



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Κινητές Τεχνολογίες

Διάλεξη 3η : Φύση και διάδοση ασύρματου
σήματος

Γ. Καρυδάκης

Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Περιεχόμενα ενότητας

- Ιστορική αναδρομή
- Ηλεκτρομαγνητικά κύματα
- Διάδοση
- Θόρυβος
- Κεραίες

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγή στην μετάδοση σήματος μέσω ΗΜ κυμάτων
- Εξοικείωση με φαινόμενα που διέπουν την διάδοση των ΗΜ και ειδικότερα των ραδιοκυμάτων

Διάλεξη 3η

Φύση και διάδοση ασύρματου σήματος

Η ιστορία των Ασύρματων Επικοινωνιών

- 1880
 - Hertz – Initial demonstration of practical radio communication
- 1897
 - Marconi – Radio transmission to a tugboat over an 18 mi path
- 1921
 - Detroit Police - Police car radio dispatch (2 MHz frequency band)
- 1933-1981
 - MHz 30 – 152 – 450 – 800
- 1992
 - GSM (Groupe Speciale Mobile) operable in Germany D2 system
- 1996
 - The auction money for six broadband PCS licensed bands (120 MHz) almost reaches 20 billion \$

Δικτύωση για Διάχυτο Υπολογισμό

- Cellular - GSM (Europe+), TDMA & CDMA (US)
 - FM: 1.2-9.6 Kbps; Digital: 9.6-14.4 Kbps (ISDN-like υπηρεσίες)
- Public Packet Radio – Ιδιωτικό
 - 19.2 Kbps (raw), 9.6 Kbps (effective)
- Wireless LAN - wireless LAN bridge (IEEE 802.11)
 - Radio ή Infrared frequencies: 1.2 Kbps-15 Mbps
- Paging Networks – τυπικά one-way communication
 - low receiving power consumption
- Satellites – wide-area coverage (GEOS, MEOS, LEOS)
 - LEOS: 2.4 Kbps (uplink), 4.8Kbps (downlink)

1G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

1970s	Developments of radio and computer technologies for 800/900 MHz mobile communications
1976	WARC (World Administrative Radio Conference) allocates spectrum for cellular radio
1979	NTT (Nippon Telephone & Telegraph) introduces the first cellular system in Japan
1981	NMT (Nordic Mobile Telephone) 900 system introduced by Ericsson Radio System AB and deployed in Scandinavia
1984	AMPS (Advanced Mobile Phone Service) introduced by AT&T in North America

2G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

1982	CEPT (Conference Europeenne des Post et Telecommunications) established GSM to define future Pan-European Cellular Radio Standards
1990	Interim Standard IS-54 (USDC) adopted by TIA (Telecommunications Industry Association)
1990	Interim Standard IS-19B (NAMPS) adopted by TIA
1991	Japanese PDC (Personal Digital Cellular) system standardized by the MPT (Ministry of Posts and Telecommunications)
1992	Phase I GSM system is operational
1993	Interim Standard IS-95 (CDMA) adopted by TIA
1994	Interim Standard IS-136 adopted by TIA
1995	PCS Licenses issued in North America
1996	Phase II GSM operational
1997	North American PCS deploys GSM, IS-54, IS-95
1999	IS-54: North America IS-95: North America, Hong Kong, Israel, Japan, China, etc GSM: 110 countries

3G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

- IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000)
 - Εκπλήρωση της ιδέας του anywhere, anytime communication
- Χαρακτηριστικά-κλειδιά του IMT-2000 περιλαμβάνουν
 - Υψηλό βαθμό κοινής σχεδίασης ανά τον κόσμο
 - Συμβατότητα των υπηρεσιών μέσα στο IMT-2000 και με εκείνες των σταθερών δικτύων
 - Υψηλή ποιότητα
 - Μικρά τερματικά για χρήση ανά τον κόσμο
 - Ικανότητα περιαγωγής (roaming) σε όλο τον κόσμο
 - Ικανότητα για πολυμεσικές εφαρμογές, και μεγάλο εύρος και τερματικών

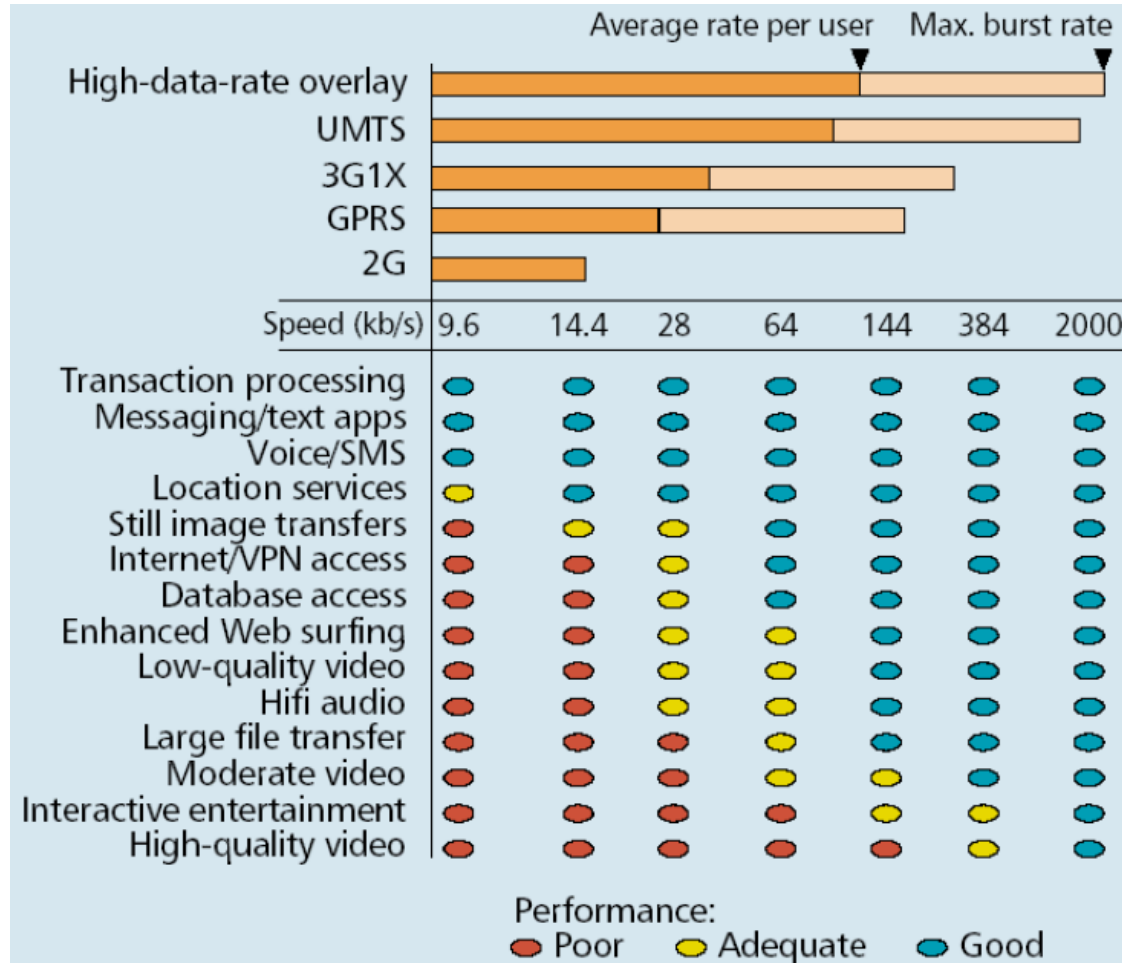
3G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

- Σημαντική συνιστώσα του IMT-2000 είναι η ικανότητα να παρέχει υψηλό ρυθμό δεδομένων
 - 2 Mbps για σταθερά περιβάλλοντα;
 - 384 Kbps για indoor/outdoor και στους πεζούς;
 - 144 kbps για αυτοκίνητα.
- Εργασία Standardization:
 - Προδιαγραφές συντάχθηκαν το 1999

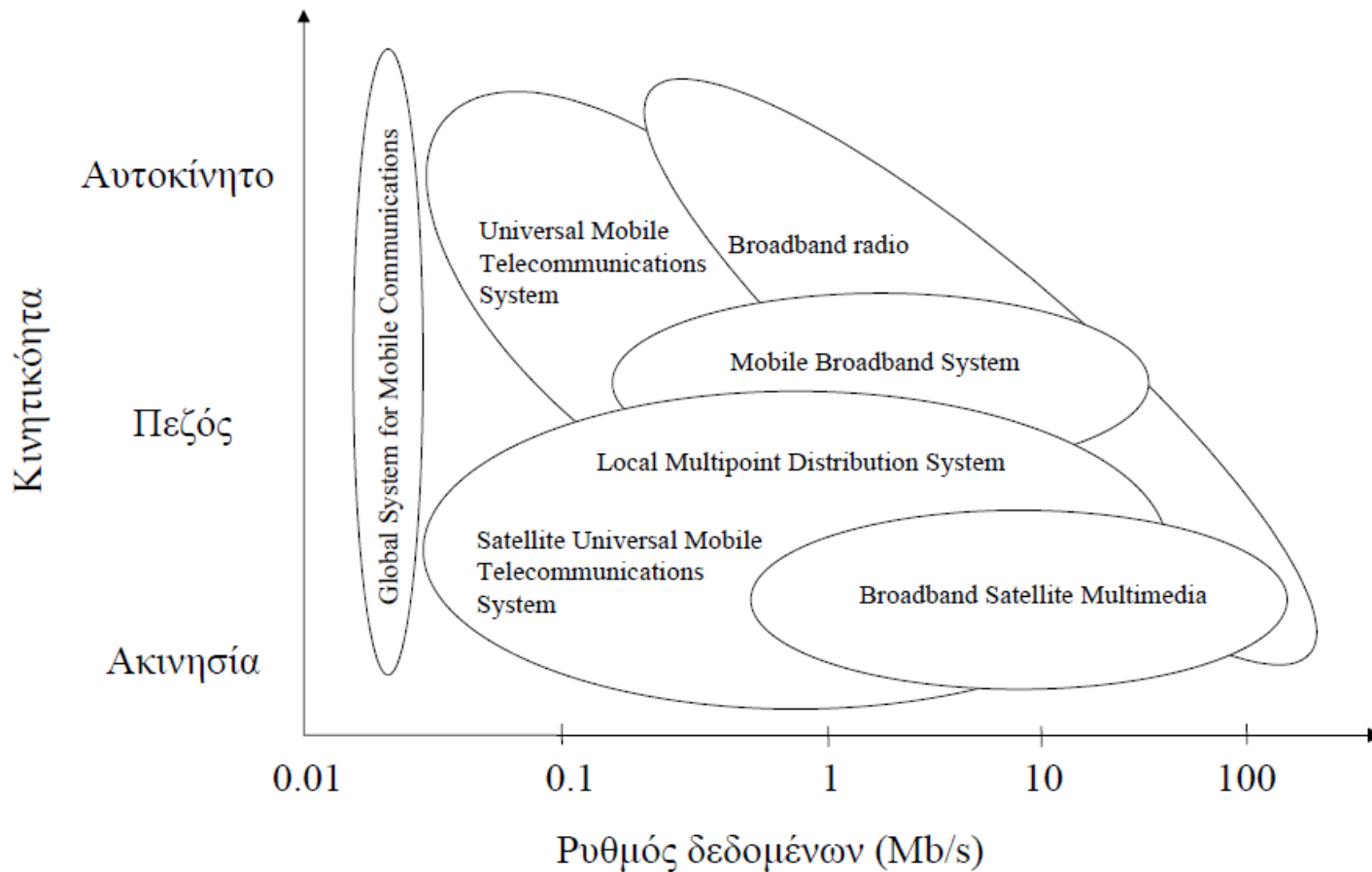
Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες



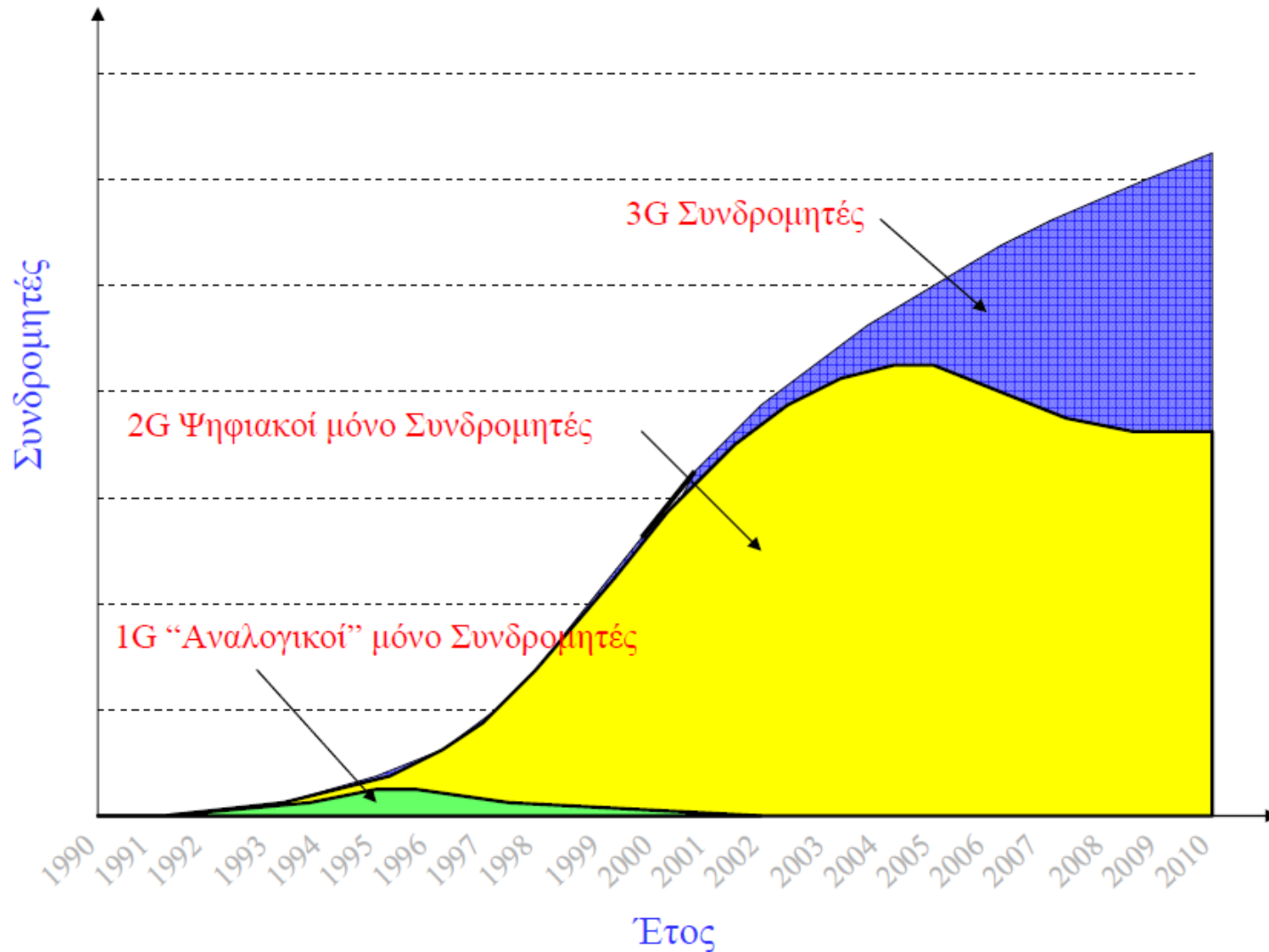
Ασύρματες υπηρεσίες & throughput



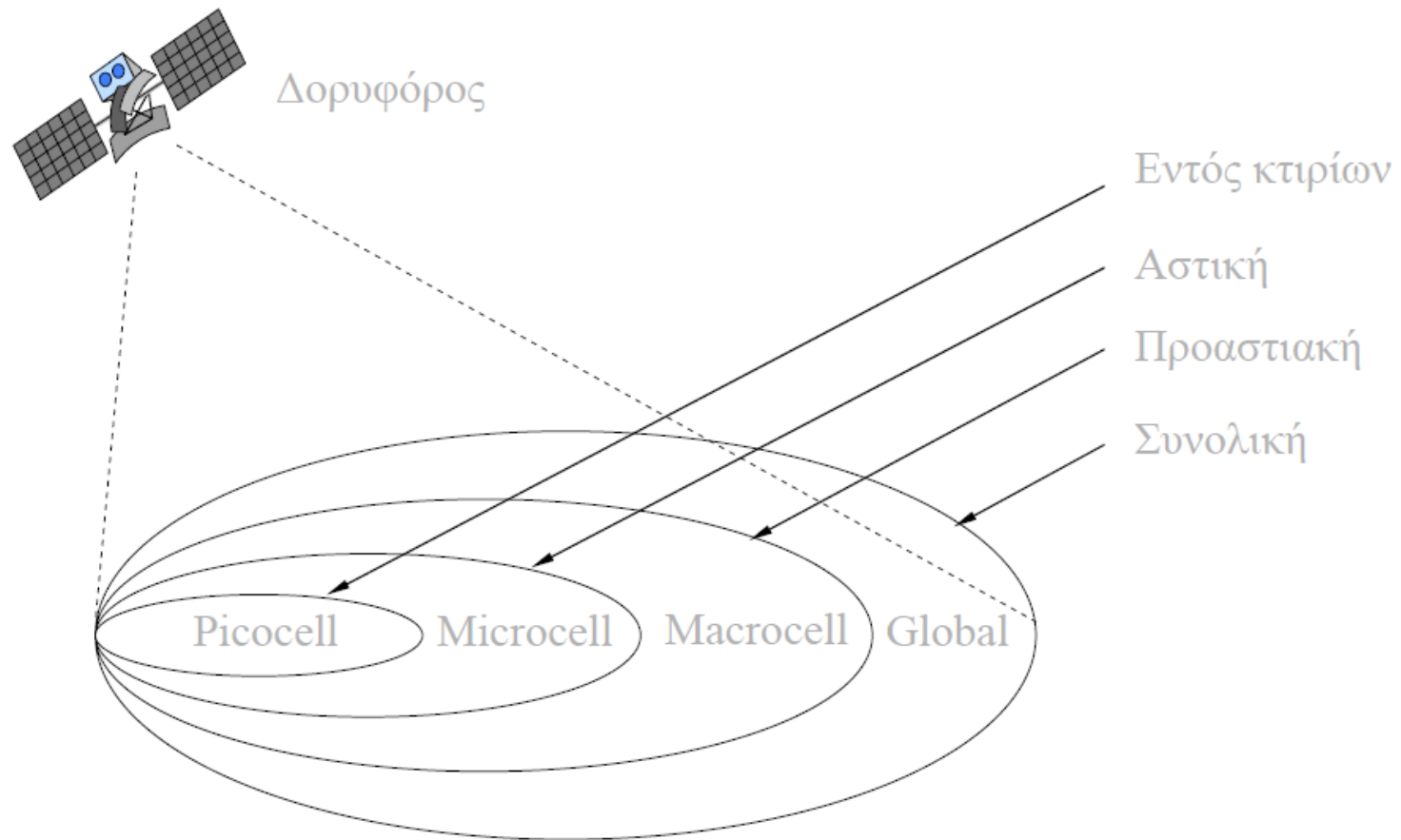
Χωρητικότητα μετάδοσης



Αύξηση των συνδρομητών



Κάλυψη γεωγραφικών περιοχών



Κύματα

Εισαγωγικές έννοιες

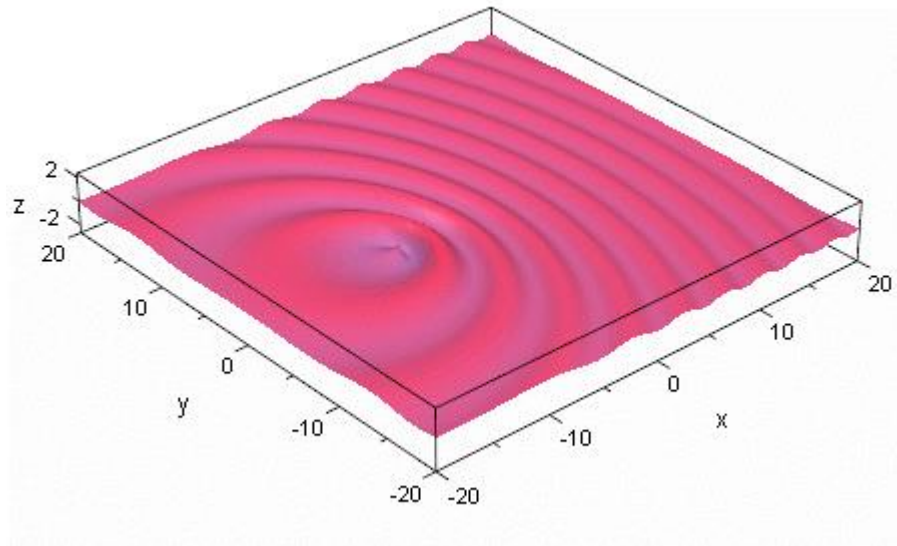
- Όλα όσα βλέπουμε και ακούμε και πολλά από εκείνα που αισθανόμαστε γίνονται αντιληπτά με τη βοήθεια κυμάτων που φτάνουν σε εμάς
- Παραδείγματα:
 - Ήχος
 - Ορατό Φως
 - Ραδιόφωνο, τηλεόραση
 - Κινητή τηλεφωνία
 - Σεισμοί

Πως παράγονται τα κύματα;

- Η κυματική κίνηση συνδέεται άμεσα με την ταλάντωση κάποιου σώματος, σωματιδίου ή κάποιου φυσικού μεγέθους
- Επιπλέον για να παραχθεί κύμα θα πρέπει το σωματίδιο που ταλαντώνεται να αλληλεπιδρούν με άλλα γειτονικά του
- Μέσω αυτής της αλληλεπίδρασης το κύμα μεταφέρει ενέργεια και ορμή καθώς διαδίδεται

Τι είναι όμως κύμα;

- Κύμα ονομάζεται η διάδοση μιας διαταραχής στο χώρο και η εξέλιξη της στο χρόνο



Κατηγορίες κυμάτων

- Τα κύματα διακρίνονται σε μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά
- Τα μηχανικά κύματα χρειάζονται κάποιο μέσο για να διαδοθούν
- Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να διαδίδονται και χωρίς την παρουσία κάποιου μέσου

Παραδείγματα

- Ο ήχος είναι μηχανικό κύμα και χρειάζεται κάποιο μέσο για να διαδοθεί. Αυτό το ρόλο τον επιτελεί συνήθως ο αέρας.
 - Αν αφαιρέσουμε τον αέρα από κάποιο δωμάτιο δεν θα μπορούμε να ακούσουμε τίποτε
- Το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα και διαδίδεται ακόμη και στο κενό.
 - Άρα στο δωμάτιο στο οποίο αφαιρέσαμε τον αέρα δεν θα ακούμε, θα μπορούμε όμως να βλέπουμε....

Μηχανικά Κύματα

- Μηχανικό κύμα ονομάζεται η διάδοση μιας διαταραχής σε ένα μέσο (π.χ. αέριο, υγρό, σχοινί, ελατήριο κτλ.)

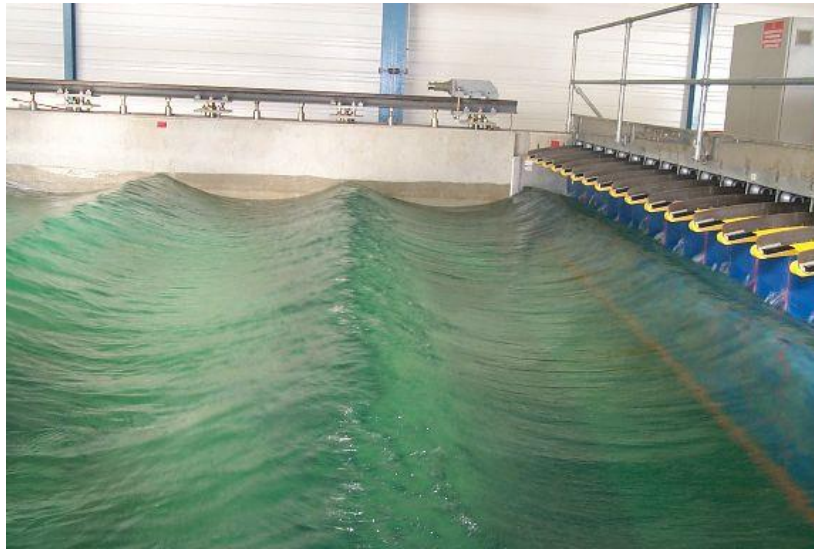


Αιτία δημιουργίας κύματος

- Για να δημιουργηθεί ένα κύμα θα πρέπει να υπάρξει μια αρχική διαταραχή σε κάποια περιοχή του μέσου
- Επιπλέον θα πρέπει τα σωματίδια που διαταράσσονται να αλληλεπιδρούν με τα γειτονικά τους
- Με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται η ενέργεια της διαταραχής και σε άλλες περιοχές του μέσου

Το κύμα τι μεταφέρει;

- Τα κύματα μεταφέρουν ενέργεια
- Τα κύματα **δεν** μεταφέρουν μάζα

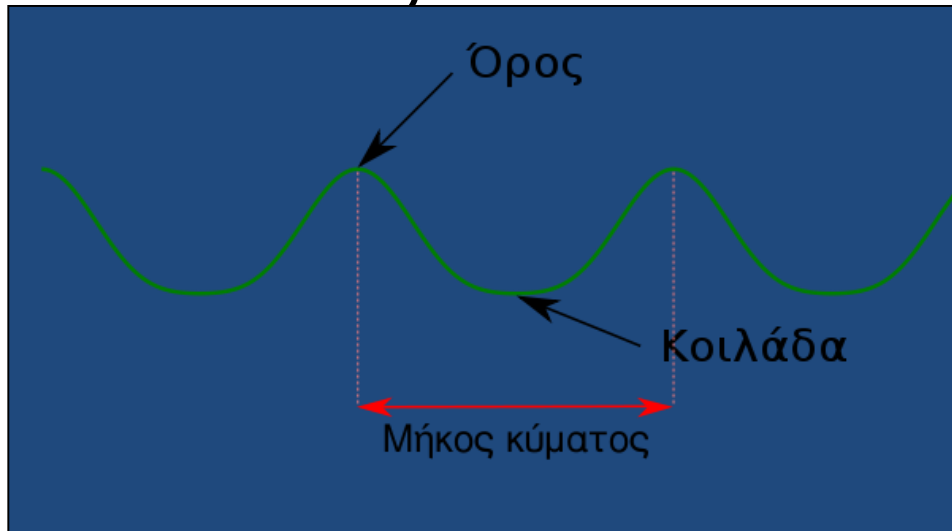


Είδη μηχανικών κυμάτων

- Τα μηχανικά κύματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
 - εγκάρσια
 - διαμήκη

Εγκάρσια Κύματα

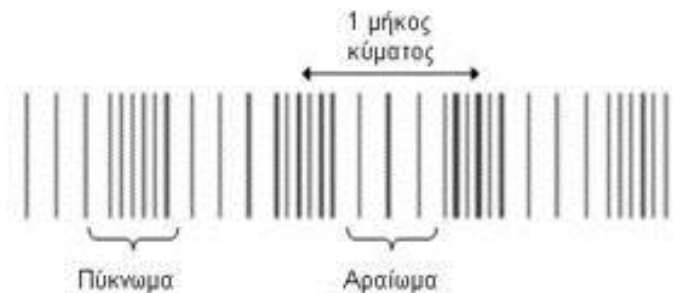
- **Εγκάρσια κύματα** ονομάζονται εκείνα τα κύματα των οποίων η διεύθυνση διάδοσής των είναι κάθετη στη διεύθυνση της ταλάντωσης και σχηματίζονται «όροι» και «κοιλιάδες»



Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται στα στερεά σώματα και στην επιφάνεια των υγρών

Διαμήκη Κύματα

- **Διαμήκη κύματα** ονομάζονται τα κύματα εκείνα των οποίων η διεύθυνση διάδοσής των συμπίπτει με την διεύθυνση της ταλάντωσης και σχηματίζονται «**πυκνώματα**» και «**αραιώματα**»



Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται και στα στερεά και στα υγρά **και** στα αέρια

Παραδείγματα

- Εγκάρσια είναι
 - ηλεκτρομαγνητικά κύματα
 - κύματα που δημιουργούμε κουνώντας πάνω κάτω την άκρη από ένα οριζόντιο τεντωμένο σχοινί
- Διαμήκη κύματα μεταξύ άλλων είναι τα ηχητικά κύματα

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα

Η πιο απλή μορφή - Φώς

- Εσείς τι θα λέγατε ότι είναι το φως;
- Πως το αντιλαμβάνεστε;
- Μπορείτε να αναφέρετε μερικές πηγές φωτός
- Το φως έχει κυματικά χαρακτηριστικά ή όπως συνηθίζεται να λέμε είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία)

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

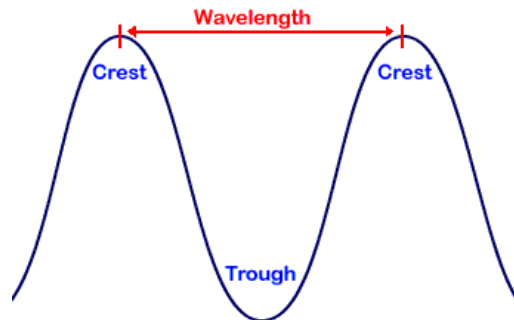
- Η ΗΜ ακτινοβολία αποτελεί τη μορφή ενέργειας που εκπέμπεται από τα διάφορα αντικείμενα, μόρια ή άτομα και η οποία μεταφέρεται με την μορφή ΗΜ κυμάτων
- Επομένως όλα τα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας «ταξιδεύουν» στο χώρο με τη μορφή κυμάτων
- Το ορατό φως είναι ΗΜ ακτινοβολία

Ηλεκτρομαγνητικό κύμα

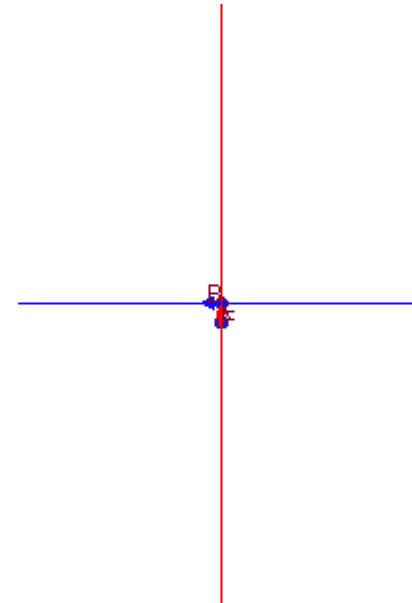
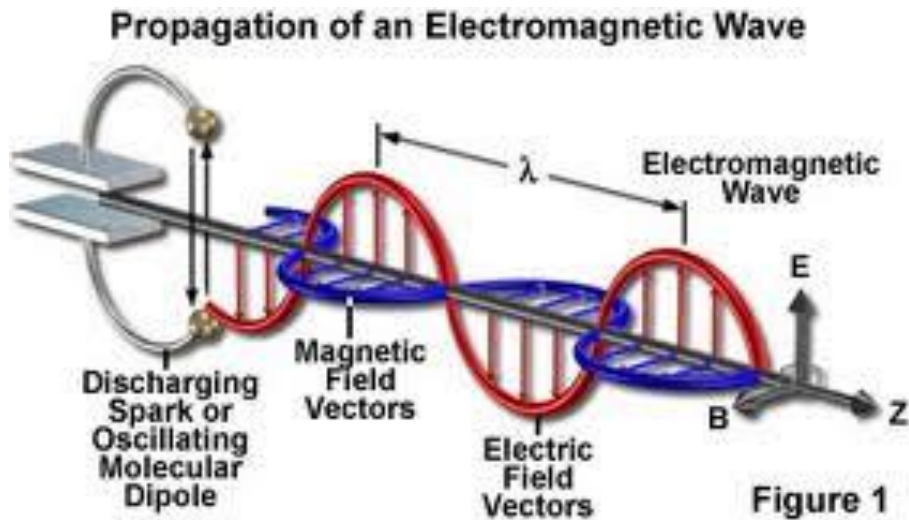
- Με απλά λόγια, ένα ΗΜ κύμα αποτελεί τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια από ένα σημείο σε ένα άλλο χωρίς τη μεσολάβηση κάποιου μέσου
- Τα ΗΜ κύματα και άρα και το φως μπορούν να «ταξιδεύουν» στο κενό (Σε αντίθεση με κύματα όπως τα ηχητικά, της θάλασσας, μηχανικά κτλ.)

Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα

- Μήκος κύματος = λ
- Συχνότητα = ν
- Ταχύτητα του φωτός = $c = 300.000 \text{ km/s}$
- Επαναλαμβάνεται κάθε λ μέτρα στο χώρο
- Επαναλαμβάνεται ν φορές κάθε δευτερόλεπτο
- Ταξιδεύει με την ταχύτητα του φωτός c
- Απαιτείται χρόνος μιας περιόδου T για μια πλήρη ταλάντωση



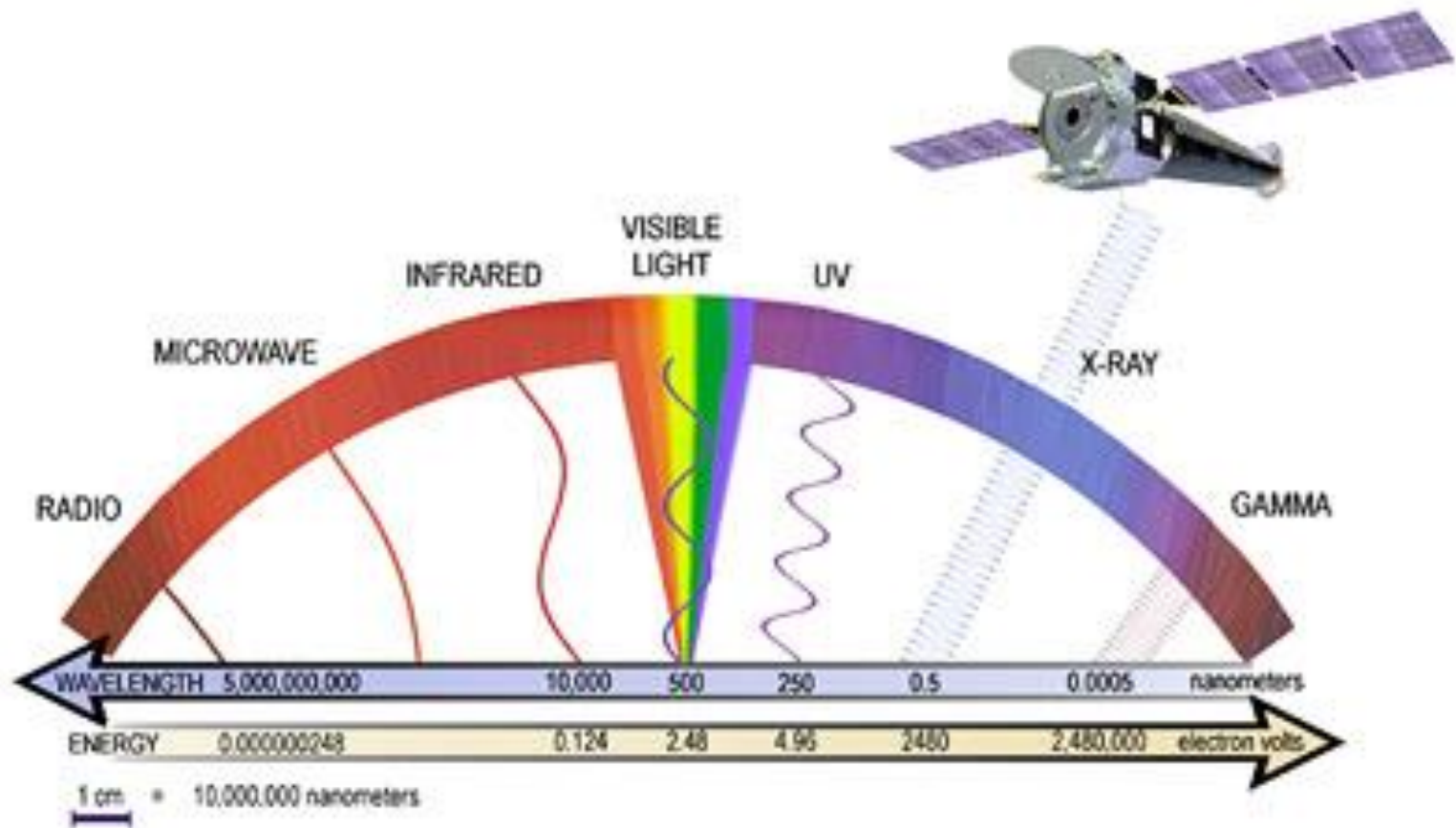
ΗΜ ακτινοβολία



Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

- Τα ΗΜ κύματα δημιουργούνται από τις κινήσεις των ηλεκτρικών φορτίων
- Οι έννοιες φως, ΗΜ κύμα, ΗΜ ακτινοβολία θεωρούνται ταυτόσημες
- Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα: το εύρος όλων των πιθανών συχνοτήτων ΗΜ ακτινοβολίας.

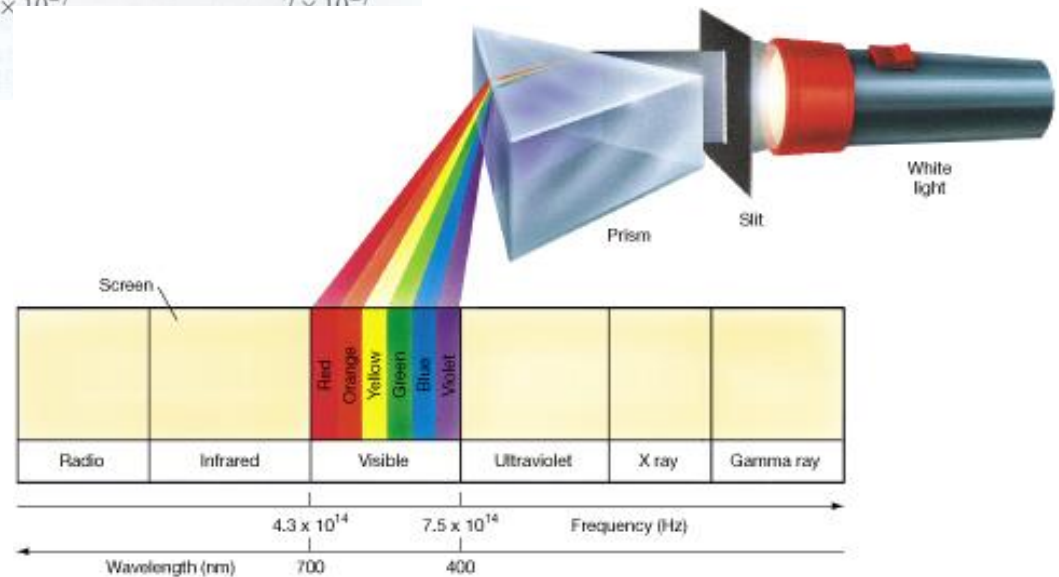
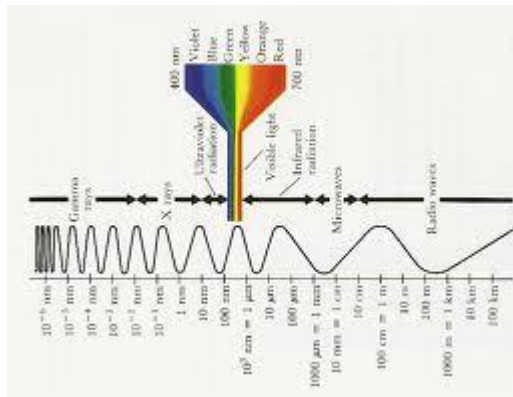
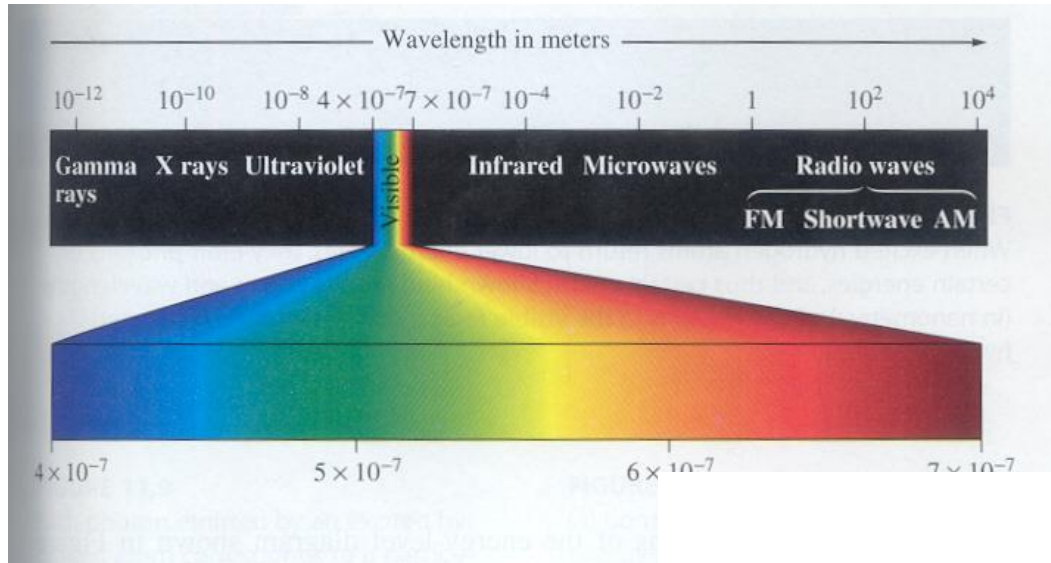
Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα



Ορατό φως (ή μήπως ΗΜ κύμα)

- Το ορατό φως αποτελεί ένα πολύ μικρό κομμάτι του Ηλεκτρομαγνητικού Φάσματος
- Το λέμε ορατό και είναι σημαντικό για εμάς σε σχέση με τα υπόλοιπα μέρη του ΗΜ φάσματος γιατί τα μάτια μας είναι «σχεδιασμένα» να βλέπουν σε αυτά τα μήκη κύματος
- Η περιοχή του φάσματος που αντιστοιχεί στο ορατό φως κυμαίνεται από 700nm – 400nm (1nm= 10^{-9} m)

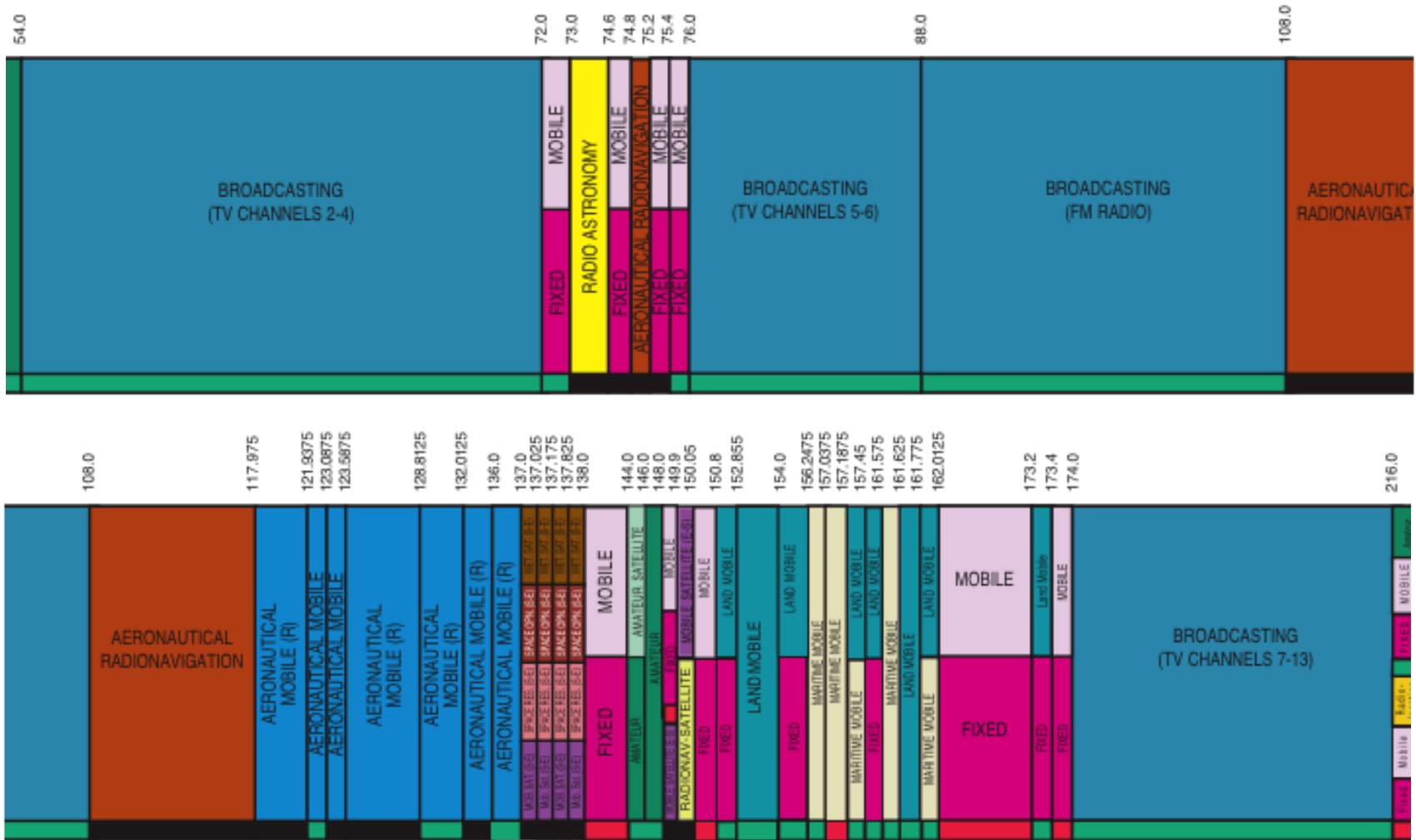
Ορατό φως (ή μήπως ΗΜ κύμα)



Ορατό φως (ή μήπως ΗΜ κύμα)

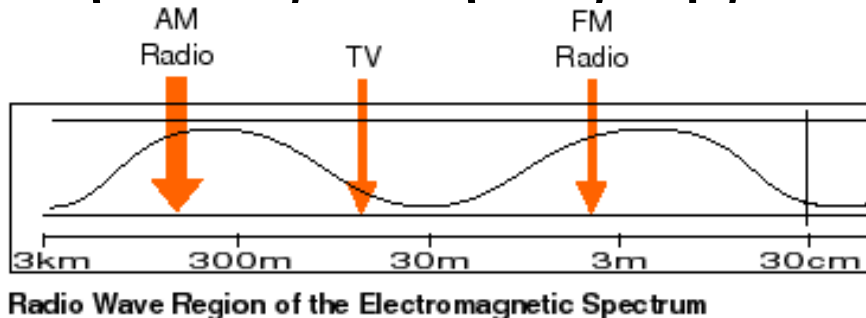
- Το λευκό φως είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης όλων των χρωμάτων. Ένα σώμα φαίνεται λευκό όταν ανακλά όλες τις συχνότητες του ορατού φωτός
- Ένα σώμα φαίνεται μαύρο όταν απορροφάει όλες τις συχνότητες του ορατού φωτός
- Ένα σώμα είναι διάφανο όταν το φως το διαπερνάει χωρίς να ανακλαστεί ή να απορροφηθεί από αυτό

Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα



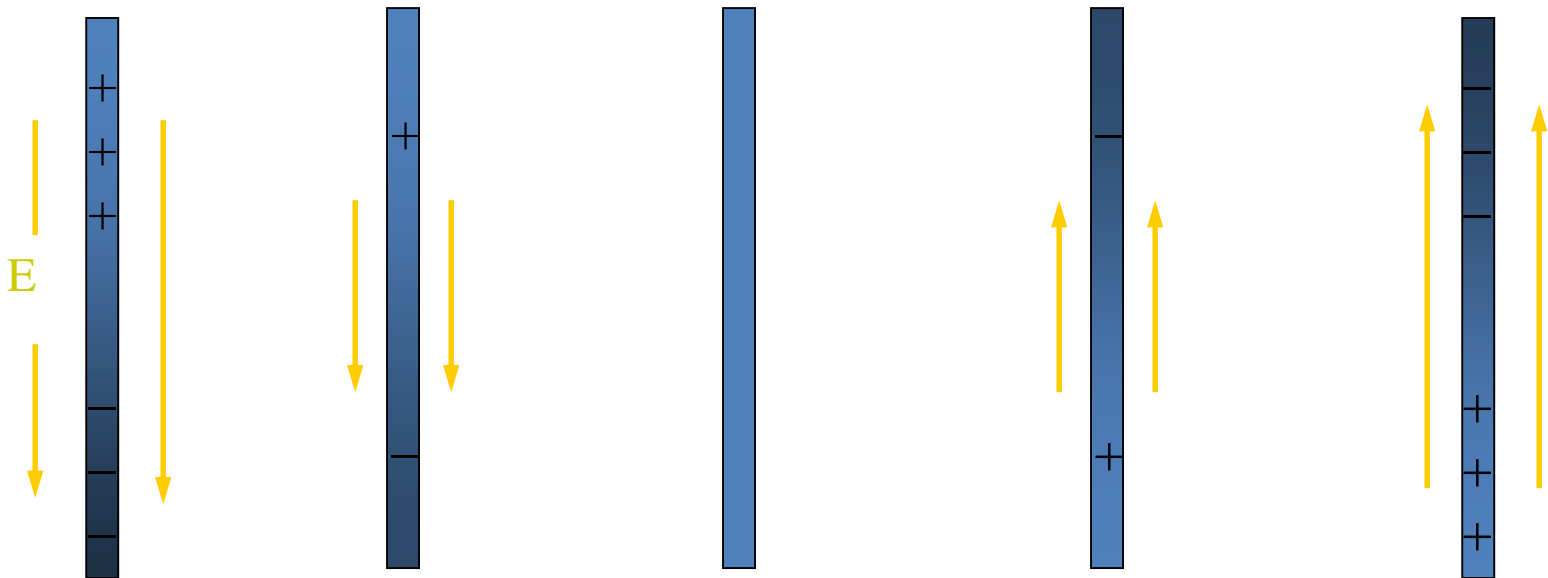
Ραδιοκύματα

- Τα ραδιοκύματα έχουν τα πιο μεγάλα μήκη κύματος. (50cm-1km)
- Τα ραδιοκύματα δεν αξιοποιούνται μόνο για να ακούμε μουσική από τα ραδιόφωνα μας.
- Τα ραδιοκύματα χρησιμοποιούνται και για την μεταφορά του τηλεοπτικού σήματος και για τις ανάγκες της κινητής τηλεφωνίας



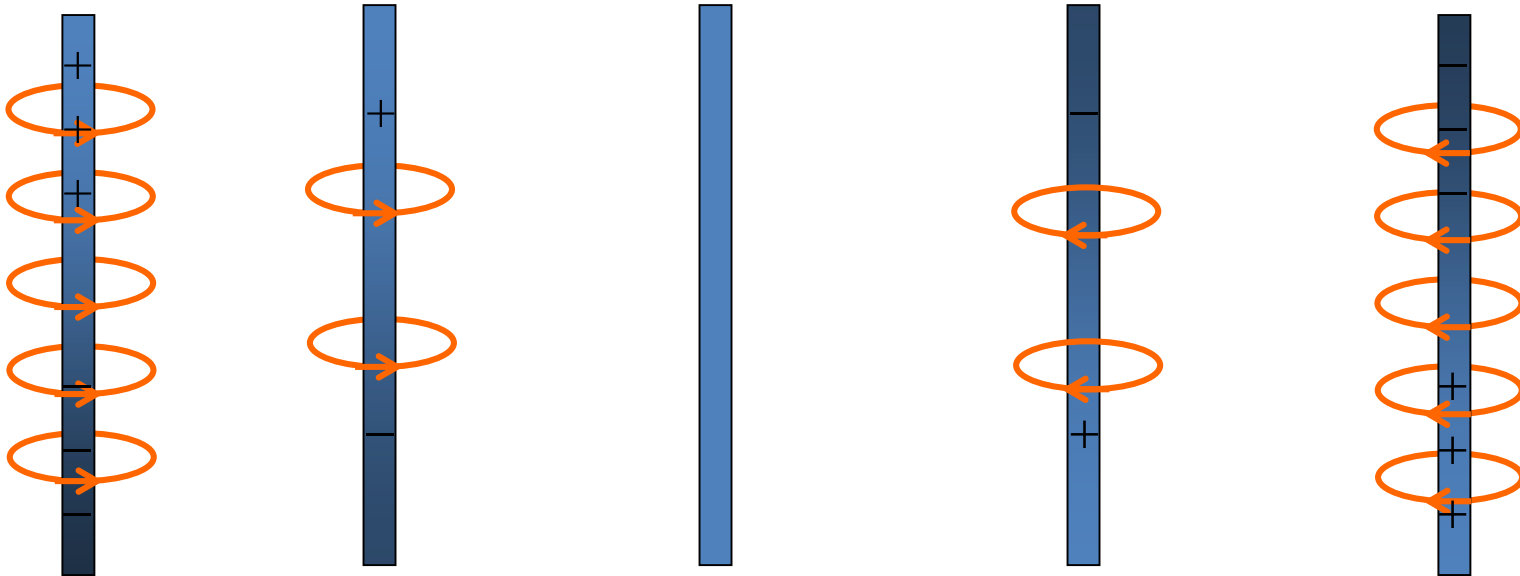
Παραγωγή ΗΜ κυμάτων

- Επιταχυνόμενα φορτία εκπέμπουν ΗΜ ενέργεια
- Εάν είναι περιοδικά παράγονται χρονικά μεταβαλλόμενα πεδία

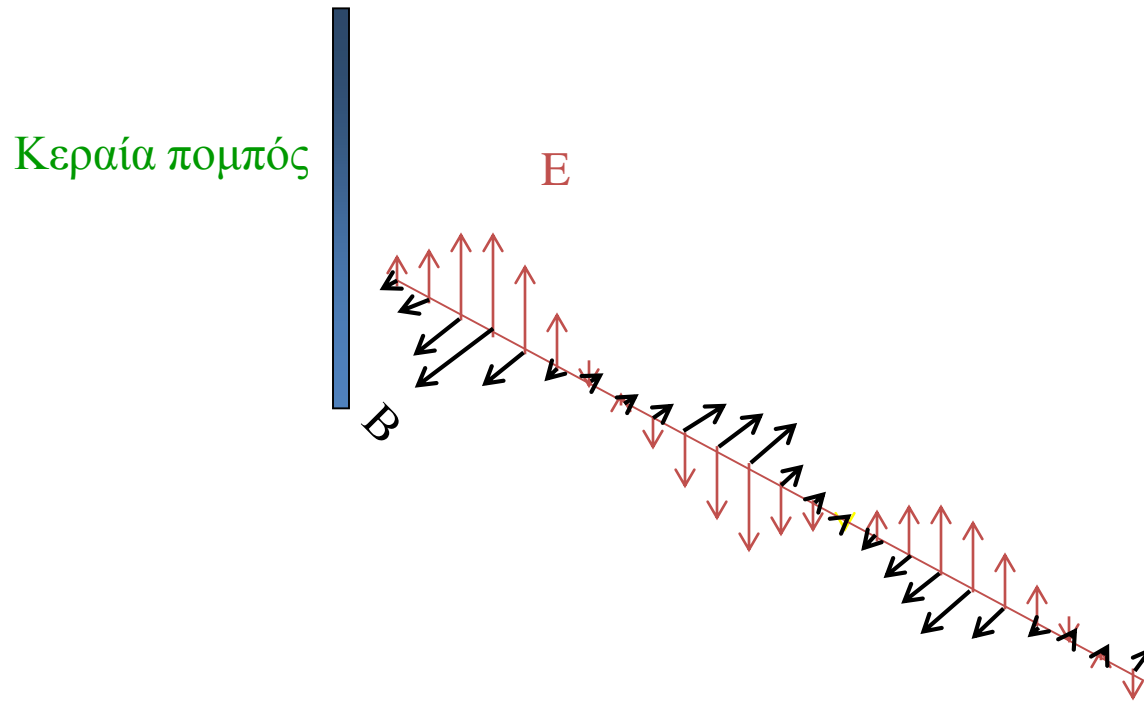


Παραγωγή ΗΜ κυμάτων

- Κάθετη διάδοση ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων

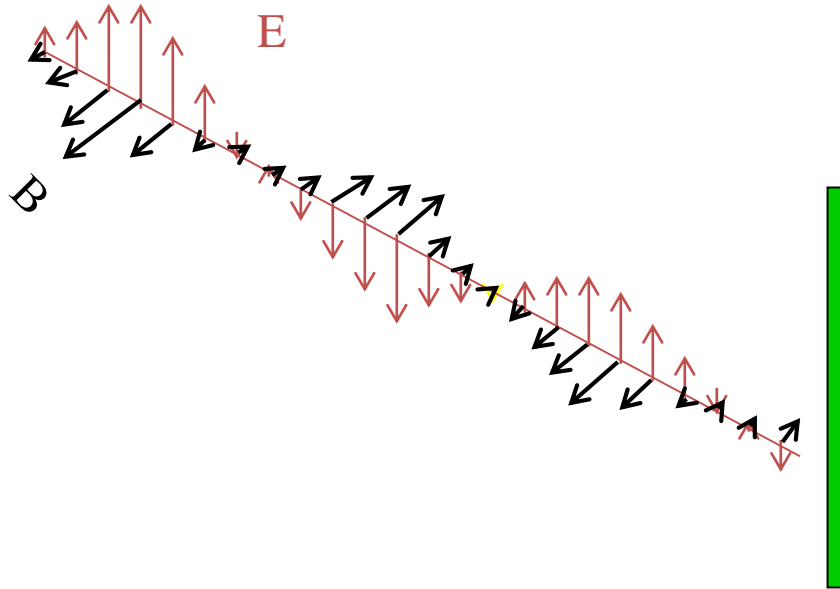


Πόλωση ΗΜ ακτινοβολίας



Δέκτης ΗΜ ακτινοβολίας

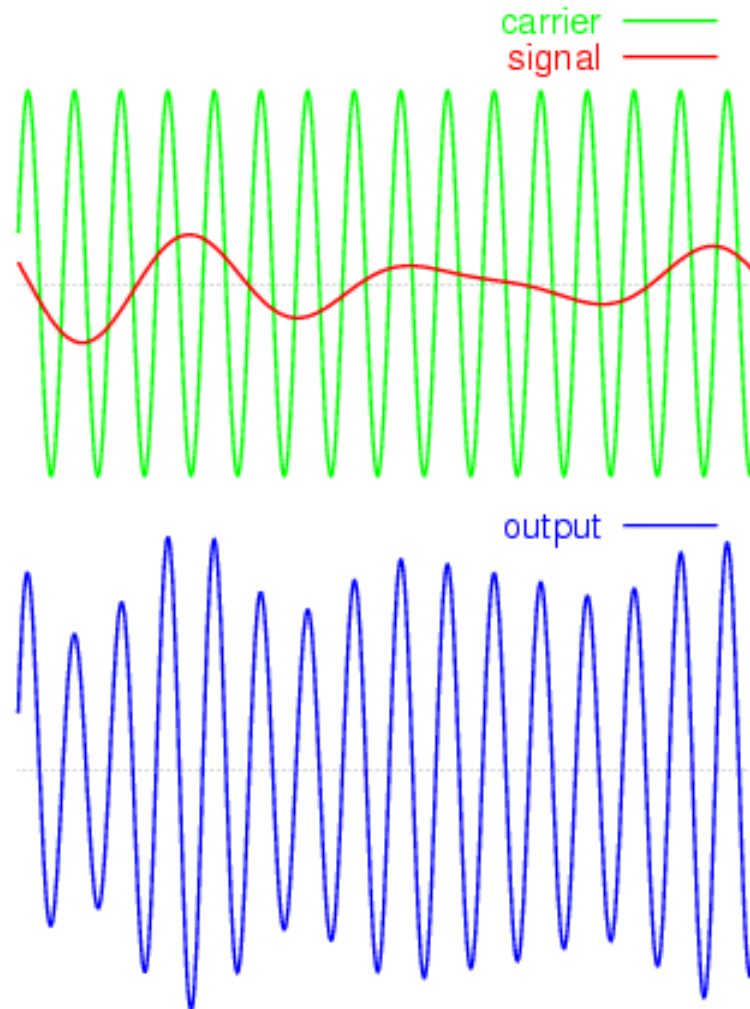
- Κεραίες δέκτες συντονίζονται στο μήκος κύματος και στην πόλωση του κύματος
- Ηλεκτρόνια στον δέκτη διεγείρονται από την μεταδιδόμενη ενέργεια



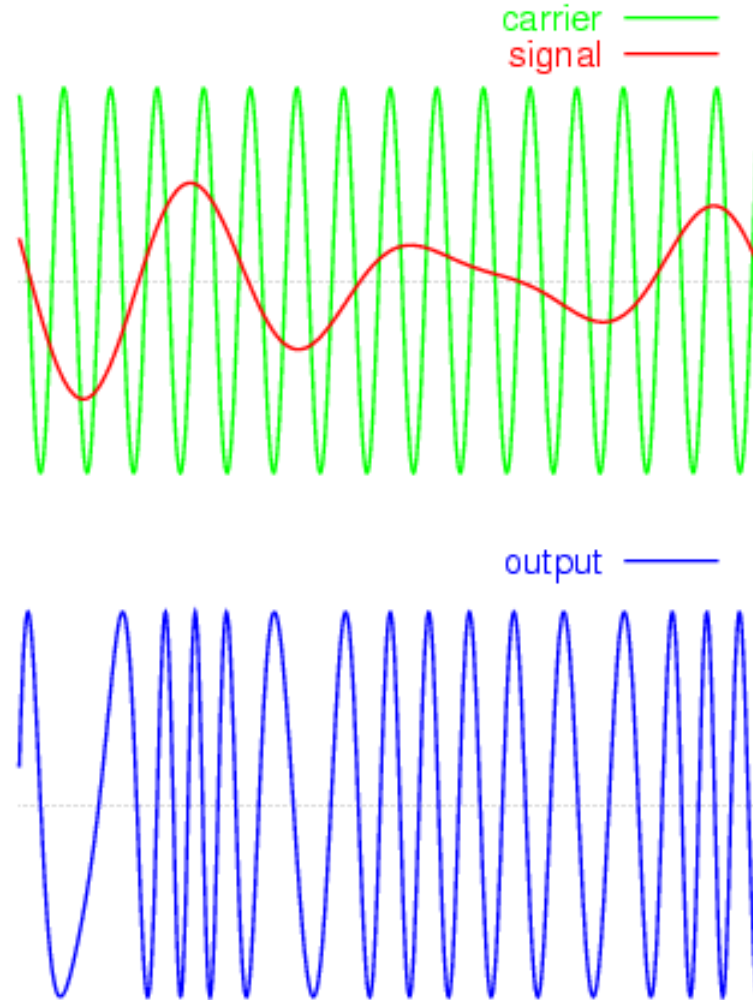
Κωδικοποίηση πληροφορίας μέσω ΗΜ κυμάτων

- Διαμόρφωση πλάτους
 - Amplitude Modulation (AM)
- Διαμόρφωση συχνότητας
 - Frequency Modulation (FM)

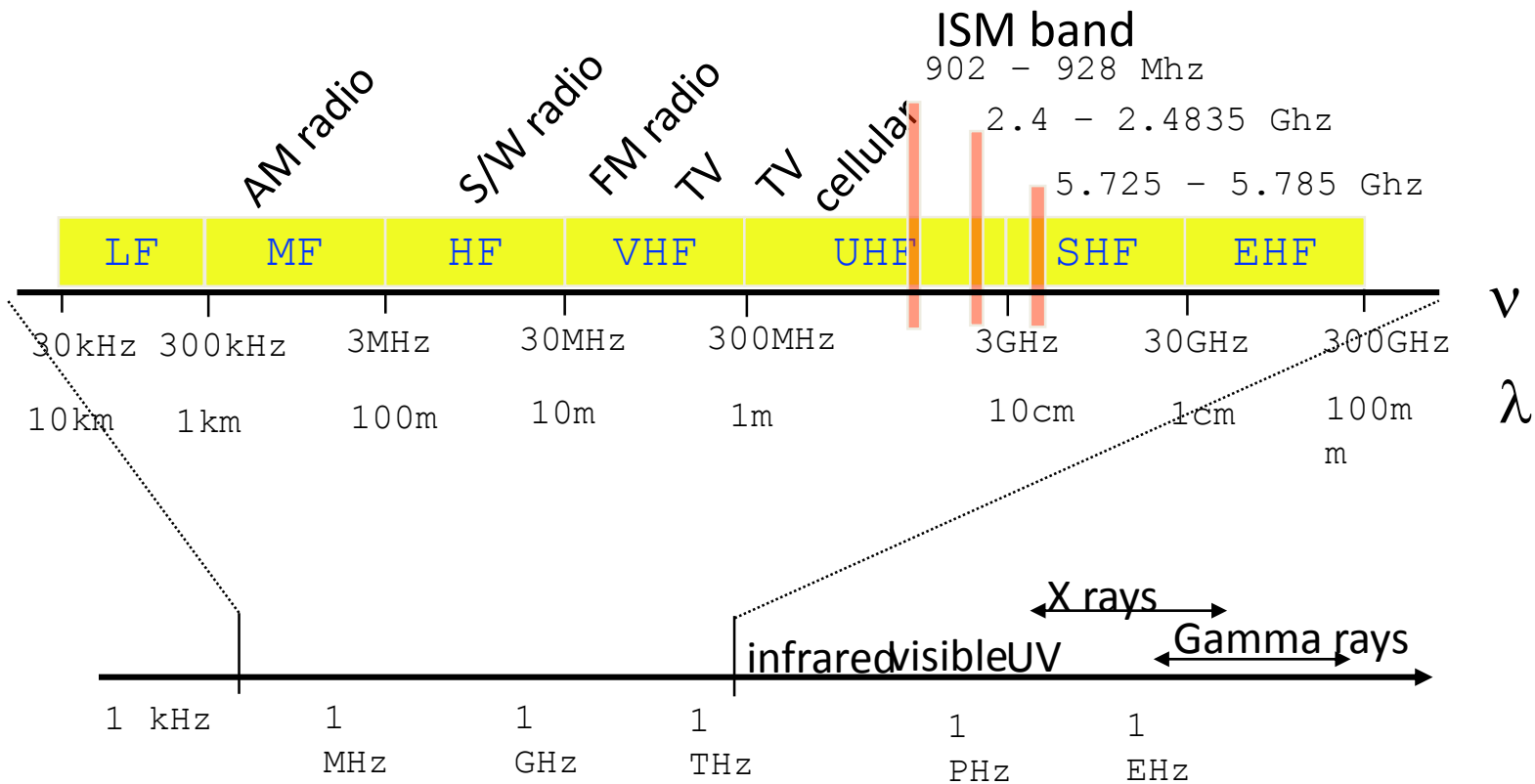
Παραδείγματα κωδικοποίησης - AM



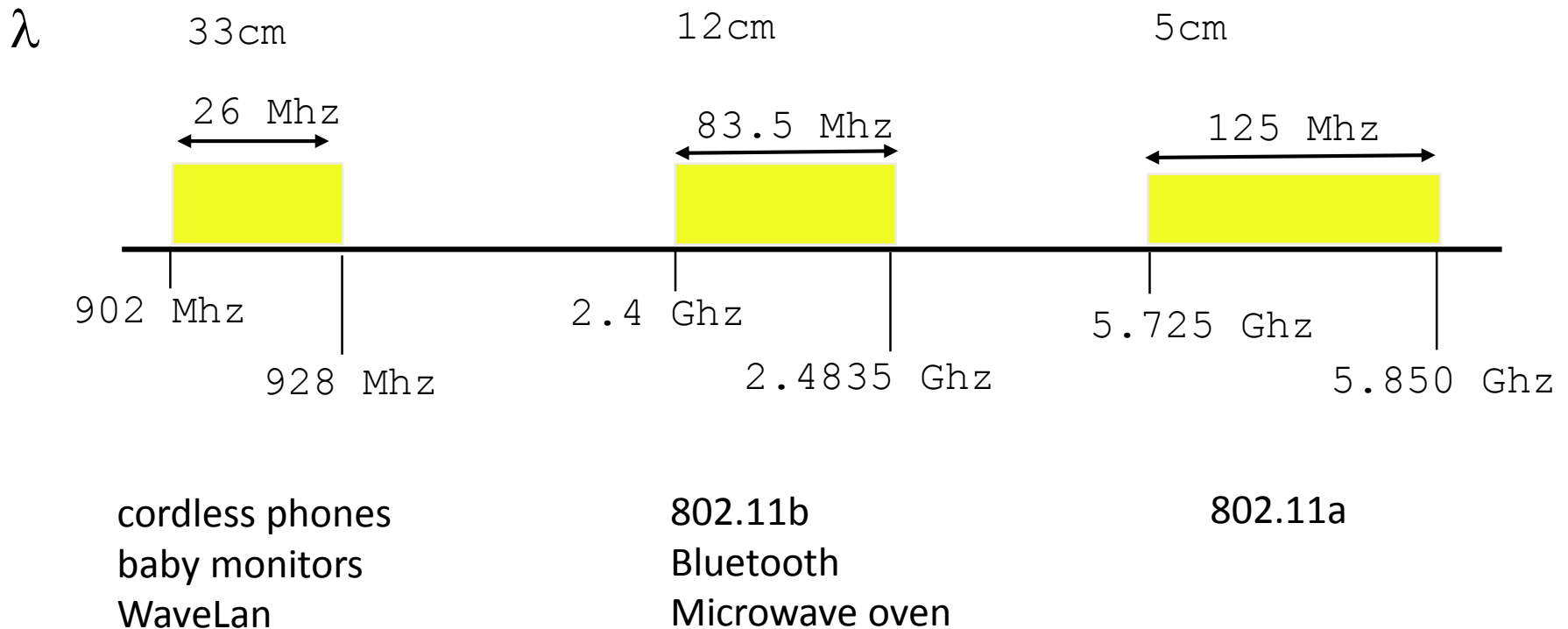
Παραδείγματα κωδικοποίησης - FM



Φάσμα συχνοτήτων



Ελεύθερο φάσμα συχνοτήτων



Περιεχόμενα Εργαστηρίου

- Φιλοσοφία της jQuery
- Σύνταξη του jQuery selector
- Μια πιο κοντινή ματιά στη σύνταξη selector
- Περισσότερα παραδείγματα από selectors
- Διαβάζοντας και αλλάζοντας ιδιότητες (attributes)
- Χειρισμός DOM (DOM manipulation)

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

