाने में सक्षम हैं
और एक अंतिम उदाहरण जो मैं आपको देना चाहता हूं वह एक लेजर है मान लीजिए कि मैं एक लेजर लेता हूं आप में से आपने लेज़र पॉइंटर्स देखे होंगे,
इसलिए उनके पास आम तौर पर होता है यदि मैं दस मिली वाट से एक लेज़र पावर लेता हूँ
जो कि माइनस टू वॉट के दस के बराबर है और यदि मैं त्रिज्या मान लेता हूँ लेज़र बीम का लगभग एक मिलीमीटर है तो तीव्रता क्षेत्रफल के हिसाब से शक्ति के बराबर होती है जो दस गुणा दो गुणा पाई गुणा r वर्ग के बराबर होती है जो दस से घटा छह मीटर वर्ग होता है जो कि दस के बराबर शक्ति चार के बराबर होता है पीआई वाट प्रति वर्ग मीटर द्वारा और मैं तुरंत ई शून्य की गणना कर सकता हूं जो कि दो आई बाय सी ईपीएसलॉन शून्य प्रति आधा है जो प्रति मीटर एक बिंदु पांच किलो वोल्ट होता है और संबंधित चुंबकीय क्षेत्र सी से शून्य होता है जो बाहर आता है पांच दस से घटा छह टेस्ला हो ताकि आप देख सकें कि यहां बिजली का स्तर काफी मजबूत है जो लगभग एक हजार वाट प्रति 3000 वाट प्रति वर्ग मीटर है और संबंधित विद्युत क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र है
इसलिए ये दो या तीन उदाहरण थे जो मैंने सोचा था आपकी रुचि हो सकती है कि आप वास्तव में विद्युत चुम्बकीय तरंगों की तीव्रता से गणना कर सकते हैं आप वास्तव में संबंधित विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों की गणना कर सकते हैं और
इसलिए हमने जो किया है वह अब हमारे पास है विद्युत चुंबकत्व पर इस पाठ्यक्रम के अंत में आते हैं, तो आइए याद करें कि हमने व्याख्यानों के माध्यम से पिछले व्याख्यानों को प्राप्त किया है जो विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों का वर्णन करते हैं, हम यह समझने की कोशिश करते हैं कि ये विद्युत क्षेत्र क्या हैं और चुंबकीय क्षेत्र क्या हैं जिन्हें हमने समीकरणों को लिखा है और अंत में हम सभी समीकरणों को समीकरणों के एक सेट में जोड़ते हैं जिसे मैक्सवेल के समीकरण कहा जाता है मैक्सवेल ने उस समीकरण में एम्पीयर के नियम में एक बहुत ही महत्वपूर्ण योगदान जोड़ा और जिसे हम विस्थापन धारा कहते हैं और हमें चार बहुत ही महत्वपूर्ण समीकरण मिले जो सभी विद्युत चुंबकत्व का वर्णन करते हैं ताकि वे लोरेंत्ज़ बल कानून के साथ समीकरण जो हम पहले ही उपयोग कर चुके हैं, हमें उन सभी प्रणालियों का पूर्ण विद्युत चुम्बकीय व्यवहार प्रदान करते हैं जिनकी आप कल्पना कर सकते हैं और
इसलिए ये समीकरण भौतिकी इंजीनियरिंग का एक बहुत ही महत्वपूर्ण हिस्सा हैं, हम इतने सारे अनुप्रयोगों में विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उपयोग कर रहे हैं आज हमारे संचार हमारे मोबाइल संचार रेडियो तरंगों या माइक्रो .
पर निर्भर करता है तरंगें हमारे पास प्रकाश तरंगें हैं जिनका उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए किया जा रहा है हमारे पास संचार उपग्रह हैं दूर दूर से रेडियो तरंगों को प्रसारित करने की दर हमारे पास है हम सभी संभावित अनुप्रयोगों पर विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उपयोग कर रहे हैं और ये हमारे समाज का एक बहुत ही महत्वपूर्ण घटक है और मुझे लगता है कि हम इन समीकरणों का उपयोग करके इसका उपयोग करने में

सक्षम हैं विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के पीछे कुछ भौतिकी बहुत ही रोचक भौतिकी को समझने की कोशिश करें और हम कैसे मुक्त स्थान में विद्युत चुम्बकीय तरंगों को उत्पन्न और प्रचारित कर सकते हैं यह एक बहुत ही महत्वपूर्ण पहलू है कि इन तरंगों को किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है प्रचार करने के लिए आपके पास मुक्त स्थान में विद्युत चुम्बकीय तरंगें फैलती हैं और यह वेग प्रकाश की गति c जो यहाँ भी है, विशेष सापेक्षता का आधार भी है जिसे आइंस्टीन ने पोस्ट किया था और

इसलिए ii आशा है कि मैं आपको कुछ उत्तेजना व्यक्त करने में सक्षम हूं और मैक्सवेल के समीकरणों और पूर्व के प्रकार के पीछे रुचि और अद्भुत भौतिकी आप सभी के लिए समझने के लिए और भी बहुत कुछ है, हमने सामग्री में विद्युत चुम्बकीय तरंगों पर चर्चा नहीं की है,

इसलिए हम वास्तव में इनमें से कई को समझ सकते हैं और जैसा कि मैंने पहले व्याख्यान में मेटा सामग्री की बहुत ही रोचक अवधारणा का उल्लेख किया है।

और नकारात्मक अपवर्तनांक और इसी तरह ये सभी विद्युत चुंबकत्व के दायरे में आते हैं, हम वास्तव में संरचनाएं बना सकते हैं, हम संरचनाओं को डिजाइन कर सकते हैं जिसमें हम कर सकते हैं क्योंकि हम विद्युत पारगम्यता एप्सिलॉन और चुंबकीय पारगम्यता म्यू के बहुत ही रोचक गुण प्राप्त कर सकते हैं और

इसलिए ये एक हैं आज भौतिकी के एक बहुत ही महत्वपूर्ण पहलू के रूप में और मुझे आशा है कि आपने विद्युत चुंबकत्व पर व्याख्यान के पाठ्यक्रम का आनंद लिया है और आप सभी को शुभकामनाएं, बहुत-बहुत धन्यवाद