

आपणा सर्वासाठी सकाळी आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक्सवरील चर्चा चालू ठेवू, मागील लेखरामध्ये आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक संभाव्य आणि संभाव्य उर्जेवर चर्चा करण्यास सुरुवात केली होती म्हणून आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक संभाव्य उर्जा आणि इलेक्ट्रोस्टॅटिक संभाव्य इलेक्ट्रोस्टॅटिक संभाव्य उर्जा हे बाह्य एजंटद्वारे केलेले कार्य आहे यावर चर्चा करू लागलो .

चार्ज एका बिंदूवरून दुसऱ्या बिंदूवरून हलवा म्हणजे आम्ही मिळवले की बिंदू शुल्काच्या जोडीच्या कणांच्या जोडीची संभाव्य उर्जा q आणि q आहे व u ही q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r आहे जिथे हे शुल्क लहान भांडवल q आहे लहान चार्ज q आणि हे अंतर r आहे जेणेकरून

तुमच्याकडे अनेक पॉइंट चार्जेस असल्यास पॉइंट चार्जेसच्या जोडीची संभाव्य उर्जा परिभाषित करते उदाहरणार्थ चार्जेसच्या सिस्टमची संभाव्य ऊर्जा u समान असेल तर तुमचे तीन शुल्क q एक q असल्यास दोन बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आर एक दोन अधिक q एक q तीन बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आर एक तीन अधिक q दोन q तीन बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आर दोन तीन e त्यामुळे मूलतः तुमच्याकडे एक शुल्क आहे q एक येथे दुसरे शुल्क q दोन म्हणजे दुसरे शुल्क q तीन म्हणजे संभाव्य उर्जा मूलतः या r एक दोन हे r एक तीन आणि हे r दोन तीन यामधील पृथक्करणद्वारे परिभाषित केली जाते.

शुल्क प्रणालीसाठी संभाव्य उर्जा आणि मी गेल्या वेळी नमूद केल्याप्रमाणे मी नमूद केले पाहिजे की ही संभाव्य ऊर्जा तुम्ही ज्या क्रमाने शुल्क एकत्र करत आहात त्या क्रमापेक्षा स्वतंत्र आहे

त्यामुळे तुम्ही प्रथम q एक आणले आणि नंतर q दोन आणले किंवा नाही हे महत्त्वाचे नाही.

q तीन किंवा तुम्ही प्रथम q दोन आणणे आणि नंतर q एक आणि q तीन आणणे ते शुल्क वितरणच्या एकत्रीकरणामध्ये क्रमापेक्षा स्वतंत्र आहे आणि हे देखील लक्षात ठेवा की ही एक ऊर्जा आहे जी संपूर्ण शुल्क प्रणालीमध्ये समाविष्ट आहे आणि नंतर आम्ही इलेक्ट्रोस्टॅटिक संभाव्यतेची व्याख्या केली.

एक युनिट चार्ज अनंतापासून त्या बिंदूवर आणण्याचे काम केले आहे म्हणून उदाहरणार्थ पॉइंट चार्ज q साठी संभाव्य r ची v असेल q बरोबर चार π एप्सिलॉन शून्य r जेथे q आहे येथे काही प्रभार आणि r हे चार्जपासून येथून अंतर आहे आणि ते या बिंदूवरील संभाव्य आहे आहे पॉइंट चार्जपासून पॉइंट केलेले अंतर r हे खरेतर एक युनिट चार्ज अनंतापासून या बिंदूपर्यंत आणण्यासाठी केलेले कार्य आहे आणि लक्षात ठेवा r चा v हे स्केलर परिमाण आहे ah आम्ही तुम्हाला दाखवू मी तुम्हाला नंतर दाखवतो r च्या v वर आणि विद्युत क्षेत्राशी संबंधित विद्युत क्षेत्र ah संबंधित आहेत की मला येथे व्हेक्टर लिहिणे आवश्यक आहे कोणत्याही बिंदूवर संभाव्य आणि विद्युत क्षेत्र ते बिंदू एकमेकांशी संबंधित असतात अह कधीकधी संभाव्यतेची गणना करणे आणि संभाव्यतेवरून विद्युत क्षेत्राची गणना करणे सोपे असते आणि आपण काही उदाहरणे थोड्या वेळाने पाहू, मी त्याच्या व्होल्टच्या संभाव्यतेचे एकक देखील ओळखतो म्हणजे एक व्होल्ट एक असतो जूल प्रति कूलॉंब म्हणजे एका चार्जला अनंततेपासून त्या बिंदूपर्यंत हलवण्यावर उर्जेवरचे काम आहे .

या क्षणी मला नमूद करावेसे वाटते की उर्जेचे एक एकक आहे जे अनेक ठिकाणी वापरले जाते इलेक्ट्रॉन व्होल्टला संक्षेपात eV असे म्हटले जाते म्हणून एक इलेक्ट्रॉन व्होल्ट एका इलेक्ट्रॉनच्या एका व्होल्टमध्ये चार्ज करण्याच्या बरोबरीचा असतो जो एक पॉइंट सहा दहा ते उणे एकोणीस ज्युल्स असतो, म्हणजे ते उर्जेचे एकक असते ती चार्ज हलविण्यासाठी आवश्यक ऊर्जा असते एका इलेक्ट्रॉनचा एक व्होल्टच्या संभाव्य फरकावर ah मी बाह्य शक्तीने

बिंदू r_i वरून r_f मध्ये एकक चार्ज हलवण्यामध्ये केलेल्या कार्याशी देखील संबंध जोडू शकतो w म्हणजे v बरोबर r_f वजा v r_i वर

त्यामुळे बिंदू चार्जसाठी w q च्या बरोबरीने चार π एप्सिलॉन शून्य एक बाय r_f वजा एक बाय r_i असेल

त्यामुळे चार्ज एका बिंदूवरून दुसऱ्या बिंदूवरून हलवण्याचे काम या दोन बिंदूमधील संभाव्य फरकावर अवलंबून असते आणि हे एक विशिष्ट संबंध आहे जे तुम्हाला कार्य सांगते युनिट चार्ज हलवण्याकरता केले जाते या दोन बिंदूमधील पोटेंशियलमध्ये फरक म्हणजे पोटेंशियल सुपरपोझिशन तत्त्वाचे अनुसरण करा, जर तुमच्याकडे अनेक चार्जेस असतील तर q एक q दोन q तीन वगैरे आणि जर तुमच्याकडे येथे एक बिंदू असेल तर म्हणून जर मी या अंतराला r एक या अंतराला r दोन या अंतराला r तीन असे म्हटले तर p बिंदूवर या बिंदूवरील एकूण संभाव्यता प्रत्यक्षात q एक बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r एक अधिक q दोन बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आर दोनच्या समान आहे अधिक q तीन बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आर तीन

त्यामुळे सर्वसाधारणपणे हे प्रत्यक्षात q_i बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r_i आहे आणि जर तुमच्याकडे वितरण शुल्क असेल तर जर माझ्याकडे शुल्काच्या काही वितरणासह व्हॉल्यूम असेल तर मी येथे अनंत आकारमान घेऊ शकतो चार्ज dq आणि मला या बिंदूवर r संभाव्यतेची गणना करायची आहे r उत्पत्तीपासून r अंतरावर हे मूळ आहे आणि जर मी याला r प्राइम v r म्हटले तर प्रत्यक्षात एक बाय चार π एप्सिलॉन शून्य इंटिग्रल dq बाय r प्राइम आहे म्हणून r प्राइम प्राथमिक शुल्क dq पासून या बिंदूचे अंतर आहे आणि मी त्या बिंदूवर एकूण संभाव्यता मिळविण्यासाठी संपूर्ण खंड किंवा पृष्ठभाग किंवा रेषेवर एकत्रित करतो जेणेकरून आम्ही प्रेसच्या कोणत्याही बिंदूवर एकूण संभाव्यता प्राप्त करण्यासाठी सुपरपोझिशन तत्त्व वापरू शकतो एकापेक्षा जास्त चार्जेस आहेत म्हणून आता मला काही उदाहरणांवर चर्चा करायची आहे जेणेकरून मी संभाव्यतेची गणना कशी करू शकतो म्हणून प्रथम चार्ज केलेल्या कंडक्टिंग स्फेअरच्या पहिल्या उदाहरण संभाव्यतेपासून सुरुवात करूया

त्यामुळे माझ्याकडे एक गोलाकार आहे जो एक प्रवाहकीय गोल आहे आणि त्यात अतिरिक्त आहे अतिरिक्त चार्ज q त्यावर लावला तर r ही कंडक्टरची त्रिज्या असू द्या, म्हणून आम्ही आधी दाखवले आहे की प्रवाहकीय गोलाकार चार्ज कंडक्टिंग स्फेअरद्वारे निर्माण होणारे विद्युत क्षेत्र सारखेच असते जसे की संपूर्ण चार्ज त्याच्या केंद्रस्थानी असतो.

कंडक्टरच्या आत बाहेरील क्षेत्रांचा संबंध आहे तोपर्यंत विद्युत क्षेत्र शून्य आहे म्हणून प्रत्यक्षात आपण येथे विद्युत क्षेत्र q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r चौरस r केंद्रमध्ये मिळवू शकतो हे r पेक्षा मोठे आहे जे शून्य आहे r पेक्षा कमी r साठी कंडक्टरच्या आत कोणतेही इलेक्ट्रिक फील्ड नाही आणि qr केंद्रचे इलेक्ट्रिक फील्ड बाय फोर पी एप्सिलॉन शून्य r स्फेअर म्हणून r हे इथून कोणत्याही बिंदूचे अंतर आहे म्हणून मी संभाव्यता मोजू शकतो या बिंदूवर v_r समान आहे इंटिग्रल इन्फिनिटी ते r_f बाह्य डॉट dr जे उणे q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य इंटिग्रल dr बाय r स्फेअर इन्फिनिटी ते r जे प्रत्यक्षात q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य आहे r हे r

ग्रेटर साठी आहे r पेक्षा कारण मी येथे या एकत्रीकरणामध्ये वापरलेले विद्युत क्षेत्र हे गोलाच्या बाहेर असलेल्या एका बिंदूसाठी विद्युत क्षेत्र आहे जेणेकरून बाहेरील बिंदूचा संबंध असेल तर ती संभाव्यता आहे आणि संभाव्यता संपूर्ण चार्ज सारखीच आहे.

केंद्रस्थानी केंद्रित आहे

त्यामुळे मी गोलाच्या पृष्ठभागावर संभाव्यता किती आहे याची गणना करू शकतो जे q च्या बरोबरीचे आहे चार π एक्सिलॉन शून्य r हे r बरोबर आहे

त्यामुळे मी पृष्ठभागावर पोहोचेपर्यंत संभाव्यता बदलत राहते कंडक्टर आणि हे व्हेरिएशन q द्वारे चार π एक्सिलॉन शून्य r द्वारे दिले जाते आता कंडक्टरच्या आत कोणतेही इलेक्ट्रिक फील्ड नाही

त्यामुळे मला कंडक्टरच्या आतील चार्ज पृष्ठभागावरून कोणत्याही ओटीवर हलवण्याचे कोणतेही काम करण्याची गरज नाही.

कंडक्टरच्या आत तिचा पॉइंट म्हणजे कंडक्टरच्या पृष्ठभागावर असलेली क्षमता ही कंडक्टरच्या पृष्ठभागासारखीच असली पाहिजे, लक्षात ठेवा की क्षमता चार्ज हलवण्याच्या कामाशी संबंधित आहे, कारण कंडक्टरमध्ये कोणतेही इलेक्ट्रिक फील्ड माझ्याकडे नाही कंडक्टरच्या आत कुठेही चार्ज हलवण्याचे कोणतेही काम करणे म्हणजे कंडक्टरच्या आतील पोटेंशियल यासारखेच असणे आवश्यक आहे, म्हणून मी जे पाहतो ते सर्व प्रथम संपूर्ण कंडक्टर समान पोटेंशियलवर आहे म्हणून कंडक्टर एक समतुल्य पृष्ठभाग तयार करतो.

एक पृष्ठभाग जिथे संभाव्य स्थिर राहते आणि म्हणून जर मला स्थितीचे कार्य म्हणून संभाव्यता काढायची असेल तर जर हा माझा चार्ज वाहणारा गोल असेल तर मी येथे एक आकृती काढण्याचा प्रयत्न करूया जो r चे कार्य म्हणून b दर्शविले म्हणून हे आहे त्रिज्या ही स्थितीचे कार्य म्हणून स्थान म्हणून जर मी प्लॉट केले तर तुम्हाला दिसेल की मी आलो तेव्हा समजा चार्ज धनात्मक आहे म्हणून मी जवळ आलो तेव्हा तुम्ही येथे संभाव्य वितरण एक-एक करून पहा.

गोल गोलाच्या जवळ येताना r लहान r कमी होते आणि

त्यामुळे संभाव्यता वाढते

त्यामुळे संभाव्य r वरून ah वर इथे आणि इथे नंतर कंडक्टरच्या आत पोटेंशियलमध्ये कोणताही बदल होत नाही म्हणून मी गोलापासून दूर जात असताना क्षमता कमी होते 1 बाय r आणि कंडक्टरच्या आत पोटेंशियल स्थिर राहते म्हणून हे प्रत्यक्षात q बाय 4π एक्सिलॉन $0 r$ आहे

त्यामुळे कंडक्टर पोटेंशियलच्या आत स्थिर आहे परंतु मी आधीच विद्युत क्षेत्राच्या आधी पॉझिशन इलेक्ट्रिक फील्डचे फंक्शन म्हणून गणना केली आहे, म्हणून मी ते पाहू.

तीच सीमा इथे तुम्हाला माहीत आहे की इथे विद्युत क्षेत्र एक बाय r स्केअर म्हणून जाते इथे इलेक्ट्रिक फील्ड एक बाय r स्केअर म्हणून जाते

त्यामुळे ते r पेक्षा जास्त वेगाने जाते पण आणि

त्यामुळे ते याप्रमाणे वेगाने वाढते आणि मग इलेक्ट्रिक फील्ड शून्य होते कंडक्टरच्या आत आणि नंतर पुन्हा ते आधी खाली येते

त्यामुळे कंडक्टरच्या आत r चे फंक्शन म्हणून इलेक्ट्रिक फील्ड वेगाने कमी

होते हे कंडक्टरच्या पोट्यात इलेक्ट्रिक फील्ड शून्य असते.

ntial स्थिर राहते म्हणून कृपया येथे लक्षात घ्या की माझ्याकडे असे क्षेत्र असू शकतात जेथे विद्युत क्षेत्र शून्य आहे परंतु संभाव्य शून्य नाही संभाव्यता त्या प्रदेशात स्थिर राहिल म्हणून कंडक्टर एक समतुल्य पृष्ठभाग आहे म्हणून मी येथे काही संख्या मोजू दे मी काही वास्तविक ठेवू मूल्ये आणि गणना करा म्हणून मी त्रिज्या r चा एक गोल घेईन जे दहा सेंटीमीटर आहे जे बिंदू एक मीटर आहे तर हा एक प्रवाहकीय गोल आहे ठीक आहे मला असे समजू द्या की आमच्याकडे एक नॅनो कुलॉम्ब दहा ते उणे 9 कुलॉम्ब चार्ज आहे गोलाकार म्हणून गोलावर संभाव्यता काय आहे जो q बाय 4π एक्सिलॉन $0 r$ आहे जो 10 ते वजा 9 मध्ये 1 बाय 4π एक्सिलॉन 0 आहे 9 दहा ते पॉवर नऊ बिंदू एक ने भागले आहे जे नव्वद आहे व्होल्ट म्हणून जर तुम्ही त्रिज्या बिंदू एक मीटरचा गोल घेतला आणि गोलावर एका नॅनो कुलॉम्बचा चार्ज लावला तर या गोलाला नव्वद व्होल्ट्सची क्षमता मिळते ज्याचा अर्थ असा होतो की तुम्हाला ∞ कडून चार्ज आणण्यासाठी ऊर्जा खर्च करावी लागेल.

या बिंदूपर्यंत $nity$ जर चार्ज पॉझिटिव्ह असेल तर पृष्ठभागावरील इलेक्ट्रिक फील्ड इलेक्ट्रिक फील्ड काय आहे हे तुम्ही येथे पाहू शकता जसे की इलेक्ट्रिक फील्ड एक r स्केअर पोटेंशियल r प्रमाणे बदलते म्हणून गोल पृष्ठभागावरील इलेक्ट्रिक फील्ड बदलते गोलाकार q बाय चार π एक्सिलॉन शून्य r चौरस आणि त्रिज्या निर्देशित केला पाहिजे म्हणून हे v बाय r च्या बरोबरीचे आहे जे बिंदू एकच्या बरोबर नव्वद आहे जे प्रति मीटर नऊशे व्होल्ट इतके आहे

त्यामुळे विद्युत क्षेत्राच्या पृष्ठभागावर या गोलाकार कंडक्टरच्या पृष्ठभागावर तुमच्याकडे एक विद्युत क्षेत्र आहे जे प्रति मीटर नऊशे व्होल्ट याप्रमाणे निर्देश करत आहे, ते येथे याप्रमाणे निर्देश करत आहे जर पृष्ठभाग चार्ज होत असेल तर चार्ज पॉझिटिव्ह पॉझिटिव्ह असेल q जर चार्ज पॉझिटिव्ह असेल तर विद्युत क्षेत्र दूर निर्देशित करत आहे आणि कंडक्टरच्या आतील आतील क्षमता स्थिर राहते आता मी येथे एका विशिष्ट पैलूचा उल्लेख करणे आवश्यक आहे जी निसर्गात घडते आणि ती म्हणजे जर तुम्ही हवेतील विद्युत क्षेत्र पाहिल्यास i जर विद्युत क्षेत्र अधिक मजबूत आणि मजबूत झाले तर विद्युत क्षेत्र अणूमधून इलेक्ट्रॉन काढून टाकू शकते आणि त्यामुळे एक बिघाड निर्माण होतो, आपण हवेत स्पार्क होताना पाहू शकता आणि विशिष्ट परिस्थितीत हवेत जास्तीत जास्त विद्युत क्षेत्र असते.

कोणतेही ब्रेकडाउन नाही ई कमाल तीन ते दहा ते पॉवर सहा व्होल्ट प्रति मीटर तीन दशलक्ष व्होल्ट प्रति मीटर हे जास्तीत जास्त विद्युत क्षेत्र आहे जे तुम्ही या बिंदूच्या पलीकडे विद्युत क्षेत्र निर्माण करण्याचा प्रयत्न केला तर ब्रेकडाउन होईल आणि विद्युत क्षेत्र इतके उंच असेल की तुम्हाला त्या कंडक्टरमधून एक ठिणगी बाहेर पडताना दिसेल

त्यामुळे तुम्ही येथे पाहू शकता की जर तुम्ही 0.

1 मीटर त्रिज्या घेतल्यास या प्रवाहकीय गोलाची कमाल क्षमता v कमाल असेल .

गोलाची त्रिज्या जी तीन दहा पॉवर सिक्स बिंदू एक मध्ये तीन ते दहा पॉवर पाच व्होल्टच्या समान असते जी 300 किलो व्होल्ट असे लिहिले जाते जर तुम्ही त्रिज्या r ची कमी केली तर ऑन असेल ई सेंटीमीटर जो बिंदू शून्य एक मीटर v कमाल आहे दहाच्या एका घटकाने कमी होतो आणि तुम्हाला तीस किलो व्होल्ट्स मिळतात

त्यामुळे तुमच्याकडे एक सेंटीमीटर त्रिज्याचा एए प्रवाहकीय गोल असू शकत नाही

आणि तो तीस किलो हर्ट्झपेक्षा जास्त संभाव्यतेपर्यंत वाढवता येत नाही कारण तुम्ही प्रयत्न केल्यास $redu$ अधिक चार्ज करून क्षमता वाढवा विद्युत क्षेत्र इतके तीव्र होते की हवेत ठिणगी पडेल आणि गोलाकार कंडक्टरमधून चार्जेस बाहेर पडतात

त्यामुळे कंडक्टरवर किती चार्ज लावता येईल याची कमाल मर्यादा आहे.

या त्रिज्यासाठी तुम्ही गोलाकार कंडक्टरवर जास्तीत जास्त किती चार्ज लावू शकता याची गणना करू शकता, मला आणखी एक महत्त्वाचे उदाहरण सांगायचे आहे आणि ते द्विध्रुवामुळे संभाव्य आहे हे

लक्षात ठेवा आधीच्या वर्गात आम्ही द्विध्रुवाद्वारे तयार केलेल्या विद्युत क्षेत्राची चर्चा केली होती.

आम्ही अक्षाच्या बाजूने आणि विषुववृत्तीय समतलावर विद्युत क्षेत्राची गणना केली होती आणि आता मला द्विध्रुवाची क्षमता किती आहे याची गणना करायची आहे, म्हणून मला काढू द्या द्विध्रुव येथे आहे

त्यामुळे हा उणे q आहे अधिक q आहे लक्षात ठेवा द्विध्रुव क्षण उणे q पासून अधिक q पर्यंत आहे म्हणून मला या बिंदूवर संभाव्यता मोजायची आहे म्हणून मला हा बिंदू द्विध्रुवाचा केंद्र असू द्या हे अंतर मला द्या कॉल r मला या अंतरावर कॉल करू दे r एक मला या अंतरावर कॉल करू दे r दोन हा बिंदू p हे अंतर आहे r केंद्रापासून o या बिंदूपर्यंत p आहे r हे अंतर वजा q ते p आहे r दोन ते अधिक दोन ते p आहे r एक आहे म्हणून संभाव्य समाधानकारक सुपरपोजिशन तत्त्व लक्षात ठेवा म्हणून p वर v हे p वर संभाव्य बरोबर असणे आवश्यक आहे प्लस q शुल्कामुळे अधिक p वर संभाव्य वजा q शुल्कामुळे आता हे अंतर r एक आहे अधिक q शुल्क संभाव्य चार pi तयार करते एक्सिलॉन शून्य आर वन आणि उणे q चार pi एक्सिलॉन शून्य आर दोन द्वारे वजा q तयार करते म्हणून हे प्रत्यक्षात q बाय चार pi एक्सिलॉन शून्य एक बाय r एक वजा एक बाय r दोन आता मी या कोनाला थीटा म्हणू या आता तुम्ही सर्व भूमिती केली आहे ah आणि var मधील संबंधांची गणना केली त्रिकोणाची i ous लांबी आहे म्हणून मी येथे समीकरण लिहू या r एक चौरस प्रत्यक्षात r चौरस अधिक आहे म्हणून हे अंतर दोन होते लक्षात ठेवा आम्ही एका द्विध्रुवाला अंतराने विभक्त केलेल्या शुल्काच्या दोन समान आणि ऋण समतुल्य म्हणून चिन्हांकित केले होते म्हणून दोन a दोन शुल्कांमधील पृथक्करण आहे त्यामुळे r चौरस अधिक एक चौरस वजा दोन $ar \cos \theta$ आणि r दोन वर्ग समान आहे r वर्ग अधिक एक चौरस अधिक दोन $ar \cos \theta$

त्यामुळे प्रत्यक्षात या r एक आणि r दोन या समीकरणात बदलून मी गणना करू शकतो कोणत्याही बिंदूवरील संभाव्यता मला केंद्रापासून त्या बिंदूचे अंतर माहित असल्यास आणि द्विध्रुवाच्या मध्यभागी द्विध्रुवीय अक्षासह बिंदूला जोडणारा त्या रेषेने केलेला कोन माहित असल्यास,

त्यामुळे संभाव्यता मोजण्यासाठी हे सूत्र वापरले जाऊ शकते कोणत्याही बिंदूवर आणि कृपया लक्षात ठेवा की संभाव्यता ही स्केलर परिमाण आहे म्हणून मी फक्त आह जोडत आहे कारण अधिक q अधिक संभाव्यता आहे कारण वजा q मुळे आता आम्ही एक बिंदू द्विध्रुव देखील सादर केला आहे जेथे अंतराच्या तुलनेत द्विध्रुवाचा आकार खूपच लहान आहे,

त्यामुळे जेव्हा अंतर r द्विध्रुवाच्या आकाराच्या तुलनेत खूप मोठे होते तेव्हा मी संभाव्यतेसाठी अंदाजे अभिव्यक्ती काढण्याचा प्रयत्न करू, म्हणून जर $r \gg ai$ पेक्षा खूप मोठा असेल तर त्याचा विस्तार होऊ शकतो आणि r एक आणि r दोन साठी अंदाजे अभिव्यक्ती मिळवा, जर तुम्ही r एक चौरस पाहत असाल तर मी पुन्हा r एक चौरस लिहितो म्हणजे r एक चौरस r वर्गाच्या बरोबरीने एक चौरस वजा दोन $ar \cos \theta$ जो r वर्ग एक मध्ये समान आहे अधिक एक चौरस बाय r वर्ग वजा दोन r दोन a by $r \cos \theta$ त्यामुळे r एक अंदाजे r मध्ये एक अधिक एक चौरस बाय r वर्ग वजा दोन a बाय r कॉस थीटा प्रति अर्धा वर्गमूळ आहे त्यामुळे एक r एक अंदाजे आहे एक बरोबर r मध्ये एक अधिक एक चौरस बाय r चौरस वजा दोन a बाय r कॉस थीटा पॉवर वजा अर्धा आहे मी आता उलट केले आहे जर $r \ll a$ पेक्षा खूप मोठा असेल तर मी अंदाजे अंदाज लावू शकतो प्रत्यक्षात हे तंतोतंत संबंध आहेत ते आहेत अंदाजे व्या नाहीत ey आता तंतोतंत आहे मी अंदाजे आहे

त्यामुळे एक r मध्ये ah तुम्हाला येथे द्विपदी विस्तार माहित आहे म्हणून मला कॉस थीटा मध्ये एक अधिक a बाय r मिळू शकतो म्हणून मी दुर्लक्ष केले आहे मी दुर्लक्ष केले आहे मी क्रमाच्या अटीकडे दुर्लक्ष केले आहे एक चौरस बाय r वर्ग आणि त्यापेक्षा मोठा वर्ग by r चौरस a cube by r cube इत्यादि सर्व गोष्टींकडे हे अंदाजे लिहिताना दुर्लक्ष केले गेले आहे

त्यामुळे एक r एक म्हणजे अंदाजे एक r मध्ये एक अधिक a by $r \cos \theta$ त्याचप्रमाणे मी r दोन वर्गासाठी अंदाजे काढू शकतो

त्यामुळे r दोन स्केअर हे r स्केअर अधिक एक स्केअर अधिक दोन एआर कॉस थीटा समान होते म्हणून मी व्यायाम तुमच्यावर सोडतो जेणेकरून तुम्ही हे दाखवू शकाल की एक बाय आर दोन म्हणजे अंदाजे एक r मध्ये एक वजा एक बाय r कॉस थीटा म्हणजे एक बाय r एक वजा एक by r दोन हे अंदाजे दोन a by $r \cos \theta$ च्या बरोबरीचे आहे

त्यामुळे r एक बाय एक r अधिक a by r चौरस $\cos \theta$ ar स्केअर आणि एक by r दोन होते r वजा a by r चौरस $\cos \theta$

त्यामुळे जेव्हा मी एक r दोन मधून एक r एक वजा करा तुम्हाला हे मिळाले म्हणजे मला संभाव्यता मिळेल v at p हे q च्या बरोबरीचे आहे चार pi एक्सिलॉन शून्य मध्ये दोन a बाय r स्केअर मध्ये $\cos \theta$ मध्ये आम्ही द्विध्रुवीय क्षणाच्या द्विध्रुवीय क्षणाची परिमाण q गुणिले दोन a म्हणून परिभाषित केली होती तर b चा v ah p च्या बरोबरीचा आहे $\cos \theta$ by चार पाय एक्सिलॉन शून्य आर स्केअर आता मी येथे आकृती बघूया

त्यामुळे येथे लक्षात ठेवा म्हणजे ही आकृती आहे मी येथे पुन्हा काढू या म्हणून माझ्याकडे अह द्विध्रुव असा होता म्हणून हा p व्हेक्टर होता आणि थीटा हा व्हेक्टर हा कोन आहे

त्यामुळे येथे बिंदू मी ah पोटेंशियल मोजत आहे

त्यामुळे ही r कॅप आहे आणि हा p व्हेक्टर आहे आणि हा $theta$ आहे

त्यामुळे $p \cos theta$ $p \cos theta$ म्हणजे p डॉट r कॅपशिवाय दुसरे काहीही नाही

त्यामुळे हे p डॉट आर कॅप बाय चार π एप्सिलॉनच्या बरोबरीचे आहे शून्य r चौरस म्हणून मी इथे पुन्हा लिहितो म्हणजे माझ्याकडे जर द्विध्रुव असेल तर p असा द्विध्रुव असेल आणि जर मी द्विध्रुवापासून r अंतरावर p बिंदू घेतला आणि हा कोन थीटा असेल तर $v \cdot r$ बरोबर असेल q बाय फोर पी एप्सिलॉन शून्य सॉरी p डॉट आर कॅप बाय चार पाच सात शून्य आर आणि हे किंवा जास्त म्यूकसाठी वैध आहे हे समीकरण काढताना आम्ही लिखित स्वरूपात जे गृहीत धरले आहे ते h पेक्षा मोठे आहे म्हणून दोन गोष्टी तुमच्या लक्षात येतात की बिंदू शुल्काच्या विपरीत जेथे द्विध्रुवासाठी संभाव्यता एक r चौरस म्हणून बदलते लक्षात ठेवा आम्ही हे पाहिले आहे.

विद्युत क्षेत्राच्या बाबतीत समान गोष्ट बिंदू चार्जचे विद्युत क्षेत्र एक बाय r चौरसाने बदलते तर द्विध्रुवाचे विद्युत क्षेत्र एक बाय r क्यूबमध्ये बदलते

त्यामुळे संभाव्यता द्विध्रुवातून एक बाय r चौरस म्हणून कमी होत आहे आणि ते देखील अवलंबून असते कोन थीटावर म्हणजे जसे तुम्ही थीटा बदलता आणि बिंदूचे अंतर p स्थिर ठेवाल जर मी बिंदूच्या बाजूने r हा स्थिरांक असेल तर थीटा बदलला r स्थिर राहिल परंतु p बिंदू r बदलेल आणि

त्यामुळे संभाव्यता बदलेल संभाव्यता केवळ द्विध्रुवापासून बिंदूच्या अंतरावर अवलंबून नाही तर द्विध्रुव अक्षासह या रेषेने बनवलेल्या कोनावर देखील अवलंबून असते, उदाहरणार्थ, जर मी थीटाच्या संदर्भात लिहिले तर हे $p \cos theta$ बाय चार π च्या बरोबरीचे आहे.

एप्सिलॉन शून्य आर स्केअर म्हणून जर तुम्ही या रेषेवर $ah \theta$ is equal to r of zero v of r या रेषेसह θ is equal to zero is p by $4 \pi \epsilon_0 r$ स्केअर θ is equal to zero is this p ही रेषा ही θ बरोबर आहे शून्य आणि थीटा साठी r वजा p च्या πb च्या समान आहे आणि म्हणून हे कृपया लक्षात ठेवा हे वजा q आहे हे अधिक q आहे द्विध्रुवीय क्षण वजा q पासून अधिक q पर्यंत एक सदिश आहे म्हणून द्विध्रुवीय क्षण अशा प्रकारे निर्देशित करतो आणि असे या बाजूची संभाव्यता सकारात्मक आहे या बाजूची संभाव्यता नकारात्मक आहे आणि थीटा साठी $ah \pi$ बरोबर दोन $v \cdot r$ बरोबर शून्य π by दोन ही रेषा आहे त्यामुळे विषुववृत्तीय समतल बाजूने संभाव्य शून्य ah आहे तुम्ही लगेच करू शकता हे समजून घ्या कारण हा बिंदू समभुज समतलावरील कोणताही बिंदू प्लस चार्ज आणि वजा शुल्कापासून तितकाच दूर आहे आणि कारण संभाव्यता ही प्लस चार्ज आणि वजा शुल्काद्वारे तयार केलेल्या संभाव्य संभाव्यतेची बेरीज आहे आणि चार्जेसची एकूण परिमाण समान आहे.

1 अक्षावरील संभाव्यता शून्य आहे

त्यामुळे द्विध्रुवाची संभाव्यता r वर्गाने एक म्हणून जाते आणि संभाव्यता देखील p सदिश आणि आपण d ची गणना करत असलेल्या स्थितीमधील कोनावर अवलंबून असते, म्हणून मी फक्त सारांशासाठी पाहू.

तिसरे उदाहरण आणि ते म्हणजे मला

अनंत रेखीय चार्ज घनतेची संभाव्यता मोजायची आहे म्हणून माझ्याकडे येथे एक लाइन चार्ज आहे अह

त्यामुळे लॅम्बडा ही प्रति युनिट लांबीची लाइन चार्ज स्टार्ट आहे आणि मला येथे काही क्षणी संभाव्यता मोजायची आहे ठीक आहे म्हणून हे अंतर आहे आता आठवते की आम्ही अनंत रेषेच्या चार्जचे विद्युत क्षेत्र मोजले होते, म्हणून मला विद्युत क्षेत्राची गणना करण्यासाठी आठवू द्या मी एक गॉसियन पृष्ठभाग घेतो जो त्रिज्येचा एक ah चा सिलेंडर आहे आणि तीन सममिती युक्तिवादाने विद्युत क्षेत्र आहे असे आम्ही म्हटले आहे.

लाईन चार्ज पासून दूर दिशेला करा म्हणजे विद्युत क्षेत्र या दिशेने या दिशेने असले पाहिजे जर लाइन चार्ज पॉझिटिव्ह असेल आणि म्हणून आम्ही एकूण फ्लक्स एकूण फ्लक्स मोजले $ah \cdot 2 \pi r$ मध्ये 1 जर याची लांबी 1 इलेक्ट्रिक फील्डमध्ये असेल तर एप्सिलॉन शून्यामध्ये समाविष्ट असलेल्या चार्जच्या समान असणे आवश्यक आहे

त्यामुळे आपल्याला लॅम्बडा बाय टू पी एप्सिलॉन शून्य r म्हणून इलेक्ट्रिक फील्ड मिळते हे आपण आधीच पाहिले आहे आणि इलेक्ट्रिक फील्ड वेक्टर r आहे कॅप जेथे या दिशेने r कॅप आता r कॅप ah दिशा बाजूने एक सदिश आहे जी रेषेच्या चार्जवर काढलेल्या लंबाच्या रेषेच्या बाजूने असते

त्यामुळे या बिंदूवर rr कॅप या बिंदूवर r कॅप अशी असेल असे असू द्या म्हणजे ते विद्युत क्षेत्र आहे

त्यामुळे मी एखाद्या बिंदूवरून ra वरून rb पर्यंत चार्ज आणण्यासाठी केलेल्या कामाची गणना करू शकतो, म्हणून मी येथे एक बिंदू घेतो म्हणजे हा एक बिंदू एक अंतर आहे ra हा rb अंतरावरील एक बिंदू आहे म्हणून हे अंतर हे rb आहे

त्यामुळे मला काय काम केले आहे याची गणना करायची आहे

त्यामुळे केलेले काम उणे ra ते rb लॅम्बडा बाय दोन π एप्सिलॉन शून्य rr कॅप मध्ये डॉट उत्पादनात r कॅप dr सह म्हणजे जे वजा λ बरोबर दोन π एप्सिलॉन शून्य आहे $ah \cdot ra$ to rb dr by r wh ich is equal to λ by $2 \pi \epsilon_0 \log$ of ra by r $integral$ of one by rdr हा खरेतर लॉग आहे आणि मी लॉगच्या आतील बाजूस ah उलटवून चिन्हाची काळजी घेतली आहे

त्यामुळे ra वरून चार्ज आणण्याचे काम पूर्ण झाले आहे.

rb हे मूलतः λ by 2π सात $zero \cdot r$ 8 by $rb \log$ आहे आता तुम्हाला इथे आधीच एक समस्या दिसत आहे आणि समस्या अशी आहे की जर तुमचा संदर्भ बिंदू अनंत असेल तर याचा अर्थ मी ra ला अनंत मानला तर हे आणण्याचे काम केले आहे.

ra ते rb पर्यंत चार्ज म्हणून जर मी अनंतापासून सुरुवात केली तर मी म्हणतो की लॉगमध्ये अनंत आहे आणि एक समस्या आहे आणि

ती समस्या दिसून येत आहे कारण रेषेचा चार्ज घनता स्वतः मर्यादित लांबीमध्ये विस्तारत आहे म्हणून अशा परिस्थितीत ज्या समस्यांमध्ये शुल्क वितरण अनंतापर्यंत विस्तारित होते जे अर्थातच व्यावहारिक नाही कारण सामान्यतः व्यवहारात सर्व शुल्क वितरण मर्यादित असतात परंतु गणितामध्ये आपण विशिष्ट वितरणे वापरतो ज्यामध्ये चार्ज घनता अनंतापेक्षा जास्त विस्तारत आहे उदाहरणार्थ मर्यादित रेषा चार्ज किंवा अनंत प्लेन शीट इत्यादी आणि हे विद्युत क्षेत्रे आणि संभाव्यतेची गणना करण्यासाठी उपयुक्त आहेत परंतु अशा परिस्थितीत तुम्हाला

चार्ज वितरणापासून अनंत अंतरावर \inf वर संभाव्यतेची असीमता आढळेल

त्यामुळे या प्रकरणांमध्ये काय आपण संदर्भ बिंदू बदलतो आणि आपण असे म्हणतो की संदर्भ बिंदू अनंत होण्यासाठी वापरण्याऐवजी आपण म्हणू की आपण शून्य संभाव्यतेचा वापर काही r मूल्यावर करू, म्हणून जर मी असे म्हणतो की v बरोबर शून्य आहे r बरोबर ra हे भांडवल r च्या बरोबर आहे आणि आम्ही अंतिम बिंदू r असू देतो म्हणून आम्हाला r चा v लांबडा बरोबर दोन π एप्सिलॉन शून्य लॉग कॅपिटल r द्वारे लहान r मिळेल कारण संभाव्य a हे सापेक्ष प्रमाण आहे पोकळ्या निर्माण करण्याच्या संभाव्यतेप्रमाणे पृष्ठीच्या पृष्ठभागावरील संभाव्य शून्य संभाव्यतेच्या संदर्भात विशिष्ट उंचीवरील संभाव्यतेचे मोजमाप केले जाते जेणेकरून आपण बिंदूमधील संभाव्य फरक मोजू शकता ते o वर अवलंबून नसतील.

संदर्भाचे मूळ म्हणून येथे आम्ही काय केले आहे कारण संभाव्यता अनंततेकडे अनंततेकडे झुकते म्हणून आम्ही प्रतिबंधित केले आहे आणि सांगितले आहे की आम्ही लाइन चार्ज वितरणापासून मर्यादित अंतरावर असणारी शून्य संभाव्यता निवडू आणि ज्याची मी निवड केली आहे.

भांडवल r म्हणजे तुम्ही लहान मूळ भांडवल r लॉग एक शून्य आहे का ते पाहू शकता आणि तुम्हाला शून्य म्हणून संभाव्यता मिळते म्हणजे ती मूळ क्षमता आहे म्हणून मी हे उदाहरण फक्त तुम्हाला सूचित करण्यासाठी आणले आहे की अशी परिस्थिती असू शकते जिथे संभाव्यतेकडे कल असू शकतो अंतराच्या दोषात असीमता आणि

त्यामुळे मला शून्य संभाव्यतेसाठी वेगळा संदर्भ बिंदू निवडावा लागेल आता मला काही अतिशय मनोरंजक पैलू आणायचे आहेत जे समविभाजनीय पृष्ठभाग आहेत आता आम्ही पूर्वी विद्युत क्षेत्र रेषा ही संकल्पना मांडली आहे त्यामुळे आम्ही विद्युत क्षेत्राचे प्रतिनिधित्व करतो.

विद्युत क्षेत्र रेषेद्वारे वितरण

त्यामुळे या रेषा वक्र रेषांच्या रेषा आहेत ज्यात अशा आहेत की कोणत्याही बिंदूवर विद्युत क्षेत्र भयंकर आहे त्या रेषेच्या स्पर्शिकेच्या बाजूने $cted$ आणि रेषा जितक्या जवळ असतील तितके विद्युत क्षेत्र अधिक मजबूत असेल तितकेच विद्युत क्षेत्र कमी आहे, आपण समान रीतीने समान पृष्ठभाग म्हणून संभाव्यतेचे प्रतिनिधित्व करू शकतो म्हणून हे एक ग्राफिकल प्रतिनिधित्व आहे म्हणून आपण काय करतो आपण असे पृष्ठभाग काढतो ज्यावर क्षमता स्थिर राहते म्हणून मी ते सर्व बिंदू घेतो ज्यासाठी संभाव्यता v समान आहे असे म्हणायचे आहे सर्व बिंदूकडे एक नजर टाकून त्यांना जोडून एक पृष्ठभाग मिळवा त्याचप्रमाणे मी v शी संबंधित पृष्ठभाग घेतो.

v दोन v च्या बरोबरीने v 3 च्या बरोबरीचे आहे आणि याप्रमाणे मी असे पृष्ठभाग काढतो जे असे आहेत की त्या पृष्ठभागावरील सर्व बिंदू स्थिर क्षमतेवर असतात म्हणून हे सर्व त्रिमितीय पृष्ठभाग आहेत विद्युत क्षेत्र रेषांच्या विपरीत विद्युत क्षेत्र रेषा आहेत आणि या हे पूर्ण पृष्ठभाग आहेत म्हणून हे देखील लक्षात घ्या की ते समतुल्य पृष्ठभाग असल्याने समजा समभुज पृष्ठभाग असा असेल तर या सर्व बिंदूवर संभाव्यता आहे अगदी सारखेच आहे

त्यामुळे मला संभाव्य समतुल्य बाजूने पुढे जाण्यासाठी कोणतेही काम करावे लागणार नाही कारण या टप्प्यावर संभाव्य क्षमता समान आहे आणि या टप्प्यावर सारखीच आहे म्हणून मला येथून येथून येथे शुल्क हलवण्याचे कोणतेही काम करण्याची आवश्यकता नाही तर याचा अर्थ असा होतो की समीकरणाच्या पृष्ठभागावर कोणतेही विद्युत क्षेत्र घटक असू शकत नाहीत

म्हणून प्रत्येक बिंदूवरील विद्युत क्षेत्र समान संभाव्य पृष्ठभागास लंब असले पाहिजे, कृपया हा युक्तिवाद पहा की जर माझ्याकडे समीकरणीय पृष्ठभाग असेल तर पृष्ठभागावरील सर्व बिंदू समान असतील.

संभाव्य

त्यामुळे एकाच पृष्ठभागावरील एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूवर चार्ज हलवण्याचे काम शून्य असणे आवश्यक आहे कारण ते समान संभाव्यतेवर आहेत आणि संभाव्य फरकामुळे मला चार्ज एका बिंदूवरून दुसऱ्या बिंदूवर हलवण्याची गरज नाही.

त्यामुळे विद्युत कारण क्षमता सारखीच असल्यामुळे गतीच्या दिशेला कोणतेही विद्युत क्षेत्र नसावे, मी जी दिशा निवडली ती याप्रमाणे किंवा याप्रमाणे किंवा याप्रमाणे कोणत्याही दिशेने मी पृष्ठभागावर गेल्यास मला चार्ज हलवताना कोणतेही काम करावे लागणार नाही म्हणजे विद्युत क्षेत्र हे असेच लंब असले पाहिजे

त्यामुळे या टप्प्यावर जर पृष्ठभाग असा असेल तर ते असे असले पाहिजे.

हे असे असले पाहिजे म्हणून विद्युत क्षेत्र रेषा संभाव्य समतुल्य पृष्ठभागांना नेहमी लंब असतात आणि हे खूप महत्वाचे आहे म्हणून समतुल्य पृष्ठभाग आणि विद्युत क्षेत्र रेषा हे नेहमी एकमेकांना लंब असतात म्हणून मी पॉइंट चार्जचे उदाहरण घेऊ.

समजा मी पॉइंट चार्ज घेतला तर येथे पॉइंट चार्ज q आहे तर लक्षात ठेवा पॉइंट चार्ज पोटेंशियल q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r आहे, जर तुम्ही इतके घेतले तर r हे पॉइंट चार्जपासूनचे अंतर आहे म्हणून तुम्ही पॉइंट चार्ज घेतल्यास जे समान आहेत पॉइंट चार्जपासून अंतर त्यांच्यात समान क्षमता असेल म्हणून उदाहरणार्थ r वर r समान आहे एक v असणे आवश्यक आहे b बरोबर v एक समान q बरोबर चार π एप्सिलॉन शून्य r एक म्हणून जर तुम्ही अंतर घेतले तर ro ne इथून हे गोलावरील सर्व बिंदू समानार्थी आहेत त्याचप्रमाणे जर तुम्ही r घेतला तर r समान दोन v बरोबर v दोन म्हणजे q बरोबर चार π एप्सिलॉन शून्य r दोन हा दुसरा गोल आहे तो दुसरा गोल आहे

त्यामुळे एका बिंदूसाठी समानार्थी आहेत चार्ज हे गोल आहेत मी एका द्विमितीय जागेत वर्तुळ काढत आहे परंतु तुम्हाला कल्पना करावी लागेल की ही संपूर्ण गोष्ट येथे बिंदू शुल्काभोवती फिरली आहे म्हणून जर मी बिंदू चार्ज असलेल्या कोणत्याही अक्षावर फिरलो तर ही वर्तुळे

गोलाकार आणि सर्व बिंदू बनतील गोलावर समान क्षमता आहे म्हणून त्रिज्या r एकच्या गोलासाठी संभाव्य v एक q बरोबर चार π एक्सिलॉन शून्य r एक आहे म्हणून ही एक समविभाजनीय पृष्ठभाग आहे जी एक समतुल्य पृष्ठभाग आहे आणि तुम्हाला a चे विद्युत क्षेत्र माहित आहे पॉइंट चार्ज हे रेडियल आहे आणि जसे तुम्ही येथे पाहू शकता की विद्युत क्षेत्र नेहमी समतुल्य पृष्ठभागावर लंब असते म्हणून जर चार्ज सकारात्मक असेल तर बाण बाहेरच्या दिशेने निर्देशित केले जातात जर चार्ज नकारात्मक असेल एटिव्ह बाण आतील बाजूस दिशेला आहेत म्हणून मी ते तुमच्यावर सोडतो या प्रकरणात r दोन r एक पेक्षा मोठे आहेत की नाही हे मोजण्यासाठी काय होईल जर v दोन v एक पेक्षा मोठे किंवा v एक v दोन पेक्षा मोठे असेल तर कृपया विचार करा की कोणती क्षमता आहे मोठ्या त्रिज्या असलेल्या समतुल्य पृष्ठभागाची संभाव्यता कमी संभाव्यतेवर आहे की नाही हे शोधण्यासाठी मी ही समस्या तुमच्यावर सोपवतो आहे की इथे संभाव्यता इथल्यापेक्षा मोठी आहे किंवा इथली संभाव्यता इथल्यापेक्षा लहान आहे किंवा माझ्याकडे एकसमान विद्युत क्षेत्र रेषा असल्यास बिंदू प्रभाराची समान क्षमता असेल तर माझ्याकडे येथे धन प्रभार असेल किंवा ऋण प्रभार असेल तर उच्च क्षमता आहे, तर समजा माझ्याकडे एकसमान दिशेकडे निर्देशित करणाऱ्या विद्युत क्षेत्र रेषा आहेत.

इलेक्ट्रिक फील्ड नंतर equipotentials तुम्ही बघू शकता त्याप्रमाणे या रेषेला लंब असणारे विमान असतील त्यामुळे जर विद्युत क्षेत्र e बरोबर e zero k कॅप असेल तर मी याला z दिशा म्हणून संबोधू या ic फील्ड रेषा z कॅप दिशेच्या k कॅप दिशेच्या बाजूने आहेत

त्यामुळे समान क्षमता xy समतलाला समांतर असणे आवश्यक आहे म्हणून हे xy आहे

त्यामुळे समान क्षमता ही विमाने आहेत जी येथे लंब z अक्ष आहेत कारण विद्युत क्षेत्र ah z अक्षाच्या बाजूने आहे म्हणून माझ्याकडे आहे मी तुम्हाला येथे काही आकृत्या दाखवू शकतो दोन आकृत्या जे मी तुम्हाला दाखवीन आहे बिंदू शुल्काची समान क्षमता दर्शविते आणि म्हणून ही बिंदू शुल्काची समान क्षमता आहे म्हणून ते सर्व गोल आहेत आणि ते केंद्र आहे हा काळा बिंदू हा चार्ज असलेला धनभार आहे आणि समभुज पृष्ठभाग हे चार्जच्या सभोवतालचे सर्व गोलाकार आहेत आणि जसे मी आधीच्या केसमध्ये काढले आहे त्याप्रमाणे विद्युत क्षेत्र रेडियल आहे बिंदू चार्ज पासून हे ठीक आहे अह मी यासाठी समतुल्य प्लॉट देखील केला आहे द्विध्रुव हे आम्ही पूर्वी लिहिलेल्या अभिव्यक्तीवरून मोजले जाते मूलतः हे समीकरण

त्यामुळे तुम्ही वेगवेगळे बिंदू घ्याल

त्यामुळे तुम्ही त्या बिंदूंची गणना कराल ज्यासाठी हे संभाव्य रीमाई ns स्थिर म्हणून मी बिंदू r 1 आणि r 2 हलवताना असे बदलले पाहिजेत की एक r एक वजा एक बाय r दोन स्थिर राहतील आणि मी काढू शकतो म्हणून हे समान संभाव्य पृष्ठभाग आहेत आणि तुम्ही येथे पाहू शकता की ah हे प्रत्यक्षात पृष्ठभाग आहेत म्हणून मी या अक्षाभोवती फिरून पृष्ठभागाची कल्पना करू शकतो

त्यामुळे विद्युत क्षेत्र रेषा लंब असतील, उदाहरणार्थ येथे विद्युत क्षेत्र असे असेल येथे विद्युत क्षेत्र असे असेल या टप्प्यावर विद्युत क्षेत्र असे असेल येथे विद्युत क्षेत्र यासारखे असेल किंवा सर्वत्र ते लंब असेल

त्यामुळे विद्युत क्षेत्राची दिशा ah वर अवलंबून असेल सर्व समसमान पृष्ठभागांना लंब असेल

त्यामुळे तुम्ही विद्युत क्षेत्राची गणना करून वेगवेगळ्या चार्ज वितरणासाठी समतुल्य पृष्ठभाग प्लॉट करू शकता.

संभाव्यतेची गणना करून आणि तेथून तुम्ही समतुल्य पृष्ठभाग प्लॉट करू शकता आणि तुम्ही हे सत्यापित करू शकता की विद्युत क्षेत्र वितरण नेहमीच प्रत्येक बिंदूवर असते

आता थोड्या वेळापूर्वी मी नमूद केले आहे की विद्युत क्षेत्र आणि संभाव्यता एकमेकांशी संबंधित आहेत म्हणून आपण विद्युत क्षेत्र आणि संभाव्यता यांच्याशी संबंधित अभिव्यक्ती मिळविण्याचा प्रयत्न करू या म्हणून मला दोन समीप समीपस्थ पृष्ठभागांचा विचार करायचा आहे म्हणून मी रेखाटू असे काहीतरी आहे म्हणून हे संभाव्य v शून्य आहे आणि येथे आणखी एक पृष्ठभाग आहे p naught अधिक δ vv naught plus δb

त्यामुळे या दोन पोटेंशियल्स आहेत जे एकमेकांच्या अगदी जवळ आहेत

त्यामुळे v naught आणि v naught plus δv म्हणून आपल्याला विद्युत क्षेत्र माहित आहे या बिंदूवर लंब असेल ते असे असेल विद्युत क्षेत्राची दिशा ही असेल ती या रेषेच्या स्पर्शिकेला लंब असावी

त्यामुळे हे या लंबासारखे असावे

त्यामुळे आता मला पुढील गोष्टी करायच्या आहेत माझ्याकडे येथे शुल्क आहे एक युनिट चार्ज ज्याला मी अशा प्रकारे काही दिशेने हलवतो मला याला $d1$ व्हेक्टर म्हणू द्या मी विद्युत क्षेत्राच्या दिशेने एक कोन थीटा बनवणारी दिशा हलवतो

म्हणजे काय बाह्य शक्तीने युनिट चार्ज वरून हलवण्याचे काम केले आहे का मी या बिंदूला हा बिंदू b बिंदू a वरून b बिंदू म्हणूया म्हणून लक्षात ठेवा की हे समान संभाव्य पृष्ठभाग आहेत येथे संभाव्य vv शून्य आहे येथे क्षमता v शून्य अधिक δv आहे

त्यामुळे केलेले काम v शून्य अधिक δv बरोबर असणे आवश्यक आहे b वजा संभाव्य δv a वरील क्षमता जे δv कार्य a वरून b वर हलवताना केलेले कार्य b वजा संभाव्यता a येथे v शून्य अधिक δb वजा v आहे काही नाही जे आता d आहे मला सुद्धा

इलेक्ट्रिक फील्डवरून केलेल्या कामाची गणना कशी करायची हे देखील माहित आहे

त्यामुळे केलेले काम देखील उणे ई डॉट द्वारे दिले जाते $d1e$ हे इलेक्ट्रिक फील्ड आहे

त्यामुळे चार्जवरील बल ई वेक्टर आहे म्हणून मला एक बल लागू करणे आवश्यक आहे जे आहे इलेक्ट्रिक व्हेक्टरच्या दिशेच्या विरुद्ध जे वजा e आहे आणि मी येथून एक $d1$ अंतरावर जात आहे आणि eda वजा $ed1$ म्हणजे काय जे उणे $ed1 \cos \theta$ शिवाय दुसरे काहीही नाही

आणि हे दोन्ही समान असले पाहिजेत

त्यामुळे मला काय अभिव्यक्ती मिळते ते $ed1$ पहा कारण टी θ हे वजा δv च्या बरोबरीचे आहे म्हणून मी लिहू शकतो इतका δb या दोन बिंदूंमधील संभाव्य फरक जो

उणे $ed1 \cos \theta$ ने देखील दिलेला आहे

त्यामुळे मला खालील अभिव्यक्ती मिळते की $ah = e \cos \theta$ हे वजा $d_1 b$ द्वारे $d_1 l_1$ आहे d_1 लांबीचा घटक आहे लांबीचा परिमाण घटक आणि मी हलवत आहे $ah = d_1$ सदिश ही वेक्टरची लांबी आहे d_1 लांबीच्या घटकाची परिमाण आहे आणि मी $\cos \theta$ θ द्वारे परिभाषित केलेल्या दिशेने फिरत आहे हा कोन आहे इलेक्ट्रिक व्हेक्टर आणि दिशा d_1 उदाहरणार्थ, जर मी आहे, तर हा एक सामान्य संबंध आहे, तर मी असे गृहीत धरू की माझ्याकडे अशी एक आकृती आहे माझ्याकडे येथे x अक्ष आहे आणि येथे y अक्ष आहे,

त्यामुळे समतुल्य हे असे होईल म्हणून मी हलवले तर इकडून तिकडे x अक्षाच्या समांतर आहे

त्यामुळे हे v शून्य आहे हे v शून्य आहे अधिक dv जर मी x अक्षाच्या समांतर हलविले तर त्रुटी सदिश असे असेल तर $e \cos \theta$ θ नाही तर हे $\theta = e \cos \theta$ आहे पण काहीही नाही इलेक्ट्रिक व्हेक्टरचा x घटक किंवा म्हणून माझी हालचाल d_1 आता x अक्षाच्या समांतर x अक्षाच्या बाजूने आहे

त्यामुळे d_1 हा x अक्षाच्या बाजूने असेल आणि थोडा हा e सदिश आणि x अक्ष यांच्यातील कोन असेल त्यामुळे $e \cos \theta$ हे विद्युत क्षेत्राच्या x घटकाशिवाय दुसरे काहीही नाही.

डेल x_i द्वारे वजा डेल व्ही च्या समान मी आंशिक व्युत्पन्न लिहित आहे कारण संभाव्यता सामान्यतः सर्व समन्वय xy आणि z वर अवलंबून असते म्हणून x अक्षाच्या बाजूने विद्युत क्षेत्र घटक काही नसून वजा डेल व्ही द्वारे डेल x त्याचप्रमाणे मी समांतर बाजूने हललो तर y अक्ष जर मी अशा प्रकारे हलवला तर मी ey ला $d_1 y$ द्वारे वजा $d_1 v$ असे जोडू शकतो आणि ez हे $d_1 z$ द्वारे वजा डेल b असे तीन उपयुक्त संबंध आहेत जे विद्युत क्षेत्राशी संभाव्यतेशी संबंधित आहेत म्हणून तुम्ही येथे संभाव्य बदलाचा दर पाहू शकता x च्या संदर्भात x अक्षाच्या संदर्भात x अक्षाच्या बाजूने विद्युत क्षेत्राच्या घटकाचा ऋण आहे y च्या संदर्भात v च्या बदलाचा दर y अक्षाच्या बाजूने विद्युत क्षेत्र आहे आणि $d_1 v$ द्वारे $d_1 z$ आहे उणे z

त्यामुळे व्या ree इलेक्ट्रिक फील्ड घटक हे xyz चे कार्य म्हणून संभाव्य भिन्नतेशी संबंधित आहेत म्हणून मी आधी हेच म्हणायचे आहे जर मी $xyzi$ चे फंक्शन म्हणून संभाव्य वितरणाची गणना केली तर त्या अभिव्यक्तीवरून विद्युत क्षेत्र वितरणाची गणना करणे शक्य आहे

त्यामुळे बर्‍याच परिस्थितींमध्ये हे करणे सोपे आहे संभाव्य वितरणाची गणना करा कारण संभाव्य ही एक स्केलर मात्रा आहे आणि जेव्हा मी इलेक्ट्रिक फील्ड केसमध्ये स्केलर परिमाण एकत्रित करणे खूप सोपे आहे तेव्हा मी स्वतंत्रपणे ex ची गणना करणे आवश्यक आहे आणि स्वतंत्रपणे ez द्वारे वेगळे करणे आवश्यक आहे कारण इलेक्ट्रिक फील्ड एक सदिश आहे म्हणून मी तुम्हाला त्याचे उदाहरण दाखवू, विद्युत क्षेत्राच्या संबंधाची ही गणना बिंदू चार्जसाठी इतकी संभाव्य आहे

त्यामुळे r चा v ची आम्ही आधीच गणना केली आहे q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r जेथे q येथे आहे आणि r हे अंतर आहे, जर समन्वयांच्या दृष्टीने मी लिहू शकतो की हे चार आहे π एप्सिलॉन शून्य x चौरस अधिक y चौरस अधिक z चौरस हा प्रति अर्धा परंतु या बिंदूमध्ये xyz समन्वय आहेत आणि हे मूळ s आहे o मला $calc$ करू द्या मी येथे x लिहू द्या म्हणजे हे xy आणि z आहे त्यामुळे तुम्ही अंतर लहान करू शकता r हे मूळपासूनचे अंतर आहे जे x वर्गाचे वर्गमूळ अधिक y वर्ग z चौरस आहे त्यामुळे उदाहरणार्थ मला ex is equal to मिळेल उणे डेल व्ही बाय डेल x जे वजा q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य बरोबर आहे, तुम्ही हा x चौरस अधिक y चौरस अधिक z वर्ग हा घात तीन बाय दोन मध्ये फरक करू शकता तेथे उणे अर्धा चिन्ह असेल आणि दोन x चे चिन्ह असेल x चौरस अधिक y वर्ग अधिक z वर्गाचा फरक x च्या संदर्भात x आंशिक व्युत्पन्नाच्या संदर्भात दोन x आहे आणि मला हे समीकरण मिळते जे समान आहे म्हणून दोन घटक बंद होतात आणि मला q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य ah मिळेल.

असे लिहा $ah = x$ चौरस अधिक y चौरस अधिक z चौरस मध्ये x द्वारे x वर्गाचे वर्गमूळ x वर्ग अधिक y वर्ग अधिक z चौरस म्हणजे हे q बाय चार π एप्सिलॉन शून्य r चौरस आहे आणि हे x बाय r असेच तुम्ही करू शकता eb आणि ez ची गणना करा आणि तिथून मी तुम्हाला एकूण दाखवतो इलेक्ट्रिक फील्ड हे खरे आहे जे आपण आधी मिळवले होते आता मला एका छोट्या समस्येसह व्याख्यान बंद करायचे आहे

p चा विद्युत द्विध्रुव मुहूर्त p च्या बरोबरीचा आहे दहा k कॅप

मोकळ्या जागेत उगमस्थानी स्थित आहे समन्वयांसह p बिंदूवर संभाव्यतेची गणना करा xp बिंदू पाच मीटर yp बरोबर आहे zp बरोबर बिंदू आठ सात मीटर आहे म्हणून मी ही समस्या तुमच्यावर सोडतो p या बिंदूवर संभाव्यता मोजा म्हणजे तुमच्याकडे एक द्विध्रुव आहे जो येथे z अक्षाच्या बाजूने स्थित आहे आणि तुम्हाला या क्षणी संभाव्यता काय आहे याची गणना करणे आवश्यक आहे