

Απαντήσεις σε αυτή τη συζήτηση



Permalink Απάντηση από τον/την ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΑΤΟΣ στις 4 Δεκέμβριος 2009 στις 22:48

ΔΙΟΤΙ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΕΙ ΔΙΚΟ ΤΟΥ ΣΥΜΦΑΣΙΚΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΕΙ ΣΥΜΦΑΣΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ



Permalink Απάντηση από τον/την Διονύσης Μάργαρης στις 5 Δεκέμβριος 2009 στις 10:06

Να συμφωνήσω με τον φίλο Αριστείδη.

Να το πω λίγο αναλυτικότερα;

Κοντά στην κεραία το ηλεκτρικό πεδίο οφείλεται στα φορτία που περιοδικά συσσωρεύονται στα άκρα της κεραίας και το μαγνητικό πεδίο στο ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει την κεραία.

Όμως όταν απομακρυνθούμε από την κεραία τα πράγματα αλλάζουν.

Σύμφωνα με την 3η εξίσωση του Maxwell (νόμος επαγωγής) γύρω από ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο και σύμφωνα με την 4η εξίσωση του Maxwell (επέκταση του νόμου του Ampere με τη βοήθεια του ρεύματος μετατόπισης...) όταν μεταβάλλεται ένα ηλεκτρικό πεδίο, δημιουργεί γύρω του ένα μαγνητικό πεδίο.

Έτσι στο ΗΜΚ έχουμε ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και ένα μαγνητικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται από το μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Δηλαδή το κάθε πεδίο υπάρχει εξαιτίας των μεταβολών του άλλου. Δεν μπορεί να υπάρχει μόνο ηλεκτρικό ή μόνο μαγνητικό!!! Έχουμε δηλαδή μια κατάσταση, εντελώς διαφορετική από αυτή που περιγράφει το βιβλίο, κοντά στην κεραία εκπομπής. Και τα ... μαθηματικά δίνουν ότι αυτά τα δύο πεδία είναι συμφασικά.



Permalink Απάντηση από τον/την Στέργιος Ναστόπουλος στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 1:26

Διονύσης Μάργαρης είπε:

Να συμφωνήσω με τον φίλο Αριστείδη.

Να το πω λίγο αναλυτικότερα; Κοντά στην κεραία το ηλεκτρικό πεδίο οφείλεται στα φορτία που περιοδικά συσσωρεύονται στα άκρα της κεραίας και το μαγνητικό πεδίο στο ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει την κεραία. Όμως όταν απομακρυνθούμε από την κεραία τα πράγματα αλλάζουν.

Σύμφωνα με την 3η εξίσωση του Maxwell (νόμος επαγωγής) γύρω από ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο και σύμφωνα με την 4η εξίσωση του Maxwell (επέκταση του νόμου του Ampere με τη βοήθεια του ρεύματος μετατόπισης...) όταν μεταβάλλεται ένα ηλεκτρικό πεδίο, δημιουργεί γύρω του ένα μαγνητικό πεδίο.

Έτσι στο ΗΜΚ έχουμε ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και ένα μαγνητικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται από το μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Δηλαδή το κάθε πεδίο υπάρχει εξαιτίας των μεταβολών του άλλου. Δεν μπορεί να υπάρχει μόνο ηλεκτρικό ή μόνο μαγνητικό!!! Έχουμε δηλαδή μια κατάσταση, εντελώς διαφορετική από αυτή που περιγράφει το βιβλίο, κοντά στην κεραία εκπομπής. Και τα ... μαθηματικά δίνουν ότι αυτά τα δύο πεδία είναι συμφασικά.

Όμως οι εξισώσεις του Maxwell ισχύουν και κοντά στην κεραία. Δεν εξασφαλίζουν την συμφασικότητα εκεί;

Νομίζω ότι η κατάσταση αλλάζει γιατί πια παύει να ισχύει η γεωμετρία που επιβάλλει στα κύματα το δίπολο σε μεγάλες αποστάσεις. Τα κύματα γίνονται σιγά-σιγά επίπεδα όσο απομακρυνόμαστε, δεν έχουμε δυναμικές γραμμές της μορφής που είναι γύρω από την κεραία κλπ. Άρα η δφ πρέπει να μηδενίζεται σιγά-σιγά με την απόσταση μέχρι να μηδενιστεί. Πέραν των μαθηματικών που είναι αρκετά δύσκολα (Διανυσματικό δυναμικό, μιγαδικοί σε Δ.Ε. κλπ). Εγώ έτσι το εξηγώ από φυσικής πλευράς. Αν και δεν με καλύπτει απόλυτα. Δεν βρήκα μια μη μαθηματική εξήγηση, αν και έψαξα αρκετά στο Διαδίκτυο.

Επ' ευκαιρία, να και ένα βίντεο μιας διάλεξης (καθαρά Αμερικάνικο στυλ:-)) με ποιοτική εξήγηση και άλλων φαινομένων όπως

απορρόφηση και εκπομπή:



Permalink Απάντηση από τον/την Διονύσης Μάργαρης στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 8:46

Φίλε Στέργιο, γράφεις:

Ομως οι εξισώσεις του Maxwell ισχύουν και κοντά στην κεραία. Δεν εξασφαλίζουν την συμφασικότητα εκεί;

Το ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να οφείλεται σε φορτία (περιγράφεται από την 1η εξίσωση του Maxwell, αλλά υπάρχει και το επαγωγικό (3η εξίσωση), ενώ το μαγνητικό πεδίο περιγράφεται από την 4η εξίσωση, η οποία όμως έχει δύο προσθετέους στο 2ο μέλος. Ο ένας προσθετέος μας λέει ότι οφείλεται σε ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ ο δεύτερος ότι παράγεται από μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο.

Κατά τα άλλα συμφωνώ μαζί σου για τα πολύ δύσκολα μαθηματικά που κρύβονται πίσω από όλα αυτά και που δεν νομίζω ότι, μαζί με όσα μας απασχολούν γύρω από τη δουλειά μας, θα έπρεπε να μας απασχολήσουν... Άλλωστε εμένα τουλάχιστον λόγω χρονικής απόστασης... μάλλον θα με δυσκόλευαν ιδιαίτερα ... και δεν έχω καμιά διάθεση!!! εμπλοκής.



Permalink Απάντηση από τον/την Στέργιος Ναστόπουλος στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 14:04

Διονύσης Μάργαρης είπε:

Φίλε Στέργιο, γράφεις:

Ομως οι εξισώσεις του Maxwell ισχύουν και κοντά στην κεραία. Δεν εξασφαλίζουν την συμφασικότητα εκεί; Το ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να οφείλεται σε φορτία (περιγράφεται από την 1η εξίσωση του Maxwell, αλλά υπάρχει και το επαγωγικό (3η εξίσωση), ενώ το μαγνητικό πεδίο περιγράφεται από την 4η εξίσωση, η οποία όμως έχει δύο προσθετέους στο 2ο μέλος. Ο ένας προσθετέος μας λέει ότι οφείλεται σε ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ ο δεύτερος ότι παράγεται από μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Κατά τα άλλα συμφωνώ μαζί σου για τα πολύ δύσκολα μαθηματικά που κρύβονται πίσω από όλα αυτά και που δεν νομίζω ότι, μαζί με όσα μας απασχολούν γύρω από τη δουλειά μας, θα έπρεπε να μας απασχολήσουν... Άλλωστε εμένα τουλάχιστον λόγω χρονικής απόστασης... μάλλον θα με δυσκόλευαν ιδιαίτερα ... και δεν έχω καμιά διάθεση!!! εμπλοκής.

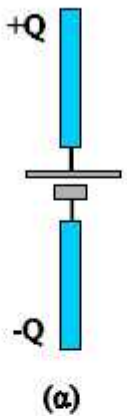
Πρόσεξα την προσέγγιση του Αμερικάνου από την Iowa: Ταλαντούμενο φορτίο δημιουργεί μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, το οποίο δημιουργεί μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο κλπ. Το σχολικό ξεκινάει ανάποδα, εναλλασσόμενη τάση φορτίζει τους αγωγούς κλπ.

2-6 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Τα κύματα που γνωρίσαμε (μηχανικά) αφορούσαν στη διάδοση μιας υλικής διαταραχής. Με τρόπο ανάλογο, όπως θα δούμε, διαδίδεται και μια ηλεκτρομαγνητική διαταραχή.

Γνωρίζουμε ότι ένα σύστημα δύο φορτίων $+Q$ και $-Q$ δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο και ότι ένας αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Αν δύο μεταλλικές ράβδοι συνδεθούν με πηγή συνεχούς τάσης, φορτίζονται με ετερόσημα φορτία $+Q$ και $-Q$ (σχ. 2.18α,β). Αν συνδεθούν με γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης, όπως στο σχήμα 2.18γ, φορτίζονται εναλλάξ με θετικά και αρνητικά φορτία. Στις άκρες τους εμφανίζεται ζεύγος ηλεκτρικών φορτίων που μεταβάλλονται ημιτονοειδώς με το χρόνο. Η κίνηση αυτή των φορτίων αποτελεί εναλλασσόμενο ρεύμα.

Ένα τέτοιο σύστημα ονομάζεται **ταλαντούμενο ηλεκτρικό δίπολο**.



Σχ. 2.18
Ράβδοι συνδεδεμένες με πηγή συνεχούς τάσης. Οι ράβδοι φορτίζονται με φορτία $\pm Q$. Οι ράβδοι συνδεδεμένες με γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης. Οι ράβδοι φορτίζονται εναλλάξ με θετικά και αρνητικά φορτία. Η διάταξη διαδίδει εναλλασσόμενο ρεύμα.

Κατάλαβα την εξήγησή σου, Διονύση: Κοντά στην κεραία να πάρουμε πραγματικό ρεύμα, ενώ μακριά να πάρουμε επαγόμενο. Υπάρχει και [εδώ](#) η προσέγγιση αυτή. Αλλά: Τα πεδία παράγονται από την κεραία και διαδίδονται, δεν παράγονται στο χώρο μακριά, τα πεδία συνυπάρχουν ήδη από την αρχή και διαδίδονται, **φτάνουν** σε ένα σημείο μακριά από την κεραία, δεν δημιουργούνται **εκεί**.

Αυτή είναι η απορία μου.

Απ' όσο κατάλαβα στο σχολικό υπάρχει η προσέγγιση που σε άλλα βιβλία, όπως παλιότερα στο Μάζη που διδάσκαμε κάποτε, και άλλους, ξεκινάει από το κύκλωμα LC. Υπάρχουν ζητήματα που θέλουν διευκρίνηση σ' αυτή την περίπτωση: Για να φορτιστεί ο αγωγός πρέπει να έχει χωρητικότητα, που δεν υπάρχει ο παραμικρός υψαινιγμός στο σχολικό. Επίσης δεν αναφέρει τίποτα για αυτεπαγωγή του αγωγού. Η προσέγγιση του Αμερικάνου στο βίντεο ξεκινάει κατευθείαν από ταλαντούμενο φορτίο, δεν χρειάζεται τίποτα απ' αυτά. Είναι πιο γενική και βέβαια ισχύει όχι μόνο για ένα ηλεκτρικό δίπολο, πράγμα στο οποίο καταλήγει το σχολικό γενικεύοντας μετά.



Permalink Απάντηση από τον/την Διονύσης Μάργαρης στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 14:48

Από τον φίλο και συνάδελφο Ρ.Μ. Φυσικό μια απάντηση πάνω στο θέμα που συζητάμε σαν **συννημμένο**.

Στέργιο συμφωνώ μαζί σου ότι ο τρόπος παρουσίασης του θέματος από το βιβλίο μας είναι ΠΟΛΥ προβληματικός. Θα ήταν πολύ καλύτερη η κατάσταση με το κύκλωμα Thomson του Μάζη, ενώ συμφωνώ επίσης με τον Αμερικανό. Ταλαντούμενο ηλεκτρικό φορτίο και τελειώσαμε. Και από εκεί να πάμε στις κεραίες.

Συνημμένα:

- [file-4](#)



Permalink Απάντηση από τον/την Στέργιο Ναστόπουλος στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 15:35

Διονύσης Μάργαρης *είπε*:

Από τον φίλο και συνάδελφο Ρ.Μ. Φυσικό μια απάντηση πάνω στο θέμα που συζητάμε σαν **συννημμένο**.

Στέργιο συμφωνώ μαζί σου ότι ο τρόπος παρουσίασης του θέματος από το βιβλίο μας είναι ΠΟΛΥ προβληματικός. Θα ήταν πολύ καλύτερη η κατάσταση με το κύκλωμα Thomson του Μάζη, ενώ συμφωνώ επίσης με τον Αμερικανό. Ταλαντούμενο ηλεκτρικό φορτίο και τελειώσαμε. Και από εκεί να πάμε στις κεραίες.

Πολύ καλή η ποιοτική παρουσίαση του συναδέλφου Ρ.Μ. και άκρως διαφωτιστική! Προσωπικά, ευχαριστώ, γιατί πάντα κάνει καίριες και καθοριστικές παρεμβάσεις! Φυσικά πίσω απ' αυτά κρύβονται πολλά μαθηματικά, αλλά ας τ' αφήσουμε... Κι εγώ έχω τεράστια χρονική απόσταση, Διονύση, δυστυχώς. Αρα: Με λίγα λόγια, αν ερμηνεύω καλά τα γραφόμενα: Σε κοντινά σημεία επικρατεί το πεδίο του ρεύματος αγωγιμότητας με διαφορά φάσης $\pi/2$ μεταξύ των δύο εντάσεων του πεδίου (παρακαλώ, διορθώστε αν κάνω λάθος σ' αυτό). Σε μακρινά σημεία φτάνει το πεδίο του ρεύματος μετατόπισης, γιατί το άλλο πεδίο (αυτό του ρεύματος αγωγιμότητας) έχει ήδη σβήσει. Και σ' αυτό ακριβώς το πεδίο οι δύο εντάσεις είναι συμφασικές.

Και ένα tip: Μια σελίδα γεμάτη από συνδέσμους σε προσομοιώσεις κυκλωμάτων Thomson (LC), κεραιών διαφορών ειδών και των H/M πεδίων τους και άλλα, [εδώ](#)



Permalink Απάντηση από τον/την Στέργιος Ναστόπουλος στις 9 Δεκέμβριος 2009 στις 22:12

Stergios Nastopoulos είπε:

Διονύσης Μάργαρης είπε:

Από τον φίλο και συνάδελφο Ρ.Μ. Φυσικό μια απάντηση πάνω στο θέμα που συζητάμε **σαν συνημμένο**.

Στέργιο συμφωνώ μαζί σου ότι ο τρόπος παρουσίασης του θέματος από το βιβλίο μας είναι ΠΟΛΥ προβληματικός. Θά ήταν πολύ καλύτερη η κατάσταση με το κύκλωμα Thomson του Μάξη, ενώ συμφωνώ επίσης με τον Αμερικανό. Ταλαντούμενο ηλεκτρικό φορτίο και τελειώσαμε. Και από εκεί να πάμε στις κεραιές.

Πολύ καλή η ποιοτική παρουσίαση του συναδέλφου Ρ.Μ. και άκρως διαφωτιστική! Προσωπικά, ευχαριστώ, γιατί πάντα κάνει καίριες και καθοριστικές παρεμβάσεις! Φυσικά πίσω απ' αυτά κρύβονται πολλά μαθηματικά, αλλά ας τ' αφήσουμε... Κι εγώ έχω τεράστια χρονική απόσταση, Διονύση, δυστυχώς. Αρα: Με λίγα λόγια, αν ερμηνεύω καλά τα γραφόμενα: Σε κοντινά σημεία επικρατεί το πεδίο του ρεύματος αγωγιμότητας με διαφορά φάσης $\pi/2$ μεταξύ των δύο εντάσεων του πεδίου (παρακαλώ, διορθώστε αν κάνω λάθος σ' αυτό). Σε μακρινά σημεία φτάνει το πεδίο του ρεύματος μετατόπισης, γιατί το άλλο πεδίο (αυτό του ρεύματος αγωγιμότητας) έχει ήδη σβήσει. Και σ' αυτό ακριβώς το πεδίο οι δύο εντάσεις είναι συμφασικές.

Και ένα tip: Μια σελίδα γεμάτη από συνδέσμους σε προσομοιώσεις κυκλωμάτων Thomson (LC), κεραιών διαφορών ειδών και των H/M πεδίων τους και άλλα, [εδώ](#)

Ο φίλος ΜίλτοΣ μου έστειλε τις εξής σελίδες από το βιβλίο των Cutnell - Johnson έκδοση 2η- 1992, απ' όπου φαίνεται οτι υπάρχει η ίδια προσέγγιση με το σχολικό (καθόλου αναφορά στο κύκλωμα Thomson). Δεν κόβω το χέρι μου, αλλά από εκεί βρήκαν, φαίνεται, οι συγγραφείς την δική τους προσέγγιση:

24.1 THE NATURE OF ELECTROMAGNETIC WAVES

Figure 24.1 illustrates one way to create an electromagnetic wave. The setup consists of two straight metal wires that are connected to the terminals of an ac generator and serve as an antenna. The potential difference between the terminals changes sinusoidally with time and has a period T . Part *a* shows the instant when there is no charge at the ends of either wire. Since there is no charge, there is no electric field at the point P just to the right of the antenna. As time passes, the top wire becomes positively charged and the bottom wire negatively charged, with the result that the electric field at P (drawn as a red arrow) points downward.* At one-quarter of a cycle later after part *a* ($t = \frac{1}{4}T$), the charges have attained their maximum values, as indicated in part *b* of the drawing. Correspondingly, the electric field at point P has increased to its maximum strength in the downward direction. This maximum field is represented by the red arrow in part *b*. Part *b* also indicates that the electric field created at earlier times (i.e., the black arrow in the picture) has not disappeared, but has moved to the right. Here lies the crux of the matter. At points far removed from the wire, the effect of the charges in creating the electric field is not felt immediately. Instead, the field is created first near the wires and then, like the effect of a pebble dropped into a pond, moves outward as a wave in all directions. Only the field moving to the right is shown in the picture for the sake of clarity. Eventually, after a time determined by the speed at which the wave travels, the field reaches distant points.

Parts *c*–*e* of Figure 24.1 show the creation of the electric field at point P (red arrow) at later times during the generator cycle. In each part, the fields produced earlier in the sequence (black arrows) continue propagating toward the right. Part *d* shows the charges on the wires when the polarity of the generator has reversed, so the top wire is negative and the bottom wire is positive. As a result, the electric field at P has reversed its direction and points upward. In part *e* of the sequence, a complete sine wave has been drawn through the tips of the electric field vectors to emphasize that the field changes sinusoidally.

So far, our focus has been on the electric field created by the charges on the antenna wires. However, a magnetic field is also created, because charges flowing in the antenna constitute an electric current, and an electric current creates a magnetic field. Figure 24.2 illustrates the magnetic field direction at point P at the instant when the current in the antenna wire is upward. With the aid of Right-Hand Rule No. 2 (thumb of right hand points along I , fingers curl in the direction of B), the magnetic field at P can be seen to point into the page. As the oscillating current changes in magnitude and direction, the magnetic field at P changes accordingly. As with electric fields, the magnetic fields created at earlier times propagate outward as a wave. Moreover, the magnetic field is zero when the electric field has its maximum positive or negative value, and the magnetic field has its maximum positive or negative value when the electric field is zero. In other words, the two fields are 90° out of phase with one another.

It is important to notice that the magnetic field in Figure 24.2 is perpendicular to the page, whereas the electric field in Figure 24.1 lies in the plane of the page. Thus, the electric and magnetic fields created by the antenna wires are mutually perpendicular, and they remain so as they move away from the antenna. More-

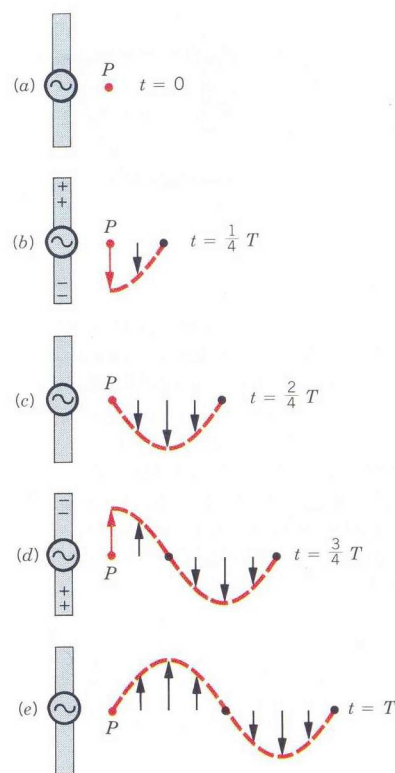


Figure 24.1 In each part of the drawing, the red arrow represents the electric field produced at point P by the oscillating charges on the antenna at the indicated time. The black arrows represent the electric fields created at earlier times. All the fields propagate to the right. Fields also are produced and propagate in other directions, but these fields are omitted for simplicity.

* The direction of the electric field can be obtained by imagining a positive test charge at P and determining the direction in which it would be pushed because of the charges on the wires.

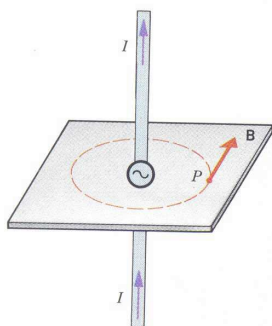


Figure 24.2 The oscillating current I in the antenna wires creates a magnetic field B at point P . The direction of B is tangent to a circle centered on the wire. When the current is upward, the magnetic field at point P is directed into the page. At a later time, when the current is downward, the field is directed out of the page.

over, both fields are perpendicular to the direction of travel. These perpendicular electric and magnetic fields, moving together, constitute an electromagnetic wave.

The electric and magnetic fields illustrated in the previous drawings decrease to zero rapidly with increasing distance from the antenna. Therefore, they exist mainly near the antenna and together are called the *near field*. Electric and magnetic fields do form an electromagnetic wave at large distances from the antenna, however. These fields arise from an effect that is different than that which produces the near field and are referred to as the *radiation field*. Faraday's law of electromagnetic induction provides part of the basis for the radiation field. As Section 22.4 discusses, this law describes the emf or potential difference produced by a changing magnetic field. And, as Section 19.4 explains, a potential difference can be related to an electric field. Thus, a changing magnetic field produces an electric field. Maxwell predicted that the reverse effect also occurs; namely, that a changing electric field produces a magnetic field. The radiation field arises, then, because the changing magnetic field creates an electric field that fluctuates in time and the changing electric field creates the magnetic field.

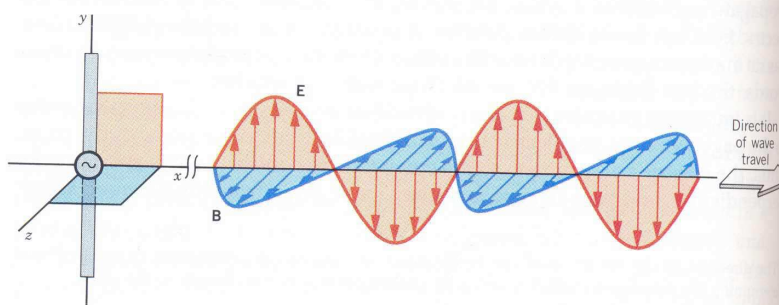
Figure 24.3 shows the electromagnetic wave of the radiation field far from the antenna. The picture shows only the part of the wave traveling along the $+x$ axis. The part traveling in the other directions has been omitted for clarity. Note that for the radiation field, the electric and magnetic parts of the wave reach a maximum together. In other words, the fluctuating electric and magnetic fields are in phase, in contrast to the 90° phase relation for the near field.

It should be clear from Figure 24.3 that *an electromagnetic wave is a transverse wave*, because the electric and magnetic fields are both perpendicular to the direction in which the wave travels. Moreover, this kind of transverse wave, unlike a wave on a string, does not require a medium in which to propagate. *Electromagnetic waves can travel through a vacuum or a material substance*, since electric and magnetic fields can exist in either one.

Electromagnetic waves can be produced in situations that do not involve a wire antenna. In general, any electric charge that is accelerating emits an electromagnetic wave, whether the charge is inside a wire or not. In an alternating current, an electron oscillates in simple harmonic motion along the length of the wire and is one example of an accelerating charge.

All electromagnetic waves move through a vacuum at the same speed, and the symbol c is used to denote its value. This speed is called the *speed of light in a vacuum* and is $c = 3.00 \times 10^8$ m/s. In air, electromagnetic waves travel at nearly the same speed as they do in a vacuum, but, in general, they move through a substance such as glass at a speed that is less than c .

Figure 24.3 This picture shows the wave of the radiation field far away from the antenna. Observe that E and B are perpendicular to each other, and both are perpendicular to the direction of travel. The wave also travels outward in other directions, but for clarity only the part traveling along the positive x axis is shown.



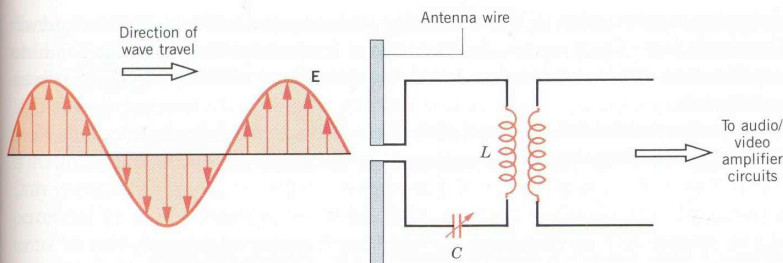


Figure 24.4 A radio wave can be detected with a receiving antenna wire that is parallel to the electric field of the wave. The magnetic field of the radio wave has been omitted for simplicity.

The frequency of an electromagnetic wave is determined by the vibration frequency of the electric charges at the source of the wave. In Figures 24.1 – 24.3 the wave frequency would equal the frequency of the ac generator. Suppose, for example, that the antenna is broadcasting the electromagnetic waves known as radio waves. The frequencies of AM radio waves lie between 545 and 1605 kHz, these numbers corresponding to the limits of the AM broadcast band on the dial. The frequencies of FM radio waves lie between 88 and 108 MHz on the dial. Television channels 2 – 6, on the other hand, utilize electromagnetic waves with frequencies between 54 and 88 MHz, while channels 7 – 13 use frequencies between 174 and 216 MHz.

Radio and television reception involves a process that is the reverse of that outlined earlier for the creation of electromagnetic waves. When broadcasted waves reach a receiving antenna, they interact with the electric charges in the antenna wires. Either the electric field or the magnetic field of the waves can be used. To take full advantage of the electric field, the wires of the receiving antenna must be parallel to the electric field, as Figure 24.4 indicates. The electric field acts on the electrons in the wire, forcing them to oscillate back and forth along the length of the wire. Consequently, an ac current exists in the antenna and the circuit connected to it. The variable-capacitor C and the inductor L in the circuit provide one way to select the frequency of the desired electromagnetic wave. By adjusting the value of the capacitance, it is possible to adjust the corresponding resonance frequency f_0 of the circuit [$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$, Equation 23.10] to match the frequency of the wave. Under the condition of resonance there will be a maximum oscillating current in the inductor. Because of mutual inductance, this current creates a maximum voltage in the second coil in the drawing, and this voltage can then be amplified and processed by the remaining radio or television circuitry.

To detect the magnetic field of a broadcasted radio wave, a receiving antenna in the form of a loop can be used, as Figure 24.5 shows. For best reception, the normal to the plane of the wire loop is oriented parallel to the magnetic field. Then, as the wave sweeps by, the magnetic field penetrates the loop, and the

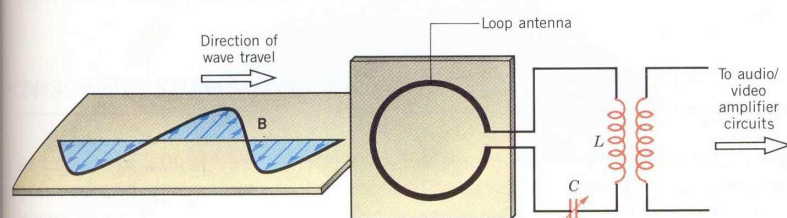


Figure 24.5 With a receiving antenna in the form of a loop, the magnetic field of a broadcasted radio wave can be detected. The normal to the plane of the loop should be parallel to the magnetic field for best reception. For clarity, the electric field of the radio wave has been omitted.

THE PHYSICS OF . . .

radio and television reception.

Διακρίνει όμως τα πεδία σε **near field**=κοντινό πεδίο και **radiation field**=ακτινοβολούμενο πεδίο (ίσως;), πράγμα που δεν κάνει το σχολικό, με αποτέλεσμα να μπερδευόμαστε. Ε, τι πάχνεις τώρα;