



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Ηλεκτρομαγνητισμός - Οπτική - Σύγχρονη Φυσική

Ενότητα: Στοιχεία Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων

Βαρουτάς Δημήτρης

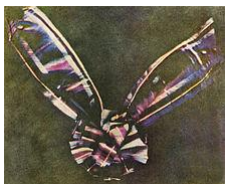
Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

# Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα

Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

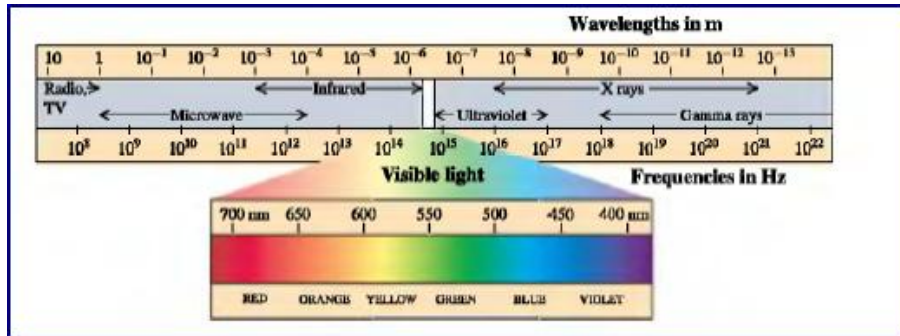
## Maxwell



*Gin a body meet a body  
Flyin' through the air.  
Gin a body hit a body,  
Will it fly? And where?*

Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

# Η/Μ Φάσμα



Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

## Πλήρες σύνολο εξισ. Maxwell

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \Sigma q_{in} / \epsilon_0$$

Κλειστή επιφάνεια

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = - d\Phi_B / dt$$

Κλειστός βρόγχος

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

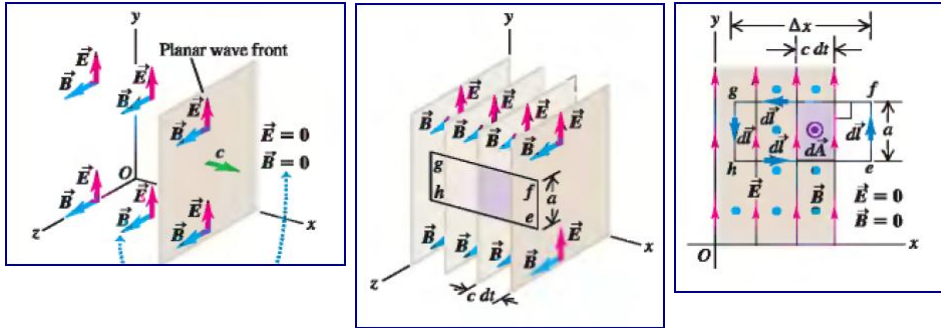
Κλειστή επιφάνεια

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 d\Phi_E / dt$$

Κλειστός βρόγχος

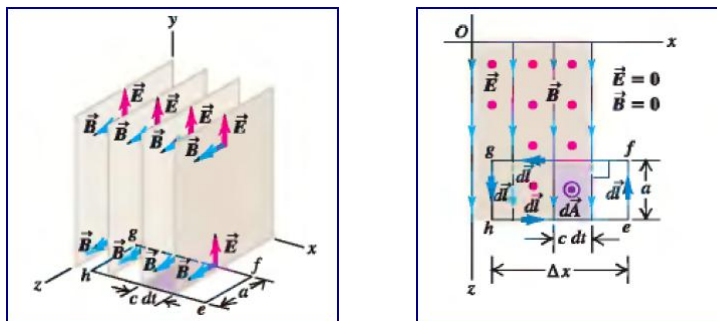
Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

# Επίπεδα κύματα



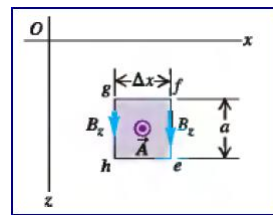
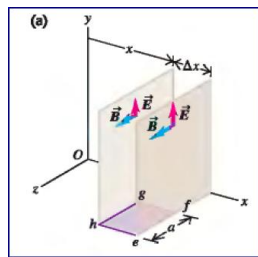
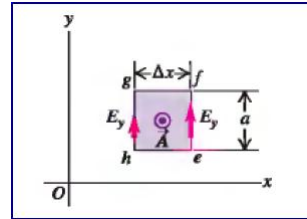
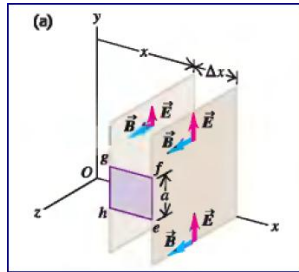
Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

# Ομοίως για το μαγνητικό



Η/Μ-Ο Δ. Βαρουτάς

# Απόδειξη κυματικής εξίσωσης



H/M-O Δ. Βαρουτάς

Κυματική εξίσωση H/M κυμάτων

$$\partial^2 \vec{E} / \partial x^2 - \mu_0 \epsilon_0 \partial^2 \vec{E} / \partial t^2 = 0$$

$$\partial^2 \vec{B} / \partial x^2 - \mu_0 \epsilon_0 \partial^2 \vec{B} / \partial t^2 = 0$$

Αν το ρεύμα είναι αρμονικό (ημιτονοειδές)  
τότε και τα  $\vec{E}$  και  $\vec{B}$  μεταβάλλονται αρμονικά

$$\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 \cos(kx - \omega t)$$

$\vec{E}$  και  $\vec{B}$  συμφασικά

$$\vec{B}(x, t) = \vec{B}_0 \cos(kx - \omega t)$$

x η δ/νση διάδοσης

H/M-O Δ. Βαρουτάς

Τέλος

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Βαρουτάς Δημήτρης. «Ηλεκτρομαγνητισμός - Οπτική - Σύγχρονη Φυσική. Στοιχεία Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI121/>.



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

