

तुम्हा सर्वांना सुप्रभात आमच्या आधीच्या व्याख्यानांमध्ये आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्स बदल चर्चा केली होती मी चार्जची संकल्पना मांडली होती आम्ही पाहिले की चार्ज आजूबाजूच्या परिसरात एक इलेक्ट्रिक फील्ड तयार करतो जे विद्युत क्षेत्र इतरांवर शक्ती वापरते. शुल्क आकारले जाते म्हणून जर तुमच्याकडे समान शुल्क असेल तर ते मागे टाकले जातात जर त्यांच्याकडे विरुद्ध शुल्क असेल तर ते आकर्षित होतात म्हणून आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्सचे वर्णन करणारे कायदे पाहिले होते आम्ही गॅसचा नियम देखील प्राप्त केला होता जो आम्हाला चार्ज वितरणाची इलेक्ट्रिक फील्ड प्राप्त करण्यास मदत करतो आणि आम्ही फील्ड्सबद्दल तपशीलवार चर्चा केली आहे . वेगवेगळ्या चार्ज डिस्ट्रिब्यूशनद्वारे उत्पादित आता आपण मॅग्नेटोस्टॅटिक्सच्या दुसऱ्या विषयाकडे वळतो, त्यामुळे जर तुमच्याकडे चार्ज विश्रांतीवर असेल तर चार्जवरील इलेक्ट्रोस्टॅटिक फोर्स हे विद्युत क्षेत्रामुळे असते जेव्हा हे चार्ज हलू लागते तेव्हा सुरू होते तेव्हा आम्हाला आढळते की इतर या विद्युत क्षेत्राव्यतिरिक्त चार्जवर आणखी एक बल आहे ज्याला चुंबकीय बल म्हणतात म्हणून जेव्हाही  $ac$  हार्ज गतिमान आहे विद्युत क्षेत्रामुळे तुमच्याकडे इलेक्ट्रोस्टॅटिक बल असू शकते आणि चुंबकीय चुंबकीय बल देखील असू शकते कारण आम्ही चुंबकीय क्षेत्र म्हणून परिभाषित करतो म्हणून हे चुंबकीय प्रभाव सुमारे 2500 वर्षे 500 वर्षांपूर्वी शोधले गेले जेव्हा त्यांना असे आढळले की काही तुकडे धातूनी इतर धातूचे तुकडे आकर्षित केले आणि म्हणूनच चुंबकत्वाच्या क्षेत्राचा जन्म झाला आणि चुंबकत्वाचे नियम आणि त्यांचा विद्युतशी असलेला संबंध याविषयी नियम शोधण्यासाठी विविध लोकांनी बरेच प्रयोग केले आहेत म्हणून मॉड्यूलच्या या भागात आपण चुंबकत्वाच्या चुंबकीय गोष्टींचा अभ्यास करू.

चुंबकीय क्षेत्रे कशी निर्माण होतात ते चुंबकीय क्षेत्रांमुळे कोणते बल आहेत आणि आम्ही त्यांना विविध अनुप्रयोगांसाठी कसे वापरू शकतो म्हणून आम्ही चुंबकीय प्रभावांवर चर्चा सुरू करण्यापूर्वी मला तुम्हाला चुंबकीय प्रभावांची काही साधी प्रात्यक्षिके दाखवायची आहेत जी तुमच्यापैकी अनेकांनी कुठेतरी पाहिली असतील तुमच्या अभ्यासादरम्यान तुमच्यामध्ये ठीक आहे म्हणून आम्ही काही चुंबकांपासून सुरुवात करू जे मी तुम्हाला इथे दाखवत आहे याला बार मॅग्नेट म्हणतात आणि तुम्ही येथे पाहू शकता की याच्या वरच्या बाजूला एक विशिष्ट  $n$  आहे आणि दुसऱ्या बाजूला  $sn$  उत्तरेशी संबंधित आहे आणि  $s$  दक्षिणेला आहे याला बार मॅग्नेट म्हणतात. येथे आणखी एक चुंबक आहे ज्याला हॉर्सशू मॅग्नेट म्हणतात  $n$  येथे उत्तरेशी संबंधित आहे आणि हे येथे दक्षिणेशी संबंधित आहे आणि आपल्याकडे इतर आकाराचे चुंबक असू शकतात उदाहरणार्थ आपल्याकडे रिंग मॅग्नेट आहे त्यामुळे आपल्याकडे आता सर्व प्रकारचे चुंबक असू शकतात उदाहरणार्थ मी तुम्हाला दाखवेल की जर मी हे  $n$  च्या जवळ  $n$  असे लिहिले आहे ते इथे आणले तर प्रतिकर्षणाची शक्ती आहे जसे की तुम्ही येथे पाहू शकता की जर मी ते चिन्हांकित ध्रुवावर आणले तर ते आकर्षित होते जसे इलेक्ट्रोस्टॅटिक बल आपल्याकडे होते.

हे  $n$  ला तिरस्करणीय आणि आकर्षक दोन्ही शक्ती आहेत असे पाहिले तर हे  $n$  ला आकर्षित करते परंतु जर मी  $n$  च्या जवळ आणले तर ते याला मागे टाकत आहे असे दिसते म्हणून या दोन प्रकरणांमध्ये एक तिरस्करणीय शक्ती आणि एक आकर्षक शक्ती आहे हे आपण पाहिले असेल.

चुंबकीय होकायंत्र म्हणून कॉल करा येथे एक चुंबकीय होकायंत्र आहे येथे एक चुंबक आहे जो एका फिरत्या फुलक्रमवर निलंबित केला जातो आणि तुम्ही चुंबक फिरवू शकता आणि तुम्ही पाहू शकता की मी काय करतो याची पर्वा न करता ते एका विशिष्ट दिशेने निर्देशित करते.

मी येथे सिस्टीमला मॅग करा जेव्हा मी सुई फिरवतो तेव्हा नेहमी एका दिशेने निर्देशित होते आणि ही पृथ्वीद्वारे तयार केलेल्या चुंबकीय क्षेत्राची दिशा असते म्हणून पृथ्वीचे स्वतःचे चुंबकीय क्षेत्र असते आणि हे चुंबक चुंबकीय क्षेत्राकडे सरिखित होते तेव्हा जेव्हा आपण मॅग्नेटोस्टॅटिक्सचा अभ्यास करा आम्ही यासारख्या चुंबकांवरील बल आणि टॉर्क्स काय आहेत आणि हे चुंबक वेगवेगळ्या दिशांना कसे सरिखित होतात याचा अभ्यास करू आणि वीज आणि चुंबकत्वाच्या विकासाच्या आमच्या सुरुवातीच्या टप्प्यात वीज आणि चुंबकत्व ही दोन स्वतंत्र क्षेत्रे मानली जात होती

त्यामुळे वीज शुल्काशी सुसंगत होती.

आणि चुंबकत्वाचे वर्णन चुंबकाने निर्माण केलेले क्षेत्र असे केले होते आता ते अठरा एकोणीस मध्ये होते जेव्हा हॅन्स ख्रिश्चनने डॅनिश फाई. *sicist* जो एक व्याख्यान देत होता आणि व्याख्यानाच्या दरम्यान त्याला अचानक असे आढळले की चुंबकीय क्षेत्र विद्युत प्रवाहांमुळे निर्माण होते त्यांच्या सभोवताली चुंबकीय क्षेत्र असते

त्यामुळे फक्त तुम्हाला दाखवण्यासाठी की मी एक छोटी बॅटरी घेत आहे आणि मी एक वायर घेत आहे मग मी काय करू? मी वायरला बॅटरीशी जोडून आणि मी हे होकायंत्र चुंबकीय होकायंत्राजवळ ठेवेन आणि मी तुम्हाला दाखवेन की यामुळे होकायंत्राचे विक्षेपण होते, म्हणून मी मॅग धरून ठेवू द्या, मला येथे चुंबकाच्या जवळ वायर धरू द्या.

आणि जर तुम्हाला दिसले की तुम्हाला चुंबकीय दिसले तर लगेच पहा मी जोडल्याबरोबर चुंबकीय सुई फिरते हे दर्शविते की चुंबकीय सुईवरील कॉइलवर चुंबकीय बल आहे आणि ते फिरते म्हणून हा एक प्रयोग होता जो द्वारे केला गेला होता हॅन्स ख्रिश्चन ऑयस्टर हे दाखवण्यासाठी की वीज आणि चुंबकत्व यांच्यात खूप मजबूत संबंध आहे जे विद्युत प्रवाह चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतात त्यामुळे प्रत्यक्षात काय घडत आहे जसे आपण पाहणार आहोत मी या वायरला बॅटरी जोडताच यातून एक विद्युतप्रवाह पसरतो, वायरमधून एक विद्युत प्रवाह वाहतो ज्यामुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते आणि चुंबकीय क्षेत्र सुईवर परिणाम करते आणि चुंबकीय सुई विचलित होते

त्यामुळे टॉर्क येतो.

चुंबकीय सुई जी नंतर विचलित होते

त्यामुळे हा प्रयोग खूप पूर्वी हॅन्स ख्रिश्चन ऑयस्टरने केला होता आणि त्या प्रयोगानंतर अँपिअर फॅराडे हेन्री सारख्या लोकांनी खूप प्रयोग केले आणि चुंबकत्वाचे संपूर्ण क्षेत्र विकसित झाले आता आपल्याकडे आहे.

त्यावेळी विद्युत क्षेत्राची संकल्पना मांडली आणि मी एक एकक सादर केले होते जे आम्हाला माहित आहे की विद्युत क्षेत्रे प्रति मीटर

व्होल्टमध्ये मोजली जातात म्हणून आपल्याकडे चुंबकीय क्षेत्राचे काही एकक असणे आवश्यक आहे आणि जेव्हा आपण बलांकडे पाहू लागलो तेव्हा मी चर्चा करू टेस्ला नावाचे युनिट सादर करेल हे टेस्ला हे चुंबकीय क्षेत्राचे एकक आहे आणि त्याचे नाव निकोला टेस्ला या शास्त्रज्ञाच्या नावावर आहे आणि त्याचे मोजमाप आहे.

चुंबकीय क्षेत्र टेस्ला हे खूप मोठे एकक आहे

त्यामुळे सहसा आपण गॉस नावाचे एक लहान युनिट वापरतो जे 10 ते उणे 4 टेस्ला असते म्हणून मी हे नंतर पुन्हा सादर करेन आणि मी तुम्हाला दाखवू इच्छितो की येथे एक मीटर आहे ज्याला प्रत्यक्षात म्हणतात.

टेस्ला मीटर जे

कोणत्याही क्षणी त्यातील कोणत्याही चुंबकीय क्षेत्राचे मोजमाप करते

त्यामुळे माझ्याकडे आता येथे दोन चुंबक आहेत जे अत्यंत मजबूत चुंबक आहेत कारण तुम्ही येथे पाहू शकता की हे अतिशय मजबूत चुंबक आहेत जे एकमेकांना आकर्षित करतात आणि तुम्ही येथे खूप मजबूत पाहू शकता येथे चुंबक आहेत आणि मला हे दाखवायचे आहे की हे चुंबक कोणत्या प्रकारचे चुंबकीय क्षेत्र तयार करतात म्हणून मी येथे चुंबक ठेवतो आणि मी हा एक प्रोब आहे या प्रोबच्या टोकावर एक लहान क्रिस्टल आहे जे प्रत्यक्षात मोजते चुंबकीय क्षेत्र आता येथे आहे येथे एक चुंबकीय क्षेत्र एकक आहे त्यावर आपण पाहू शकता की येथे एक चुंबकीय क्षेत्र शून्य आहे येथे अंदाजे 0.

1 आहे

त्यामुळे mt मिलि टेस्लाशी संबंधित आहे आणि तेथे जवळजवळ 0 mil टेस्ला h आहे जर मी हे चुंबकाच्या जवळ आणले तर तुम्ही येथे पाहू शकता की चुंबकीय क्षेत्र वाढते ते चुंबकीय क्षेत्र मोजते आहे आणि नंतर येथे एक नकारात्मक चिन्ह आहे जे चुंबकीय क्षेत्राच्या विशिष्ट अभिमुखतेशी संबंधित आहे जर मी सेन्सर दुसऱ्या बाजूला घेतला.

येथे तुम्हाला चुंबकीय क्षेत्राचे सकारात्मक मूल्य दिसते आणि तुम्ही पाहू शकता की चुंबकीय क्षेत्रे येथे शंभर ते 100 मिल टेस्ला सारखी मजबूत आहेत

त्यामुळे हे चुंबक अतिशय मजबूत चुंबक आहेत आणि ते सामान्यतः शेकडो मिल टेस्ला पृथ्वी तयार करतात.

सुमारे 10 सूक्ष्म टेस्ला चुंबकीय क्षेत्र आणि हे प्रभाव अतिशय मनोरंजक आहेत आणि ते प्रत्यक्षात वीज आणि चुंबकत्व एकत्र करतात आणि प्रसंगोपात नैसर्गिकरित्या उद्भवणारे सजीव किंवा नैसर्गिक सजीव आहेत जे नेव्हिगेशनसाठी चुंबकीय क्षेत्र वापरतात उदाहरणार्थ मॅग्नेटोटॅक्टिक बॅक्टेरिया नावाचे जीवाणू असतात ज्यात लहान चुंबकीय क्रिस्टल असतात.

त्यांच्यामध्ये जे त्यांना चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेने स्वतःला दिशा देण्यास मदत करतात आणि हे ते पृथ्वीवर नेव्हिगेट करायचे कारण त्यांना ऑक्सिजनची कमतरता असलेल्या प्रदेशात जायचे आहे त्याचप्रमाणे कबुतरासारखे पक्षी आहेत जे लांब पल्ल्याच्या स्थलांतरासाठी नेव्हिगेशनसाठी चुंबकीय क्षेत्र वापरतात असे समजले जाते पक्षी चुंबकीय क्षेत्रे वापरतात.

स्वतःला निर्देशित करण्यासाठी सेन्सिंग एजंट्सपैकी एक म्हणजे मुंग्या पृथ्वीवर नेव्हिगेशनसाठी चुंबकीय क्षेत्र वापरतात असे दिसते म्हणून चुंबकीय क्षेत्र हे अतिशय महत्त्वाचे पैलू आहेत आणि आम्ही या मॉड्यूलमध्ये वर्तमान कॅनिंग कंडक्टरद्वारे चुंबकीय क्षेत्र कसे निर्माण केले जातात याचा अभ्यास करू.

चुंबकीय क्षेत्राद्वारे निर्माण होणारी शक्ती आणि चुंबकीय शक्तीचे उपयोग काय आहेत हे मी येथे नमूद केले पाहिजे की आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्समध्ये व्हेक्टर फील्ड म्हणून विद्युत क्षेत्राची संकल्पना मांडली होती म्हणून आम्ही म्हणतो की जर तुमच्याकडे चार्ज असेल तर हा चार्ज फील्ड तयार करतो.

स्वतःभोवती ज्याला विद्युत क्षेत्र म्हणतात, जर तुम्ही येथे दुसरा चार्ज ठेवला तर स्थिर चार ge मग हे विद्युत क्षेत्र स्थिर चार्जवर एकतर आकर्षक बल किंवा तिरस्करणीय बल प्रक्षेपित करत आहे आणि

त्यामुळे या दोन शुल्कांमधील इलेक्ट्रोस्टॅटिक बल निर्माण होते त्याचप्रमाणे आम्ही चुंबकीय क्षेत्राची संकल्पना मांडू म्हणजे जर तुमच्याकडे विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर असेल तर तुमच्याकडे एक कंडक्टर आहे जो विद्युतप्रवाह वाहून नेत आहे तर हा विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर आजूबाजूच्या माध्यमात स्वतःभोवती असलेले चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतो आणि चुंबकीय क्षेत्र नंतर येथे चुंबकीय सुई सारख्या चुंबकावर किंवा दुसरा बार चुंबक किंवा दुसरा वर्तमान कॅनिंग कंडक्टर प्रभावित करू शकतो आणि तो शक्ती लागू करू शकतो. ज्याला चुंबकीय बल म्हणतात

त्यामुळे विद्युत क्षेत्राप्रमाणेच आम्ही चुंबकीय क्षेत्राची संकल्पना मांडू जे आणखी एक वेक्टर क्षेत्र आहे आणि आम्ही चुंबकीय क्षेत्राच्या विविध गुणधर्मांचा अभ्यास करू ठीक आहे, म्हणून आम्ही आत्ताच चुंबकीय प्रभावांची काही प्रात्यक्षिके पाहिली,

त्यामुळे आता मला चुंबकीय क्षेत्रावर चर्चा करायची आहे.

वर्तमान गतिज आचरणाद्वारे चुंबकीय क्षेत्र कसे निर्माण केले जातात किंवा इतर वस्तूंवर कोणते बल लावले जातात

त्यामुळे लक्षात ठेवा की इलेक्ट्रोस्टॅटिक्समध्ये आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक फोर्सची व्याख्या खालीलप्रमाणे समीकरणाद्वारे केली होती म्हणून इलेक्ट्रोस्टॅटिक आम्ही इलेक्ट्रिक फील्डची व्याख्या f च्या बरोबर q म्हणून केली आहे, जर तुमच्याकडे चार्ज q स्थिर चार्ज असेल तर q नंतर ते एका बलाने कार्य केले जाते f बल प्रति युनिट चार्जवर आम्ही इलेक्ट्रिक फील्ड म्हणून परिभाषित केले होते म्हणून हे आता इलेक्ट्रिक फील्ड आहे कारण इलेक्ट्रोस्टॅटिक्समध्ये पृथक शुल्क आहेत आम्ही अशा समीकरणाद्वारे विद्युत क्षेत्र परिभाषित करू शकतो परंतु आम्हाला आढळले असे कोणतेही चुंबकीय शुल्क नाहीत किंवा कोणतेही चुंबकीय मोनोपोल नाहीत याला कोणतेही चुंबकीय शुल्क किंवा कोणतेही चुंबकीय मोनोपोल नाहीत म्हणून आपल्याला चुंबकीय क्षेत्राची व्याख्या दुसऱ्या नातेसंबंधाद्वारे करावी लागेल आणि ते म्हणजे आणि मी गेल्या काही काळापूर्वी म्हटल्याप्रमाणे चुंबकीय शक्ती फक्त मूव्हिंग चार्जेसवर दिसतात म्हणून आपल्याला दुसऱ्या यंत्रणेद्वारे चुंबकीय क्षेत्र परिभाषित करावे लागेल म्हणून समजा मी चार्ज घेतो जे आत फिरत आहे काही दिशा, मग मी या चार्जवर कोणती शक्ती कार्य करत आहे हे शोधण्याचा प्रयत्न करू, म्हणून समजा या प्रदेशात माझ्याकडे एक चुंबकीय क्षेत्र आहे, उदाहरणार्थ चुंबकाने तयार केलेले चुंबकीय क्षेत्र किंवा वर्तमान गतिज कंडक्टरद्वारे तयार केलेले चुंबकीय क्षेत्र आणि त्या प्रदेशात मी एक चार्ज हलवतो म्हणून मी असे गृहीत धरू की त्याच्या सभोवतालच्या सर्व वस्तू तटस्थ आहेत म्हणून या चार्जवर कोणतेही इलेक्ट्रोस्टॅटिक बल नाहीत आता आम्हाला

आढळले आहे की या चार्जवर अजूनही एक शक्ती कार्यरत आहे कारण त्याच्या गतीमुळे आता गुणधर्म काय आहेत या शक्तीपैकी आपल्याला असे आढळून येते की जेव्हा मी एका विशिष्ट दिशेने चार्जच्या गतीची दिशा बदलतो तेव्हा तेथे कोणतेही चुंबकीय बल नसते म्हणून जर चार्ज या दिशेने फिरला तर समजा माझ्याकडे एक चार्ज आहे जो अशा प्रकारे फिरत आहे तर तेथे कोणतेही बल नाही चुंबकीय शक्ती पण जर ती अशी हालचाल करत असेल तर चार्जवर एक विशिष्ट शक्ती कार्यरत असते त्यामुळे मला एक विशेष दिशा सापडते जिच्या बाजूने मी चार्ज हलवल्यास तेथे कोणतेही बल नसते  $n = 0$  चुंबकीय शक्ती जर मी चार्जला इतर कोणत्याही दिशेने हलवले तर चार्जवर कार्य करणारे एक बल असते आणि ते बल अवलंबून असते, म्हणून समजा हा चार्ज आहे ही ती दिशा आहे ज्यात  $f = 0$  होता, तर मी याप्रमाणे हललो तर हा वेग आहे.

असे घडू शकते की यावर एक बल कार्यरत असल्याचे मला आढळेल आणि माझ्याकडे शून्य बल असलेली दिशा आणि गतीची दिशा यामधील या कोनावर  $4$  अवलंबून आहे आणि मला हे देखील दिसून येईल की हे बल दिशेला लंब आहे.

चार्जच्या वेगाचा आणि शून्य बलाच्या या दिशेला, म्हणून मी या फिरत्या चार्जवर ज्या बलाने काम पाहतो ते केवळ चार्जच्या या वेग वेक्टरलाच लंबवत नाही तर मला ज्या दिशेला आढळले होते त्या दिशेने देखील आहे.

बल शून्य होते म्हणून आम्ही चुंबकीय क्षेत्र  $p$  ची व्याख्या सामान्यतः  $b$  म्हणून लिहिली जाते ज्या दिशेच्या बाजूने असते त्यामुळे वेक्टर  $b$  हा सदिश असतो जो ज्या दिशेला असतो त्या दिशेला चार्जला बल आढळले नाही त्यामुळे  $b$  ची दिशा असते सदिश म्हणजे ही  $b$  वेक्टरची दिशा आहे ज्याच्या बाजूने चार्जवर कोणतेही बल नव्हते आणि आम्ही परिभाषित केले म्हणून आम्ही नंतर प्रसार करतो समजा ही दिशा मी आता या दिशेने लंब पसरवतो ही दिशा लंब आहे आणि मला आढळले की मला सापडलेले बल परिभाषित करते  $f$  च्या बरोबरीचे बल आहे म्हणून मला या फिरत्या चार्जवर कार्य करणारे विशिष्ट बल आढळले आणि मी नमूद केल्याप्रमाणे हे बल वेग वेक्टर आणि  $b$  वेक्टरला लंब आहे आणि म्हणून मी चुंबकीय क्षेत्राचे चुंबकीय क्षेत्र परिमाण  $b$  म्हणून परिभाषित करतो  $b$  म्हणून दिलेले परिमाण हे बलाच्या मोडच्या बरोबरीचे आहे, मला  $ab$  सबस्क्रिप्ट लिहू द्या, मला चुंबकीय बल भागिले  $q$  गुणिले  $b$  सांगा, तर या फिरत्या चार्जवर कार्य करणारे बल का म्हणून मी या फिरत्या चार्जवर कार्य करणारे बल मोजतो जेव्हा ज्या दिशेला मला बल शून्य असल्याचे आढळले त्या दिशेला चार्ज लंब सरकतो

त्यामुळे या दिशेला मला बल सापडतो आणि मी गुणाकार करत असलेल्या चार्जने भागलेल्या बलाचे परिमाण शोधतो या कणाच्या वेगावरून मी चुंबकीय बल म्हणून परिभाषित करतो

त्यामुळे सदिश सदिश क्षेत्राच्या दृष्टीने  $i$  हे सदिश चुंबकीय चुंबकीय क्षेत्र आहे  $f \cdot b$  सदिश चुंबकीय बल  $q \cdot b$  क्रॉस  $b$  चुंबकीय बल  $f \cdot b$  सदिश चुंबकीय बल  $f \cdot b$  समान आहे  $q$  गुणा  $v$  क्रॉस  $b \cdot q$  हा प्रभाराचा प्रभार आहे जो हलवत आहे  $b$  हा प्रभाराचा वेग वेक्टर आहे आणि  $b$  हे संबंधित चुंबकीय क्षेत्र आहे म्हणून आपण येथे पाहू शकता की वेग चुंबकीय क्षेत्र  $v$  क्रॉसच्या बाजूने असेल का  $b$  शून्य होते आणि बल शून्य होते इतर दिशानिर्देशांसह बल मर्यादित आहे म्हणून जर वेग वेक्टर आणि चुंबकीय क्षेत्र यांच्यातील कोन  $\phi$  असेल तर जर माझ्याकडे चुंबकीय क्षेत्र असे दर्शवत असेल आणि मी अशा प्रकारे हललो तर हा वेग आहे आणि हा कोन  $\phi$  असेल तर बल परिमाण चुंबकीय क्षेत्र बल  $q \cdot v$  क्रॉस  $b$  परिमाण

$q \cdot b \cdot \sin \phi$  बरोबर असेल तर  $\phi$  वर शून्य असेल तर बल शून्यावर पाच असेल नव्वद अंशांपर्यंत बल जास्तीत जास्त बनते जे दोन  $v \cdot b$  आहे आणि अशा प्रकारे आपण चुंबकीय क्षेत्र  $b$  परिभाषित करतो म्हणून चुंबकीय क्षेत्र चुंबकीय बल वेग वेक्टर आणि या चुंबकीय क्षेत्रामधील कोनावर अवलंबून असते आणि या  $q \cdot v \cdot \sin \phi$  प्रमाणे बदलते.

एक उदाहरण घ्या म्हणजे समजा मी चुंबकीय क्षेत्र घेतो तर मला एक समन्वय अक्ष  $xyz$  घेऊ द्या, तर मी ती चुंबकीय क्षेत्राची दिशा आहे असे गृहीत धरू आणि चार्ज  $xy$  समतलामध्ये चुंबकीय क्षेत्रासह  $\phi$  कोनात फिरत आहे असे गृहीत धरू.

म्हणून मी विमानात  $xy$  समतल परिभाषित करतो ज्यामध्ये वेग वेक्टर आणि चुंबकीय क्षेत्र असते

त्यामुळे मी चुंबकीय क्षेत्र  $v$  लिहू शकतो  $b$  गुणा  $j$  कॅप वेग दोन घटक आहेत त्यात  $x$  अक्षासह एक घटक आहे आणि  $y$  अक्षाच्या बाजूने असलेला एक घटक

त्यामुळे माझ्याकडे  $v \cdot \sin \phi \cdot i \cdot \cos \phi \cdot j$  कॅप आहे

त्यामुळे वेग वेक्टरमध्ये एक वेक्टर आहे

त्यामुळे  $v \cdot \sin \phi$  मध्ये  $x$  कॅप अधिक  $v \cdot \cos \phi \cdot j$  कॅप

त्यामुळे बल चुंबकीय शक्तीचे परिमाण  $q \cdot v \cdot \sin \phi \cdot i + v \cdot \cos \phi \cdot j$  क्रॉस  $b \cdot j$  च्या बरोबरीचा आहे जो आता  $q \cdot b \cdot \sin \phi$  मध्ये  $i$  क्रॉस  $j$  च्या बरोबर आहे जो  $q \cdot v \cdot \sin \phi \cdot k$  कॅप  $j$  क्रॉस  $j$  शून्य आहे म्हणून हा घटक करतो

फोर्समध्ये योगदान देऊ नका फक्त आय कॅपच्या बाजूने असलेला घटक म्हणजे क्यूव्हीबी सायन फि आय कॅप क्रॉस  $j$  कॅप जो  $k$  क्रॉस आहे म्हणून हे बल जसे तुम्ही येथे पाहू शकता वेग वेक्टर आणि दोन्हीवर लंब कार्य करत आहे .

चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि ते एका दिशेने केंद्रित आहे जे प्रत्यक्षात  $v$  आणि  $b$  चे क्रॉस उत्पादन आहे बलाचे परिमाण हे कोन  $\phi$  वर अवलंबून असते आणि अर्थातच बलाची विशालता देखील चार्जवर अवलंबून असते आणि वेग देखील लक्षात घेते की यावर अवलंबून असते चार्जचे चिन्ह बल एकतर सकारात्मक किंवा ऋण आहे म्हणून जर तुमच्याकडे सकारात्मक चार्ज असेल तर  $k$  च्या बाजूने बल या समीकरणात चार्ज  $q$  सकारात्मक असल्यास बल  $k$  टोपीवर असेल जर चार्ज ऋणात्मक असेल तर त्याच्या वजा  $k \cdot c$  बाजूने  $a \cdot p$  आता  $k \cdot \cos \phi$  कॅप ही दिशा काय आहे

त्यामुळे या फिरत्या चार्जवरील बलाची दिशा मोजण्यासाठी उजव्या हाताचा नियम म्हटला जाणारा नियम वापरावा लागतो

त्यामुळे चार्जचा वेग असा असेल तर चुंबकीय क्षेत्र असे असेल तर  $i$  उजव्या हाताचा स्कू उजव्या हाताचा नियम वापरतो म्हणून मी माझा हात घेतो मी माझा हात घेतो मी माझा उजवा हात वेग वेक्टरच्या बाजूने दाखवत असलेल्या चार बोटांनी घेतो आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या

दिशेने हलवतो आणि अंगठ्याची दिशा मला बल सांगते पॉझिटिव्ह चार्जवर काम करत आहे म्हणून मी वेग वेक्टरपासून चुंबकीय क्षेत्राकडे एक हालचाल करतो दिशात्मक अंगठा मला सांगते की शक्तीची दिशा काय आहे आता याला उजव्या हाताचा नियम म्हणतात आणि याला कधीकधी उजव्या हाताने देखील संबोधले जाते- हँडेड स्कू नियम उदाहरणार्थ येथे मी एक स्कू घेतला आहे येथे एक नट आहे आणि येथे एक स्कू आहे म्हणून मी येथे पाहिले तर मी या दिशेने फिरलो तर जर मी फिरले तर मला असा स्कू घ्या

मी उलट दिशेने फिरवले तर स्कू पुढे सरकत आहे की स्कू मागे सरकत आहे

त्यामुळे या दिशेने या रोटेशनमुळे मला असे बल मिळते म्हणून जर मी असा

स्कू घेतला आणि वेग वेक्टरमधून स्कू फिरवला तर चुंबकीय क्षेत्राकडे स्कूच्या गतीची दिशा मला बलाची दिशा देते म्हणून याला उजव्या हाताचा स्कू नियम म्हणतात

त्यामुळे मी एकतर उजव्या हाताच्या स्कूच्या नियमानुसार किंवा उजव्या हाताच्या नियमाच्या संदर्भात विचार करू शकतो, म्हणजे याचा अर्थ की मी माझी चार बोटे वेग वेक्टरच्या बाजूने दाखवतो आणि हात चुंबकीय क्षेत्राकडे फिरवतो आणि अंगठ्याची दिशा मला दाखवते की सकारात्मक चार्जवरील बलाची दिशा मला दाखवते

ऋण शुल्कावरील बल अगदी विरुद्ध असेल

त्यामुळे बल लंब असेल चुंबकीय क्षेत्र हे तुम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्समध्ये पाहिले त्यापेक्षा खूप वेगळे आहे जेथे बल विद्युत क्षेत्राच्या दिशेने होते म्हणून मी इलेक्ट्रोस्टॅटिक्सची दोन बलांची तुलना करू.

ऑटिक फोर्स आणि मॅग्नेटोस्टॅटिक फोर्सस आपण येथे पाहू शकतो म्हणून मी एक उदाहरण घेतो म्हणून मी 1 मायक्रो कूलॉम्बचा चार्ज घेईन जे 10 ते उणे 6 कूलॉम्ब 10 मिली टेस्ला मिल टेस्लाचे चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि मला गृहीत धरू द्या चार्ज 10 मीटर प्रति सेकंदाच्या वेगाने फिरत आहे म्हणून बल समान आहे आणि मी असे गृहीत धरू की वेग लंब आहे म्हणून हे चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि अशा प्रकारे फिरणारा चार्ज 90 अंश आहे

त्यामुळे  $qv_b$  जे 10 ते 10 च्या बरोबर आहे उणे 6 कूलॉम्ब ते 10 मीटर प्रति सेकंदात 10 मिली टेस्ला जे 10 ते उणे 7 न्यूटनच्या बरोबरीचे आहे जे चार्जवर कार्य करणारे बल आहे म्हणून माझ्याकडे 10 मायक्रो कूलॉम्ब असतील जे या दिशेने फिरत असतील तर पॉझिटिव्ह चार्ज असेल तर बलाची दिशा ही  $v$  क्रॉस  $b$  आहे म्हणून मी माझा उजवा हात  $v$  वरून  $b$  कडे नेतो आणि अंगठा खालच्या दिशेने निर्देशित करतो

त्यामुळे जर चार्ज पॉझिटिव्ह असेल तर चार्ज चुंबकीय मुळे खाली ढकलला जाईल  $ce$  म्हणून ते एक उदाहरण आहे जे मला सांगते की आता मला या चुंबकीय क्षेत्राचे एकक परिभाषित करणे आवश्यक आहे म्हणून मी आधी नमूद केल्याप्रमाणे  $si$  एकक ते टेस्ला आहे हे निकोला टेस्ला या शास्त्रज्ञाच्या नंतरचे आहे अठरा पंचावन्न ते एकोणीस त्रेचाळीस

त्यामुळे एक टेस्ला आहे म्हणून मी चुंबकीय क्षेत्राच्या संदर्भात बल परिभाषित करावयाचे आहे चुंबकीय क्षेत्र बलाच्या संदर्भात म्हणजे एक न्यूटन बाय एक कूलंब एक मीटर प्रति सेकंद जे एक न्यूटन बाय एक कूलंब प्रति सेकंद एक मीटरमध्ये आणि कूलंब प्रति सेकंद विद्युतप्रवाह आहे म्हणून हे आहे न्यूटन प्रति ऑपिअर मीटर कूलॉम्ब प्रति सेकंद हे एक ऑपिअर आहे जे विद्युतप्रवाहाचे एकक आहे म्हणून एक टेस्ला प्रत्यक्षात एक न्यूटन  $am$  प्रति ऑपिअर मीटर आहे आणि ते चुंबकीय क्षेत्र टेस्लाचे एकक आहे आणि मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे टेस्ला हे खूप मोठे एकक आहे म्हणून आम्ही गॉस नावाचे एक अगदी लहान एकक देखील परिभाषित करतो म्हणून एक गॉस 10 ते उणे 4 टेस्ला बरोबर असतो ज्यामुळे तुम्हाला चुंबकीय क्षेत्राचे एकक मिळते म्हणून मी तुम्हाला चुंबकीय फायच्या प्रकाराचे काही संकेत देतो.

एल्ड्स विविध परिस्थितींमध्ये आढळतात म्हणून जर तुम्ही न्यूट्रॉन ताऱ्याच्या पृष्ठभागावर गेलात तर फील्ड 100 दशलक्ष टेस्ला आहे म्हणजे माझ्या सुरुवातीच्या एका व्याख्यानात मी अशा ट्रेन्सचा उल्लेख केला होता ज्यांना मॅग्नेटिक लेव्हिटेशन ट्रेन म्हणतात त्या ट्रेनमध्ये आम्ही चुंबकीय क्षेत्र वापरतो .

पाच टेस्लाचा क्रम म्हणजे या अशा ट्रेन्स आहेत ज्या चुंबकीय शक्तीमुळे तरंगत आहेत आणि त्या खूप वेगाने धावू शकतात चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग हे वैद्यकीय क्षेत्रातील एक अतिशय महत्त्वाचे साधन आहे आणि हे मजबूत चुंबकीय क्षेत्र वापरते आणि विशिष्ट चुंबकीय क्षेत्र सुमारे एक आहे.

टेस्ला एका लहान बार चुंबकाजवळ जे आम्ही थोड्या वेळापूर्वी पाहिले होते

त्यामुळे तुम्ही चुंबकीय क्षेत्र सुमारे 10 मिली टेस्ला आहे पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र सुमारे 10 ते उणे 5 टेस्ला आहे आणि आंतरतारकीय जागेत एक चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि ते चुंबकीय क्षेत्र आहे सुमारे 10 ते उणे 10 टेस्ला

त्यामुळे तुम्हाला आंतरतारकीय जागेत 10 ते उणे 10 टेस्ला या चुंबकीय क्षेत्रांची खूप मोठी श्रेणी दिसते.

न्यूट्रॉन ताऱ्यासारख्या ताऱ्याच्या पृष्ठभागावर आहे जेथे चुंबकीय क्षेत्र 100 दशलक्ष टेस्लापर्यंत वाढू शकते म्हणून ते चुंबकीय क्षेत्रांची खूप मोठी श्रेणी आहे आणि म्हणून आपण यापैकी काही संकल्पना वापरून खूप मजबूत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करू शकता ज्याबद्दल आपण चर्चा करू.

आता कायदा सादर करा जो मला सांगेल की सध्याच्या प्रकारच्या कंडक्टरद्वारे तयार केलेले चुंबकीय क्षेत्र काय आहे या कायद्याला बायो सर्कल कायदा असे म्हणतात जॉन बाप्टिस्ट बायो 1774 ते 1862 आणि फेलिक्स सावर्ड सतरा एकोणवे ते अठराशे एकचाळीस या दोन शास्त्रज्ञांच्या नावावर आहे.

सध्याच्या गतिज कंडक्टरने निर्माण केलेले चुंबकीय क्षेत्र काय आहे हे शोधण्यासाठी हा कायदा आम्हाला मदत करेल, कृपया लक्षात ठेवा की आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्समध्ये चर्चा केली आहे की जेव्हा तुमच्याकडे स्थिर चार्ज असतो तेव्हा ते एक फील्ड तयार करते ज्याला आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक फील्ड म्हणतो आणि ते फील्ड नंतर इतर कोणत्याही स्थिर शुल्कावर परिणाम होतो म्हणून हे इलेक्ट्रोस्टॅटिक्स आहे कारण चार्जेस स्थिर आहेत आता आपल्याकडे चुंबकीय शुल्क नाही आपल्याकडे फक्त विद्युतप्रवाह आहेत आणि त्याचप्रकारे आपल्याला असे आढळून आले आहे की स्थिर प्रवाह जो वेळेनुसार स्थिर असतो तो वेळेनुसार बदलत नाही तो एक चुंबकीय

क्षेत्र तयार करेल जे चुंबकीय क्षेत्र आहे जे विद्युत क्षेत्राप्रमाणे आता काळाबरोबर बदलणार नाही.

वेक्टर फील्ड असणं जे पोजिशन आणि टाईम मॅग्नेटिक फील्ड दोन्हीचं फंक्शन आहे ते वेक्टर फील्ड देखील आहे जे पोजिशन आणि टाईमचं फंक्शन आहे आणि चुंबकीय फील्ड जे स्टिचद्वारे स्थिर करंटद्वारे तयार होते याचा अर्थ मी वायर घेतो आणि मी वायरला एक स्थिर प्रवाह देतो हा स्थिर प्रवाह आसपासच्या जागेत एक वेळ स्वतंत्र चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करेल जे चुंबकीय क्षेत्र नंतर इतर चुंबकांवर किंवा इतर विद्युत प्रवाह वाहून नेणाऱ्या कंडक्टर किंवा इतर शुल्कांवर परिणाम करू शकते आणि जसे की आपण पाहिले आहे की एखाद्या जवळ चार्ज असल्यास वर्तमान गतिज वाहक आणि जर चार्ज हलत नसेल तर चुंबकीय क्षेत्र असले तरीही चार्जवर कोणतेही चुंबकीय बल नसते कारण वेग शून्य असतो म्हणून आम्ही हा जैव अनेक नियम सादर करू म्हणून आम्ही विचार करू की मला विद्युत प्रवाह वाहून नेणाऱ्या वायरचा विचार करू द्या म्हणून मला अशा वायरचा विचार करू द्या जी विद्युत प्रवाह वाहून नेत आहे,

त्यामुळे मला एखाद्या वेळी चुंबकीय क्षेत्र काय आहे हे शोधायचे आहे.

यासाठी मी काय करतो की मी येथे लांबीचा एक छोटा घटक

$d\mathbf{l}$  वेक्टर घेतो जो वायरच्या दिशेला असतो आणि मला ही रेषा काढू द्या की या दिशेच्या स्पर्शाने त्या बिंदूवर वायरला स्पर्श करा

आणि मला त्यात सामील करू द्या.

हा  $r$  वेक्टर आहे आणि मी याला थीटा म्हणतो,

त्यामुळे या वर्तमान कॅनिंग कंडक्टरचा अर्थ आहे की कंडक्टरमधून चार्जेस वाहतात आणि जसे आपण पाहिले आहे की एक गतिमान चार्ज

एक चुंबकीय क्षेत्र तयार करेल म्हणून येथे वर्तमान विद्युत् प्रवाह निर्माण करतो.

चुंबकीय क्षेत्र म्हणून आम्ही  $\mu_0$  शून्य बाय चार  $\pi$   $id\mathbf{l}$  क्रॉस  $r$  बाय  $r$  क्यूब द्वारे दिलेल्या लहान करंट घटकामुळे  $p$  बिंदूवर

निर्माण झालेले चुंबकीय क्षेत्र परिभाषित करू

त्यामुळे चुंबकीय शक्ती चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करते  $d$  एका लहान करंट घटकाने  $d\mathbf{l}$  सदिश दिलेला आहे  $i \mu_0$  नाught द्वारे चार

$\pi$   $id\mathbf{l}$  क्रॉस  $r$  द्वारे  $r$  क्यूब  $r$  येथून अंतर आहे हे एकक सदिश नाही

त्यामुळे मला एकक सदिशांच्या संदर्भात लिहायचे असेल तर मला लिहावे लागेल जसे हे  $\mu_0$  शून्य बाय चार  $\pi$   $id\mathbf{l}$  क्रॉस  $r$  कॅप

बाय  $r$  स्केअर, तर इलेक्ट्रोस्टॅटिक फील्ड प्रमाणे हा देखील  $r$  स्केअर बाय एक व्युत्क्रम स्केअर लॉ आहे आणि ते येथे वेक्टर आहे आणि

येथे वेक्टर फील्ड आहे आणि ते या  $d\mathbf{l}$  वर अवलंबून आहे.

क्रॉस  $r$  म्हणून  $d\mathbf{l}$  एक लहान विद्युत् घटक  $d\mathbf{l}$  चुंबकीय क्षेत्र तयार करतो जे  $d\mathbf{l}$  क्रॉस  $r$  च्या वेक्टर दिशेने केंद्रित आहे आणि हे

प्रमाण येथे समानुपातिकतेचा स्थिरांक म्हणून सादर केले आहे म्हणून  $\mu_0$  शून्य बाय चार  $\pi$  समानुपातिकतेचा स्थिरांक आहे आणि  $\mu_0$

0 आहे मोकळ्या जागेची पारगम्यता असे म्हणतात, मोकळ्या जागेच्या इलेक्ट्रोस्टॅटिक्स परवानगीमध्ये एप्सिलॉन शून्याचा परिचय करून

दिला जातो, येथे आपण  $\mu_0$  शून्य नावाचे आणखी एक प्रमाण सादर करतो जे पारगम्यता मुक्त जागा आहे आणि या परिमाणाचे मूल्य  $\mu_0$

शून्य बाय चार  $\pi$   $th$  आहे.

इज  $\mu_0$  नॉट बाय फोर पाई ची व्याख्या दहा ते उणे सात टेस्ला मीटर प्रति अँपिअर अशी आहे, म्हणजे व्याख्येनुसार स्थिर  $\mu_0$  शून्य बाय

चार  $\pi$  दहा ते उणे सात चाचणी मीटर प्रति अँपिअर आहे आणि  $\mu_0$  शून्य हे स्थिर प्रमाण आहे म्हणून जसे स्थिर प्रभारामुळे

संभावतालच्या जागेत विद्युत क्षेत्र निर्माण होते, विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा वाहक चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतो आणि विद्युत प्रवाह  $d\mathbf{l}$

चा हा लहान घटक  $i$  म्हणजे  $i$  या तारेतून वाहणारा विद्युत् प्रवाह आहे आणि

त्यामुळे विद्युत् प्रवाहाचा हा छोटा घटक  $i$  वेळा आहे.

$d\mathbf{l}$  सदिश तो वर्तमान घटक येथे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतो  $d\mathbf{b}$  वेक्टर जो  $\mu_0$  नॉट आहे  $4 \pi$  द्वारे वर्तमान वेळा  $d\mathbf{l}$  क्रॉस  $r$

बाय  $r$  क्यूब

त्यामुळे इलेक्ट्रोस्टॅटिक फोल्ड फील्ड प्रमाणेच आता आपण चुंबकीय अभ्यास क्षेत्राची व्याख्या विद्युत् प्रवाहाच्या संदर्भात आणि अटींमध्ये

केली आहे.

लहान वर्तमान घटकांची आता मला विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रांमध्ये तुलना करायची आहे जसे आपण येथे पाहिले आहे म्हणून मी येथे

तुलना करू.

$\mathbf{e}$  आणि  $\mathbf{b}$  फील्ड लांब पल्ल्याच्या आहेत

त्यामुळे ते खूप मोठ्या अंतरावर कार्य करू शकतात विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र ते लांब पल्ल्याच्या बल आहेत ते दोन्ही  $r$  वर्गाने एक

म्हणून कमी होतात ते दोघेही एका व्यस्त वर्ग नियमाचे पालन करतात दोन्ही सुपरपोजिशनच्या तत्वाचे पालन करतात याचा अर्थ असा की

जर तुमच्याकडे एका बिंदूवर दोन चुंबकीय क्षेत्रे निर्माण करणारे दोन वर्तमान घटक असतील तर दोन्ही वर्तमान घटकांच्या उपस्थितीत

एकूण चुंबकीय क्षेत्र ही प्रत्येक वैयक्तिक वर्तमान घटकाद्वारे उत्पादित चुंबकीय क्षेत्रांची बेरीज आहे ई फील्ड एका स्केलर चार्जद्वारे तयार

होते.

$\mathbf{b}$  फील्ड हा प्रभार असतो जेव्हा वर्तमान घटक इडला वेक्टर द्वारे उत्पादित केला

जातो  $\mathbf{e}$

चार्ज आणि बिंदू  $p$  ला जोडणाऱ्या रेषेच्या बाजूने असतो तर  $\mathbf{b}$  हा  $r$  आणि आदर्श असलेल्या विमानाला लंब असतो

तसेच चुंबकीय क्षेत्र  $\mathbf{b}$

$id\mathbf{l}$  आणि  $r$  वेक्टरमधील कोनावर अवलंबून असते

त्यामुळे हे असे काही मुद्दे आहेत जे तुम्हाला आठवत असतील की विद्युत आणि चुंबकीय दोन्ही क्षेत्रे ही लांब पल्ल्याची फील्ड आहेत

त्यामुळे त्यांचा खूप जास्त परिणाम होतो.

लांब अंतर दोन्ही घटते 1 बाय  $r$  चौरस हे दोन्हीही व्यस्त वर्ग नियम आहेत दोन्ही फील्ड सुपरपोजिशनच्या तत्वाचे पालन

करतात भिन्न वर्तमान वितरणाद्वारे उत्पादित चुंबकीय क्षेत्रांची गणना करण्यासाठी हे खूप उपयुक्त आहे विद्युत क्षेत्र हे एका स्केलर

प्रमाणाद्वारे तयार केले जाते जे चुंबकीय असताना चार्ज असते फील्ड वर्तमान घटकाद्वारे तयार केले जाते जे एक सदिश  $id\mathbf{l}$  वेक्टर आहे

विद्युत क्षेत्र हे चार्ज जोडणान्या रेषेच्या बाजूने आहे आणि बिंदू  $p$  जेथे आपण विद्युत क्षेत्राची गणना करत आहात तर चुंबकीय क्षेत्र  $r$  वेक्टर आणि वर्तमान घटक असलेल्या विमानाला लंब आहे.

आदर्श आणि शेवटी चुंबकीय क्षेत्र वर्तमान घटक  $id1$  आणि  $r$  वेक्टरमधील कोनावर देखील अवलंबून असते आता संयोगाने आपण लक्षात घेऊ शकतो की एम्प्लिऑन शून्य  $\mu$  शून्य चार  $\pi$  एम्प्लिऑन शून्य मध्ये  $\mu$  शून्य बाय चार  $\pi$  चार  $\pi$  एम्प्लिऑन शून्य म्हणून लिहिता येईल पाहिले आहे अंदाजे एक बाय नऊ अंतर्गत पॉवर नऊ आणि  $\mu$  शून्य बाय चार  $\pi$  दहा ते उणे सात  $s$  आहे  $o$  हे एक बाय नऊ ते दहा ते पॉवर सोळा बरोबर आहे जे एक बाय तीन ते पॉवर आठ चौरस आहे आणि हे तीन दहा प्रति आठ मीटर प्रति सेकंद आहे हे मोकळ्या जागेत प्रकाशाच्या वेगाशिवाय दुसरे काहीच नाही  $c$  स्केअर बाय एक म्हणून हे लक्षात ठेवणे महत्त्वाचे आहे की सी हे एम्प्लिऑन शून्य  $\mu$  शून्याच्या वर्गमूळाच्या बरोबरीचे आहे मोकळ्या जागेतील वेग रेषा या समीकरणाद्वारे मोकळ्या जागेची विद्युत परवानगी आणि मोकळ्या जागेची पारगम्यता यांच्याशी संबंधित आहे आणि ते अतिशय महत्त्वाचे समीकरण आपण नंतर यावर परत येऊ जेव्हा आपण मॅक्सवेलच्या समीकरणांवर चर्चा करू तेव्हा ठीक आहे आता मला वर्तमान वितरणच्या चुंबकीय क्षेत्रांची गणना करायची आहे, म्हणून मी खालील उदाहरण घेतो मला विद्युत प्रवाहाच्या वर्तुळाकार लूपच्या अक्षावर चुंबकीय क्षेत्राची गणना करायची आहे.

माझ्याकडे  $ai$  कडे एक वर्तुळाकार लूप आहे जो विद्युत प्रवाह वाहून नेत आहे ठीक आहे, म्हणून मी या अक्षाला हा  $x$  अक्ष म्हणू दे मी याला  $x$  अक्ष हा  $y$  अक्ष आहे आणि हा  $z$  अक्ष आहे म्हणून मी ओरिएंट करू.

करंट लूपच्या मध्यभागी असलेला अक्ष म्हणजे तो एक करंट लूप आहे जो करंट वाहून नेत आहे आणि बायोसेबर लॉ वापरून मला या वर्तमान लूपच्या अक्षाच्या बाजूने चुंबकीय क्षेत्र काय आहे याची गणना करायची आहे, आम्ही हे एकत्रीकरणाद्वारे शोधू शकतो बायो सर्कल कायदानुसार प्रवेशाच्या बिंदूसाठी त्याची गणना करणे सोपे नाही आणि आम्ही स्वतःला या वर्तुळाकार कॉइलच्या अक्षासह चुंबकीय क्षेत्र मोजण्यासाठी प्रतिबंधित करू शकतो

विद्युत प्रवाहाचा एक विशिष्ट लूप आहे म्हणून आम्ही गणना कशी करू म्हणून मी येथे काही मुद्दा घेतो मला गणना करायची आहे, मला या बिंदूला  $p$  म्हणू द्या, म्हणून मला काय करायचे आहे, मला या बिंदूवर वेगवेगळ्या वर्तमान घटकांद्वारे तयार केलेल्या चुंबकीय क्षेत्राची गणना करायची आहे.

घटक येथे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करेल म्हणून मी वर्तुळाकार लूपमधील सर्व वर्तमान घटक घेतो आणि येथे संबंधित चुंबकीय क्षेत्रांची गणना करतो आणि त्यांना वेक्टरिअली जोडतो कृपया  $m$  लक्षात ठेवा ऍंग्रेटिक फील्ड हे वेक्टर फील्ड आहे म्हणून जेव्हा मी चुंबकीय क्षेत्र जोडतो तेव्हा मी त्यांना वेक्टरिअली जोडताना सावधगिरी बाळगली पाहिजे म्हणून मी विद्युत् प्रवाहांच्या सर्व लहान घटकांपासून चुंबकीय क्षेत्राची गणना करतो आणि एकूण चुंबकीय क्षेत्रासाठी त्यांना फॅक्टरियली बेरीज करण्यासाठी सुपरपोजिशन तत्त्व वापरतो फील्ड आता लक्षात ठेवा आमच्याकडे हा बायोस्टेट कायदा  $db$  इकल टू  $\mu$  नॉट बाय चार  $\pi$   $id1$

क्रॉस  $r$  बाय  $r$  क्यूब होता, जर मला या वर्तमान घटकामुळे विद्युत् प्रवाह काढायचा असेल तर मी एक रेषा काढतो जसे की हे अंतर  $r$  आहे आणि हे  $id1$  हा लहान घटक आदर्श आहे हा चुंबकीय आहे हा  $r$  सदिश आहे हा  $r$  सदिश आहे

त्यामुळे या क्षणी हे चुंबकीय क्षेत्र लक्षात ठेवा कारण या वर्तमान घटकामुळे ते  $d1$  आणि  $r$  वेक्टर या दोन्हींना लंब आहे आणि ते या समीकरणाने दिलेले आहे आता कृपया येथे लक्षात घ्या की  $d1$  आणि  $r$  हे नेहमी लंब असतात कारण याच्या अभिमुखतेमुळे मी स्वतःला या वर्तुळाकार लूपच्या अक्षावर असण्याची निवड करत आहे

त्यामुळे  $d1$  क्रॉस  $r$  परिमाण नेहमी  $d1r$  च्या बरोबरीचे असते

किंवा इथून इथपर्यंतचे अंतर असते आणि चुंबकीय क्षेत्राची दिशा दोन्हीसाठी लंब असते

त्यामुळे तुम्हाला चुंबकीय क्षेत्राचे अभिमुखता दाखवण्यासाठी मी येथे दुसरी आकृती काढतो

त्यामुळे मी  $xz$  समतल घेतो

त्यामुळे लूप लक्षात ठेवा करंट लूप दिशेच्या बाजूने आहे

त्यामुळे येथून विद्युत प्रवाह बाहेर पडत आहे मी येथे एक बिंदू टाकतो आणि विद्युत प्रवाह परत याकडे जात आहे की बाणाचे टोक बाणाच्या मागील बाजूस आहे

त्यामुळे येथे कागदातून प्रवाह बाहेर पडत आहे आणि करंट इथे पेपरमध्ये जात आहे म्हणजे तो माझा पॉइंट  $p$  आहे जिथे मला चुंबकीय क्षेत्र मोजायचे आहे, तेव्हा या घटकामुळे हा  $r$  वेक्टर  $d1$  वेक्टर आहे म्हणून  $d1$  क्रॉस  $r$

त्यामुळे  $d1$  वेक्टर पृष्ठाला लंब आहे म्हणून वेक्टर लंब  $d1$  ते कागदाच्या समतलात असेल आणि तो वेक्टर  $r$  वेक्टरला लंब असावा त्यामुळे याद्वारे निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र असेल आता मला उजव्या हाताचा स्कू नियम वापरणे आवश्यक आहे

त्यामुळे विद्युत प्रवाह चालू आहे.

$g$   $up$  म्हणजे पेपरमधून बाहेर पडणे आणि मी  $r$  कडे फिरणे आणि मला चुंबकीय क्षेत्राची दिशा मिळते कारण हे या वर्तमान घटकाद्वारे तयार केलेले चुंबकीय क्षेत्र आहे या क्षणी हे वर्तमान घटकास लंब आहे जे कागदातून बाहेर येत आहे कारण  $b$  सदिश या समतलामध्ये आहे तो या सदिश या  $r$  वेक्टरच्या दिशेला देखील लंब आहे म्हणून जर मी याला थीटा म्हटले तर  $b$  वेक्टरमध्ये आता  $x$  अक्ष आणि  $z$  अक्ष हे दोन्ही घटक अचूक समतलात आहेत हे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे कारण समस्या खूप सममितीय आहे म्हणून हे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे की जर मी वर्तमान घटकाकडे पाहिले जे दुसऱ्या बाजूला अगदी विरुद्ध आहे, उदाहरणार्थ या आकृतीमध्ये जर मी हा वर्तमान घटक पाहत असेल तर मी वर्तमान घटक पाहतो तर मी या वर्तमान घटकाकडे पाहतो येथे वर्तमान घटकासाठी आणखी एक रंग घटक आहे येथे दुसऱ्या बाजूला दुसरा घटक आहे म्हणून मी वर्तमान घटकासाठी काय करतो ते येथे आहे हे चुंबकीय फाय आहे या वर्तमान घटकासाठी  $e1d$  जो आता विद्युतप्रवाह आहे तो चुंबकीय क्षेत्राच्या आत जात आहे हे नेमके त्याच तीव्रतेचे आहे परंतु या दिशेने कारण हा विद्युत प्रवाह कागदाच्या आत जात आहे आणि  $r$  वेक्टर येथे या घटकाशी संबंधित आहे चुंबकीय क्षेत्र असे घडते या दिशेने कोन देखील  $\theta$  आहे वर्तमान घटक  $d1$  आणि अंतर दोन्ही केसांसाठी अगदी समान आहे म्हणून दोन्ही केसेसमधील चुंबकीय क्षेत्रांची परिमाण सारखीच आहे, म्हणून मी या क्रमवारी  $db$  आणि  $db$  म्हणू या म्हणजे हा  $db$  करंट आहे या लहान विद्युत् घटक  $d1$

द्वारे निर्मित चुंबकीय क्षेत्र येथे आहे 1 येथे दुसऱ्या वर्तमान घटक  $id_1$  द्वारे निर्मित चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि तुमच्या लक्षात आले आहे की ते  $az$  अक्षासह समान कोन कमी करतात आणि ते यासारखे ओरिएंटेड आहेत म्हणून मी लगेच पाहू शकतो की हे विशिष्ट चुंबकीय क्षेत्रामध्ये  $x$  च्या बाजूने एक सकारात्मक घटक असतो या चुंबकीय क्षेत्रामध्ये  $x$  च्या बाजूने एक नकारात्मक घटक असतो ज्याची परिमाण समान असते परंतु विरुद्ध दिशेने निर्देशित केले जाते म्हणून काय तुम्ही पाहता या वर्तमान घटकाद्वारे निर्मित चुंबकीय क्षेत्राचे  $x$  घटक आहेत आणि

हे वर्तमान घटक एकमेकांना रद्द करतील आणि  $z$  घटक एकमेकांना जोडतील म्हणून कृपया ही समस्या पहा सममितीमुळे मला आढळले कारण मी पहात आहे वर्तुळाकार लूपच्या अक्षासह चुंबकीय क्षेत्र हा वर्तमान घटक या दिशेला तिरकस अशा दिशेने एक चुंबकीय क्षेत्र तयार करतो, हा वर्तमान घटक या दिशेने चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतो, कोन थीटा अगदी समान असतात कारण सर्व तुम्ही येथे त्रिकोणातून पाहू शकता आणि यामुळे या चुंबकीय क्षेत्राचा  $x$  घटक या घटकाने निर्माण केलेल्या चुंबकीय क्षेत्राच्या  $x$  घटकाच्या अगदी बरोबरीचा आणि विरुद्ध आहे,

त्यामुळे तुम्ही परिपत्रक घेतल्यास तुम्हाला काय सापडेल.

प्रत्येक वर्तमान घटकासाठी लूप विरुद्ध डायमेट्रिकली विरुद्ध बिंदूमध्ये आणखी एक वर्तमान घटक आहे जो तयार करेल आणखी एक चुंबकीय क्षेत्र ज्याचा  $x$  घटक रद्द करेल त्याचप्रमाणे येथे हा घटक या घटकासह रद्द करेल

त्यामुळे  $z$  अक्षाच्या लंब असलेल्या चुंबकीय क्षेत्राचे सर्व घटक एकमेकांना रद्द करतील म्हणून हे आणि हे चुंबकीय क्षेत्र तयार करतील ज्यांचे घटक लंब आहेत  $z$  अक्ष हा असाच रद्द करेल आणि हे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करेल ज्यांचे घटक लंब  $z$  अक्ष रद्द करतील आणि असेच घडेल जे होईल ते  $z$  अक्षावरील सर्व घटक एकमेकांना जोडतील आणि घटक लंब  $z$  अक्ष रद्द करतील.

एकमेकांपासून

त्यामुळे मला प्रथम लक्षात आले की या वर्तुळाकार लूपद्वारे निर्माण होणारे एकूण चुंबकीय क्षेत्र हे  $z$  अक्षाच्या बाजूने असले पाहिजे आणि मी आता  $ah$  चुंबकीय क्षेत्राची परिमाण मोजू शकतो, म्हणून मी हे  $dbz$  आहे म्हणून लिहू.

समान म्हणून मी हे समीकरण इथे लिहिले आहे  $\mu \text{ naught by four pi}$

$so i \text{ have } \mu \text{ naught by four pi}$

$idlr \text{ by } r \text{ cube}$  हा  $d1r d1$  क्रॉस  $ri$  होता  $sd1$  वेळा  $r$  बाय  $r$  क्यूब आणि मी पाहत होतो मी  $z$  घटकाकडे पाहत आहे जो  $\cos \theta$  आहे

त्यामुळे हे परिमाण हे चुंबकीय क्षेत्राचे एकूण परिमाण आहे आणि त्याचा  $z$  घटक  $\cos \theta$  आहे हे  $x$  घटक एकमेकांना रद्द करतात येथे चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि कॉस थीटा मी मोजू शकतो म्हणून जर ही कॉइलची त्रिज्या असेल आणि हे अंतर  $r$  असेल तर कॉस थीटा असेल तर हा कोन थीटा आहे म्हणून लक्षात घ्या की ही रेषा या रेषेला लंब आहे आणि ही रेषा याला लंब आहे रेषा म्हणून हा कोन देखील थीटा आहे हा  $r$  सदिश लंब आहे याला चुंबकीय क्षेत्र लंब आहे  $r$  सदिश आहे आणि ही रेषा या रेषेला लंब आहे

त्यामुळे कोन थीटा आहे म्हणून थीटा दुसरे काही नाही पण लहान  $r$  द्वारे  $r$  म्हणून  $dbz \mu \text{ naught}$  होईल  $i$  बाय चार  $\pi r$  चौरस  $d1$  मध्ये  $r$  बाय  $r$  म्हणून मी चुंबकीय क्षेत्र लिहू शकतो  $ir$  बाय चार  $\pi r$  क्यूब दोन  $d1$  नाही आणि जर तुम्हाला असे लक्षात आले की जर हे अंतर  $z$  असेल तर  $r$  वर्ग  $r$  चौरस अधिक  $z$  चौरस इतका  $ic$  आहे एक लेखन मी हे सूत्र या समीकरणात वापरू शकतो आणि हे  $\mu \text{ naught } ir$  बाय  $4 \pi$  मध्ये  $r$  स्केअर अधिक  $z$  स्केअर 3 बाय 2  $dr$  पर्यंत वाढवलेले असे लिहू शकतो म्हणजे हे चुंबकीय क्षेत्र एका लहान वर्तमान घटकाने तयार केले आहे  $d1$  समजा हे समजा घटक आता मला वर्तुळाच्या बाजूने असलेल्या विद्युत् प्रवाहाच्या सर्व घटकांवर समाकलित करणे आवश्यक आहे म्हणून मी एकूण चुंबकीय क्षेत्र प्राप्त करण्यासाठी हे एकत्रित करीन

$bz$  हे  $\mu \text{ naught } ir$  द्वारे चार  $\pi r$  चौरस अधिक  $z$  चौरस तीन बाय दोन अविभाज्य  $d1$  आणि अविभाज्य  $d1$  हा घेर काही नाही जो दोन  $\pi r r$  बाय चार  $\pi r$  स्केअर अधिक  $z$  स्केअर  $c$  बाय दोन मध्ये दोन  $\pi r$  आहे

त्यामुळे हे मला  $\mu \text{ naught } ir$  स्केअर बाय दोन पट  $z$  स्केअर अधिक  $r$  स्केअर थीटा देते

त्यामुळे मी लिहू शकेन एकूण चुंबकीय क्षेत्र म्हणून जर हा माझा वर्तमान लूप हा  $z$  अक्ष  $xy$  असेल तर येथून  $z$  अंतरावर असलेल्या अक्षावरील एका बिंदूवर अक्षासह एकूण चुंबकीय क्षेत्र हे  $\mu \text{ naught } ir$  वर्गाच्या दोन पट  $z$  चौरस अधिक  $r$  चौरस आहे  $three \text{ by two } k$  कॅप ओके म्हणजे आपण पाहू शकतो की आपण अक्षाच्या बाजूने कोणत्याही बिंदूवर चुंबकीय क्षेत्राची गणना करू शकतो आणि ते गोलाकार लूपच्या समीकरणापासून  $ah$  पासून या समीकरणापर्यंतच्या अंतरावर अवलंबून असते, म्हणून जर मी  $b$  परिमाण प्लॉट करायचे असेल तर विरुद्ध  $z$  तुम्हाला जे सापडेल ते  $ah$  आहे कारण तुम्ही येथे पाहू शकता की भाजकामध्ये  $z$  चौरस अधिक  $r$  चौरस आहे

जेव्हा  $z$  शून्याच्या बरोबरीचे असेल तेव्हा जास्तीत जास्त चुंबकीय क्षेत्र दिसून येईल आणि ते सकारात्मक किंवा नकारात्मक बाजूने वाढल्यास चुंबकीय क्षेत्र कमी होईल आणि

त्यामुळे तुम्हाला चुंबकीय क्षेत्र असेच चालू मिळेल म्हणून हे चुंबकीय क्षेत्राचे शिखर आहे जे लूपच्या मध्यभागी असलेले चुंबकीय क्षेत्र  $b$  हे चुंबकीय क्षेत्राने दिलेले आहे.

त्यामुळे हे माझे वर्तमान वहन आहे कंडक्टर लूप येथे आहे

त्यामुळे या बिंदूवर चुंबकीय क्षेत्र अशा प्रकारे निर्देशित केले आहे जेणेकरून आपण येथे पुन्हा पाहू शकता की आपल्याकडे येथे उजव्या हाताचा स्कू नियम आहे म्हणून जर मी माझे घेतले तर मी माझे नट असे घेतले तर जर मी फिरवले तर मी सारखे फिरवतो हे विद्युत् प्रवाहाच्या दिशेने मला स्कू माझ्या दिशेने सरकताना दिसत आहे आणि ती चुंबकीय क्षेत्राची दिशा आहे म्हणून उजव्या हाताचा स्कू पुन्हा नियम मला दिशात्मक चुंबकीय क्षेत्र देतो म्हणून मी माझी बोटे या दिशेने घातली तर वर्तमान मला दिशात्मक चुंबकीय क्षेत्र मिळते

त्यामुळे चुंबकीय क्षेत्र येथे  $k$  दिशेच्या बाजूने निर्देशित केले जाते जे आता याद्वारे दिले आहे म्हणून हे एकाच लूपसाठी आहे जर तुमच्याकडे अनेक लूप असतील तर तुम्ही गणना करू शकता

त्यामुळे तुमच्याकडे  $n$  लूप जवळून बांधलेले असल्यास एकूण चुंबकीय क्षेत्र केंद्रस्थानी असेल म्यू शून्य असेल आणि मी ठीक आहे त्यामुळे तुम्ही कॉइलमध्ये मोठ्या संख्येने लूप टाकून चुंबकीय क्षेत्र वाढवू शकता आणि तुम्हाला मजबूत चुंबकीय क्षेत्र मिळू शकेल, म्हणून मी एक घेऊ एका उदाहरणाची गणना करा म्हणून मी त्रिज्या 20 सेंटीमीटर  $a$  चा लूप घेऊ या वळणांची संख्या शंभर आहे आणि वर्तमान  $i$  पास पाच ॲंपिअर आहे म्हणून केंद्रातील चुंबकीय क्षेत्राची परिमाण  $\mu_0 n i a$  ने दिलेली आहे  $g$  आणि  $i$  by two  $r$  जे चार  $\pi$  दहा ते वजा सात ते सौ मध्ये पाच भागिले दोन गुणिले बिंदू दोन जे अंदाजे 1.

57 मिली टेस्ला आहे

त्यामुळे तुम्ही पाहू शकता की तुमच्याकडे

20 सेंटीमीटर त्रिज्या असलेली 100 लूप कॉइल आहे का? कॉइलच्या मध्यभागी सुमारे 1.

6 मिली टेस्ला मिळवा आणि जसे तुम्ही दोन्ही बाजूंच्या केंद्रापासून दूर जाल तेव्हा चुंबकीय क्षेत्र कमी होईल आणि दिशात्मक चुंबकीय क्षेत्र हे देखील लक्षात घ्या, म्हणून जर येथे उतारावर असेल तर येथे चुंबकीय क्षेत्र असे आहे आणि चुंबकीय क्षेत्र हे लूपपासून दूर दिशेला आहे त्यामुळे विद्युतप्रवाह अशा प्रकारे वाहत आहे, आता मी तुमच्यासाठी एक छोटीशी अडचण सोडतो  $i$  त्रिज्या  $r$  च्या तारेच्या वर्तुळाकार कमानीच्या मध्यभागी असलेल्या चुंबकीय क्षेत्राची गणना करू वर्तुळाकार चाप वाहून नेणे हे केंद्र आहे आणि मी गृहीत धरतो की हा कोन  $\phi$  आहे म्हणजे तो एक चाप आहे म्हणून हा वर्तुळाऐवजी फक्त चाप आहे माझ्याकडे विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंस आहे

त्यामुळे येथे चुंबकीय क्षेत्र काय आहे कृपया याची गणना करा खूप खूप धन्यवाद