[टाळ्या ] तुम्हा सर्वांना सुप्रभात शेवटच्या लेक्चरमध्ये आम्ही विस्थापन करंटच्या संकल्पनेबद्दल चर्चा करायला सुरुवात केली होती म्हणून मला शेवटच्या व्याख्यानाच्या शेवटच्या शेवटी झालेल्या चर्चेतील काही गोष्टी आठवू इच्छितो कारण हे ही एक अतिशय महत्त्वाची संकल्पना आहे जी आपल्याला अगदी स्पष्टपणे समजून घेणे आवश्यक आहे म्हणून आम्ही दाखवून दिले की अँपिअरचा नियम या फॉर्ममध्ये अँपिअरचा नियम जो आपण आधी मिळवला होता आणि प्रवाहाने निर्माण होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्रांच्या गणनेसाठी वापरला होता

.

हे दाखवा आम्ही काय केले ते आम्ही

येथे कॅपेसिटर प्लेट्सची एक जोडी घेतली होती आणि आम्ही कॅपेसिटरच्या चार्जिंगकडे पाहतो

त्यामुळे वेळेचे कार्य म्हणून तेथे विद्युत प्रवाह वाहतो आणि कॅपेसिटर प्लेट्स चार्ज होतो म्हणून उद्देश काय आहे हे शोधणे आहे या टप्प्यावर चुंबकीय क्षेत्र म्हणते म्हणून आपण काय केले ते काय होते आपण साधारणपणे एए लूप कसे काढतो आपण एकत्रीकरणाचा लूप घेतो

अक्षाभोवती एक वर्तुळाकार लूप आणि कॅल्क्यु लेट डाव्या हाताची बाजू जी अविभाज्य आहे v डॉट डीएल आता या उदाहरणात सममितीमुळे सरळ वायरमुळे चुंबकीय क्षेत्र हे अझिमुथल असेल म्हणून आपण आधी चर्चा केली आहे आणि

त्यामुळे मी आता ही डाव्या बाजूचे एकत्रीकरण करू शकतो उजवा हात काय आहे? या समीकरणाची बाजू उजवीकडे आहे ज्यामध्ये पृष्ठभागावरून जाणारा विद्युतप्रवाह समाविष्ट आहे ज्याची सीमा ही वक्र आहे कृपया लक्षात ठेवा की डाव्या बाजूला आपल्याकडे एका ओळीच्या रेषेवर एकीकरण आहे अविभाज्य म्हणजे उजव्या हाताच्या बाजूला असलेल्या मार्गावर एकीकरण आहे ज्या पृष्ठभागाची ही रेषा सीमा आहे त्या पृष्ठभागावर प्रवाह ओलांडणे

म्हणजे साधारणपणे आपण जे करतो ते म्हणजे वायर ओलांडणाऱ्या पृष्ठभागाला समतल पृष्ठभाग मानणे आणि

त्यामुळे उजवीकडील बाजू पृष्ठभागावरून जाणाऱ्या विद्युत् प्रवाहाच्या शून्यपट बनते.

आणि आम्ही याचा वापर वायरच्या सभोवतालच्या चुंबकीय क्षेत्राची गणना करण्यासाठी केला होता आणि विविध भिन्न भिन्न चुंबकीय क्षेत्रे प्राप्त केली होती आता समस्या अशी आहे की यामध्ये उजव्या बाजूस अविभाज्य जर मला वर्तमान संलग्न दिसले तर मला पृष्ठभाग निवडण्याची आवश्यकता नाही ज्याची सीमा ही रेषा आहे, म्हणून मी येथे समान कॅपेसिटर काढल्यास मी उदाहरणार्थ निवडू शकलो असतो.

प्लेट कॅपॅसिटर प्लेट येथे येत आहे म्हणून ही माझी लूप आहे जी मी घेतली आहे मी दुसरी पृष्ठभाग निवडू शकलो असतो जी मी निवडू शकलो असतो तो असा आहे हा पृष्ठभाग आहे

त्यामुळे हे मध्यभागी छिद्र असलेल्या aa बॉक्ससारखे आहे आणि ही माझी पृष्ठभाग आहे आता पृष्ठभाग कॅपेसिटर प्लेट्सला वेढून टाकते परंतु वायर ओलांडत नाही म्हणून जेव्हा मी ही समस्या पाहतो तेव्हा असे दिसते की संलग्न वर्तमान शून्य आहे कारण पृष्ठभागावर कोणतेही विद्युत प्रवाह नाही कारण ही पृष्ठभाग वायर ओलांडत नाही वायर पृष्ठभाग ओलांडत नाही याचा अर्थ असा आहे की पृष्ठभाग ओलांडत नाही,

त्यामुळे या युक्तिवादाने असे दिसते की उजवीकडील बाजू शून्य आहे म्हणून स्पष्टपणे मला दोन भिन्न परिणाम मिळू शकत नाहीत मी एकत्रीकरणासाठी किंवा वर्तमान संलग्नित मोजण्यासाठी निवडलेल्या पृष्ठभागावर अवलंबून चुंबकीय क्षेत्र

त्यामुळे त्यात विसंगती आहे म्हणून आम्ही या समस्येचे निराकरण करतो किंवा आम्ही खालील युक्तिवाद वापरून याचे विश्लेषण करण्याचा प्रयत्न करतो आता मी या दोन पृष्ठभागांना कॉल करू या मी इथे पुन्हा आकृती काढतो

त्यामुळे माझ्याकडे ही कॅपेसिटर प्लेट्स आहेत म्हणून माझ्याकडे ही लूप आहे म्हणून मी या पृष्ठभागाला s एक म्हणू आणि मला दुसरा पृष्ठभाग काढू दे मी या पृष्ठभागाला दोन दोन पृष्ठभाग म्हणतो जे मी आता पृष्ठभागाच्या एक प्रवाहासाठी घेतो enclosed is equal to i कारण तो प्रवाह आहे जो पृष्ठभाग ओलांडत आहे आणि s दोन साठी वर्तमान संलग्न शून्य आहे असे दिसते

त्यामुळे येथे ही समस्या आहे म्हणून आम्ही खालील गणना करून ही समस्या प्रत्यक्षात सोडवू आता पृष्ठभाग s दोन साठी येथे पहा एक चुंबकीय क्षेत्र आहे जे कॅपेसिटर प्लेट्सच्या दरम्यान या ah मध्ये आहे सॉरी इलेक्ट्रिक फील्ड कॅपेसिटर प्लेट्स दरम्यान आहे म्हणून आम्ही s दोन द्वारे इलेक्ट्रिक फ्लक्सची गणना करतो रिक फ्लक्स हा अविभाज्य ई डॉट डा आहे आणि जसे आम्ही मागील वेळी दाखवले होते की ते क्षेत्रामध्ये विद्युत क्षेत्र आहे म्हणून जर मी या आकाराचा पृष्ठभाग घेतला तर विद्युत क्षेत्राच्या रेषा अशाच होतील आणि जर मी कॅपेसिटरवरील किनारी प्रभावाकडे दुर्लक्ष केले तर विद्युत क्षेत्र कॅपेसिटर प्लेट्सच्या पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळात एकसमान असते आणि म्हणून कॅपेसिटर प्लेट्सच्या या भागात इलेक्ट्रिक फील्ड असते आणि इलेक्ट्रिक फील्डचे क्षेत्रफळ असते आणि मला आधीच्या चर्चेवरून माहित आहे की इलेक्ट्रिक फील्ड सिग्मा बाई एप्सिलॉन शून्य आहे जेथे सिग्मा आहे.

प्रति युनिट क्षेत्रफळाचा चार्ज घनता चार्ज

त्यामुळे a मध्ये सिग्मा म्हणजे एप्सिलॉन शून्य द्वारे q शिवाय काहीही नाही जेथे q हा कॅपेसिटर प्लेट्सवरील चार्ज आहे सिग्मा म्हणजे प्रति युनिट क्षेत्रफळाचा चार्ज घनता चार्ज प्लेट्सच्या क्षेत्रफळाने गुणाकार केल्याने मला एकूण शुल्क मिळते कॅपेसिटर प्लेट्सच्या पृष्ठभागावर म्हणजे q बाय एप्सिलॉन शून्य

त्यामुळे आता मी करंट काढू शकतो i dq बाय dt या समीकरणानुसार एप्सिलॉन z शिवाय दुसरे काहीही नाही ero d phi e dt द्वारे कॅपेसिटर प्लेट्समध्ये या वायरमध्ये प्रवाहित होणारा विद्युत् प्रवाह पृष्ठभागावरील विद्युत प्रवाहाच्या बदलाच्या दराच्या एप्सिलॉनच्या शून्य पट इतका असतो,

त्यामुळे मी प्रत्यक्षात अँपिअरचा नियम खालील समीकरणात बदलू शकतो, जर आपण इंटिग्रल v dot dl is equal to mu zero times लिहा आता मी या वहन करंटला वायरमधून वाहणारा करंट म्हणेन मी त्याला कंडक्शन करंट म्हणेन

त्यामुळे याला मी कंडक्शन करंट म्हणेन दुसऱ्या विद्युत् प्रवाहापासून फरक करण्यासाठी याला मी कंडक्शन करंट म्हणतो.

कंडक्शन करंट म्हणजे इलेक्ट्रॉन्सच्या हालचालीमुळे प्रवाहित होणारा विद्युत् प्रवाह आणि मी आणखी एक संज्ञा जोडतो जी mu naught epsilon naught d phi e by dt आहे म्हणून मी फक्त अँपिअरचा नियम सुधारण्यासाठी या समीकरणात ही संज्ञा जोडली आहे म्हणून याला a म्हणतात सुधारित अँपिअरचा नियम आता हे काय आहे जर मी हे समीकरण पाहिले तर मी पृष्ठभाग s एक एकत्रीकरणासाठी घेतला तर दुसरी संज्ञा शून्य आहे आणि पहिली संज्ञा mu naught i आहे कोणता i आहे जो वायरमधून वाहणारा विद्युत् प्रवाह आहे जर i ne जर मी पृष्ठभाग s दोन घेतले तर पहिली टर्म शून्य आहे आणि मी फक्त दुसऱ्या टर्ममधून योगदान देऊ शकतो आणि दुसरी टर्म देखील mu naught आहे i पहिल्या प्रमाणेच टर्म म्हणून जर मी या समीकरणात अँपिअरचा नियम बदलला तर मला असे आढळले की मी पृष्ठभाग s एक किंवा पृष्ठभाग s दोन वापरत असलो तरी मला उजव्या बाजूचे समान मूल्य मिळते आणि विश्लेषण मी संलग्न वर्तमान मोजण्यासाठी निवडलेल्या पृष्ठभागापासून स्वतंत्र होते.

हे जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल यांनी केलेले बदल होते आणि हे समीकरण अँपिअरच्या कायद्याचे सुधारित रूप आहे अँपिअरच्या कायद्याचे सुधारित रूप त्यात दोन पदांचा समावेश आहे एक या पदाला वहन चालू संज्ञा म्हणतात आणि दुसरी संज्ञा ज्याला विस्थापन म्हणतात.

विद्युतप्रवाह म्हणून मी विस्थापनाला वर्तमान विस्थापन करंट म्हणतो, आयडी म्हणजे एप्सिलॉन शून्य d pi e द्वारे dt म्हणजे विस्थापन करंट आहे म्हणून मी हे समीकरण अविभाज्य b डॉट dl सम आहे असे लिहीन l to mu naught times i वाहक अधिक i विस्थापन

त्यामुळे अँपिअरच्या कायद्याचे हे सुधारित स्वरूप मला समस्येचे निराकरण करण्यात मदत करेल आणि जेम्स लिपिक मॅक्सवेल यांनी हेच केले आणि त्यांनी हे विस्थापन चालू संज्ञा सादर करण्यासाठी अँपिअरच्या कायद्यात बदल केला आणि हा विस्थापन प्रवाह संबंधित काही नाही.

पृष्ठभागावरील विद्युत प्रवाहाच्या बदलाच्या दराबाबत

मी येथे नमूद केले पाहिजे की कोणतेही विस्थापन होत नाही ही येथे फक्त एक व्याख्या आहे आणि मोकळ्या जागेत कोणतेही विस्थापन नसते याला अजूनही विस्थापन प्रवाह म्हणतात आणि हे अँपिअरचे सुधारित स्वरूप आहे.

कायदा आणि याचा वापर करून मी कोणत्याही विशिष्ट पृष्ठभागाचा वापर करून ah ची गणना करण्यासाठी हा कायदा वापरू शकतो मी विस्थापन वर्तमान घनता देखील परिभाषित करू शकतो वर्तमान घनता म्हणजे क्षेत्रास लंब असलेल्या दिशेने प्रति युनिट क्षेत्र चालू क्रॉसिंग आहे आणि ते म्हणजे मी विस्थापन वर्तमान घनता परिभाषित करू शकतो एप्सिलॉन झीरो डी बाय डीटी म्हणून हा विस्थापन प्रवाह प्रति युनिट क्षेत्रफळ आहे त्या क्षेत्राला लंब कमी करणे आणि याला विस्थापन करंट घनता म्हणतात आणि वाहक प्रवाह घनतेप्रमाणेच आपल्याकडे विस्थापन प्रवाह घनता आहे जी त्या बिंदूच्या विद्युत क्षेत्राच्या dt द्वारे एप्सिलॉन शून्य डीडी एवढी आहे

त्यामुळे विस्थापन प्रवाह बिंदू ते बिंदू दरम्यान बदलू शकतो कारण विस्थापन करंट घनता बिंदू-बिंदू बदलू शकते कारण विद्युत क्षेत्र स्वतः बिंदूपासून भिन्न असू शकते म्हणून सर्वसाधारणपणे विद्युत क्षेत्र एकसमान नसते, विद्युत क्षेत्र एकसमान नसते आणि नॉन-युनिफॉर्म इलेक्ट्रिक फील्ड तुम्हाला एकसमान विस्थापन वर्तमान घनता देऊ शकते.

आणि अर्थातच जर मी संपूर्ण क्षेत्रामध्ये समाकलित केले तर मला एकूण विस्थापन करंट मिळेल म्हणून आम्ही काही समस्या पाहू लागलो काही उदाहरणे आम्ही शोधू लागलो एक उदाहरण म्हणजे वर्तुळाकार प्लेट्स असलेले कॅपेसिटर म्हणजे गोलाकार प्लेट्ससह समांतर प्लेट कॅपेसिटर आहे , म्हणून मला सांगा त्रिज्या r आहे असे गृहीत धरा आणि येथे विद्युत क्षेत्र आहे

त्यामुळे विद्युत् प्रवाह त्याच्यापासून वाहतो तसा वाहत आहे re आणि दोन करंट प्लेट्समधील इलेक्ट्रिक फील्ड या दिशेने यासारखे असेल म्हणून जर मी या दिशेने ah काढले तर जर इलेक्ट्रिक फील्ड खाली दिशेला असेल तर मी निवडतो म्हणजे इलेक्ट्रिक फील्ड खाली दिशेला आहे हे कॅपेसिटर प्लेट्सकडे पहात आहे.

आणि ही त्रिज्या आर ओके आहे म्हणून मी येथून कॅपेसिटर प्लेट पहात आहे

त्यामुळे इलेक्ट्रिक फील्ड खाली दिशेला आहे आणि म्हणून मला खालील समस्या मोजायची आहे खालील समस्या आहे कारण इलेक्ट्रिक फील्ड वेळेनुसार बदलत आहे येथे मला गणना करायची आहे या बिंदूवर कॅपेसिटरच्या प्लेट्समध्ये चुंबकीय क्षेत्र काय निर्माण होते उदाहरणार्थ अक्षापासून काही अंतरावर हा अक्ष येथे अक्षापासून काही अंतरावर आहे आणि बाहेर आहे म्हणून आम्ही ही समस्या होय शेवटच्या वर्गात केली होती म्हणून मी काय करू जर त्रिज्या r पेक्षा लहान असेल तर मी प्रथम r पेक्षा लहान r कॅपिटल r पेक्षा कमी आहे अशी परिस्थिती घेऊ या, जर ही माझी कॅपेसिटर प्लेट असेल तर मी एक बिंदू घेतो ज्यामध्ये आहे अंतराच्या कॅपेसिटरच्या जागेच्या दरम्यान लहान r म्हणजे कॅपिटल r म्हणजे इलेक्ट्रिक फील्ड खालच्या दिशेने दिशेला आहे म्हणून मी अशा प्रकारे एकत्रीकरणाचा लूप घेतो आणि मी आता हे सूत्र वापरतो

त्यामुळे माझ्याकडे आहे म्हणून मी काय करेन ते हे माझे आहे एकत्रीकरणाचा मार्ग आणि मी पृष्ठभाग घेण्यापूर्वी जसा पुन्हा पृष्ठभाग सर्वात सोपा पृष्ठभाग घेतो, म्हणून ii पृष्ठभाग घेतो

त्यामुळे सममितीमुळे b अझिमुथल आहे म्हणून अविभाज्य b डॉट dl हे b गुणिले दोन pi r शिवाय दुसरे काहीही नाही आणि विद्युत प्रवाह समान आहे या pi r चौरसाचे क्षेत्रफळ इलेक्ट्रिक फील्डमध्ये जे ee आहे ते दुसरे काहीही नाही सिग्मा बाय एप्सिलॉन शून्य सिग्मा हे दुसरे काहीही नसून पृष्ठभाग चार्ज घनता आहे जी प्लेट्सच्या क्षेत्रफळानुसार q आहे जी pi कॅपिटल r स्क्वेअर द्वारे q आहे

त्यामुळे हे समान आहे pi लहान r स्क्वेअर बाय एप्सिलॉन शून्य एक बाय pi कॅपिटल r स्क्वेअर q आणि ते q गुणिले r स्क्वेअर बाय एप्सिलॉन zero r स्क्वेअर म्हणजे मी घेतलेल्या या पृष्ठभागावरून जाणारा इलेक्ट्रिक फ्लक्स आहे आणि म्हणून d पाच e बाय dt काही नाही g पण r स्क्वेअर बाय एप्सिलॉन शून्य r स्क्वेअर dq बाय dt आणि dq बाय dt म्हणजे वायर्समधून वाहणारा विद्युत् प्रवाह म्हणजे एप्सिलॉन शून्य आर स्क्वेअर i मध्ये,

त्यामुळे पृष्ठभागावरून विद्युत प्रवाह बदलण्याचा दर काही नसून लहान r आहे.

स्क्वेअर बाय एप्सिलॉन शून्य कॅपिटल r स्क्वेअर आय मध्ये आणि म्हणून जर मी अँपिअरच्या नियमात बदलले तर या लूपसाठी उदाहरणार्थ या पृष्ठभागासाठी कोणतेही प्रवाहकीय प्रवाह नाही ही पृष्ठभाग आहे जी कॅपेसिटरच्या प्लेट्सच्या दरम्यान घेतली जाते

त्यामुळे कोणतेही वहन नाही करंट पासिंग म्हणजे माझ्याकडे कॅपेसिटरची दोन जागा आहेत आणि माझे एकत्रीकरणाचे क्षेत्रफळ येथे

आहे आणि विद्युत प्रवाह येथून एका वायरमधून वाहत आहे आणि येथून बाहेर पडत आहे
त्यामुळे तेथे कोणतेही प्रवाहकीय प्रवाह नाही फक्त विस्थापन प्रवाह आहे म्हणून मी हे सूत्र वापरल्यास तर केवळ विस्थापन करंटच्या उपस्थितीत
त्यामुळे माझ्याकडे या लूपसाठी प्रत्यक्षात यू टाईम u शून्य गुणा ic अधिक mu शून्य एप्सिलॉन शून्य d phi e by dt आहे जे मी घेतले आहे ते शून्य बरोबर आहे म्हणून हे bec omes फक्त mu zero epsilon zero d phi e by dt जे mu zero epsilon zero d बरोबर आहे जर d phi e dt ने आत्ताच r स्क्वेअर बाय एप्सिलॉन zero r स्क्वेअर i मध्ये काढला आहे आणि डाव्या बाजूचा मी b मध्ये केला आहे दोन pi r
so b ah mu naught r बरोबर y मध्ये दोन pi r चौरस y मध्ये r पेक्षा कमी आहे म्हणून जर वर्तुळाकार प्लेट कॅपेसिटरच्या अक्षापासूनचे अंतर कॅपिटल r पेक्षा कमी असेल तर कॅपेसिटरची त्रिज्या आहे प्लेट्स आणि मी आत आहे कॅपेसिटर प्लेट्सच्या दरम्यानच्या जागेत एक चुंबकीय क्षेत्र बदलत असलेल्या विद्युत क्षेत्राशी संबंधित आहे आणि ते चुंबकीय क्षेत्र mu नॉट r बाय दोन pi r स्क्वेअर y मध्ये येते आता मी ही तुमच्यासाठी समस्या म्हणून सोडतो तुम्ही हे दाखवू शकता की जर तुम्ही त्रिज्या कॅपिटल r चा कंडक्टर घेतला तर तो अक्ष आहे आणि जर तुम्ही कंडक्टरमधील अक्षापासून r अंतरावर चुंबकीय क्षेत्र मोजले तर तुम्हाला यासारखीच अभिव्यक्ती मिळेल म्हणून मी ही समस्या सोडतो.
आपण हे दाखवण्यासाठी की हे मी त्रिज्या कॅपिटल r च्या तारेमधून वास्तविक विद्युत प्रवाह प्रवाह वाहतो आणि तुम्ही त्या कंडक्टरच्या अक्षापासून लहान r अंतरावर चुंबकीय क्षेत्र मोजत असाल तर ते कॅपेसिटर प्लेट्समधील चुंबकीय क्षेत्र आहे.
आणि r साठी r पेक्षा मोठ्या म्हणजे हे माझे कॅपेसिटर प्लेट्स आहे इलेक्ट्रिक फील्ड येथे पुन्हा खाली दिशेला आहे आणि मी बाहेरचा रस्ता धरतो
त्यामुळे हे माझे अंतर आहे r
त्यामुळे आता पुन्हा phi e समान आहे कृपया लक्षात ठेवा की इलेक्ट्रिक फ्लक्स फक्त मध्ये उपस्थित आहे त्रिज्या कॅपिटल r
so pi r स्क्वेअर मध्ये e जो pi r स्क्वेअर मध्ये सिग्मा मध्ये एप्सिलॉन शून्य आणि सिग्मा मध्ये pi r स्क्वेअर हा q व्यतिरिक्त काहीही नाही कारण pi r स्क्वेअर हे प्लेट्सच्या प्लेट्समधील क्षेत्रफळ आहे चार्ज घनता किती आहे एकूण शुल्क म्हणून d phi e by dt या केससाठी एक एप्सिलॉन शून्य dq बाय dt च्या बरोबरीचे होते जे एप्सिलॉनच्या शून्य पटाने एक शिवाय दुसरे काहीही नाही म्हणून मी अँपिअरचा नियम वापरला तर मी हा कायदा b डॉट tl वापरला तर मी होईल is equal to mu zero ic plus ah mu zero epsilon zero d phi e by dt हे पुन्हा शून्य आहे या भागातून प्रवाहकीय प्रवाह जात नाही
आणि दुसरी टर्म म्हणजे विस्थापन करंट आहे जो मला मिळेल आणि मी ते वापरल्यास मला मिळेल b मध्ये दोन pi r समान आहे mu naught epsilon naught in q by epsilon d one , epsilon zero dq by dt जो mu naught in i च्या बरोबर आहे कारण dq द्वारे dt हा प्रवाह आहे जो त्यातून जात आहे
त्यामुळे चुंबकीय क्षेत्र असे घडते mu naught i by two pi r हे r पेक्षा मोठ्या r साठी आहे म्हणून जर माझ्याकडे ही कॅपेसिटर प्लेट अशी असेल तर ah या प्रदेशातील यामधील बिंदूंसाठी ah हे मूल्य mu naught r by two pi r चौरस i द्वारे दिले जाते
त्यामुळे चुंबकीय अक्षावरील फील्ड शून्य आहे लहान r शून्य आहे आणि जसे तुम्ही अक्षापासून दूर जाता तेव्हा चुंबकीय क्षेत्र अंतरासह रेषीयपणे वाढते
r भांडवलाच्या पलीकडे पोहोचत नाही तोपर्यंत चुंबकीय क्षेत्र 1 बाय r इतके कमी होते म्हणून जर मी प्लॉट केले तर चुंबकीय क्षेत्र a कॅपेसिटर प्लेट्समधील स्थितीचे sa फंक्शन हे r हे b आहे आणि समजा हे अंतर कॅपिटल r आहे इथपर्यंत चुंबकीय क्षेत्र रेखीय वाढते आणि नंतर r ने कमी होते आणि कृपया लक्षात घ्या की चुंबकीय क्षेत्र
लहान r वर सतत आहे भांडवलाच्या बरोबरीचे आहे r तर लहान r वर चुंबकीय क्षेत्र भांडवल r समान आहे mu शून्य i बाय दोन pi r हे देखील लक्षात घ्या की हे चुंबकीय क्षेत्र आहे म्हणून मी मोजले आहे की या बिंदूवर अक्षापासून लहान r अंतरावर हे देखील आहे
चुंबकीय क्षेत्र लहान अंतरावर किंवा कंडक्टिंग वायरच्या वरच्या अक्षापासून सारखेच आहे कारण तुम्ही जे केले असते त्याभोवती एक एम्पेरियन लूप घेतला असता ज्यातून जाणारा विद्युत प्रवाह हा पूर्णपणे प्रवाहकीय प्रवाह आहे जो i आणि तुम्ही कराल तंतोतंत समान परिणाम प्राप्त झाला आहे म्हणून चुंबकीय क्षेत्र तुम्ही पृष्ठभागावरून जाणारा हा एह वहन प्रवाह वापरून गणना करा किंवा पृष्ठभागावरून जाणारा विस्थापन प्रवाह समान मूल्य आणि म्हणून ही अतिरिक्त संज्ञा आहे जी मॅक्सवेलने सादर केली आहे ही एक अतिशय महत्त्वाची संज्ञा आहे कारण ते अँपिअरच्या नियमाशी सुसंगत बनवते, पृष्ठभागाद्वारे संलग्न विद्युत् प्रवाहाची गणना करण्यासाठी तुम्ही कोणती पृष्ठभाग घेतली हे महत्त्वाचे नाही
जेणेकरून वर्तमान संलग्नित असू शकते एकतर कंडक्शन करंट किंवा डिस्प्लेसमेंट करंट आणि
त्यामुळे मला हे दोन्ही प्रवाह विचारात
घ्यायचे आहेत आता मला फक्त याकडे पहायचे आहे आणि तीच समस्या पहायची आहे म्हणून माझ्याकडे ही कॅपेसिटर प्लेट्स होती आणि मी चुंबकीय क्षेत्र शोधण्याचा प्रयत्न करत होतो या पॉईंटवर जो कॅपेसिटर प्लेटच्या क्षेत्रफळात आहे, ही येथे कॅपेसिटर प्लेट आहे आणि ती माझी आह आहे,
त्यामुळे विद्युत क्षेत्र आहे,
त्यामुळे करंट अशा प्रकारे वाहत आहे, येथून विद्युत प्रवाह वाहत आहे आणि विद्युत क्षेत्राच्या रेषा अशा आहेत म्हणून मी करतो यासारखे एकीकरण आता जसे मी तुम्हाला सांगितले आहे की हा अँपिअरचा नियम आहे तो फक्त मला सांगतो b dot dl is equal to mu naught ic plus mu naught epsilon zero d phi e by dt now i मी हे क्षेत्र माझ्या एकत्रीकरणासाठी घेतले होते, मी हे क्षेत्र गोलाकार क्षेत्राच्या दरम्यान घेतले आहे जे लूपच्या दरम्यान आह आहे पण पूर्वी मला ते क्षेत्र घेण्यास बंधन नाही म्हणून मी यासारखे दिसणारे दुसरे क्षेत्र घेऊ शकलो असतो.

पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ बाहेर असण्यासाठी घेतले आहे म्हणून हे सिलेंडरसारखे आहे हे येथे दंडगोलाकार पृष्ठभागासारखे आहे आणि हे येथे सिलेंडर आहे
त्यामुळे येथे छिद्र असलेले सिलेंडर आहे म्हणून ii ने पृष्ठभागाच्या क्षेत्रापेक्षा हे पृष्ठभाग क्षेत्र निवडले असते जे सपाट पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ आहे ज्यामध्ये वर्तुळाची सीमा असते तशीच माझ्या आधीच्या चर्चेत लक्षात ठेवा मी माझ्या आधीच्या चर्चेत असे म्हटले होते की जेव्हा मला याद्वारे बंद केलेल्या विद्युत् प्रवाहाची गणना करायची असते तेव्हा मी हे पृष्ठभाग क्षेत्र हे पृष्ठभाग क्षेत्र किंवा पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ घेऊ शकतो आणि मला तोच परिणाम मिळाला म्हणून मी येथेही तेच करू शकतो, मी या बिंदूवर या समतल चुंबकीय क्षेत्राची गणना करण्यासाठी सपाट पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ घेऊ शकतो .
कॅपेसिटर प्लेट्सची जोडी किंवा मी बाहेरील पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ घेऊ शकलो असतो म्हणून मला तेच परिणाम मिळतात की नाही हे तपासायचे आहे आणि तुम्हाला दिसेल की मला समान परिणाम मिळेल कारण समीकरण बरोबर आहे
त्यामुळे आता या प्रकरणात काय होईल माझ्या समस्येमध्ये दोन्ही प्रवाह आहेत कारण या पृष्ठभागामध्ये आता या पृष्ठभागाचा समावेश आहे ज्यामध्ये कंडक्टर जात आहे
त्यामुळे येथे पृष्ठभागावर प्रवाह i प्रवेश करत आहे आणि तेथे एक करंट आहे आणि तेथे एक प्रवाह आहे
त्यामुळे या पृष्ठभागामध्ये प्रवाहकीय प्रवाह आहे.
आणि हा खंड सोडून एक विस्थापन करंट आहे म्हणून जर मी माझे असे एकत्रीकरण केले तर कृपया लक्षात ठेवा की या अविभाज्य भागामध्ये मी नेहमी नमूद केले आहे की
क्षेत्र ओलांडणारा प्रवाह सकारात्मक आहे की नकारात्मक आहे हे मी कसे परिभाषित करू
उजव्या हाताच्या नियमानुसार माझ्या लूप ऑफ इंटिग्रेशनमध्ये हे असे सूचित करते की ही माझ्या उजव्या हाताची दिशा आहे
त्यामुळे संलग्न प्रवाह अशा प्रकारे प्रवेश केल्यास सकारात्मक होईल आणि जर माझा एकीकरणाचा लूप असा असेल तर तो नकारात्मक असेल तर लक्षात ठेवा जर मी असे एकत्र केले तर जो माझ्या दिशेने येत आहे तो सकारात्मक प्रवाह आहे आणि जो माझ्यापासून दूर जात आहे तो नकारात्मक प्रवाह आहे दुसरीकडे, जर मी असे समाकलित केले तर, जर माझी रेषा अविभाज्य अशी घेतली तर सकारात्मक प्रवाह म्हणजे तुमच्याकडे जाणारा विद्युत् प्रवाह आणि ऋण प्रवाहाचा अर्थ उजव्या हाताच्या नियमामुळे माझ्याकडे येणारा प्रवाह सूचित करतो, म्हणून मी येथे खूप सावधगिरी बाळगली पाहिजे कारण मी या आकृतीमध्ये या दिशेने एकत्रित करत आहे
त्यामुळे सकारात्मक पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ सकारात्मक क्षेत्र यापासून दूर असेल
त्यामुळे येथे हे क्षेत्र वेक्टर सामान्य ते क्षेत्रफळ असे आहे कारण मी बंद लूपमुळे घेतलेल्या क्षेत्रामुळे की मी क्षेत्र अविभाज्य घेतले आहे याचा अर्थ वर्तमान प्रवेश सकारात्मक किंवा नकारात्मक आहे की नाही हे सामान्य किंवा क्षेत्राच्या दिशेवर अवलंबून असते आणि ते सामान्य मी यू se judiously
त्यामुळे आता या समस्येमध्ये काय घडते ते म्हणजे पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळावर प्रवाहकीय प्रवाह आहे या बिंदूपासून प्रवेश करत आहे या भागाशिवाय कोठेही विद्युत प्रवाह नसतो लहान आणि भांडवल r मधील दंडगोलाकार प्रदेशात
त्यामुळे आता दोन प्रवाह आहेत प्रवाह प्रवाह
iic समान आहे i आणि r आणि r plus drr plus r मधला विस्थापन करंट
त्यामुळे r आणि r मध्ये माफ करा, तर या त्रिज्यामध्ये मी बाजूने पाहिलं तर मी पाहिलं तर ती माझी कॅपेसिटर प्लेट आहे आणि ते अंतर आहे जे मी येथे मोजत आहे जेथे मी चुंबकीय क्षेत्र मोजत आहे
त्यामुळे हे लहान r आहे आणि
त्यामुळे क्षेत्रफळ प्रत्यक्षात समाविष्ट आहे, म्हणून मी येथे क्षेत्रफळ काढू या क्षेत्रफळात प्लेट्सच्या बाहेर जाणारे एक विमान आहे म्हणून हे एकूण क्षेत्रफळ एकीकरणाचे क्षेत्रफळ आहे येथे आहे म्हणून तुम्ही येथे पाहू शकता की ते लूप आहे आणि जे मी एकत्र करत आहे
त्यामुळे जर विद्युत क्षेत्र खालच्या दिशेने निर्देशित करत असेल तर या प्रकरणात जर मी प्लॉट करत असेल तर जर मी असे चित्र काढत असेल तर या प्रदेशात हे विद्युत क्षेत्र माझ्याकडे निर्देश करत आहे फक्त हे भांडवल आहे r
त्यामुळे प्रवाह जो प्रत्यक्षात जबाबदार आहे किंवा प्रवेश करत असलेला प्रवाह फक्त याच भागात आहे कारण ते माझे एकीकरणाचे क्षेत्र आहे ते क्षेत्र आहे जे हे आहे पृष्ठभागामध्ये समाविष्ट आहे की मी आहे कारण मी यावर एकीकरण करत आहे आणि मी निवडलेला पृष्ठभाग मानक पृष्ठभाग नाही ज्याचा सपाट पृष्ठभाग आहे ज्याची ही सीमा आहे मी एक पृष्ठभाग घेतला आहे जो बाहेर आहे आणि म्हणून दोन प्रकार आहेत या समस्येतील प्रवाहांचा आता येथून एक प्रवाहकीय प्रवाह आहे आणि एक विस्थापन प्रवाह आहे जो कि त्रिज्या लहान r आणि कॅपिटल r मधील पृष्ठभागावरून जात आहे म्हणून मला या समीकरणातील दोन्ही प्रवाहांचा विचार करावा लागेल समीकरण जे b डॉट dl आहे ते पुन्हा मी लिहू दे इक्वल टू mu naught i कंडक्शन प्लस mu naught epsilon n naught d by e dti या दोन्हींचा विचार करणे आवश्यक आहे
त्यामुळे या साठी या मध्ये पृष्ठभाग ic हे i च्या बरोबरीचे आहे आणि मी विस्थापन करंट आयडीची गणना करणे आवश्यक आहे आणि विस्थापन करंट हे dt द्वारे एप्सिलॉन शून्य d phi e शिवाय दुसरे काहीही नाही
त्यामुळे id dt द्वारे epsilon zero d phi e आहे आता येथे समस्या दिसून येते कारण एकात्मतेची दिशा सामान्य या दिशेने आहे आणि विद्युत क्षेत्र पृष्ठभागाच्या बाहेरील पृष्ठभागापासून दूर दिशेला आहे आणि क्षेत्रफळ आहे क्षेत्र सदिश पृष्ठभागाच्या दिशेने आहे
त्यामुळे मला एकत्रीकरणामध्ये नकारात्मक चिन्ह मिळाले आहे
त्यामुळे मला काय मिळेल एप्सिलॉन शुन्य d च्या dt च्या dt च्या बरोबर आहे या क्षेत्रामध्ये इलेक्ट्रिक फील्डचे वजा मी कॅपेसिटर प्लेट्समध्ये इलेक्ट्रिक फील्ड एकसमान आहे असे गृहीत धरत आहे आणि बाहेर कोणतेही इलेक्ट्रिक फील्ड नाही म्हणून इलेक्ट्रिक फील्ड एकसमान आहे आणि क्षेत्रफळ पाई कॅपिटल r स्क्वेअरशिवाय दुसरे काहीही नाही वजा pi लहान r चौरस म्हणजे हे pi गुणिले भांडवल r चौरस वजा लहान चौरस आहे जे एप्सिलॉन शून्य d च्या dt वजा सिग्मा बाय एप्सिलॉन शून्य pi r वर्ग वजा r चौरस जे

उणे d बाय dt आता सिग्मा आहे q बाय a इंटू pi मध्ये r स्क्वेअर वजा r स्क्वेअर जे वजा pi बरोबर आहे आता क्षेत्रफळ pi r स्क्वेअर r स्क्वेअर वजा r स्क्वेअर dq बाय dt आहे जे वजा बरोबर आहे i गुणिले dq द्वारे dt आहे i pi रद्द होते आणि मला एक वजा r चौरस बाय r वर्ग मिळतो

त्यामुळे वजा i गुणिले एक वजा r वर्गाचा भांडवली r वर्गाचा विस्थापन प्रवाह असतो वजा i गुणा 1 वजा लहान असा विस्थापन प्रवाह असतो r स्क्वेअर बाय कॅपिटल r स्क्वेअर जो पृष्ठभागाचा हा भाग ओलांडत आहे त्याशिवाय इतर कोणत्याही पृष्ठभागावर कोणताही विद्युत प्रवाह नाही इथून एक प्रवाहकीय प्रवाह प्रवेश करत आहे म्हणून आता प्रवेश करत असलेल्या एकूण प्रवाहामध्ये हे दोन भाग आहेत म्हणून मी आता वापरल्यास अविभाज्य मला आता वापरण्याची आवश्यकता आहे अँपिअर कायदा v डॉट dl समान आहे mu 0 गुणा i वहन अधिक mu शून्य mu शून्य गुणा i विस्थापन आणि म्हणून ah b मध्ये दोन pi r समान आहे mu शून्य i आता ते प्रवाह प्रवाह आणि विस्थापन होते वर्तमान हे आहे ng

त्यामुळे वजा mu naught i मध्ये एक वजा r स्क्वेअर बाय कॅपिटल r स्क्वेअर जे समान आहे mu naught i वजा mu naught i अधिक mu naught i पट r स्क्वेअर बाय कॅपिटल r स्क्वेअर म्हणून हे रद्द होते बरोबर हे mu naught i मध्ये समान होते लहान आर स्क्वेअर द्वारे कॅपिटल r स्क्वेअर म्हणजे b बनतो मु नॉट i लहान r स्क्वेअर कॅपिटल r स्क्वेअर एक बाय टू pi r जो mu naught ir बाय दोन pi r स्क्वेअर बरोबर असतो

त्यामुळे मी याची तुलना आमच्याकडे असलेल्या गोष्टींशी करू.

r पेक्षा कमी r या स्थितीसाठी आधी मिळवले आहे आणि हे सूत्र आहे इथे mu naught ir by two pi r चौरस हे अगदी समान समीकरण आहे म्हणून मी कोणती पृष्ठभाग निवडली तरीही मला चुंबकीय क्षेत्राचे समान मूल्य मिळाले पाहिजे आणि मी ते दाखवले आहे या उदाहरणाद्वारे हे आवश्यक नाही की मी अशी पृष्ठभाग निवडणे आवश्यक नाही जी केवळ कोणतेही प्रवाह प्रवाह चालवते मी एक पृष्ठभाग निवडू शकतो ज्यामध्ये फक्त प्रवाह प्रवाह वाहून येतो मी एक पृष्ठभाग निवडू शकतो ज्यामध्ये फक्त विस्थापन प्रवाह असेल किंवा i वहन करंट आणि विस्थापन करंट दोन्ही वाहून नेणारा पृष्ठभाग निवडू शकतो आणि म्हणून या उदाहरणात असे दिसून येते की जर मी एखादे पृष्ठभाग घेतले जे मी आता या उदाहरणात घेतले आहे या उदाहरणात या उदाहरणात पृष्ठभागावर प्रवेश करणाऱ्या किंवा पृष्ठभाग ओलांडणारा प्रवाह आहे.

प्रवाह प्रवाह आणि विस्थापन करंट दोन्ही आणि मी तुम्हाला दाखवल्याप्रमाणे प्रवाहांसाठी योग्य चिन्हे घेताना मी अत्यंत सावधगिरी बाळगली पाहिजे कारण विद्युत प्रवाह पृष्ठभागामध्ये प्रवेश करतो किंवा सोडतो हे पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळाच्या दिशेवर अवलंबून असते आणि हे योग्यरित्या निवडले पाहिजे.

आणि या गणनेत काळजीपूर्वक, म्हणून हे एक उदाहरण आहे ज्यावर मी तुम्हाला हे दाखवण्यासाठी चर्चा करू इच्छितो की प्रवाह आणि विस्थापन दोन्ही प्रकारच्या प्रवाहाची घनता दोन्ही प्रकारच्या समस्यांमध्ये शक्य आहे, म्हणून मी येथे एक उदाहरण देतो म्हणून मी एक कॅपेसिटर घेऊ.

r हे एका सेंटीमीटरच्या बरोबरीचे आहे ज्यामध्ये कोणत्याही वेळी एक अँपिअरचा विद्युतप्रवाह वाहून जातो तेथे एक अँपिअरचा प्रवाह t असतो.

कॅपॅसिटर प्लेट्स द्वारे कॅपेसिटर पर्यंत r साठी r पेक्षा कमी आहे म्हणून मी r बरोबर मोजू द्या म्हणजे r बरोबर मला पॉइंट पाच सेंटीमीटर घेऊ द्या ah चुंबकीय क्षेत्र mu naught r द्वारे दोन pi r स्क्वेअर i मध्ये दिले आहे म्हणून हे समान आहे चार pi दहा ते उणे सात मध्ये लहान r म्हणजे पॉइंट पाच दहा ते उणे दोन मीटर विद्युतप्रवाह म्हणजे एक अँपिअर दोन pi ने भागून दहा ते उणे चार r चौरस आणि ते दहा ते उणे पाच टेस्ला असे बाहेर येते म्हणून तेथे याबद्दल दहा मायक्रो टेस्ला मायक्रो आहे 10 ते उणे 6 म्हणजे 10 मायक्रो मायक्रो टेस्ला हे कॅपेसिटर प्लेट्सच्या अक्षापासून 0.
5 सेंटीमीटर अंतरावर असलेले चुंबकीय क्षेत्र आहे, म्हणून कृपया पहा की मी फक्त विद्युतप्रवाह पार करत आहे आणि निर्माण करत आहे.

कॅपॅसिटर प्लेट्समधील विद्युत क्षेत्र बदलते विद्युतीय क्षेत्र विद्युत प्रवाहात बदल घडवून आणत आहे आणि त्या बदलत्या विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र तयार होते आणि ते चुंबकीय क्षेत्र आता येथे सुमारे 9 10 मायक्रो टेस्ला आहे.

कॅपेसिटर प्लेट्सच्या बाहेरील एका बिंदूसाठी गणना करा म्हणून मी उदाहरणार्थ r हे पाच सेंटीमीटर बरोबर आहे चुंबकीय क्षेत्र b समान आहे म्हणून मी आता दुसरे सूत्र वापरणे आवश्यक आहे mu naught i by two pi r म्हणजे ते सूत्र आहे जे मला आवश्यक आहे आता वापरा म्हणजे 4 pi 10 ते वजा 7 ते 1 अँपिअर भागिले 2 pi ने 5 ते 10 ते उणे 2 जे बाहेर येते ते ah चार मायक्रो टेस्ला ठीक आहे कॅपेसिटरच्या प्लेट्सवरील पाच सेंटीमीटरमधील चुंबकीय क्षेत्राचा पत्ता तुम्ही कॅपेसिटर चार्ज करणाऱ्या वायरपासून पाच सेंटीमीटर अंतरावर देखील मोजू शकता
आणि तुम्हाला तेच चुंबकीय क्षेत्र वायरच्या बाहेर 5 सेंटीमीटर अंतरावर मिळेल.

वायर म्हणून हे उदाहरण मला सांगते की मी कॅपेसिटर प्लेट्समधील चुंबकीय क्षेत्राची गणना करण्यासाठी याचा वापर करू शकतो, कृपया लक्षात ठेवा की मी केवळ सममितीमुळे चुंबकीय क्षेत्राची गणना करू शकतो हे समीकरण नेहमी वैध आहे ॲम्पीयरच्या नियमाचे डिफाईड फॉर्म नेहमी अशा परिस्थितीत वैध असते जेथे सममिती असते मी प्रत्यक्षात डाव्या बाजूची गणना करू शकतो आणि चुंबकीय क्षेत्र इंटिग्रलच्या बाहेर घेऊ शकतो आणि चुंबकीय क्षेत्र मूल्य मिळवू शकतो परंतु सममिती नसल्यास मला एक करावे लागेल चुंबकीय क्षेत्राची प्रत्यक्षात गणना करण्यासाठी योग्य मार्गावर एकत्रीकरण,

त्यामुळे कृपया लक्षात ठेवा की हे समीकरण नेहमीच वैध असते ते अशा परिस्थितीत खूप उपयुक्त आहे जेथे समस्येमध्ये सममिती असते आणि मी चुंबकीय क्षेत्राची गणना करू शकतो, म्हणून मी तुम्हाला कार्य करण्यासाठी एक समस्या सोडू देतो.

समांतर प्लेट कॅपेसिटर एअरफिल्ड चार्ज होत आहे आणि विशिष्ट वेळी विद्युत प्रवाह 0.
45 अँपिअर आहे जर प्लेट्स r ची त्रिज्या पाच सेंटीमीटर इतकी असेल
तर कॅपेसिटर प्लेट्समधील एकूण विस्थापन प्रवाहाची गणना करा आम्ही विस्थापन वर्तमान घनतेची गणना करतो आणि गणना करतो r

चे चुंबकीय क्षेत्र b
2.
5 सेंटीमीटर आहे आणि r 10 आहे म्हणून कृपया प्रयत्न करा समस्या आहे एक समांतर प्लेट कॅपेसिटर ज्यामध्ये हवा भरलेली आहे ती चार्ज होत आहे आणि कोणत्याही क्षणी विद्युत प्रवाह सुमारे बिंदू चार पाच अँपिअर आहे आणि कॅपेसिटरच्या स्थानाची त्रिज्या दिली आहे म्हणून कृपया विस्थापन एकूण विस्थापन विद्युत् प्रवाहाची गणना करा विस्थापन वर्तमान घनता प्लेट करते आणि आपण अक्षापासून दोन पॉइंट पाच सेंटीमीटर अंतरावर आणि अक्षापासून दहा सेंटीमीटर अंतरावर चुंबकीय क्षेत्र मोजतो आता आपण पुढे जाण्यापूर्वी आपण आता इलेक्ट्रोमॅग्नेटिझममधील जवळजवळ सर्व मूलभूत आवश्यकतांवर चर्चा केली आहे .
मला फक्त फॅराडेचा इंडक्शनचा नियम आणि
अँपिअरचा नियम आठवायचा आहे,
त्यामुळे फॅराडेच्या कायद्यामध्ये आपल्याला हे समीकरण मिळते.
अविभाज्य v डॉट दा वेळ दर चुंबकीय प्रवाहाच्या बदलामुळे विद्युत क्षेत्र सुधारित अँपिअरच्या नियमाकडे नेतो म्हणून मी परिस्थिती पाहू.
येथे कोणतेही प्रवाहकीय प्रवाह नाही तेथे जागेचा एक प्रदेश आहे जेथे विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे आहेत म्हणून जेव्हा एखाद्या प्रदेशात चुंबकीय क्षेत्र असते तेव्हा चुंबकीय क्षेत्राच्या पानांच्या बदलाचा दर तुम्हाला विद्युत क्षेत्र देते आणि मी पाहत आहे वहन प्रवाह असलेला प्रदेश शून्याच्या बरोबरीचा आहे मला अविभाज्य ब डॉट dl मिळेल mu naught epsilon naught d phi e by dt जे समान आहे mu naught epsilon naught d by dt of integral e dot da चुंबकीय प्रवाह लीड्सच्या बदलाचा दर इलेक्ट्रिक फ्लक्सच्या बदलाचा इलेक्ट्रिक फील्ड रेट चुंबकीय क्षेत्राकडे नेतो म्हणून तुम्हाला या समीकरणात मॅक्सवेलने या शब्दाची जोड दिल्याने
जर तुमच्याकडे चुंबकीय क्षेत्र असेल आणि अवकाशाच्या प्रदेशात असेल तर ते विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र जोडलेले दिसेल.
तुम्हाला एका विद्युत क्षेत्राकडे घेऊन जाईल जे वेळेनुसार बदलत असेल आणि जर विद्युत क्षेत्र वेळेनुसार बदलत असेल तर ते चुंबकीय क्षेत्राकडे नेईल म्हणून हे चुंबकीय क्षेत्र इतर पूर्वीच्या मा.
जेनेटिक फील्ड आणि आम्हाला जोडलेल्या समीकरणांचा एक संच मिळतो
त्यामुळे इलेक्ट्रिक फील्ड वेळ वेगवेगळी इलेक्ट्रिक फील्ड निर्माण करणारे चुंबकीय क्षेत्र वेळ क्षेत्र चुंबकीय क्षेत्र इलेक्ट्रिक फील्ड तयार करते आणि
त्यामुळे इलेक्ट्रिक आणि मॅग्नेटिक फील्ड या दोन समीकरणांद्वारे जोडले जातात म्हणून ही संज्ञा जोडणे अत्यंत महत्वाचे होते आणि आता जे घडले आहे ते सममित झाले आहे आता या समीकरणांमध्ये थोडीशी सममिती आहे कारण चुंबकीय क्षेत्र बदलल्याने विद्युत क्षेत्रे निर्माण होतात विद्युत क्षेत्रे बदलत असताना चुंबकीय क्षेत्रे निर्माण होतात आणि ही सममिती या समीकरणांमध्ये सुंदर आहे आणि आपण पाहणार आहोत की या समीकरणांमध्ये ही उपस्थिती आहे.
टर्म इथून एक अतिशय महत्त्वाचा अंदाज घेऊन जातो जे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींचे अस्तित्व आहे
त्यामुळे मॅक्सवेलने जेव्हा ही समीकरणे मांडली तेव्हा त्याला असे आढळले की ही समीकरणे जी मी नंतर लिहून ठेवणार आहोत ते नवीन प्रकारच्या लहरींचे अस्तित्व दर्शवतात विद्युत चुंबकीय लहरी ज्या विद्युत आणि चुंबकीय फायच्या लहरींशिवाय काहीच नसतात lds आता आपण ते करण्यापूर्वी मी या दोन समीकरणांचे प्रतिनिधित्व करणारी एक आकृती काढण्याचा प्रयत्न करू, म्हणून जर मी स्पेसचा एक प्रदेश घेतला, उदाहरणार्थ येथे चुंबकीय क्षेत्र एकसमान खालच्या दिशेने निर्देशित करत आहे आणि चुंबकीयदृष्ट्या खालच्या दिशेने निर्देशित करत आहे, तर जर मी अशा प्रकारे लूपचा लूप घेतला तर समजा चुंबकीय क्षेत्र कालांतराने वाढत आहे
त्यामुळे या दिशेने चुंबकीय प्रवाह वेळोवेळी वाढत आहे, तर लेन्स कायद्यानुसार काय असेल तेथे एक विद्युत क्षेत्र आहे जे प्रेरित आहे जे असे असेल विद्युत प्रवाह याप्रमाणे असेल.
विरोध करते म्हणून ही दिशा आहे म्हणून ही आहे या चुंबकीय क्षेत्र रेषा आहेत हे b फील्ड आहे आणि हे e फील्ड आहे
त्यामुळे जर चुंबकीय प्रवाह वेळ खाली दिशेला वाढत असेल आणि काळाबरोबर वाढत असेल
कारण येथे ऋण चिन्हामुळे येथे चिन्हांकित करा की मी संबंधित समस्या घेतल्यास आणि माझ्याकडे विद्युत असल्यास चुंबकीय क्षेत्रातील बदलास विरोध करण्यासाठी प्रेरित विद्युत क्षेत्र या दिशेने असेल c फील्ड खालच्या दिशेने निर्देशित करते आणि इलेक्ट्रिक फील्ड
त्यामुळे हे इलेक्ट्रिक फील्ड आहे आणि इलेक्ट्रिक फील्ड वेळोवेळी बदलत होते आणि जर मी असा दुसरा लूप घेतला तर प्रेरित इलेक्ट्रिक फील्डची दिशा अशी असेल
त्यामुळे ते चुंबकीय क्षेत्र आहे क्षमस्व हे चुंबकीय आहे क्षेत्र म्हणून चुंबकीय क्षेत्र खालच्या दिशेने दिशेला होत असल्याने या लूपमध्ये चुंबकीय प्रवाह वाढतो आणि चुंबकीय क्षेत्र खालच्या दिशेने निर्देशित केले जात असल्याने, जर विद्युत क्षेत्र खालच्या दिशेने निर्देशित होत असेल आणि विद्युत क्षेत्र वाढत असेल तर येथे विद्युत क्षेत्र घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने असेल.
कालांतराने प्रेरित चुंबकीय क्षेत्र घड्याळाच्या दिशेने असेल
त्यामुळे या दोघांमध्ये एक छोटासा फरक आहे आणि हा फरक प्रामुख्याने येतो कारण या समीकरणात या नकारात्मक चिन्हाच्या उपस्थितीमुळे या समीकरणात कोणतेही नकारात्मक चिन्ह नाही अर्थात अतिरिक्त संज्ञा आहेत येथे बसलो आहे परंतु येथे कोणतेही नकारात्मक चिन्ह नाही आणि येथे एक नकारात्मक चिन्ह आहे आणि
त्यामुळे दोन फरक होतात चुंबकीय क्षेत्र बदलणारे चुंबकीय क्षेत्र आणि विद्युत क्षेत्राद्वारे निर्माण होणारे संबंधित चुंबकीय क्षेत्र बदलून निर्माण होणारे विपरीत दिशानिर्देशित विद्युत क्षेत्र येथे भाड्याने द्या, आता मला एक उदाहरण घ्यायचे आहे, मला पूर्वीच्या प्रवाहातील प्रवाह आणि विस्थापन प्रवाह यांच्यातील तुलनाचे उदाहरण दाखवायचे आहे
वर्गात तुम्ही तारांद्वारे वहन बद्दल अभ्यास केला असेल आणि तुम्ही आरसी सर्किट्स वगैरे बद्दल अभ्यास केला असेल म्हणून आम्ही त्या वेळी परिभाषित करतो लक्षात ठेवा की आम्ही त्या वेळी एक वहन करंट डेन्सिटी jc ही सिग्मा वेळा आणि योग्य वहन करंट घनतेच्या वहन

परिमाणाच्या बरोबरीची व्याख्या केली होती.
सिग्मा ई सिग्मा द्वारे दिले जाते याला चालकता म्हणतात म्हणून सिग्मा माध्यमाची चालकता परिभाषित करतो आणि वहन करंट घनता विद्युत क्षेत्राच्या प्रमाणात असते आणि सिग्मा ही वहन प्रवाह घनता आहे जी आपण या व्याख्यानात शेवटच्या वेळी प्राप्त केली होती विस्थापन वर्तमान घनता jd of epsilon zero de by dt म्हणजे आता सोबत मोकळी जागा आहे चर्चा करताना मी इथे नमूद करू इच्छितो की जर एखादे माध्यम असेल तर विस्थापन वर्तमान घनता एप्सिलॉन डी डीटीआय द्वारे मुक्त जागा एप्सिलॉन झिरोची परमिटिव्हिटी मिडीयम द्वारे बदलते जे एप्सिलॉन आहे आणि एप्सिलॉन हे एप्सिलॉन शून्याशिवाय डायलेक्ट्रिक कॉन्स्टंटमध्ये दुसरे काहीही नाही.

हे लक्षात ठेवा ah epsilon z epsilon is equal to epsilon zero in dielectric constant k म्हणून जर माध्यम असेल तर माध्यमात विस्थापन वर्तमान घनता jd द्वारे दिली जाते dt द्वारे epsilon de dt च्या बरोबरीने प्रवाहकीय प्रवाह घनता सिग्मा वेळा दिली जाते e म्हणून माझ्याकडे असे माध्यम असू शकते ज्यामध्ये अंशतः ते अंशतः संचलन करत आहेत ते परिपूर्ण कंडक्टर नाहीत ते ते संचलन करत आहेत आणि त्यांच्याकडे विस्थापन प्रवाह देखील आहे म्हणून माझ्याकडे अशी परिस्थिती असू शकते जिथे माध्यम विस्थापन प्रवाह आणि वहन प्रवाह दोन्ही वाहून नेतो म्हणून मला द्या उदाहरण पहा म्हणजे प्रथम उदाहरण म्हणून जर मी या दोघांचे गुणोत्तर पाहिले तर मला गुणोत्तर पहायचे आहे या दोघांपैकी मी एक इलेक्ट्रिक फील्ड घेतो जे e zero cos omega t प्रमाणे बदलते
त्यामुळे माझ्याकडे एक इलेक्ट्रिक फील्ड आहे जे ओमेगा फ्रिक्वेन्सीच्या वेळेनुसार दोलन होत असते
त्यामुळे वहन करंट घनता सिग्मा ई असेल जी सिग्मा ई शून्य कॉस बरोबर असते ओमेगा टी डिस्प्लेसमेंट करंट डेन्सिटी एप्सिलॉन डी बाय डीटी च्या बरोबरीची आहे जी एएच मायनस एप्सिलॉन ओमेगा ई नॉट साइन ओमेगा टी च्या बरोबरीची आहे म्हणून मी वेळेच्या संदर्भात हे वेगळे करतो मला मायनस ओमेगा ई नॉट साइन ओमेगा टी मिळेल म्हणजे विस्थापन चालू घनता आहे कंडक्शन करंट डेन्सिटी तुमच्या लक्षात आलेली पहिली गोष्ट म्हणजे वहन चालू घनता आणि विस्थापन वर्तमान घनता टप्प्यात नाही येथे वजा चिन्ह आहे आणि हे वेळेच्या कोसाइन फंक्शनचे कोसाइन आहे हे वेळेचे साइन फंक्शन आहे म्हणून जर मी प्लॉट उदाहरणार्थ वेळेचे कार्य म्हणून मी प्लॉट करू या उदाहरणार्थ प्रथम वहन प्रवाह घनता म्हणजे वहन करंट कॉस ओमेगा टी म्हणून एक चक्र मी प्लॉट केला तर ती प्रवाहकीय आहे चालू चालू म्हणजे विस्थापन करंट ही गोष्ट वजा आहे म्हणून मला येथे ही मूल्ये द्या, मग हे काय असेल हे असे होईल हे विस्थापन प्रवाह आहे हे वेळेचे कोसाइन कोसाइन फंक्शन आहे हे वेळेचे वजा पाप फंक्शन आहे.
येथे पहा की वहन प्रवाह आणि विस्थापन प्रवाह यांच्यात एक टप्प्यात फरक आहे आणि काही प्रगत अभ्यासक्रमांमध्ये हा एक महत्त्वाचा विचार बनतो ज्याचा तुम्ही तुमच्या वाहकमध्ये थोड्या वेळाने अभ्यास कराल म्हणून ही विस्थापन प्रवाह घनता आहे आणि ती प्रवाहकीय प्रवाह आहे.
घनता म्हणून मी प्रत्यक्षात वहन करंट घनतेचे कमाल मूल्य किती आहे याची गणना करू शकतो आणि नंतर विस्थापन करंट घनतेच्या कमाल मूल्याशी तुलना करू शकतो म्हणून वर्तमान वहन करंट घनतेचे कमाल मूल्य jc कमाल सिग्मा ई शून्य आणि jd कमाल समान आहे एप्सिलॉन ओमेगा ई शून्य प्रवाहकीय प्रवाहाचे कमाल मूल्य जेव्हा ओमेगा टी सिग्मा ई शून्य असेल तेव्हा दिसून येईल आणि विस्थापन प्रवाह घनतेचे जास्तीत जास्त मूल्य जेव्हा सिन ओमेगा टी उणे एक असेल आणि ते एप्सिलॉन ओमेगा ई शून्य असेल तेव्हा होईल,
त्यामुळे या वहन प्रवाहाचे याच्या किंवा विस्थापन करंट प्रवाह प्रवाहाचे गुणोत्तर सिग्माद्वारे एप्सिलॉन ओमेगा ई शून्याच्या कमाल मूल्याच्या बरोबरीचे आहे.
e शून्य जे सिग्माद्वारे एप्सिलॉन ओमेगाच्या बरोबरीचे आहे म्हणजे विस्थापन प्रवाह आणि प्रवाह प्रवाह आणि ओमेगाचे गुणोत्तर वास्तविकतेच्या संदर्भात आहे, मी हे दोन pi nu एप्सिलॉन सिग्माद्वारे लिहू शकतो जेथे ओमेगा हे दोन pi nu ओमेगाच्या बरोबरीचे आहे.
कोनीय वारंवारता nu ही वारंवारता आहे आणि ओमेगा ही कोनीय वारंवारता आहे म्हणून मी दोन उदाहरणे घेऊ एक मी एक चांगला कंडक्टर घेतो म्हणजे चांगल्या कंडक्टरमध्ये चालकता अंदाजे 10 ते पॉवर 7 mos प्रति मीटर असते ही एक मोठी चालकता आहे म्हणून याला म्हणतात कंडक्टर हे खूप मोठे मूल्य आहे आणि जर मी एक गिगाहर्ट्झची वारंवारता घेतली तर लक्षात ठेवा की आम्ही ही आह पॉवर टेन पॉवर नाइनमध्ये आणली होती ज्याला गिग म्हणतात a gigahertz नंतर आणि चांगल्या वाहकांसाठी एप्सिलॉन हे अंदाजे एप्सिलॉन शून्याच्या बरोबरीचे असते आणि मी jd ची jc द्वारे गणना करू शकतो जे दोन pi दहा ते पॉवर नऊ मधील एप्सिलॉनमध्ये आठ पॉइंट आठ पाच दहा ते उणे बारा भागिले सिग्मा आहे जे पॉवर 7 ची 10 आहे आणि ती 5.
6 ते 10 ची पॉवर वजा 9 अशी बाहेर येते.

त्यामुळे तुम्ही येथे पाहू शकता की चांगल्या कंडक्टरसाठी बहुसंख्य विद्युत् प्रवाह प्रवाहकीय प्रवाह असतो, विस्थापन प्रवाह प्रवाह प्रवाहाच्या घनतेच्या तुलनेत नगण्य असतो.

त्यामुळे कंडक्टरमधून वाहणारा प्रवाह हा प्रामुख्याने वहन प्रवाह असतो आणि तेथे क्वचितच विस्थापन प्रवाह असतो आणि म्हणूनच याला चांगला कंडक्टर असे म्हटले जाते कारण या माध्यमातून वाहणारा बराचसा प्रवाह प्रवाहकीय प्रवाहामुळे असतो.
आणि विस्थापन करंट नाही मला पावर कंडक्टर घेऊ द्या जसे की समुद्राच्या पाण्यामध्ये एप्सिलॉन आहे एप्सिलॉन बरोबर एक्कासी वेळा एप्सिलॉन शून्य आणि सिग्मा अंदाजे चार mohs प्रति मीटर आहे आणि म्हणून jd by jc समान आहे म्हणून हे दोन पाई इन फ्रिक्वेंसी दहा प्रति नऊ हर्ट्झ एप्सिलॉनमध्ये आहे जे एक्कासी एक गुणिले आठ पॉइंट आठ पाच दहा ते उणे बारा भागिले सिग्मा जे चार आहे आणि ते आहे सुमारे एक बिंदू एक म्हणजे वारंवारतेवर देखील मी जी वारंवारता घेत आहे ती दहा पॉइंट नऊ हर्ट्झ आहे म्हणून या वारंवारतेवर समुद्राचे पाणी जेव्हा तुम्ही समुद्राच्या पाण्यातून लाटेची ही वारंवारता प्रसारित करता तेव्हा प्रवाह प्रवाह आणि विस्थापन

प्रवाहाचा जवळजवळ समान योगदान असतो
कृपया लक्षात घ्या की हे प्रमाण वारंवारतेवर अवलंबून असते
त्यामुळे उच्च आणि उच्च फ्रिक्वेन्सीवर ही संज्ञा वाढू शकते आणि कमी आणि कमी वारंवारता ही संज्ञा कमी होऊ शकते म्हणून विस्थापन आणि वहन प्रवाहाच्या या गुणोत्तरावर अवलंबून भिन्न परिस्थिती असू शकते.

त्यामुळे सिग्मा ओमेगा 6 ओमेगा एप्सिलॉन पेक्षा खूप जास्त असेल तर सिग्मा ओमेगा ई पेक्षा खूप जास्त असेल तर psilon नंतर वहन प्रवाह हा विस्थापन करंट पेक्षा खूप जास्त असतो तर तो कंडक्टर म्हणून वागतो आणि जर सिग्मा ओमेगा एप्सिलॉनपेक्षा खूपच कमी असेल तर हे डायलेक्ट्रिक म्हणून वागते
त्यामुळे एप्सिलॉनमधील चालकतेच्या संदर्भात वारंवारता आणि माध्यमाच्या गुणधर्मांवर अवलंबून असते.

एखादे माध्यम कंडक्टर म्हणून वागू शकते जिथे वहन प्रवाह विस्थापन करंटपेक्षा खूप मोठा आहे किंवा डायलेक्ट्रिकसारखे वागू शकते ज्यामध्ये विस्थापन करंटच्या तुलनेत वहन प्रवाह नगण्य आहे म्हणून माझ्याकडे या दोन्ही मर्यादा असू शकतात आणि ते वारंवारतेवर अवलंबून असते म्हणून मी सोडतो समान समस्या पाहण्यासाठी कृपया हे गुणोत्तर मोजा.
1 गीगाहर्ट्ज जेणेकरुन तुम्ही उच्च कमी आणि उच्च वारंवारता पाहाल तेच माध्यम कंडक्टर किंवा डायलेक्ट्रिक
त्यामुळे या दोघांचा हा एक अतिशय महत्त्वाचा विचार आहे, म्हणून आपण आत्तापर्यंत मिळवलेली चार समीकरणे बंद करण्यापूर्वी मी फक्त लिहून ठेवतो जी मॅक्सवेलची समीकरणे इंटिग्रल ई डॉट डा हे एप्सिलॉन झिरो इंटिग्रल p डॉट डा द्वारे संलग्न चार्जच्या समान आहेत.
is equal to zero integral e dot dl is equal to उणे d by dt of integral p dot da integral v dot dl is equal to mu naught ic वहन करंट अधिक mu naught epsilon naught d by dt of integral e dot da चार फार महत्वाचे मॅक्सवेलची समीकरणे मी माझे व्याख्यान येथे थांबवीन आणि पुढील वर्गात आपण काय करू या समीकरणे पाहणे आणि मी तुम्हाला दाखवून देईन की ही समीकरणे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरींच्या अस्तित्वाचा अंदाज लावतात आणि हा एक अतिशय महत्त्वाचा शोध होता.
जेम्स क्लार्क मॅक्सवेलचे अतिशय महत्त्वाचे योगदान जेव्हा त्याने दाखवले की ही समीकरणे विद्युत चुंबकीय लहरींच्या अस्तित्वाचा अंदाज लावतात आणि प्रकाश हे विद्युत चुंबकीयतेचे स्वरूप आहे.
c wave आणि म्हणून याला मॅक्सवेलची समीकरणे म्हणतात म्हणून मी माझे व्याख्यान इथेच थांबवतो आणि पुढील व्याख्यानात आम्ही चर्चा सुरू ठेवू.
धन्यवाद.
Prutor@IITK