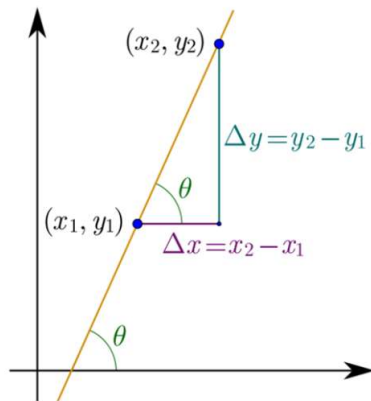


Παράγωγος (derivative)



$$\tan \theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

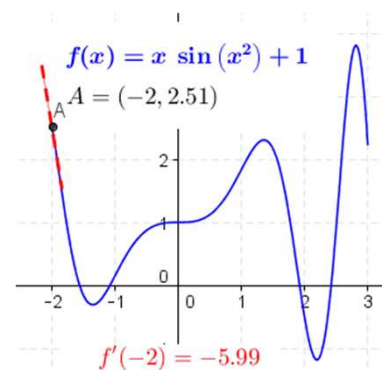
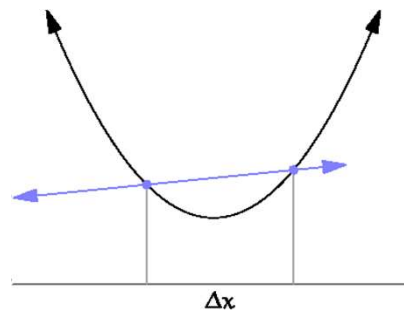
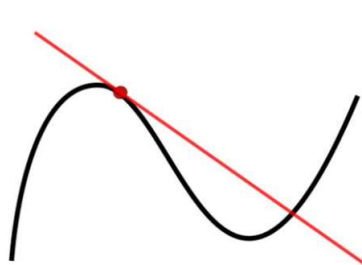
Όταν $\Delta x \rightarrow 0$, $\Delta y \rightarrow 0$

$y=f(x)=ax+b$ (ευθεία)

$$\tan \theta = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dy}{dx} = \frac{df(x)}{dx} = f'(x)$$

Παράγωγος της συνάρτησης f

Πρακτικά δηλώνει την κλίση της συνάρτησης f σε καθένα σημείο x
Εάν $x \rightarrow t$, χρόνος τότε: Ρυθμός μεταβολής



$$f(x)=x^n$$

$$f'(x)=nx^{n-1}$$

$$g(x)=a f(x)$$

$$a:\text{constant}$$

$$g'(x)=a f'(x)$$

$$h(x)=f(x)+g(x)$$

$$h'(x)=f'(x)+g'(x)$$

$$h(x)=f(x) g(x)$$

$$h'(x)=f'(x)g(x)+f(x)g'(x)$$

$$g(x)=1/f(x)$$

$$g'(x)=[-1/f(x)^2]f'(x)$$

<https://en.wikipedia.org/wiki/Derivative>

$$\frac{d}{dx}c = 0$$

$$\frac{d}{dx}x = 1$$

$$\frac{d}{dx}(cx) = c$$

$$\frac{d}{dx}|x| = \frac{|x|}{x} \quad (x \neq 0)$$

$$\frac{d}{dx}x^c = cx^{c-1} \quad (\text{where both } x^c \text{ and } cx^{c-1} \text{ are defined})$$

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{d}{dx}(x^{-1}) = -x^{-2} = -\frac{1}{x^2}$$

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{x^c}\right) = \frac{d}{dx}(x^{-c}) = -cx^{-c-1} = -\frac{c}{x^{c+1}}$$

$$\frac{d}{dx}\sqrt{x} = \frac{d}{dx}x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{x}} \quad (x > 0)$$

$y = f(x)$	$\frac{dy}{dx} = f'(x)$
k , any constant	0
x	1
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
x^n , any constant n	nx^{n-1}
e^x	e^x
e^{kx}	ke^{kx}
$\ln x = \log_e x$	$\frac{1}{x}$
$\sin x$	$\cos x$
$\sin kx$	$k \cos kx$
$\cos x$	$-\sin x$
$\cos kx$	$-k \sin kx$
$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$	$\sec^2 x$
$\tan kx$	$k \sec^2 kx$
$\operatorname{cosec} x = \frac{1}{\sin x}$	$-\operatorname{cosec} x \cot x$
$\sec x = \frac{1}{\cos x}$	$\sec x \tan x$
$\cot x = \frac{\cos x}{\sin x}$	$-\operatorname{cosec}^2 x$
$\sin^{-1} x$	$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$\cos^{-1} x$	$\frac{-1}{\sqrt{1-x^2}}$
$\tan^{-1} x$	$\frac{1}{1+x^2}$
$\cosh x$	$\sinh x$
$\sinh x$	$\cosh x$
$\tanh x$	$\operatorname{sech}^2 x$
$\operatorname{sech} x$	$-\operatorname{sech} x \tanh x$
$\operatorname{cosech} x$	$-\operatorname{cosech} x \coth x$
$\coth x$	$-\operatorname{cosech}^2 x$
$\cosh^{-1} x$	$\frac{1}{\sqrt{x^2-1}}$
$\sinh^{-1} x$	$\frac{1}{\sqrt{x^2+1}}$
$\tanh^{-1} x$	$\frac{1}{1-x^2}$

Basic Derivative Formula Rules



1. Constant Rule : $\frac{d}{dx}(c) = 0$
2. Constant Multiple Rule : $\frac{d}{dx}[cf(x)] = cf'(x)$
3. Power Rule : $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$
4. Sum Rule : $\frac{d}{dx}[f(x) + g(x)] = f'(x) + g'(x)$
5. Difference Rule : $\frac{d}{dx}[f(x) - g(x)] = f'(x) - g'(x)$
6. Product Rule : $\frac{d}{dx}[f(x)g(x)] = f(x)g'(x) + g(x)f'(x)$
7. Quotient Rule : $\frac{d}{dx}\left[\frac{f(x)}{g(x)}\right] = \frac{g(x)f'(x) - f(x)g'(x)}{[g(x)]^2}$
8. Chain Rule : $\frac{d}{dx}f[g(x)] = f'[g(x)]g'(x)$

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ



Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Μέχρι την εποχή του Isaac Newton (Ισαάκ Νεύτωνα, 1642-1727), οι περισσότεροι επιστήμονες πίστευαν ότι το φως συνίσταται από δέσμες σωματιδίων (που τα ονόμαζαν *corpuscles*) τα οποία εξέπεμπαν οι φωτεινές πηγές. Κατά τις αρχές του 19ου αιώνα οι πειραματικές ενδείξεις της κυματικής φύσης του φωτός είχαν ήδη καταστεί ιδιαίτερα πειστικές.

Το 1873 ο Τζέιμς Κλαρκ Μάξγουελ προέβλεψε την ύπαρξη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και υπολόγισε την ταχύτητα διάδοσής τους. Η εξέλιξη αυτή, καθώς και η πειραματική έρευνα του Χάινριχ Χερτς, που ξεκίνησε το 1887, απέδειξαν καθοριστικά ότι το φως είναι πράγματι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Οι Δύο Φύσεις του Φωτός

Παρ' όλα αυτά, η κυματική αναπαράσταση του φωτός δεν αποτελεί την πλήρη εικόνα του θέματος. Αρκετά φαινόμενα που σχετίζονται με την εκπομπή και την απορρόφηση του φωτός αφήνουν να διαφανεί και η σωματιδιακή του φύση, με την έννοια ότι η ενέργεια που μεταφέρεται από τα φωτεινά κύματα είναι «συσκευασμένη» σε διακριτές δεσμίδες που ονομάζονται *φωτόνια* ή *κβάντα*. Αυτή η φαινομενική αντίφαση μεταξύ της κυματικής και της σωματιδιακής φύσης υπερκεράστηκε από το 1930 με την ανάπτυξη της Κβαντικής Ηλεκτροδυναμικής, μιας ευρύτερης θεωρίας που εμπεριέχει τόσο τις κυματικές όσο και τις σωματιδιακές ιδιότητες του φωτός. Η διάδοση του φωτός περιγράφεται κάλλιστα από το κυματικό μοντέλο, αλλά η κατανόηση της εκπομπής και της απορρόφησης απαιτεί τη σωματιδιακή προσέγγιση.

ΦΩΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ →

Κύμα ← → Σωματίδιο

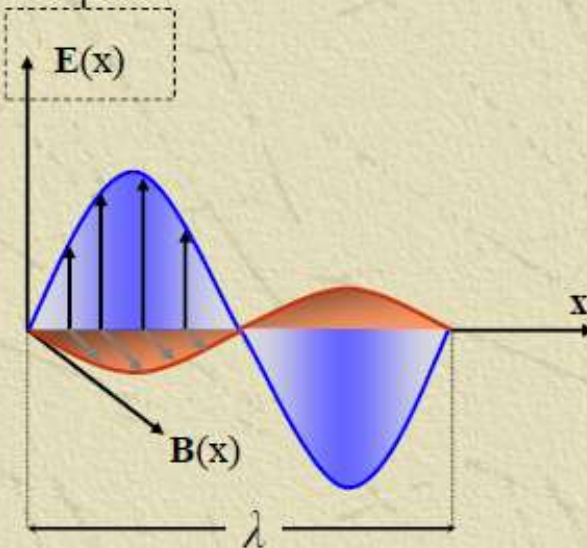
Ηλεκτρικό πεδίο

Μαγνητικό πεδίο

[ταξιδεύουν στο κενό και όλα με την ίδια ταχύτητα, είναι εγκάρσια]

$$E(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t) = E_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - 2\pi f t\right)$$

[μέτρο]

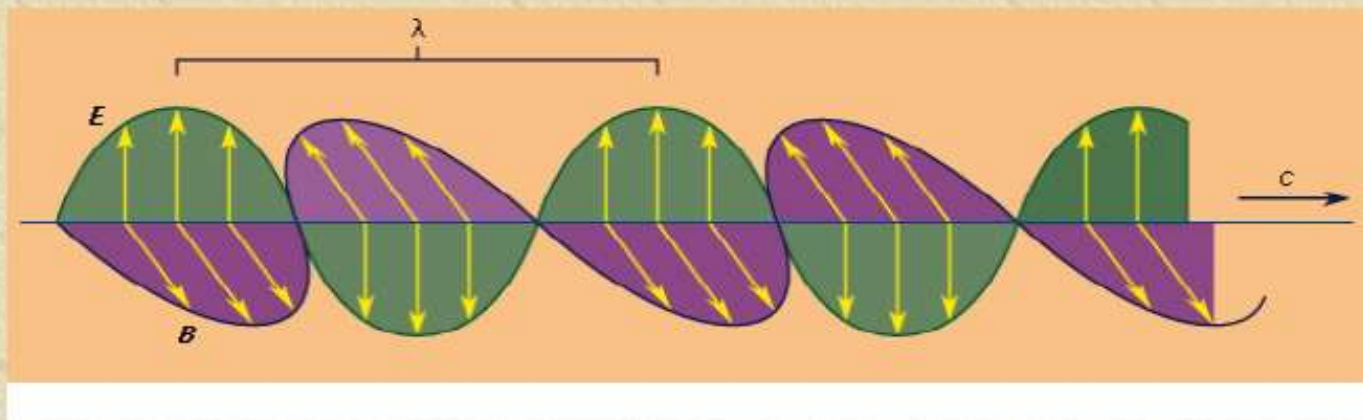


Βασικά χαρακτηριστικά της
Η/Μ ακτινοβολίας

- ✧ Μήκος κύματος λ (nm)
- ✧ Συχνότητα f (THz)
 $c = \lambda f = 300000 \text{ Km/s}$
- ✧ Ένταση $I \sim E^2$ (W/m^2)
- ✧ Πόλωση

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΦΩΣ

- Η ΗΜ ακτινοβολία (φως) αποτελείται από δύο πεδία τα οποία κυμαίνονται αρμονικά: το ηλεκτρικό **E** και το μαγνητικό **B**
- Τα πεδία αυτά είναι ικανά να ασκήσουν δυνάμεις σε φορτισμένα σωματίδια
 - Το φως μπορεί να περιγραφεί πως αποτελείται από ένα σύνολο στοιχειωδών κυμάνσεων τα οποία ονομάζονται φωτόνια το καθένα από τα οποία κινείται με την ταχύτητα c και κουβαλάει ενέργεια E . Τα δύο πεδία **E** και **B** είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του φωτός και είναι συμφασικά.



Κβαντική προσέγγιση - Φωτόνια

- ✧ Η **ενέργεια** ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι πολλαπλάσιο μιας **στοιχειώδους** ποσότητας E_f

- ✧ Όλες οι ανταλλαγές ενέργειας πραγματοποιούνται με δημιουργία ή καταστροφή αυτών των στοιχειωδών κυμάτων → **φωτόνια**



$$E_f = h f$$

$$(h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js})$$

$$\text{Αφού } f \sim 1/\lambda$$

$$[k = 1/\lambda]$$

$$f \uparrow \Rightarrow E_f \uparrow$$

$$\lambda \uparrow \Rightarrow E_f \downarrow$$

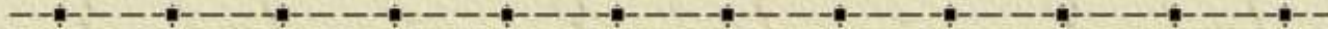
$$k \uparrow \Rightarrow E_f \uparrow$$

$$1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \ \& \ \rightarrow \sim 1250 \text{ nm} \ \text{ή} \ 8000 \text{ cm}^{-1}$$

Τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα?

- Όλοι είμαστε εξοικειωμένοι με το $\Phi\Omega\Sigma$
- Το φως είναι μέρος του ΗΜ φάσματος.
Είναι ΗΜ κύμα
- Υπάρχει ένας αριθμός από διαφορετικά είδη ΗΜ κυμάτων
- Το ΗΜ φάσμα είναι ένας τρόπος για να κατηγοριοποιήσουμε όλα τα είδη των κυμάτων ανάλογα με το μήκος κύματός τους

Το ΗΜ φάσμα



Radio

--	--	--	--	--	--	--

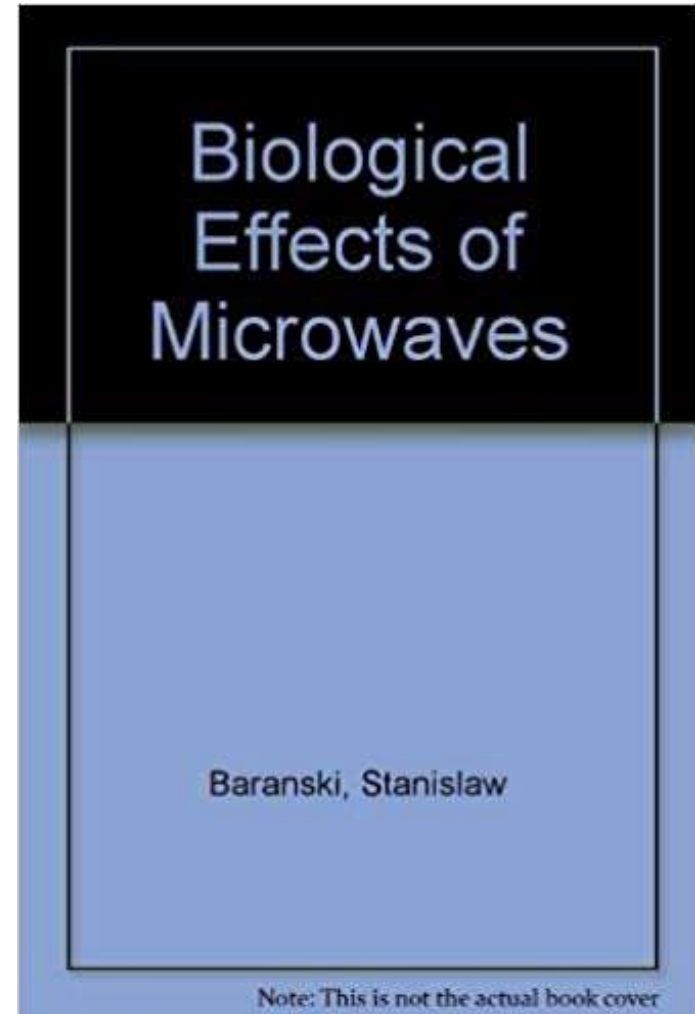
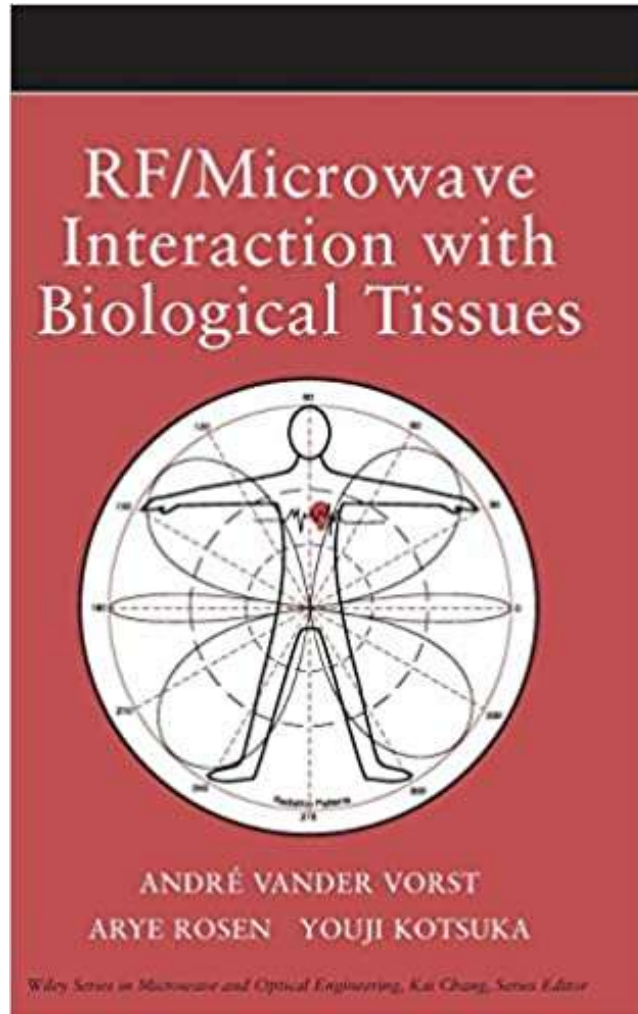
Ραδιοκύματα

- Δημιουργούνται από ταλαντώσεις ηλεκτρονίων σε αγωγούς
- Πολύ μεγάλο μήκος κύματος (μερικά Km έως και μερικά cm) – χαμηλές συχνότητες – επομένως είναι κύματα χαμηλής ενέργειας
 - Χρησιμοποιούνται για αναμετάδοση ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σημάτων
 - Ταξιδεύουν σε ευθεία και μπορούν να ανακλαστούν από τα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας (μπορούν να ταξιδέψουν σε διάφορα μέρη του κόσμου)



RADIO FREQUENCY AND MICROWAVE EFFECTS ON BIOLOGICAL TISSUES

Jitendra Behari

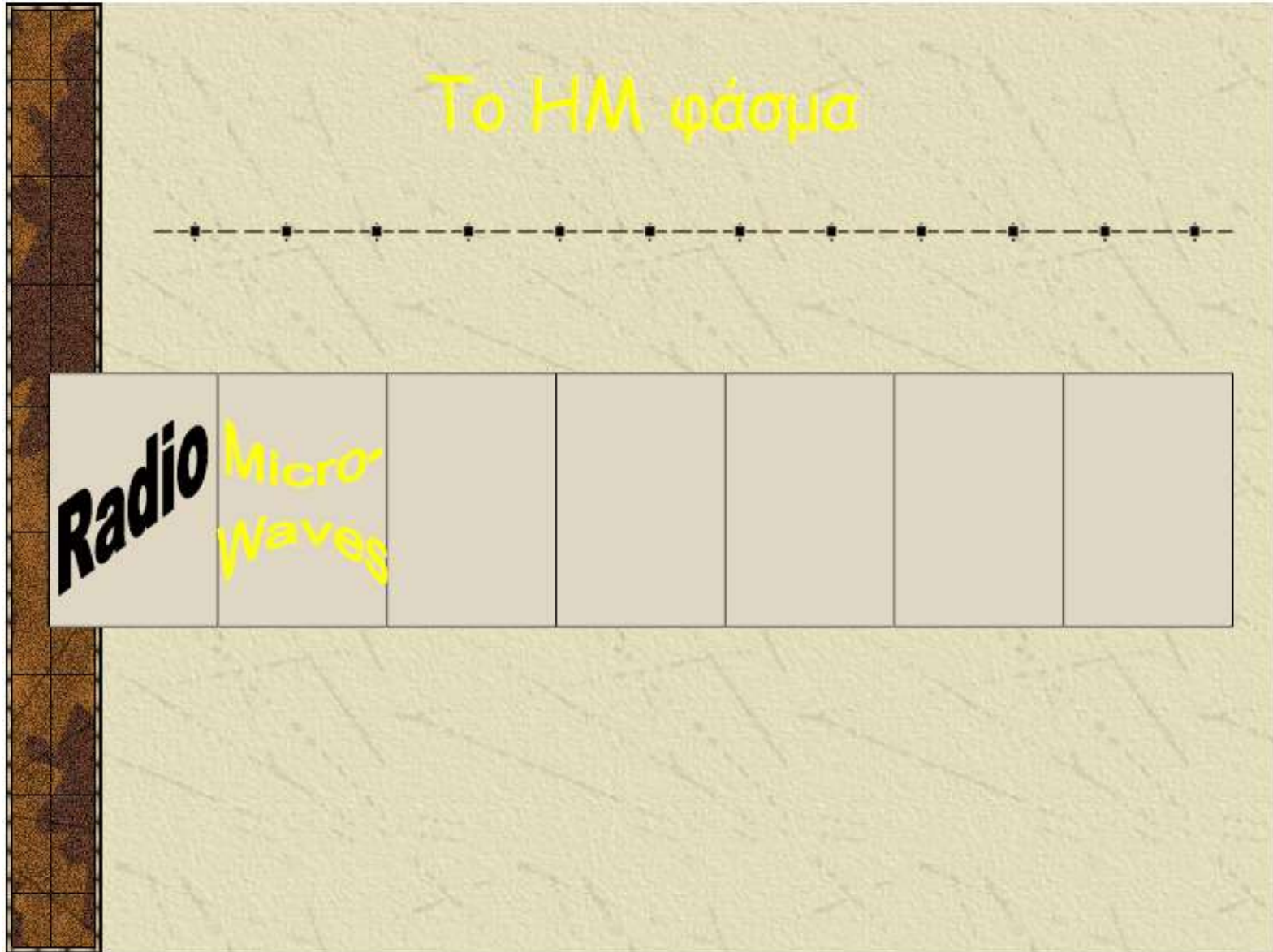


Το ΗΜ φάσμα



Radio

Micro-
Waves



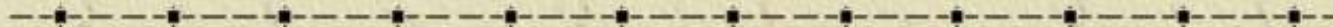
ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ

- Μήκος κύματος από μερικά cm έως και 0.0001m (10^{-4}m)
- Χρησιμοποιούνται για μαγείρεμα φαγητού
- Απορροφούνται από μόρια νερού, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα το φαγητό να ζεσταίνεται πολύ γρήγορα
- Έχουν διεισδυτικότητα μερικών cm οπότε η θερμότητα σε βαθύτερα στρώματα μεταφέρεται με επαφή

ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ

- Τα μικροκύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις τηλεπικοινωνίες
- Τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούν μικροκύματα
- Χρησιμοποιούνται ακόμα στις τηλεπικοινωνίες με δορυφόρους επειδή μπορούν να διαπερνούν τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας
- Δε διασπείρονται οπότε μπορούν εύκολα να συλλεχθούν με κεραία - πιάτο

Το ΗΜ φάσμα



Radio	Micro Waves	Infra Red				
--------------	----------------	--------------	--	--	--	--

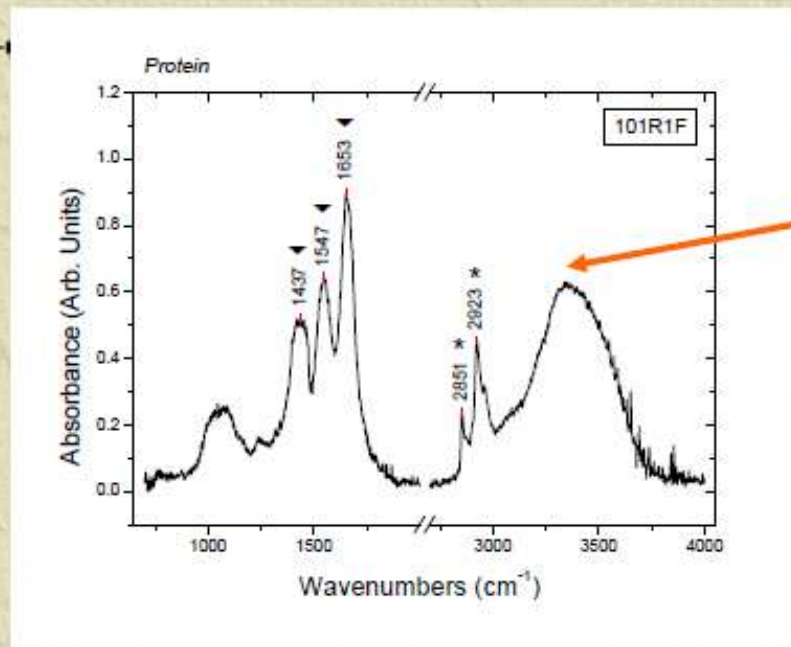
Υπέρυθρο

- Μήκος κύματος από mm έως και 0.000001m (10^{-6}m).
- Η πιο γνωστή εφαρμογή είναι στο μαγείρεμα και στη θέρμανση (Ηλεκτρικές αντιστάσεις μαγειρέματος και θέρμανσης)
 - Η υπέρυθρη ακτινοβολία απορροφάται εύκολα από τις επιφάνειες των περισσοτέρων αντικειμένων ζεσταίνοντάς τα. Η θερμότητα στη συνέχεια μεταδίδεται με επαφή.

Υπέρυθρο

- Όλα τα αντικείμενα εκπέμπουν στο υπέρυθρο
- Αυτό επιτρέπει σε κάμερες να χρησιμοποιούν IR αντί του ορατού για νυχτερινές λήψεις
 - Χρησιμοποιούνται επίσης στις κάμερες θερμικής απεικόνισης (ανεύρεση ανθρώπων θαμμένων σε χαλάσματα σεισμών)
- Χρησιμοποιούνται και στα τηλεχειριστήρια

Ταυτοποίηση οργανικών ουσιών – συνδετικά μέσα(και
ανόργανες χρωστικές ή κονιάματα σε ζωγραφικούς πίνακες -
FTIR



Vis

Η τεχνική χρησιμοποιεί πολυχρωματική ακτινοβολία συνήθως στην περιοχή 2.5-25 μm (μέσο υπέρυθρο) η οποία αλληλεπιδρά με το υλικό προς μελέτη. Η συλλεγόμενη ακτινοβολία μετά την αλληλεπίδραση, κουβαλάει πληροφορία η οποία είναι άμεσα σχετιζόμενη με συγκεκριμένα χημικά ήδη που υπάρχουν στο υλικό και οδηγεί στην ταυτοποίησή τους

Υπέρυθρη ανακλαστογραφία

Vis



IR



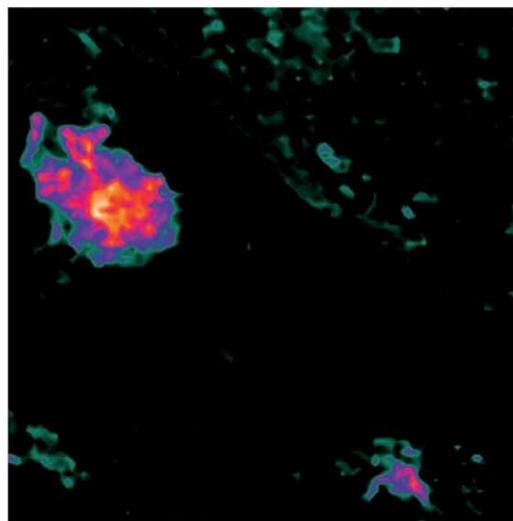
Vis

IR

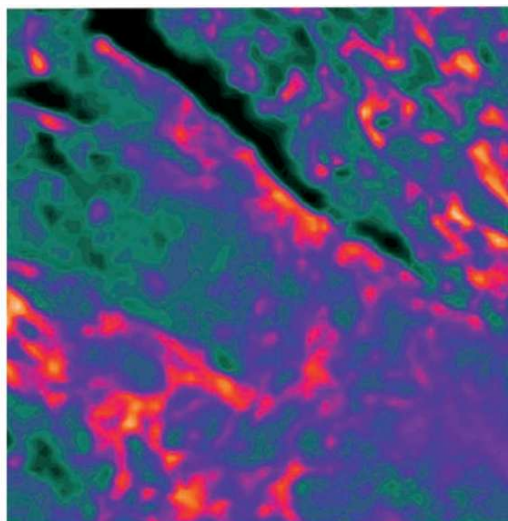


Χρησιμοποιεί ακτινοβολία στο κοντινό υπέρυθρο 1-2μm η οποία «φωτίζει» το έργο. Κατάλληλος ανιχνευτής, ευαίσθητος στα αντίστοιχα μήκη κύματος «φωτογραφίζει» το έργο

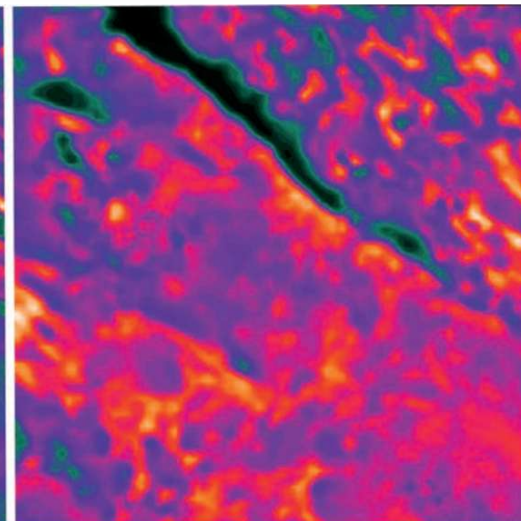
Life-Science Research Applications
FT-IR Imaging of Cancerous Tissue



Cancerous

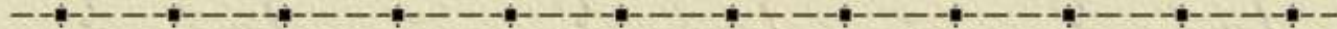


Collagens



Proteins

Το ΗΜ φάσμα



Radio	Micro- Waves	Infra Red	Visible			
--------------	-----------------	--------------	---------	--	--	--

ΟΡΑΤΟ ΦΩΣ

- Το ΗΜ κύμα με το οποίο είμαστε περισσότερο εξοικειωμένοι
- Διαφορετικά χρώματα έχουν διαφορετικό μήκος κύματος, από το κόκκινο (μεγαλύτερο) στο ιώδες (μικρότερο)

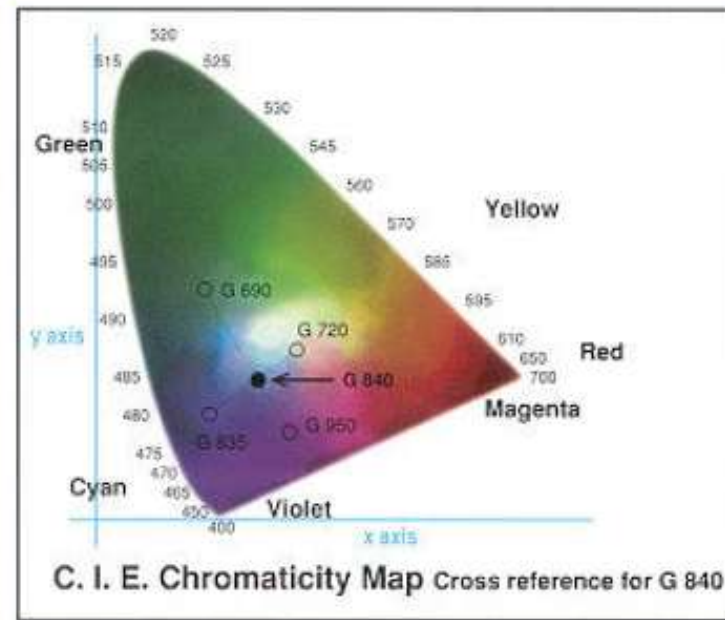
ΤΟ ΟΡΑΤΟ ΦΑΣΜΑ

Το σύνολο του φάσματος είναι:

- **RED (630-700nm)**
- **ORANGE (590-630nm)**
- **YELLOW (560-590nm)**
- **GREEN (490-560nm)**

- **BLUE (440-490)**
- **VIOLET (400-440nm)**

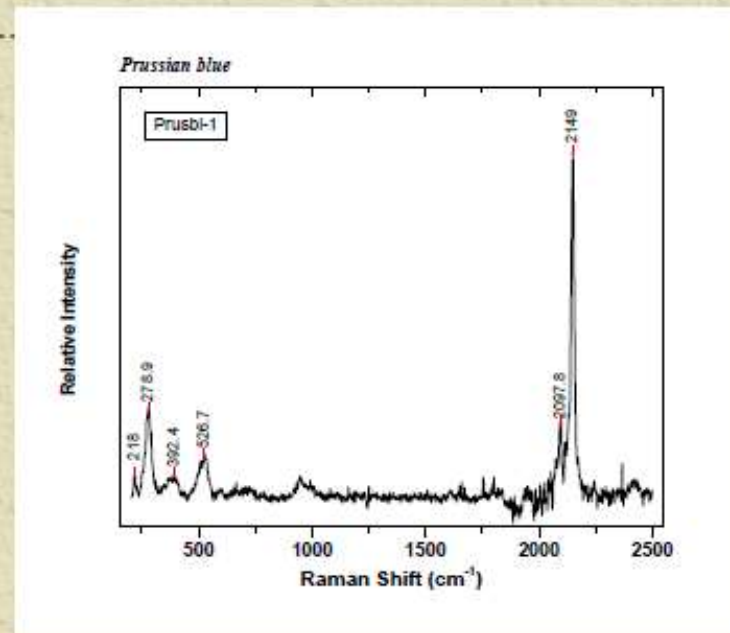
Colourimetry – Visible spectroscopy



Η τεχνική χρησιμοποιεί πολυχρωματική ακτινοβολία στο ορατό η οποία αλληλεπιδρά με το υλικό προς μελέτη. Η συλλεγόμενη ακτινοβολία μετά την αλληλεπίδραση, κουβαλάει πληροφορία η οποία σχετίζεται με το υλικό και συμβάλει στην ποσοτικοποίηση του αισθητικού αποτελέσματος.

Ταυτοποίηση Χρωστικών – Φασματοσκοπία Raman

Μπλε της Πρωσίας
όπως ταυτοποιείται
από τεχνική
φασματοσκοπίας
Raman



Η τεχνική χρησιμοποιεί μονοχρωματική ακτινοβολία η οποία αλληλεπιδρά με το υλικό προς μελέτη. Η συλλεγόμενη ακτινοβολία μετά την αλληλεπίδραση, κουβαλάει πληροφορία η οποία είναι άμεσα σχετιζόμενη με συγκεκριμένα χημικά ήδη που υπάρχουν στο υλικό και οδηγεί στην ταυτοποίησή τους (συμπληρωματική της FTIR)

Φωτογράφιση στο ορατό

Vis



IR



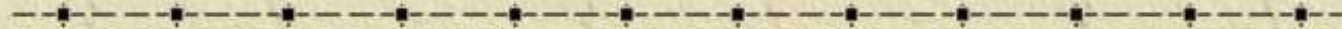
Vis



IR



ΤΟ ΗΜ ΦΑΣΜΑ



Radio	Micro- Waves	<i>Infra</i> <i>Red</i>	Visible	<i>Ultra</i> <i>Violet</i>		
--------------	-----------------	----------------------------	---------	-------------------------------	--	--

ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ

- Μικρότερο μήκος κύματος, 0.000001m (10^{-6}m), έως 0.000000001m (10^{-9}m), υψηλότερη συχνότητα
- Κουβαλάν μεγαλύτερη ενέργεια και διεισδύουν τα επιφανειακά στρώματα του δέρματος επηρεάζοντας τα εσωτερικά
- Αυτό μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ακόμα και καρκίνο του δέρματος για εκθέσεις σε μεγάλο χρονικό διάστημα
- Τα μάτια μας είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στο UV (γυαλιά ηλίου)
- Το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας UV του ήλιου φιλτράρεται από το στρώμα όζοντος

Υπεριώδες

- Η ακτινοβολία UV μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποστείρωση (βακτηρίδια μπορούν να εξολοθρευτούν με UV)
- UV χρησιμοποιείται ακόμη για έλεγχο γνησιότητας σε χαρτονομίσματα
- UV χρησιμοποιείται επίσης στα κέντρα διασκέδασης (κάνουν τα λευκά ρούχα να φαίνονται πιο έντονα)

UV - Fluorescence

Η τεχνική χρησιμοποιεί υπεριώδη πολυχρωματική ακτινοβολία η οποία αλληλεπιδρά με το υλικό προς μελέτη. Μετά την αλληλεπίδραση όσα υλικά φθορίζουν εκπέμπουν στο ορατό.

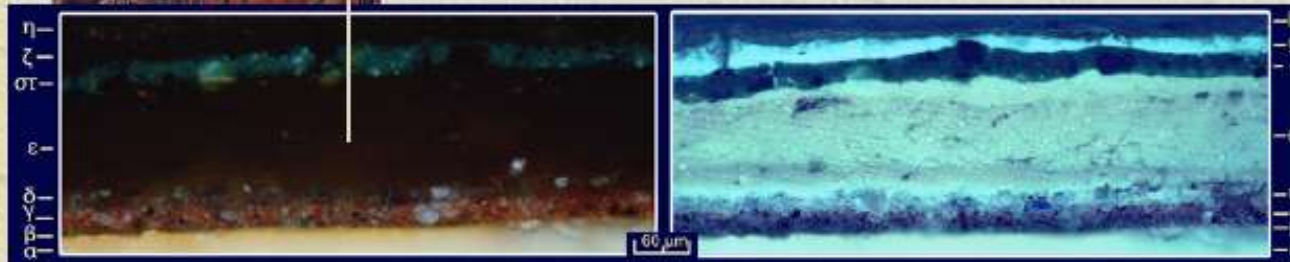
Vis

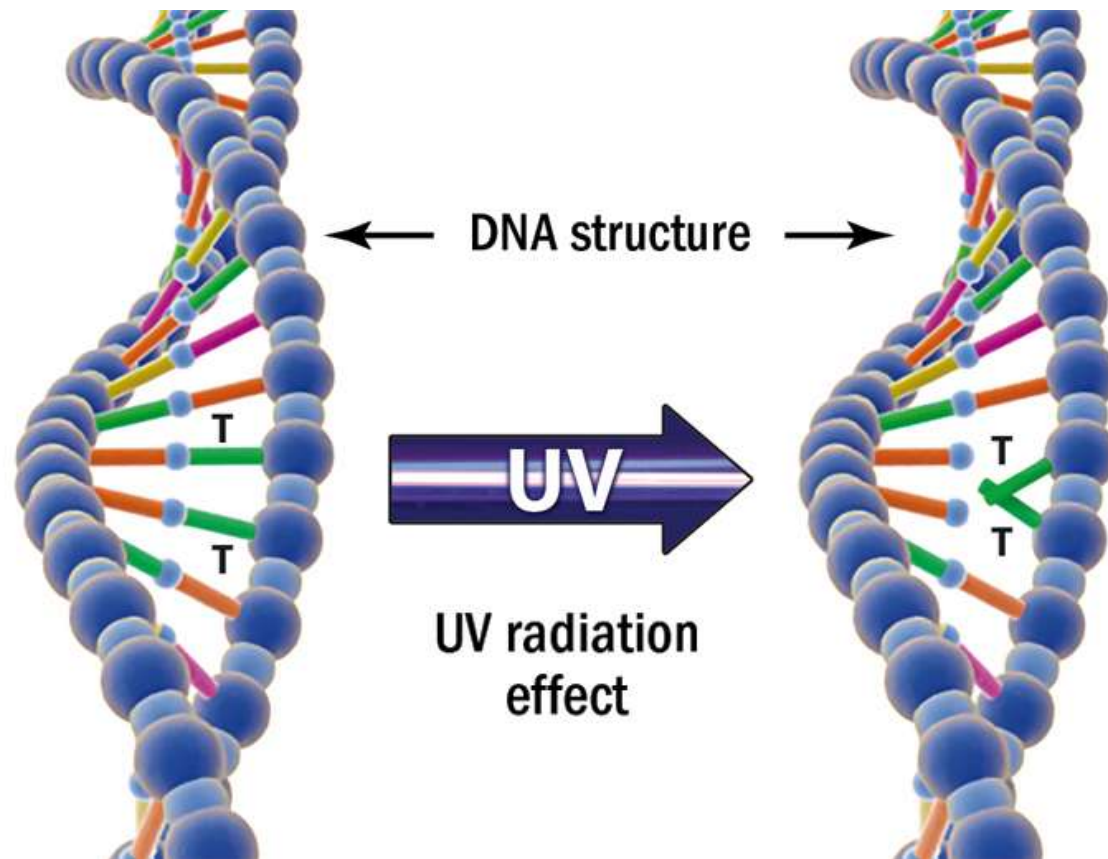


UV

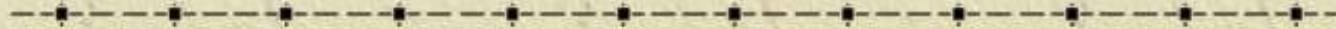


Vis





Το ΗΜ φάσμα



Radio	Micro- Waves	<i>Infra</i> <i>Red</i>	Visible	<i>Ultra</i> <i>Violet</i>	X-Rays	
--------------	-----------------	----------------------------	---------	-------------------------------	---------------	--

X-RAYS

- Ανακαλύφθηκαν τυχαία από τον Wilhelm Röntgen το 1895
- Πολύ μικρό μήκος κύματος (0.00000001m έως 0.0000000000001m ή 10^{-8} έως 10^{-12}) – πολύ υψηλές συχνότητες
 - Υψηλής ενέργειας – μπορούν να διαπεράσουν το σώμα μας
- Παράγονται αν βομβαρδίσουμε με ηλεκτρόνια ένα μεταλλικό στόχο

X-Rays

- Η ικανότητα να διαπερνούν ιστούς δέρματος αλλά όχι τα κόκαλα τις καθιστούν ιδανικές για ακτινογραφίες
- Μπλοκάρονται τελείως από μέταλλα – χρησιμοποιούνται σε ανιχνευτές μετάλλων (ασφάλεια αεροδρομίων κλπ)

X-RAYS

- Επειδή είναι πολύ ενεργητικές μπορούν εύκολα να βλάψουν ή να καταστρέψουν κύτταρα
- Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο αν η έκθεση δεν είναι ελεγχόμενη
 - Στα νοσοκομεία χρησιμοποιούνται πολύ μικρές δόσεις οι οποίες είναι ακίνδυνες. Ο χρήστης όμως του μηχανήματος θα πρέπει να στέκεται πίσω από μολύβδινο πέτασμα για να μην εκτίθεται στις ακτίνες για μεγάλο χρονικό διάστημα
- Οι X-rays χρησιμοποιούνται επίσης σαν αγωγή κατά του καρκίνου σκοτώνοντας τα καρκινικά κύτταρα

X-Ray Radiography

UV



Vis

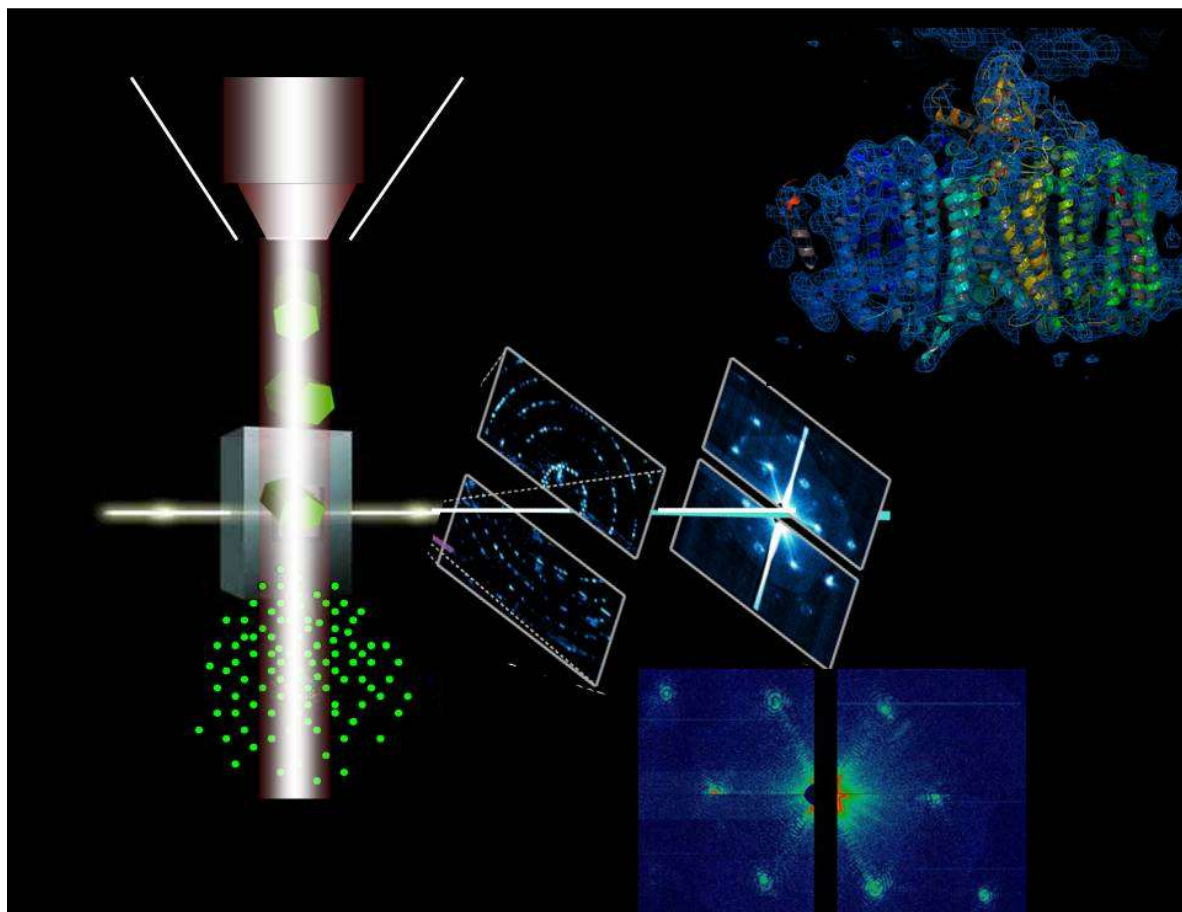


X-Ray

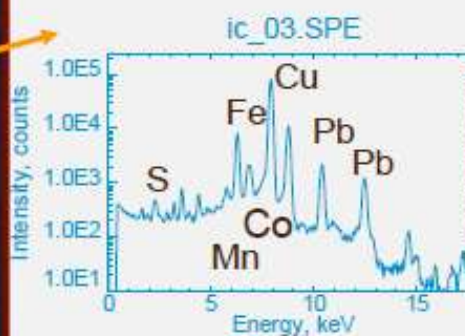


IR





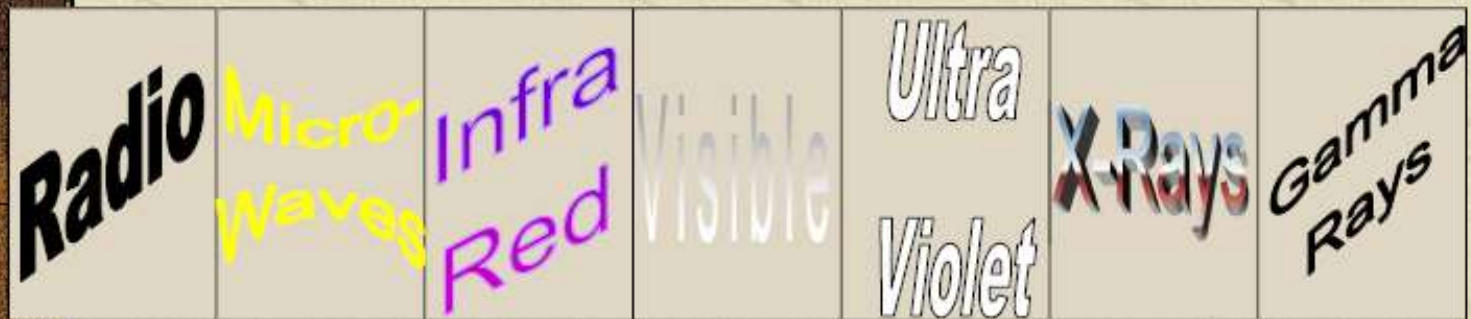
Blue pigment [Blue background]



Στοιχειακή ανάλυση
XRF – EDS analysis

Επίσης
Περίθλαση ακτίνων-X → XRD

Το ΗΜ φάσμα



Ακτίνες γ

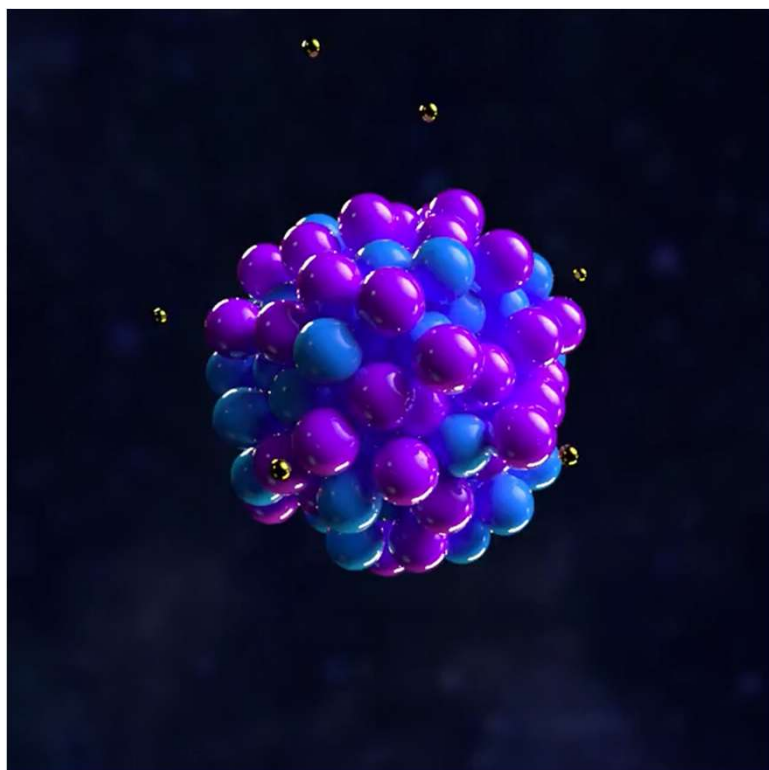
-
- Τρομερά μικρό μήκος κύματος
(0.00000000001 έως 0.0000000000000000001m
ή 10^{-10} έως 10^{-15} m)
 - Τρομερά υψηλές συχνότητες, επομένως
κουβαλάν μεγάλα ποσά ενέργειας.
 - Προέρχονται από πυρήνες ασταθών
ατόμων

ΑΚΤΙΝΕΣ γ

- Πολύ επικίνδυνες στους ζωντανούς οργανισμούς – μπορούν πολύ εύκολα να σκοτώσουν ή να βλάψουν κύτταρα και να οδηγήσουν σε καρκίνο
- Χρησιμοποιούνται για να αποστειρώσουν υλικό που χρησιμοποιείται σε νοσοκομεία – τα βακτηρίδια σκοτώνονται ακαριαία

ΑΚΤΙΝΕΣ γ

- Χρησιμοποιούνται σαν αγωγή σε καρκινοπαθείς
- Είναι πιο αποτελεσματικές από τις ακτίνες-Χ αφού κουβαλάν μεγαλύτερη ενέργεια
- Πρέπει όμως η εστίαση των ακτίνων γ να είναι ελεγχόμενη για να μη καταστραφούν υγιή κύτταρα
- Ραδιοχρονολόνηση με C^{14}



Ολόκληρο το ΗΜ φάσμα

μεγάλο

ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

μικρό

Radio

Micro-
Waves

Infra
Red

Visible

Ultra

Violet

X-Rays

Gamma
Rays

μικρή

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

μεγάλη

μικρή

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

μεγάλη

ΣΗΜΕΙΩΝΟΥΜΕ ΠΩΣ

- I. Όλα τα ΗΜ κύματα ταξιδεύουν με την ίδια ταχύτητα στο κενό
- II. Διαφορετικά τμήματα του φάσματος έχουν διαφορετικές ιδιότητες
- III. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα μιας ΗΜ ακτινοβολίας τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργειά της