آپ سب کے لیے صبح بخیر ہم برقی مقناطیسیت پر اس آہ کے عنوان کے آخری لیکچر پر آئے ہیں جس میں میں نے برقی مقناطیسی لہروں کے بارے میں بات کرنا شروع کی تھی اور میکسویل کی مساوات میں نقل مکانی کی موجودہ اصطلاح کا تعارف کس طرح نسل یا نسل کی طرف لے جاتا ہے۔ لہروں کی پیشین گوئی برقی مقناطیسی لہریں کہلاتی ہیں تو آج ہم کیا کرنے جا رہے ہیں میں آپ کو دکھانے جا رہا ہوں کہ میں نے پچھلی بار جو برقی لہریں لکھی تھیں وہ میکسویل کی مساوات سے مطابقت رکھتی ہیں اب عام طور پر ہم جو کریں گے وہ یہ ہے کہ ہم ان کو لیں گے۔ میکسویل کی مساواتوں کو اخذ کریں اور ان مساواتوں سے جسے تفریق مساوات کہا جاتا ہے اخذ کریں اور پھر تفریق مساوات کو حل کرنے سے ہم یہ حاصل کریں گے کہ ان مساواتوں کی پیش گوئی میں لہریں موجود ہیں اور انہیں اب برقی مقناطیسی لہریں کہا جاتا ہے کیونکہ تفریق مساواتیں دائرہ سے باہر ہیں۔ اس کورس میں یہاں میں برقی مقناطیسی لہروں کا حل مانوں گا اور دکھاؤں گا کہ وہ حل ایک ساتھ ہیں۔ میکسویل کی مساوات کے ساتھ مطابقت رکھتے ہوئے جو ہم الیکٹرو میکانزم پر لیکچرز کے اس پورے کورس میں دیکھتے رہے ہیں، لہذا مجھے یاد کرنے دیں کہ برقی مقناطیسی لہریں برقی اور مقناطیسی میدانوں کی لہروں کے علاوہ کچھ نہیں ہیں،

اس لیے ہم نے پچھلی بار ایک شکل کھینچی تھی مثال کے طور پر اگر میں کھینچوں یہاں پھر وہی فگر بنائیں میرے پاس میں اس لہر کی طرح الیکٹرک سمت ہے تو y سمت ہے اور یہ x سمت ہے یہ z فیلڈ کو اس طرح دکھاؤں گا اور یہ الیکٹرک فیلڈ ویکٹر ہیں جو میں یہاں ڈرائنگ کر رہا ہوں یہ سمت کی طرف اشارہ کر رہا ہے اور اسی مقناطیسی فیلڈ کو میں نے اس طرح کھینچا تھا لہذا مقناطیسی فیلڈ لائنیں مقناطیسی فیلڈ ویکٹر x برقی فیلڈ سمت میں پھیل رہی ہے میدان اور z ہیں جو الیکٹرک فیلڈ ویکٹر کے لئے کھڑے ہیں لہذا جیسا کہ اعداد و شمار سے پتہ چلتا ہے کہ جب لہر پلس پر کھڑے ہیں برقی مقناطیسی p مقناطیسی میدان پھیلاؤ کی سمت کے لیے کھڑے ہیں یہ مقناطیسی میدان ہے یہاں برقی میدان اور مقناطیسی میدان لہر کی روپگیشن سمت برقی اور مقناطیسی میدان ایک دوسرے پر کھڑے ہیں اور دونوں برقی مقناطیسی لہر کے پھیلاؤ کی سمت کے لئے کھڑے ہیں اور یہ بھی مرحلے میں ہیں جیسا کہ آپ یہاں دیکھ سکتے ہیں جب برقی میدان صفر ہوتا ہے مقناطیسی میدان صفر ہوتا ہے۔ برقی میدان کی شدت مقناطیسی میدان کی شدت میں اضافہ کرتی ہے اور یہ سائنوسائیڈل لہریں کہلاتی ہیں جیسا کہ میں نے پچھلی بار سائنوسائیڈل لہروں کی تعریف کی تھی کیونکہ ان لہروں کی جگہ اور وقت کا انحصار جیسا کہ میں ایک مساوات پر لکھوں گا وہ سائن ویوز سائنوسائیڈل لہریں ہیں اور اس لیے وہ برقی لہریں ہیں۔ اور مقناطیسی میدان فیز میں ہیں اور جیسا کہ میں نے پچھلی بار بتایا تھا کہ اس اعداد و شمار کی تشریح کرنے کے لیے یہ لکیریں صرف الیکٹرک فیلڈ کی شدت اور سمت کی نمائندگی کرتی ہیں اور یہاں اعداد و شمار کے محور کے ساتھ مختلف مقامات پر مقناطیسی مختلف پوائنٹس ch میدان کچھ بھی نہیں ہے اس طرح کی کوئی حرکت نہیں ہے کوئی نقل مکانی نہیں ہے یہ صرف برقی اور مقناطیسی فیلڈز ہیں پر وقت کے ساتھ بدلتے رہتے ہیں اور آہ مجھے یہاں یہ بتانا ضروری ہے کہ تمام برقی مقناطیسی لہریں خالی جگہ میں ایک ہی رفتار سے سفر کرتی ہیں اور اس کی قدر دو پوائنٹ نو نو سات نو دو چار پانچ آٹھ میں 10 سے 10 تک ہوتی ہے۔ میٹر فی سیکنڈ یہ ایک درست قدر ہے اب اس کی وضاحت خالی جگہ میں روشنی کی رفتار کی درست قدر کے طور پر کی جاتی ہے اور میٹر کی لمبائی کی اکائی جو میٹر ہے روشنی کی اس رفتار یا کی طرف سے دی c روشنی کی رفتار کے ذریعے وضاحت کی جاتی ہے۔ خالی جگہ میں اور اسی طرح تمام برقی مقناطیسی لہریں خالی جگہ میں گنی ایک ہی رفتار سے سفر کرتی ہیں اور پچھلے لیکچر میں میں نے ایک سپیکٹرم دکھایا تھا جو مختلف برقی مقناطیسی لہروں کو دکھاتا ہے ریڈیو لہروں مائیکرو ویوز روشنی کی لہریں آپ کے درمیان انفراریڈ لہریں الٹراوائلٹ ہیں تو آپ کے پاس ایکس ہے گاما شعاعیں یہ سب برقی مقناطیسی لہروں کی نمائندگی کرتی ہیں یہ سب برقی اور مقناطیسی شعبوں کی خصوصیات ہیں اور یہ سب خالی جگہ میں اسی رفتار سے سفر کرتے ہیں جو اور یہ ہم عام طور پر تین سے دس سے پاور آٹھ میٹر فی سیکنڈ کا تخمینہ لگاتے ہیں تاکہ ایک تخمینی قدر تین دس سے دس پاور آٹھ میٹر c اس نمبر فی سیکنڈ ایک تخمینی قدر ہے جو کہ ڈیف کے طور پر اب بیان کی گئی ہے دو پوائنٹ نو نو سات نو دو چار پانچ آٹھ سے دس فی آٹھ میٹر فی سیکنڈ تو اب میں جو کرنا چاہتا ہوں وہ یہ ہے کہ میں سائنوسائیڈل برقی مقناطیسی لہر پر غور کرنا چاہتا ہوں اور میں آپ کو دکھاؤں گا کہ یہ حل جو میں لکھنے جا رہا ہوں میکسویل کی مساوات سے مطابقت رکھتا ہے لہذا سائنوسائیڈل برقی مقناطیسی لہر تو اس شکل میں جیسا کہ میں نے یہاں دکھایا کے ساتھ ہے لہذا z سمت کے ساتھ اشارہ کر رہا ہے اور پھیلاؤ y سمت کے ساتھ اشارہ کر رہا ہے اور مقناطیسی میدان x ہے کہ برقی میدان کیپ i یہ t مائنس اومیگا i cap e naught sine kz کے برابر e اس قسم کی لہر کو اس شکل کی مساوات سے ظاہر کیا جائے گا کی زیادہ سے ele الیکٹرک فیلڈ کی شدت ہے e nought سمت کے ساتھ اشارہ کیا گیا ہے x اس حقیقت کی نمائندگی کرتا ہے کہ الیکٹرک فیلڈ فیلڈ اور سائن فنکشن دراصل یہ ہے اور میں آپ کو یاد دلاتا ہوں کہ یہ برقی میدان اور مقناطیسی فیلڈ کا ایک پلاٹ ہے ایک مقررہ ctric زیادہ قدر وقت پر پوزیشن کے فنکشن کے طور پر براہ کرم یاد رکھیں کہ یہ برقی کی شدت اور سمتوں کا ایک سنیپ شاٹ ہے۔ مقناطیسی فیلڈز ایک مقررہ وقت صفر کے برابر کہتا ہوں میں نے پچھلی بار کی طرح t صفر صوابدیدی وقت کے برابر ہے جسے میں t میں پوزیشن کے فنکشن کے طور پر ایک اعداد و شمار بھی پلاٹ کیے تھے جو وقت کے فعل کے طور پر برقی اور مقناطیسی شعبوں کو ظاہر کرتا ہے۔ پوزیشن جو کہ ایک اور شکل ہے اور جب آپ کسی شکل کو دیکھتے ہیں تو یہ دیکھنے میں بہت محتاط رہیں کہ یہ اعداد و شمار بالکل واضح طور پر کس چیز کی نمائندگی کرتا ہے j cap برابر ہے b سمت کے ساتھ ہے لہذا y لہذا یہ الیکٹرک فیلڈ ہے اور اس سے متعلقہ مقناطیسی فیلڈ جیسا کہ میں نے یہاں کھینچا ہے تو جیسا کہ آپ یہاں دیکھ سکتے ہیں کہ میں اسی سائن فنکشن کو برقی some magnitude b naught sine kz minus omega t فیلڈ کے طور پر استعمال کر رہا ہوں اور اس کی وجہ یہ ہے کہ برقی اور مقناطیسی فیلڈز فیز میں ہیں ان دونوں کی نمائندگی ایک جیسی ہے۔ sine ہیں میں j cap اور i cap ہیں اور سمتیں b naught اور e naught اور ان کی شدت omega t مائنس function sin kz e پھیلاؤ کی سمت کے ساتھ ہو گا لہذا اگر آپ دیکھیں e cross b vector e cross vector b نے پچھلی بار بھی بتایا تھا کہ سمت کے ساتھ پھیلاؤ تو یہ وہی ہے جو یہ اعداد و شمار ظاہر z کیپ کے برابر ہے جس کا مطلب ہے k کیپ j کیپ کراس i کراس ہی ہے سمت کے ساتھ پھیل رہی ہے۔ الیکٹرک z پھیلاؤ کی سمت کے ساتھ ہونا چاہئے لہذا یہ لہر ہے جو اس b کراس a کیپ b کراس e کرتا ہے فیلڈ کا میگنیٹیوڈ ای صفر ہونا ایک میگنیٹیوڈ ہی صفر مقناطیسی فیلڈ دونوں ہی فیز میں ہیں اب میں کیا کرنے جا رہا ہوں میں آپ کو یہ دکھانے جا رہا ہوں کہ یہ دونوں مساوات میکسویل کی مساوات کے ساتھ مطابقت رکھتی ہیں اور اس کے لیے میں جا رہا ہوں خالی جگہ کو دیکھنے کے لیے میں برقی مقناطیسی لہر کے پھیلاؤ کو دیکھ رہا ہوں یعنی خالی جگہ کا مطلب ہے کہ کوئی میڈیم نہیں ہے اور کوئی چارج نہیں ہے کوئی چارج نہیں ہے کوئی کرنٹ نہیں ہے لہذا برقی اور مقناطیسی میدان درج ذیل مساوات کو پورا کرتے ہیں۔ صفر انٹیگرل ہی ڈاٹ دا کے برابر صفر انٹیگرل ای ڈاٹ کے d صفر ایپسیلون صفر mu ڈاٹ دا اور انٹیگرل ہی ڈاٹ ڈی ایل برابر ہے p کے انٹیگرل dt ڈی ایل کے برابر ہے مائنس ڈی کے برابر ہے کے انٹیگرل ای ڈاٹ دا گاس کا برقی الیکٹرک فیلڈز کا قانون میگنیٹک فیلڈز کے لیے گاس کا قانون فاراڈے کا انڈکشن کا قانون اور عام dt برابر ہے ایمپیئرز کا قانون اور اس سب میں میں نے یہاں سے چارج کو دائیں ہاتھ سے ہٹا دیا ہے

اس لیے یہاں صفر ہے دائیں ہاتھ پر کوئی کرنٹ نہیں ہے۔ سائیڈ

اس لیے کوئی کرنٹ نہیں ہے

اس لیے یہاں کرنٹ سے مطابقت رکھنے والی کوئی اصطلاح نہیں ہے اور یہ مساوات صرف برقی اور مقناطیسی فیلڈز پر مشتمل ہیں اور میں جو دکھانے جا رہا ہوں وہ یہ ہے کہ میں نے جو حل لکھا ہے یعنی یہ دونوں حل اب میکسویل کی مساوات کے مطابق ہیں۔ مجھے ایک بار پھر یاد کرنے دیں کہ یہ دو مساواتیں مجھے بتاتی ہیں کہ ایک بدلتی ہوئی مقناطیسی فیلڈ ایک برقی میدان پیدا کرے گی اور ایک بدلتا ہوا برقی میدان مجھے ایک مقناطیسی میدان فراہم کرے گا جو مقناطیسی میدان میں مختلف وقتوں سے الیکٹرک کی طرف لے جائے گا۔ آئی سی فیلڈ اور وقت میں مختلف الیکٹرک فیلڈ مقناطیسی فیلڈ کی طرف لے جائے گا یہ وہ طریقہ ہے جس طرح برقی اور مقناطیسی فیلڈ ایک دوسرے کے ساتھ جوڑے جاتے ہیں اور یہ وہ

طریقہ ہے جس سے برقی مقناطیسی میدان خلا میں پھیلتے اور پیدا ہوتے ہیں اور ان لہروں کو کسی میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی۔ پروپیگنڈہ کریں
جب تک کہ دیگر لہروں کے برعکس جیسے آواز کی لہریں یا پانی کی لہریں یا کسی تار پر ایسی لہریں جس میں ایک میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے ان
لہروں کو پھیلنے کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی اور

اس لیے یہ لہریں ان ستاروں سے بالکل خالی جگہ پر پھیل سکتی ہیں جو اس سے نوری سال دور ہیں۔ وہاں سے آنے والی روشنی بنیادی طور پر
برقی مقناطیسی کردار ہے اب میں آپ کو جو حل دکھانے جا رہا ہوں وہ حل ہیں جو میں نے لکھے ہیں یعنی یہ دو حل ان دو مساواتوں سے مطابقت
رکھتے ہیں یعنی مقناطیسی میدان جیسا کہ اس مساوات نے دیا ہے اور برقی فیلڈ دی گئی ہے۔ ان مساواتوں اور متعلقہ ان دو حلوں کے ذریعہ یہ دو
مساواتیں یہ مساوات یہاں حل اس کے ساتھ مطابقت رکھتے ہیں تو آئیے ہم سب سے پہلے فاراڈے کے قانون سے شروع کرتے ہیں لہذا میں یہ
d by دکھانا چاہتا ہوں کہ جو حل میں لکھ رہا ہوں میں یہ معلوم کرنا چاہتا ہوں کہ جو حل میں لکھ رہا ہوں وہ اس مساوات کے مطابق ہے مائنس
کھینچتا ہوں تو میں الیکٹرک فیلڈ کا تغیر اس طرح کھینچتا z بذریعہ x اب اس کے لیے میں دوبارہ ایک فگر dt of integral v dot da
ہوں اور مقناطیسی فیلڈ کا تغیر اس طرح ہے میں صرف لہر کے ایک حصے کو دیکھ رہا ہوں اور مجھے یہاں دوبارہ کھینچنے دو مقناطیسی فیلڈ
لائنیں اس طرح اشارہ کر رہی ہیں ۔ وقت کا یہ لمحہ اور الیکٹرک فیلڈ لائنیں اس لمحے میں اوپر کی طرف اشارہ کر رہی ہیں ٹھیک ہے اب میں جو
کہتا ہوں اور میں اس میں ایک انضمام کرنا چاہتا ہوں۔ سمت pqrs کرنا چاہتا ہوں وہ یہ ہے کہ میں یہاں ایک لوپ پر غور کرنا چاہتا ہوں جسے میں
pqrs جہاز میں لوپ xz دیکھیں یہاں بائیں ہاتھ کی طرف ایک بند راستے پر ایک انٹیگرل ہے اور دائیں ہاتھ کی طرف مقناطیسی بہاؤ ہے لہذا میں
اور اس میں سے ایک a لیتا ہوں اور میں یہ جاننا چاہتا ہوں کہ میں کن حالات میں اس مساوات کو پورا کر رہا ہوں تو وہاں یہاں ایک برقی میدان ہے
مقناطیسی بہاؤ گزر رہا ہے لہذا میں جس علاقے کو دیکھ رہا ہوں وہ بنیادی طور پر یہ علاقہ ہے لہذا میرے پاس اس علاقے کو عبور کرنے والی
سمت میں ہے اور ایک برقی فیلڈ ہے جو یہاں خلا میں موجود ہے۔ تو مجھے لکھنے دو تاکہ میں تلاش کرنا چاہتا ہوں y مقناطیسی فیلڈ لائنیں ہیں جو
کہ میں اس راستے کے لیے بائیں ہاتھ کی طرف اور اس راستے کے لیے دائیں ہاتھ کی طرف کا حساب لگانا چاہتا ہوں اور ان کو برابر کرتا ہوں اور
ہے اور یہ ایک طیارہ ہے جسے z az ہے اور یہ کیا طیارہ h ایک مساوات حاصل کرتا ہوں، اب میں فرض کرتا ہوں کہ اس لوپ کی اونچائی
کی لامحدود بہت چھوٹی قیمت ہے z ڈیلٹا z کہتا ہوں اور ڈیلٹا z پلس ڈیلٹا z میں

اس لیے یہ بہت چھوٹا نمبر ہے اور میں بائیں ہاتھ اور دائیں ہاتھ کا حساب لگانا چاہتا ہوں۔ پہلے میں بائیں ہاتھ سے شروع کرتا ہوں لہذا میں انٹیگرل
ڈاٹ ڈی ایل qe سے p ہے تو یہ انٹیگرل p qrs ای ڈاٹ ٹی ایل کا حساب لگانا چاہتا ہوں تو یہاں راستے کو دیکھیں جو راستہ میں لے رہا ہوں
ٹو ری ڈاٹ کے برابر ہوگا۔ ڈی ایل پلس انٹیگرل آر ٹو سی ڈاٹ ڈی ایل پلس انٹیگرل ایس ٹو پی ڈاٹ ڈی ایل اور میں انتخاب کو جانتا q پلس انٹیگرل
محور کے ساتھ x مائنس اومیگا ٹی کے ذریعہ دی گئی تھی لہذا الیکٹرک فیلڈ i cap e naught sine kz فیلڈ الیکٹرک فیلڈ tric ہوں
الیکٹرک فیلڈ کے qr ویکٹر کے ساتھ کھڑا ہے dldl الیکٹرک فیلڈ qr ہے لہذا اگر آپ یہاں پہلے سے ہی راستے کے ساتھ دیکھتے ہیں تو
ڈاٹ ایل صفر ہے e ڈاٹ ڈی ایل صفر ہو گا اسی طرح پاتھ سپی اس لائن کے لیے کھڑا ہے اور اسی طرح e ساتھ کھڑا ہے تو اس راستے میں
کی تمام قدروں کے لیے یکساں ہے e x تک کے انٹیگرلز صفر ہیں باقی دو انٹیگرلز p سے s اور r سے rq سے q اس لیے اس انٹیگرل
پر الیکٹرک فیلڈ کی قدر مختلف ہوگی کیونکہ جیسا کہ آپ یہاں دیکھ سکتے ہیں z جمع ڈیلٹا z اور z پر منحصر ہے اور z صرف e کیونکہ
کے ساتھ تبدیل ہو رہی ہے z کہ الیکٹرک فیلڈ

ڈاٹ qe سے p ہے۔ تو انٹیگرل ای ڈاٹ ڈی ایل کے برابر ہوگا بنیادی طور پر آپ کے پاس دو اجزاء ہوں گے eq اس لیے مجھے ملے گا کہ یہ
پر برقی فیلڈ کے سوا کچھ z تو یہ dl ڈاٹ qe سے p باقی دو انٹیگرلز صفر ہو گئے ہیں اور اس طرح se dot dl دو r جمع dl
e dot dl الیکٹرک فیلڈ کے متوازی ہے لہذا dl کل لمبائی میں کیونکہ الیکٹرک فیلڈ مستقل ہے۔ اس لمبائی کے ساتھ اور z نہیں ہے۔ پلس ڈیلٹا
r to s انضمام کی یہ لمبائی ہے اور پھر دوسرے حصے میں hh اس راستے پر مستقل ہے لہذا یہ اس لمبائی میں ہوگا e ہے اور edl
e تک ہے لہذا مجھے ایک منفی نشان ملے گا s سے r میں آپ یہاں برقی فیلڈ دیکھتے ہیں۔ اوپر کی طرف اشارہ کر رہا ہے انضمام کا راستہ
کے علاوہ کچھ نہیں z کے e مائنس z کے علاوہ ڈیلٹا e کے z میں ملے گا تو یہ e h کا مائنس z منفی ہو گا اور مجھے tl ڈاٹ
کے فرق کی وضاحت کی ہے تو d ایک لامحدود اعشاریہ کی مقدار ہے اب میں آپ کو یاد کرتا ہوں کہ آپ نے ایک فنکشن z میں اور ڈیلٹا x ہے۔
کا x کے x تک ڈیلٹا f کے صفر x جمع ڈیلٹا x کو محدود کرنے کے برابر ہے x لینے دیں ڈیلٹا dx بذریعہ df مجھے ایک فنکشن
x اس لئے اگر ڈیلٹا x بذریعہ ڈیلٹا x کا f مائنس x اور ڈیلٹا f کا صفر x x ایک فنکشن کی حد کے فرق کی تعریف ہے ڈیلٹا f مائنس
f کی بہت چھوٹی قدر کا انتخاب کرتا ہوں تو یہ تقریباً x اگر میں اگر میں ڈیلٹا dx بذریعہ ah df بہت چھوٹا ہے تو میں لکھ سکتا ہوں یہ
کے برابر ہے اگر میں اسے x جمع ڈیلٹا x کا f تو یہ میں لکھ سکتا ہوں x بذریعہ ڈیلٹا x کا f مائنس x جمع ڈیلٹا کے برابر ہے x کے
کے x اس مقام پر x جمع ڈیلٹا پر فنکشن کی قدر x تو dx بذریعہ df بار x جمع ڈیلٹا x کا f آسان بناتا ہوں تو مجھے مل جائے گا
کے بہت چھوٹے ہونے کی حد میں ایک اچھا x پر فنکشن کی قدر کے برابر ہے لہذا یہ ڈیلٹا x پلس ڈیلٹا x حوالے سے فنکشن کے مشتق میں
اب dx بذریعہ d میں x جمع ڈیلٹا x کا f برابر ہے x کا جمع ڈیلٹا f کا x اظہار ہے میں اس طرح کی توسیع کا استعمال کر سکتا ہوں
مائنس x ہے۔ f جمع ڈیلٹا کا x ہے یہ z کا e مائنس z جمع ڈیلٹا z اگر آپ اس مساوات کو دیکھیں اور اس اصطلاح کو یہاں دیکھیں یہ
جس e of z by delta z is equal to de by dz مائنس z جمع ڈیلٹا z کا e تو میں فوری طور پر لکھ سکتا ہوں x کا f
dz ٹائم ڈی بائے z کے سوا کچھ نہیں ہے بلکہ ڈیلٹا z آف e مائنس z جمع ڈیلٹا z کا e کا مطلب ہے کہ
میں تو مجھے مندرجہ ذیل مساوات ملتی ہے delta z میں de dz کچھ بھی نہیں ہے سوائے z کا e مائنس z پلس ڈیلٹا z کا So e
میں اب مجھے کچھ ذکر کرنا ہوگا یہاں اس فنکشن کو یاد رکھیں کہ یہ الیکٹرک z ڈیلٹا h سے de dz کے تو ah برابر ہے e dot dl
اور ٹائم دونوں کا ایک فنکشن ہے اور چونکہ میرا مشتق متغیر پوزیشن میں سے ایک کے حوالے سے ہے اسے عام طور پر z فیلڈ ای پوزیشن
میں ڈال کر اس کا z کو ایچ ڈیلٹا z جزوی مشتق کے طور پر لکھا جاتا ہے لہذا یہ ریاضی میں ہے اسے ڈیل ای کے طور پر لکھا جاتا ہے۔ ڈیل
وقت کو مستقل رکھنے کے فنکشن کے طور پر لے رہا ہوں الیکٹرک فیلڈ ایک متغیر ہے جو z مطلب صرف یہ ہے کہ میں الیکٹرک فیلڈ کا مشتق
رکھنے کے حوالے سے فنکشن کا z پر منحصر ہے اور یہاں اس مشتق میں تمام میں ہوں یہ کہہ رہا ہوں کہ میں وقت کو t اور ٹائم z پوزیشن
لکھ رہا ہوں اس کا مطلب یہ ہے کہ اسے جزوی مشتق کہا جاتا ہے یہ ایک del z کے ذریعے del e مشتق لے رہا ہوں تو میں اسے
کوآرڈینیٹ رکھنے کے حوالے سے فنکشن کا مشتق ہے دوسرا کوآرڈینیٹ مستقل تو مجھے جو ملا ہے وہ ہے انٹیگرل ای ڈاٹ ڈی ایل ہے ڈیل ای
بذریعہ ڈیل زیڈ میں ایچ ڈیلٹا زیڈ اب میں دائیں ہاتھ کی طرف دیکھتا ہوں اس مساوات کے یہاں اس انٹیگرل کا دائیں ہاتھ کی طرف ہے جو انٹیگرل بی
ہے ڈاٹ ڈی اب مجھے اس علاقے کے ذریعے بہاؤ کا حساب لگانا ضروری ہے جو آپ سب سے پہلے دیکھیں گے وہ یہ ہے کہ انضمام اس سمت
میں ہے کیونکہ ایریا ویکٹر اس سمت کے ساتھ ہے کیونکہ رقبہ کیونکہ لوپ انٹیگریشن جو میں نے کیا ہے وہ اینٹی کلاک وائز ایریا ویکٹر اس سمت
سمت کے ساتھ ہے جو کہ مقناطیسی فیلڈ کی y کیپ کے سوا کچھ نہیں ہے لہذا انضمام کے اس لوپ کے لیے ایریا ویکٹر ykj میں ہے۔ جو
بہت چھوٹا ہے مقدار اور z سمت بھی ہے لہذا میں فوری طور پر انٹیگرل بی ڈاٹ دا کا حساب لگا سکتا ہوں اب یاد رکھیں کہ ڈیلٹا
،کے درمیان تقریباً مستقل ہے z جمع ڈیلٹا ڈیلٹا z اور z اس لیے میں فرض کر سکتا ہوں کہ اس علاقے میں مقناطیسی میدان
میں z ڈیلٹا h میں z گنا ڈیلٹا ہے h اس لیے یہ تقریباً مقناطیسی میدان کے برابر ہے اور کہا جاتا ہے کہ اس پورے لوپ کے رقبہ کا رقبہ
جو کہ کچھ بھی نہیں ہے dt integral b dot da بذریعہ d فاراڈے کے قوانین کے لیے فیراڈے کے قانون کا حساب لگانا ضروری ہے

میں لکھوں گا کیونکہ مقناطیسی میدان منحصر ہے پوزیشن اور وقت پر میں hdz سے del p کو del b لیکن میں پھر سے پہلے کی طرح
وقت کے حوالے سے فرق کر رہا ہوں اور
میں لکھتا ہوں تاکہ مجھے برابری کے قانون کے بائیں ہاتھ کی z ڈیلٹا h کے جزوی مشتق کے طور پر b اس لیے میں وقت کے حوالے سے
طرف مل گیا اور میں نے حاصل کیا ہاتھ کی طرف بہت زیادہ ہے لہذا میں صرف اس مساوات میں تبدیل کرتا ہوں لہذا میں ان دونوں کو مندرجہ ذیل
مساوات میں تبدیل کرتا ہوں e ڈاٹ d l برابر ہے مائنس d بذریعہ dt of integral v dot ta تو integral e dot dli
کے حساب سے شمار کیا ہے۔ ڈیلٹا زیڈ اور یہ مائنس ڈیل بی از ڈیل ٹی ایکس ڈیلٹا زیڈ اس کا مطلب ہے ڈیل ای بذریعہ del zh کو del e نے
کے ساتھ مائنس کے برابر ہے z ڈیل زیڈ مائنس ڈیل بی بذریعہ ڈیل ٹی اتنا فاراڈیز قانون کا مطلب ہے ڈیل ای بذریعہ ڈیل زیڈ ای کی تبدیلی کی شرح
اب اگر میں ان حلوں کو تبدیل کرتا ہوں جو میں نے پہلے برقی اور مقناطیسی فیلڈز کے لیے لکھے ہیں تو مجھے یہاں del b by del t
دوبارہ مساوات لکھنے دیں تاکہ میں نے دکھایا کہ ڈیل ای بذریعہ ڈیل زیڈ مائنس ڈیل بی بذریعہ ڈیل ٹی اب ای کے برابر ہے۔ اسکیلر شکل کے برابر
تھا اگر e e naught sine kz مائنس omega t
So del e by del z برابر ہے k times e naught cos kz مائنس omega tb برابر b naught sine kz مائنس
omega t
So del b by del t ملے گا t مائنس اومیگا b naught cos kz کے برابر ہوگا اب یہاں مائنس کا نشان ہے تو مجھے مائنس اومیگا
ہے لہذا میں یہاں متبادل کرتا ہوں اور میں اس کوسائن فنکشن کو منسوخ کرتا ہوں del b by del t یہ is del e by del z تو یہ
تو مجھے ایک مساوات ملی جس کا مطلب ہے k times e nought is equal to omega time b naught اور مجھے ملتا ہے
کہ اگر بجلی اور مقناطیسی میدانوں کو ان مساواتوں کے ذریعہ حل دیا گیا تھا پھر مجھے معلوم ہوا کہ ان حلوں کے لئے فیراڈے کے انڈکشن کے
قانون کو پورا کرنے کے لئے برقی اور مقناطیسی شعبوں کی وسعت کا اس مساوات سے متعلق ہونا ضروری ہے کہ کوئی چیز اومیگا وی کے برابر
نہیں ہونی چاہئے یہ پہلی مساوات ہے جو مجھے مل گیا ہے اب میں ایمپیئر کے جنرلائزڈ ایمپیئر قانون میں انہی حلوں کو لاگو کرنا چاہتا ہوں تو اب
ڈاٹ ڈی ایل مساوی ایم یو صفر ایپسیلون صفر ڈی بذریعہ b مجھے یہ دیکھنے دیں کہ ایمپیئر کا قانون انٹیگرل تھا dt of e dot da
اس لیے مجھے دونوں کا حساب کرنا ہوگا بائیں ہاتھ کی طرف اور دائیں ہاتھ کی طرف تو مجھے ڈی یہاں پھر سے فگر کچا ہے تو میرے پاس دوبارہ
برقی فیلڈ اس طرح چل رہی ہے اور میرے پاس مقناطیسی فیلڈ اس طرح ہے اب میں دوسرے جہاز میں ایک لوپ لیتا ہوں تو میں اس طرح ایک لوپ لیتا
لوپ aa ہوائی جہاز میں yz لیتا ہوں میں pqrs ہے تو اب میں z پلس ڈیلٹا z یہ ہے پوائنٹ z ہوں تو یہ دوبارہ ہے یہ یہ ہے یہ پوائنٹ
اس ہوائی جہاز میں ہوتا ہے اور y یہ لوپ اب y یہ x یہ ہے z لیتا ہوں تو یہ
اس لیے ہمارے پاس اس جہاز کو عبور کرنے والا الیکٹرک فلوکس ہوتا ہے اور ایک مقناطیسی فیلڈ ہے
اس لیے میں اس لوپ میں انٹیگرل بی ڈاٹ ڈی ایل کا حساب لگانا چاہتا ہوں اور اس علاقے کے لیے دائیں ہاتھ کی طرف جو اس لوپ کے ذریعے بند
ہے اور اس مساوات میں تبدیل کرنا چاہتا ہوں اور دوبارہ برقی فیلڈ ای نوٹ اور کے درمیان تعلق تلاش کرنا چاہتا ہوں۔ میگنیٹک فیلڈ بی کوئی نہیں تو
آئیے میں انٹیگرل بی ڈاٹ ڈی ایل انٹیگرل بی ڈاٹ ڈی ایل کا حساب لگانا شروع کرتا ہوں دوبارہ پی سے کیو بی ڈاٹ ڈی ایل کیو ٹو آر بی ڈاٹ ڈی ایل
ٹو آر بی ڈاٹ ڈی ایل q پلس آر ٹو ایس پی ڈاٹ ڈی ایل پلس ایس سے پی بی ڈاٹ ڈی ایل تو یہاں دیکھیں اس میں پی ٹو کیو بی ڈاٹ ڈی ایل ہے پلس
y پہلے دیکھیں کہ یہاں مقناطیسی میدان ke پلس آر ٹو ایس وی ڈاٹ ڈی ایل پلس ایس ٹو پی وی ڈاٹ ڈی ایل یہ ایک مکمل لوپ ہے اب صرف لی
تک r سے q سمت کے ساتھ ہے اور یہ لکیر سمت کے ساتھ ہے اور اسی طرح یہ لکیر ہے تو integral b dot dl اور s to p
بقیہ دو انٹیگرلز اب plus integral r to sv dot dl تک انٹیگرل حاصل کروں گا۔ dl ڈاٹ qv سے p صفر ہے تو میں صرف
پر ہے مقناطیسی فیلڈ کی z پر کیا جاتا ہے یہاں مقناطیسی فیلڈ z جمع ڈیلٹا z صفر ہیں اس لائن میں اس سنگین میں مقناطیسی فیلڈ کا حساب
حساب لگا سکتا ہے تو میں یہ حاصل b dot dli ہے اسی طرح یہاں b dot dl bdl سمت اس کے راستے کے ساتھ ہے انضمام تو
پہلے ہے جیسا کہ h میں دوبارہ میں یہ فرض کروں گا کہ یہ فاصلہ z پلس ڈیلٹا b at z کروں گا یہ کسی چیز کے برابر نہیں ہے لیکن
سمت کے ساتھ اشارہ کر رہا r to s integral magnetic field y میں اب دیکھیں یہاں z h جمع ڈیلٹا z پر b پہلے تھا لہذا
b کے z میں حاصل کروں گا جو b h کا مائنس z سمت کے ساتھ ہے تو مجھے مائنس کا نشان ملے گا تو میں y ہے اور میرا انضمام مائنس
کے z ہے ڈیلٹا z کا B مائنس z جمع ڈیلٹا z کا B اب جیسا کہ پہلے h میں z کا B مائنس z کے علاوہ کچھ نہیں ہے۔ پلس ڈیلٹا
دوبارہ وہی دلیل استعمال کرتے ہوئے جو میں نے ڈیل ای کے حساب سے ڈیل زی کے حساب سے دی z برابر ڈیل بی میں ڈیل ب کے ذریعے ڈیل
dz از zde ڈیلٹا تھا z کا e مائنس z جمع ڈیلٹا z کا e تھی فوری طور پر لکھ سکتا ہوں کہ یہاں کی طرح یاد رکھیں میں نے یہاں لکھا تھا
b کا z جمع ڈیلٹا z مائنس b کا z تقریباً ڈیلٹا z del b بہ del z ہے تو integral b dot dl برابر ہوگا del b by
del z میں x delta z اور میں دوبارہ جزوی مشتق لکھ رہا ہوں کیونکہ مقناطیسی میدان پوزیشن اور وقت پر منحصر ہے
وقت کو مستقل رکھنے کے حوالے سے مشتق ہے اب مجھے دائیں ہاتھ کی طرف کا حساب لگانا ہوگا جو کہ الیکٹرک فلوکس ای ڈاٹ z اس لیے یہ
میں ہے لہذا دائیں ہاتھ کے اصول کا p qrs دا پر منحصر ہے لہذا یہاں یہ وہ علاقہ ہے جو لوپ سے بند ہے اور اب یاد رکھیں انضمام اس سمت
استعمال کرتے ہوئے رقبہ کو نیچے کی طرف اشارہ کرنا چاہئے یہ انضمام کا راستہ اس سمت میں ہے اور دائیں ہاتھ کے اصول کی وجہ سے ایریا
اس ber نیچے کی طرف اشارہ کر رہا ہے الیکٹرک وبیل اوپر کی طرف اشارہ کر رہا ہے اور اس طرح برقی بہاؤ ہے منفی براہ مہربانی یاد رکھیں
مساوات میں برقی میدان اوپر کی طرف اشارہ کر رہا ہے رقبہ نیچے کی طرف اشارہ کر رہا ہے اور
میں اب ایک بار پھر منفی نشان ہو گا جیسا کہ پہلے میں یہ فرض کرنے جا رہا ہوں کہ الیکٹرک فیلڈ اس لوپ کے e dot da be اس لیے
علاقے میں تقریباً مستقل ہے
کے e کے z اس لیے یہ انٹیگرل اس مقام پر صرف برقی میدان ہو گا جس کو لوپ کے رقبے سے ضرب دیا جائے گا تو یہ لوپ کے رقبے میں
ہے میں فرض کر رہا ہوں کہ الیکٹرک فیلڈ تقریباً مستقل ہے z ڈیلٹا h مائنس کے برابر ہے جو کہ loop
So e dot da minus eda ہے کیونکہ رقبہ نیچے کی طرف اشارہ کر رہا ہے الیکٹرک فیلڈ اوپر کی طرف اشارہ کر رہا ہے اور اس مقام پر
برقی فیلڈ تقریبا e z ہے جو کیا جاتا ہے ضرب سے رقبہ کو اس اور ہے h ڈیلٹا گنا z تو ہے mu naught epsilon n naught d by
dt of integral مائنس ہوگا برابر دا ڈاٹ ای mu naught epsilon naught del e by del t میں h delta z پھر
اور وقت دونوں کا کام ہے اور یہ مشتق صرف وقت کے حوالے سے ہے۔ میں z میں ایک جزوی مشتق لکھ رہا ہوں کیونکہ الیکٹرک فیلڈ پوزیشن
ڈاٹ ڈی ایل مساوی ہے b سبسکرائب کرتا ہوں۔ ایمپیئر کے قانون کے اس انٹیگرل میں ان دونوں کو ٹائٹیٹ کریں mu naught epsilon
naught d by dt of integral e dot da تو میں نے ابھی حساب کیا ah b dot dl integral
So b naught dl integral is del b by del z h delta z مائنس ہے برابر mu naught epsilon naught
del e by del th delta z ہے مطلب کا جس del b by del z is equal to minus mu naught epsilon
naught del e by del t پاس میرے جیسے طرح اسی بالکل تو del e سے del z del تھی۔ مساوات ایک متعلق سے b by
del t i کا del b by del z اور del e by del t کو ان ہیں لکھے حل جو نے میں اگر لہذا ہے رشتہ اور ایک درمیان کے
صفر mu مائنس z ایمپیئر کے جنرلائزڈ ایمپیئر کے قانون کو پورا کرنا ہے تو برقی اور مقناطیسی فیلڈز کو اس مساوات کو پورا کرنا ہوگا

برابر ہے del v by del z ہے تو میں حل کو بدل دیتا ہوں لہذا میں اسے دوبارہ لکھتا ہوں تو zero del e by del t ایپسیلون
omega مائنس sine kz کے برابر ہے b naught برابر b اب mu naught epsilon naught del e by del t مائنس
t
So del b by del z برابر kb nought kb nought cos kz مائنس omega te was e naught sine kz کی طرف
t سے دیا گیا مائنس اومیگا
So del e by del t برابر ہے مائنس omega e naught cos kz مائنس اومیگا ڈفرنشل sin cosine ہے اور کیونکہ یہاں
omega مائنس کا نشان ہے مجھے یہاں مائنس ملتا ہے اور
mu zero epsilon zero in برابر ہے b naught اوقات k اس لیے اگر میں اس کو بدل دوں اس مساوات میں مجھے ملتا ہے
اور e naught تو یہ ایک اور مساوات ہے اگر میں نے جو حل لکھے ہیں وہ عام ایمپیئر کے قانون کو پورا کرتے ہیں تو omega e naught
کو اس مساوات کو پورا کرنا ضروری ہے لہذا اب مجھے دوسری مساوات یاد کرنے دو جو مجھے ملی ہے جو کہ آہ فیراڈے کے b naught
قانون کو پورا کرنے کی شرط ہے تو مجھے دو مساواتیں ملیں اگر میں نے جو حل لکھے ہیں وہ ایمپیئر آہ فاراڈے کے انڈکشن کے قانون کو پورا
b اور e naught اس سے متعلق ہیں اگر حل عام ایمپیئر قانون کو پورا کرنا ضروری ہے b naught اور e naught کرتے ہیں
k کا اس سے تعلق نہیں ہے لہذا میں اس مساوات کو دوبارہ لکھتا ہوں اور آسان کرتا ہوں لہذا میرے پاس اب دو مساوات ہیں لہذا naught
times e naught برابر ہے omega times b naught اور k times b naught برابر ہے m کے u nought
epsilon n naught omega e naught تو مجھے ان دونوں مساواتوں کو ضرب دینے دیں مجھے k مربع e naught b
naught is equal to mu naught epsilon n naught omega square e naught b naught تو اگر میں e
naught b naught کو منسوخ کرتا ہوں تو مجھے k مربع ملتا ہے mu naught epsilon naught omega سکوائر کے برابر ہے
ہے کے محلول میں ظاہر ہوتا ہے اور یاد ہے kn omega کے درمیان ایک رشتہ ملا ہے جو کہ محلولوں میں k اور omega تو اب مجھے
کا اس سے تعلق k تو اومیگا اور k جب میں ایک تار پر لہروں پر بحث کر رہا تھا تو میں نے لہر کی رفتار کو اومیگا سے تعبیر کیا تھا۔ بذریعہ
صفر کے مربع جڑ کے برابر ہے تو یہ برقی مقناطیسی لہر کی mu کے برابر ہے جو ایپسیلون صفر k ہے لہٰذا لہر کی رفتار اومیگا بذریعہ
رفتار ہے جو میں نے آپ کو دکھائی ہے وہ یہ ہے کہ میں نے الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز کے حل کے ساتھ ایک لہر کی شکل میں شروعات کی آہ
kz آئیے میں آپ کو ایک بار پھر سلائیڈ دکھاتا ہوں یہاں برقی اور مقناطیسی فیلڈز ہم ایک لہر کی شکل میں لکھے گئے ہیں یہاں الیکٹرک فیلڈ کو سائن
jb naught سمت مقناطیسی میدان he z کے ساتھ ساتھ پھیل رہی ہے۔ t مائنس اومیگا ٹی کے طور پر لکھا گیا ہے۔ جو ایک لہر ہے جو
سمت میں ایک لہر ہے یہ دونوں برقی اور مقناطیسی فیلڈز ہیں جو برقی مقناطیسی فیلڈ z مقناطیسی فیلڈ کا پھیلاؤ t a مائنس اومیگا sin kz
سے وابستہ ہیں اور اگر ان دونوں کو حل کرنا ہے تو میکسویل کی مساوات کو پورا کرنا ہوگا۔ معلوم کریں کہ یہ لہریں ہیں یہ ہیں کیونکہ میں نے
اس طرح کا حل لکھا ہے کہ یہ لہریں ہیں اور یہ برقی مقناطیسی لہریں ہیں اور خالی جگہ میں برقی مقناطیسی لہر کی رفتار ایک ایپسیلون ناٹ میو
ناٹ کے ذریعہ دی جاتی ہے جسے حقیقت میں روشنی کی رفتار کہا جاتا ہے۔ خالی جگہ میں اور یہ وہ رفتار ہے جو میں نے پہلے لکھی تھی لہذا
آپ یہاں دیکھیں گے کہ خالی جگہ میں برقی مقناطیسی لہر کی فریکوئنسی سے آزاد تمام برقی مقناطیسی لہریں اس سے قطع نظر کہ آپ کتنی ہی
فریکوئنسی لیتے ہیں چاہے آپ ریڈیو لہروں کو میگا ہرٹز فریکوئنسی پر لیں یا مائکرو ویوز گیگا ہرٹز پر تعدد یا روشنی کی لہریں یا ایکس رے یا گاما
شعاعیں یہ تمام لہریں جو برقی اور مقناطیسی میدانوں پر مشتمل ہوتی ہیں ایک ہی رفتار سے پھیلتی ہیں۔ جو ایک ایپسیلون صفر میو صفر مربع جڑ
سے ہے تو یہ ایک آہ ہے یہ ایک بہت اہم رشتہ ہے جو ہمارے پاس ہے جو میں نے آج آپ کو دکھایا ہے وہ یہ ہے کہ برقی اور مقناطیسی میدان
صفر کے مربع mu خالی جگہ میں لہروں کے طور پر پھیل سکتے ہیں اور ان لہروں کی رفتار کچھ بھی نہیں ہے لیکن خالی جگہ میں ایپیلون صفر
جڑ کے ذریعہ دی گئی ہے لہذا بنیادی طور پر جو میں نے میکسویل کی مساوات کو حقیقت میں حل نہیں کیا ہے اس کے حل مل گئے ہیں لیکن جو
میں نے بنیادی طور پر آپ کو دکھایا ہے وہ یہ ہے کہ اگر میں لہر کا حل لکھتا ہوں۔ برقی اور مقناطیسی شعبوں کی پھر میں میکسویل کی مساواتوں
کو پورا کر سکتا ہوں یہ حل زیادہ سے زیادہ ان مساواتوں کو پورا کر سکتے ہیں بشرطیکہ یہ لہریں اس رفتار سے سفر کریں جو ایپسیلون صفر میو
صفر مربع جڑ کے ذریعہ دی گئی ہے اور یہ جیمز کلارک میکسویل کی پیشین گوئی تھی اور جب اس نے پایا کہ روشنی کی رفتار برقی مقناطیسی
کی قدر جو اس نے اس c سے ہے اور mu zero constant اور epsilon zero constant لہر کی رفتار ہے اس کا تعلق
خالی جگہ میں روشنی کی پیمائش کی گئی رفتار جس y کے بہت قریب تھی۔ خالی جگہ میں روشنی کی velocit مساوات سے حاصل کی وہ
کے بارے میں اس نے پیش گوئی کی تھی کہ روشنی برقی مقناطیسی ہونی چاہیے اور جیسا کہ میں نے پہلے بتایا تھا کہ 1888 میں ہرٹز نے
تجربات کیے اور ان برقی مقناطیسی لہروں کی نسل کا پتہ لگانے کو دکھایا اور پھر اب ہمارے پاس موجود ہے۔ جان لیں کہ برقی مقناطیسی لہریں
ہر قسم کی تعدد پر موجود ہوتی ہیں اور ہم نے انہیں مختلف تعدد کے لیے مختلف نام دیے ہیں اور بالکل اسی طرح جیسے خالی جگہ میں برقی
مقناطیسی لہروں کی رفتار c جو تقریباً تین دس فی آٹھ میٹر فی سیکنڈ ہے اور یاد رکھیں برقی مقناطیسی لہروں کی طول موج lambda کے
ہے لہذا مختلف تعدد مختلف طول موجوں کی طرف سے خصوصیات ہیں یہ تمام خالی جگہ میں طول موج ہیں لہذا میں c by nu برابر ہے یہ
آپ سے درخواست کروں گا کہ ریڈیو لہروں کے لیے تعدد کی قدروں کو مائیکرو ویوز لائٹ ویوز ایکس رے اور گاما کی جگہ دیں۔ شعاعیں نکالیں
کے چند سو میٹر کی حد میں ہوتی ہیں۔ طول موج مائیکرو ویوز wa اور طول موج کا حساب لگائیں اور آپ دیکھیں گے کہ عام طور پر ریڈیو لہریں
سینٹی میٹر میں ہیں روشنی کی لہریں نینو میٹر میں ہیں ایکس شعاعیں نینو میٹر کے اس حصے سے بھی بہت چھوٹی ہیں اور پھر آپ کے پاس
پکومیٹر کی حد میں گاما شعاعیں ہیں لہذا طول موج طول موج کی پوری رینج پر ہوتی ہے اور اسی طرح کی تعدد کو پورا کرتی ہیں لہذا یہ ہیں۔ تمام
برقی مقناطیسی لہریں اب ایک بار جب مجھے یہ برقی مقناطیسی لہریں مل جائیں تو یاد رکھیں کہ میں نے آپ کو کافی عرصہ پہلے دکھایا تھا جب
ہم الیکٹرو سٹیٹکس اور میگنیٹو سٹیٹکس پر بحث کر رہے تھے کہ برقی اور مقناطیسی فیلڈز ان میں توانائی ذخیرہ کرتے ہیں اور ذخیرہ شدہ توانائی
اتنی توانائی کے ذریعے دی جاتی ہے۔ برقی مقناطیسی لہریں تو میں نے آہ سے پہلے دکھایا تھا کہ الیکٹرو اسٹاٹک توانائی کی کثافت نصف ایپسیلون
صفر ای مربع ہے جو کہ برقی توانائی کی کثافت توانائی فی یونٹ حجم ہے اسی طرح مقناطیسی توانائی کی کثافت ایک بائی دو mu صفر b مربع
ون بذریعہ ایپسیلون صفر میو صفر مربع جڑ دکھایا ہے تو اس مساوات کو بھی نوٹ s ہے اب ہمیں یہ دو حل ملے ہیں اور میں نے آپ کو اسپیڈ
کریں یہ مساوات میں دیکھتا ہوں کہ اس کا کیا مطلب ہے کہ کوئی چیز نہیں ہے مجھے وہ مساوات پڑھنے دو تو k times e naught is
equal to omega times v nought اس کا مطلب یہ ہے کہ b naught برابر ہے k بذریعہ اومیگا ٹو e naught اور k از
اومیگا ایک بذریعہ c ہے تو یہ ہے e naught by c کے برابر ہے لہذا اگر e صفر برقی مقناطیسی لہر میں برقی میدان کی زیادہ سے زیادہ
خالی جگہ میں c سے نہیں ہے جہاں c زیادہ قدر کی نمائندگی کرتا ہے تو برقی مقناطیسی لہر میں مقناطیسی میدان کی زیادہ سے زیادہ قدر
روشنی کی رفتار ہے لہذا یہ ہے ایک بہت اہم رشتہ مجھے پھر سے یاد رکھنا چاہیے کہ خالی جگہ میں برقی مقناطیسی لہر کے الیکٹران اور برقی
تو میں اسے یہاں مثال کے طور پر بدل دیتا ہوں اور مجھے جو e naught by c کے برابر ہے b naught اور مقناطیسی فیلڈز کا تعلق
b nought صفر mu مربع جو ایک کے برابر ہے بذریعہ دو ah b صفر mu کے برابر تھا ایک بائے دو ub بن جاتا ہے۔ ub ملتا ہے وہ
p nought was e naught by c اب صفر mu جو برابر ہے ایک بائی دو t مائنس اومیگا kz مربع sine مربع
So e naught مربع بذریعہ c مربع سائن مربع kz مائنس اومیگا t اور وہیں is one by two mu naught اب ایک by c مربع

جو کچھ بھی نہیں ہے مگر ایک سے دو ایپیلون t مائنس اومیگا kz مربع sine مربع epsilon zero mu zero e naught ہے
جو کہ مقناطیسی توانائی کی کثافت ہے برقی توانائی کی کثافت ایک بائے دو ایپیلون صفر ای t مائنس اومیگا kz مربع گناہ e naught صفر
تو آپ دیکھتے ہیں کہ t مائنس اومیگا kz مربع ہے جو کچھ بھی نہیں ہے لیکن ایک بائے دو ایپیلون صفر ای کوئی بھی نہیں مربع سائن اسکوائر
جو آپ کو ملتا ہے برقی مقناطیسی لہر میں برقی میدان کی توانائی کی c by c کے برابر b naught e naught اس تعلق کی وجہ سے
sin کثافت ہے اور برقی مقناطیسی لہر میں مقناطیسی میدان کی توانائی کی کثافت بالکل مساوی ہے دونوں نصف ایپسیلون صفر ای نوٹ مربع
کے برابر ہیں لہذا برقی مقناطیسی لہر جیسے جیسے یہ پھیلتی ہے اس توانائی کو لے کر جا رہا ہے جیسا کہ یہ پھیلتا t مائنس اومیگا kz مربع
ہے لہذا میں لکھ سکتا ہوں کہ توانائی کی کثافت یو کے برابر ہے یو ای پلس یو کے برابر ہے جو ایپسیلون صفر کے برابر ہو جاتا ہے۔ ایکٹرک فیلڈ
انرجی ڈینسٹی مقناطیسی فیلڈ انرجی ڈینسٹی وہ برابر ہیں اور
مائنس اومیگا ٹی ملتا ہے اب یہ وقت مختلف ہوتا ہے اور پوزیشن مختلف ہوتی kz اسکوائر sin اس لیے مجھے ایپسیلون صفر ای ناٹ اسکوائر
کے طور پر مختلف ہوتا ہے۔ اب آپٹیکل فریکوئنسیوں پر فریکوئنسی t مائنس اومیگا kn اسکوائر sin ہے جیسا کہ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ یہ
بہت بڑی ہوتی ہے
اس لیے اس پر عمل کرنا بہت مشکل ہوتا ہے
اس لیے ہم عام طور پر اس توانائی کی کثافت کے اوسط وقت کا حساب لگاتے ہیں اور میں وقت کی اوسط کو ایک ایک کر کے حساب لگا سکتا ہوں تو
مجھے کال کرنے دیں۔ یہ یو ڈیش ون بائے ٹی انٹیگرل زیرو ٹو ٹوڈٹی انٹیگریٹ ہو جائے گا لہر کے ایک دورانیے کے ساتھ
برابر دو پائی بذریعہ اومیگا t اس لیے
اس لیے میں انضمام کے وقت سے تقسیم ہونے والی لہر کی ایک مدت میں انضمام کرتا ہوں اور مجھے اوسط قدر ملتی ہے اوسط کا حساب کرنے
کے لیے ایک لے لیں میں ایک مخصوص علاقے میں ضم کرتا ہوں اور اس علاقے کی چوڑائی سے تقسیم کرتا ہوں اور مجھے اوسط حاصل ہوتا ہے
کے ساتھ دیا گیا دو پائی اومیگا اور آہ tdt مائنس اومیگا kz مربع t sin سے t 0 مربع کے برابر ہے e naught تو یہ ایپسیلون 0
آئی ہی کی طرف سے یہ بتانا آپ کے لیے ایک مسئلہ ہے کہ یہ ایپسیلون صفر ای نوٹ اسکوائر کے نصف کے برابر ہے لہذا آپ یہ ظاہر کرتے
کی اوسط a درحقیقت نصف ہے آپ کو معلوم ہونا چاہیے کہ t dt مائنس اومیگا kn اسکوائر t sin انٹیگرل 0 سے t ہیں کہ 1 بائی
اسکوائر فنکشن ایک کوزائن اسکوائر فنکشن کی اوسط کا نصف ہے لہذا اوسط نصف ہے اور یہ برقی مقناطیسی لہر کے ساتھ منسلک وقت کی sin
اوسط کل توانائی کی کثافت ہے اور یہ توانائی دراصل یہاں کی طرح پھیل رہی ہے لہذا میں حقیقت میں درج ذیل صورتحال کو دیکھ سکتا ہوں۔ لہذا
اور c لمبائی کے ساتھ ایک مکعب لیں جس کی لمبائی ci میں نے مجھے ایک یونٹ کا رقبہ لینے دیا ہے لہذا یہ ایک یونٹ کا رقبہ ہے اور لمبائی
یونٹ کا رقبہ ہے تاکہ آپ یہاں دیکھ سکتے ہیں کہ لہریں اس سمت میں پھیل رہی ہیں یہ سمت ہے لہذا میں ایک یونٹ وقت اس حجم کے اندر موجود
تمام توانائی اس علاقے کو عبور کر لے گی جو اس حجم کے اندر موجود تمام توانائی اس علاقے کو عبور کر لے گی لہذا میں فی یونٹ وقت میں
ہے جو ایک کے c ایک میں ich اوسط توانائی کراس کرنے والے یونٹ کے رقبے کو حجم میں توانائی کی کثافت کے برابر شمار کر سکتا ہوں۔
لہٰذا یہ توانائی جو برقی مقناطیسی لہروں میں موجود ہے پھیل رہی ہے اور ایک اکائی c epsilon zero e naught square برابر ہے
اور یونٹ کے رقبے میں موجود توانائی سطح کو عبور کرے گی۔ اور وہ توانائی یہ ہوتی ہے اور اس کو شدت بھی c وقت میں اس حجم کی لمبائی
کے طور پر بھی جانا جاتا ہے لہذا برقی مقناطیسی لہر کی شدت نصف ایف سی ایپسیلون صفر ای نوٹ اسکوائر i کہا جاتا ہے اور عام طور پر
کے ذریعہ دی جاتی ہے لہذا شدت اور برقی میدان اس تعلق کے ذریعے بہت اہم تعلق رکھتے ہیں ۔ اگر آپ کو شدت معلوم ہے اگر آپ کو بجلی کی
کراسنگ فی یونٹ رقبہ فی یونٹ وقت معلوم ہے تو آپ یہاں متعلقہ برقی فیلڈ کا حساب لگا سکتے ہیں اور
e naught مربع اور e naught ایپسیلون صفر c برابر ہو جائے ایک بائے دو i اس لیے میں اس مساوات کو دوبارہ یہاں لکھتا ہوں تاکہ
کے مربع جڑ کے برابر ہے لہذا اگر آپ کو شدت معلوم ہے تو آپ برقی فیلڈ کا حساب لگا سکتے ہیں اگر آپ برقی i کے دو c epsilon بھی
فیلڈ کو جانتے ہیں تو آپ ان کی شدت کا حساب لگا سکتے ہیں۔ لہریں اب آہ تو اب ہم نے کیا کیا ہے کہ ہم نے حقیقت میں برقی اور مقناطیسی میدانوں
کو لہروں کے طور پر لکھا ہے اور میں نے آپ کو دکھایا ہے کہ میں نے جو حل لکھا ہے وہ میکسویل کی مساوات کو مطمئن کرنے والی میکسویل
کے طور پر لیتا ہوں۔ برقی اور مقناطیسی شعبوں کی وسعت کے درمیان i اور c کی مساوات سے مطابقت رکھتا ہے بشرطیکہ میں رفتار کو
تعلق حاصل کریں اور یہ وہی ہے جو پیشین گوئی تھی اب میں چند مثالیں لینا چاہتا ہوں اور حساب لگانا چاہتا ہوں کہ عام حالات میں کس قسم کے
برقی میدان پیدا ہوتے ہیں
اس لیے پہلی مثال جس کو میں دیکھنا چاہتا ہوں وہ ہے سورج کی روشنی سورج کی روشنی سے نکلنے والی روشنی ایک برقی مقناطیسی لہر ہے جو
سورج کی روشنی زمین پر گرتی ہے جب یہ زمین سے باہر آتی ہے تو یہ بہت زیادہ ہوتی ہے لیکن جوں جوں یہ زمین کے ماحول میں پھیلتی ہے یہ
بکھر جاتی ہے
اس لیے آخر کار زمین پر اوسط شدت کے ساتھ گرتی ہے۔ زمین تقریباً 1000 واٹ فی مربع میٹر ہے جو شدت کی اکائی ہے انتی طاقت فی یونٹ
رقبہ انتی شدت ہے جو کہ واٹ فی مربع میٹر ہے تو میں اسے استعمال کر سکتا ہوں یہ فرض کرتے ہوئے کہ یہ ایک واحد فریکوئنسی لہر ہے اور
یہ صرف اوسطاً ہے میں اس مساوات کو برقی فیلڈ کا حساب لگانے کے لیے استعمال کر سکتا ہوں تو کوئی بات نہیں کہ سورج کی روشنی کا برقی
بائی سی ایپسیلون صفر کے برابر ہے جو کہ دائیں فی نصف کے برابر ہے۔ جو کہ خالی جگہ میں روشنی کی رفتار کے حساب سے دو i فیلڈ دو
میں دس کی طاقت تین کے برابر ہے تین دس پاور آٹھ میں ایپسیلن صفر جو آٹھ پوائنٹ آٹھ پانچ دس سے مائنس بارہ کو ڈیڑھ تک بڑھایا جاتا ہے اور یہ
تقریباً آٹھ سو اور نکلتا ہے۔ ستر وولٹ فی میٹر
اس لیے سورج کی روشنی تقریباً آٹھ سو ستر وولٹ فی میٹر سے زیادہ ایک ممکنہ وولٹیج الیکٹرک فیلڈ پیدا کر رہی ہے اور میں اس سے متعلقہ
جو کہ آٹھ ستر کے برابر ہے تین سے تقسیم دس پاور آٹھ جو e naught by c برابر v naught مقناطیسی فیلڈ کا بھی حساب لگا سکتا ہوں
تقریباً تین سے دس سے مائنس سکس ٹیسلا ہے ایک برقی فیلڈ جس کی ترتیب آٹھ سو ستر واٹ فی میٹر ہے اور ایک مقناطیسی فیلڈ جس کی ترتیب تین
مائکرو ٹیسلا ہے۔ سورج سے نکلنے والی برقی مقناطیسی لہریں اس قسم کے برقی اور مقناطیسی میدان پیدا کر رہی ہیں، میں ایک اور مثال دیتا ہوں
کہ انیس سو ستتر میں ایک سیٹلائٹ لانچ کیا گیا تھا جسے ستمبر 1977 میں وائجر کہا جاتا ہے ، اس نے پچھلے 30 سال یا اس سے زائد عرصے
میں سفر کیا ہے اور اس نے دنیا کو چھوڑ دیا ہے۔ نظام شمسی اور خلا میں باہر ہے اور
اس لیے موجودہ فاصلہ تقریباً 2 سے 10 سے پاور 13 میٹر ہے اور ٹرانسمیٹر کی طاقت تقریباً 20 واٹ ہے اب یہ ٹرانسمیٹر تمام سمتوں میں منتقل
نہیں ہو رہا ہے بلکہ یہ ایک اینٹینا کی شکل ہے جس کی آپ کو ضرورت ہے ۔ آپ نے وہ اینٹینا دیکھا ہے جسے آپ کیبل ٹیلی ویژن انٹینا کے لیے
استعمال کر رہے ہیں تو ایک اینٹینا ہے جو دراصل لہروں کو ایک خاص سمت کی طرف لے جاتا ہے اور
اس لیے برقی مقناطیسی لہروں کی بجائے تمام سمتوں میں جانے کے بجائے آپ ان برقی مقناطیسی لہروں کے پھیلاؤ کو کم کر سکتے ہیں۔ برقی
مقناطیسی لہر کی شدت جس سمت آپ چاہتے ہیں اور
اس لیے ہم اس کی تعریف کرتے ہیں جسے اینٹینا گین کہا جاتا ہے جو تقریباً چھ پوائنٹ پانچ ہے۔ دس فی چار میں جو کہ بنیادی طور پر یہ مجھے
بتاتا ہے کہ مجھے کتنی بڑھتی ہوئی شدت ملتی ہے کیونکہ میں اب برقی مقناطیسی لہروں کو ایک خاص سمت میں ڈائریکٹ کر رہا ہوں اور تمام
سمتوں میں ریڈیڈی نہیں کر رہا ہوں اور پھر میں موصول ہونے والی شدت کا حساب لگا سکتا ہوں جو کہ بیس واٹ کے برابر ہے۔ وہاں سے خارج

ہونے والی طاقت میں چھ پوائنٹ پانچ گنا اضافہ ہوتا ہے جس کی طاقت چار کو چار پائی سے فاصلاتی مربع میں تقسیم کیا جاتا ہے جو کہ دو میں دس سے طاقت تیرہ مربع ہے اور اگر آپ اس کا حساب لگائیں تو یہ تقریباً دو پوائنٹ چھ دس سے مائنس بنتا ہے۔ بائیس واٹ فی مربع میٹر شدت کی i ایک انتہائی چھوٹی قدر ہے جو اس وائجر خلائی جہاز سے یہاں آرہی ہے اور ہم فی الفور متعلقہ برقی فیلڈ برقی فیلڈ کا حساب لگا سکتے ہیں دو e بائی سی ایپسیلون صفر اضافہ فی نصف ہے اور یہ چار پوائنٹ بنتا ہے۔ چار دس سے مائنس دس وولٹ فی میٹر اور مقناطیسی فیلڈ برابر ہے جو کہ تقریباً ایک پوائنٹ پانچ میں دس سے مائنس اٹھارہ یہ ایک ہے یہ ایک بہت ہی چھوٹا برقی اور مقناطیسی میدان ہے جو naught by c خلائی جہاز سے آرہا ہے اور ہمارے یہاں کے ڈٹیکٹر ان سگنلز کا پتہ لگانے کے قابل ہیں اور ایک آخری مثال جو میں آپ کو دینا چاہتا ہوں وہ ہے لیزر فرض کریں کہ میں لیزر لیتا ہوں آپ سب نے دیکھا ہوگا۔ لیزر پوائنٹرز

اس لیے ان کے پاس عام طور پر اگر میں لیزر پاور لیتا ہوں تو دس ملی واٹ جو کہ دس سے مائنس دو واٹ کے برابر ہے اور اگر میں فرض کرتا مربع r میں pi ہوں کہ لیزر بیم کا رداس تقریباً ایک ملی میٹر ہے تو شدت طاقت کے برابر ہے۔ رقبہ جو دس سے مائنس ٹو کے برابر ہے بذریعہ e جو دس سے مائنس چھ میٹر مربع ہے تو یہ دس کے برابر ہے پاور فور بائی پی واٹ فی مربع میٹر اور میں فوری طور پر حساب لگا سکتا ہوں بذریعہ سی ایپسیلون زیرو رائز فی نصف جو کہ ایک پوائنٹ پانچ کلو وولٹ فی میٹر نکلتا ہے اور اس سے متعلقہ i جو دو ہے nought مقناطیسی فیلڈ کوئی نہیں ہے جو کہ پانچ دس سے مائنس سکس ٹیسلا نکلتا ہے تو آپ دیکھ سکتے ہیں کہ پاور لیول یہاں کافی مضبوط ہیں کہ ایک کے بارے میں ہے ہزار واٹ فی 3000 واٹ فی مربع میٹر اور متعلقہ الیکٹرک فیلڈ مقناطیسی فیلڈز ہیں لہذا یہ دو یا تین مثالیں تھیں جن کے بارے میں میں نے سوچا کہ آپ کو دلچسپی ہو سکتی ہے کہ آپ اصل میں برقی مقناطیسی لہروں کی شدت سے حساب لگا سکتے ہیں آپ اصل میں اسی کا حساب لگا سکتے ہیں۔ الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز اور اسی طرح ہم نے کیا کیا ہے لہذا اب ہم برقی مقناطیسیت پر اس کورس کے اختتام پر پہنچ گئے ہیں تو آئیے ہمیں یاد کریں کہ ہم نے ماضی کے لیکچرز کے ذریعے ایسے قوانین حاصل کیے ہیں جو برقی اور مقناطیسی شعبوں کی وضاحت کرتے ہیں جسے ہم سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ کیا یہ برقی فیلڈز ہیں اور وہ کون سے مقناطیسی فیلڈز ہیں جو ہم نے مساوات کو لکھی ہیں اور آخر کار ہم نے تمام مساواتوں کو مساوات کے ایک سیٹ میں جوڑ دیا جس کو میکسویل کی مساوات کہتے ہیں میکسویل نے اس مساوات میں ایمپیئر کے قانون میں ایک بہت اہم حصہ ڈالا اور جسے ہم نے ڈسپلسمنٹ کرنٹ کہا ۔ ہمیں چار بہت ہی اہم مساواتیں ملی ہیں جو تمام برقی مقناطیسیت کو بیان کرتی ہیں تو ان مساواتوں کے ساتھ لورینٹز فورس کا قانون جسے ہم پہلے ہی استعمال کر چکے ہیں ہمیں تمام نظاموں کا مکمل برقی مقناطیسی رویہ فراہم کرتا ہے جس کا آپ تصور کر سکتے ہیں اور

اس لیے یہ مساواتیں فزکس انجینئرنگ کا ایک بہت اہم حصہ بنتی ہیں ہم بہت ساری ایپلی کیشنز میں برقی مقناطیسی لہروں کا استعمال کر رہے ہیں جو آج ہماری مواصلات پر منحصر ہے۔ ریڈیو لہروں یا مائیکرو ویوز پر ہمارے پاس روشنی کی لہریں ہوتی ہیں جو مختلف ایپلی کیشنز کے لیے استعمال ہوتی ہیں ہمارے پاس مواصلاتی سیٹلائٹس کی شرح ہوتی ہے جو ریڈیو لہروں کو دور دراز سے منتقل کرتے ہیں ہمارے پاس ہم تمام ممکنہ ایپلی کیشنز پر برقی مقناطیسی لہروں کا استعمال کر رہے ہیں اور یہ ہمارے معاشرے کا ایک بہت اہم جزو ہیں۔ اور مجھے لگتا ہے کہ ہم ان مساواتوں کو استعمال کرتے ہوئے اس کا استعمال کرنے میں کامیاب ہوئے ہیں، برقی اور مقناطیسی شعبوں کے پیچھے کچھ بہت ہی دلچسپ طبیعیات کو سمجھنے کی کوشش کریں اور یہ کہ ہم خالی جگہ میں برقی مقناطیسی لہروں کو کیسے پیدا اور پھیلا سکتے ہیں یہ ایک بہت اہم پہلو ہے جو یہ لہریں کرتی ہیں۔ پھیلانے کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت نہیں ہے تاکہ آپ کے پاس برقی مقناطیسی لہریں ہوں۔ خالی جگہ میں پھیلنا بھی اس خصوصی اضافیت کی بنیاد بناتی ہے جسے آئن اسٹائن نے پیش کیا تھا اور c اور اس رفتار سے روشنی کی رفتار جو یہاں ہے اس لیے مجھے امید ہے کہ میں آپ کو کچھ جوش و خروش اور دلچسپی اور حیرت انگیز طبیعیات بتانے میں کامیاب ہو گیا ہوں۔ میکسویل کی مساوات اور اس قسم کی پیشین گوئیاں جو وہ دیتے ہیں ان کو سمجھنے کے لیے اور بھی بہت کچھ ہے آپ سب کے لیے ہم نے مادوں میں برقی مقناطیسی لہروں میں برقی مقناطیسیت پر بحث نہیں کی ہے

اس لیے ہم ان میں سے بہت سی کو مزید سمجھ سکتے ہیں اور جیسا کہ میں نے پہلے لیکچر میں ذکر کیا تھا۔ میٹا میٹریلز اور منفی ریفریکٹیو انڈیکس کا بہت ہی دلچسپ تصور اور اسی طرح یہ سب برقی مقناطیسیت کے دائرے میں آتے ہیں ہم درحقیقت ڈھانچے تشکیل دے سکتے ہیں ہم ڈھانچے کو ڈیزائن کر سکتے ہیں جس میں ہم بجلی کی اجازت ایپسیلون اور مقناطیسی پارگمیتا کی بہت دلچسپ خصوصیات حاصل کر سکتے ہیں۔ اور اس طرح یہ آج طبیعیات کے ایک بہت ہی اہم پہلو کی ایک شکل ہیں اور مجھے امید ہے کہ آپ نے کورس کا لطف اٹھایا ہوگا۔ برقی mu مقناطیسیت پر لیکچرز اور آپ سب کی نیک تمنائیں آپ کا بہت بہت شکریہ

Prutor.ai