

ΥΛΗ που θα καλυφθεί στη διάρκεια του εξαμήνου

Φυσική και Βιολογία.
Μεγέθη και συστήματα μονάδων.
Γραφικές παραστάσεις φαινομένων.
Δυνάμεις. Ροπές.
Κλασσική φυσική, Νόμοι του Νεύτωνα.
Ενέργεια.

Θερμότητα, ειδική θερμότητα, θερμοκρασία. Μετατροπές φάσεων.

Πίεση σε ρευστά, άνωση. Κίνηση σε ρευστό, ρευστοδυναμική (νόμοι συνεχείας και Bernoulli).

Ελαστικότητα.

Επιφανειακή τάση.

Αρμονική ταλάντωση. Κύματα.

Η φύση του φωτός. Διάθλαση. Φακοί και Είδωλα. Κυματικά φαινόμενα (περίθλαση, συμβολή πόλωση).

Ηλεκτροστατική. Ηλεκτρικά πεδία. Πυκνωτές.

Ηλεκτρικό ρεύμα. Νόμος του Ohm. Αντίσταση. Το ποτενσιόμετρο.

Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο.

Εναλλασσόμενο ρεύμα.

Ανορθωτές και δίοδοι.

Μετρητές ηλεκτρικών ποσοτήτων.

Εκπομπή ηλεκτρονίων.

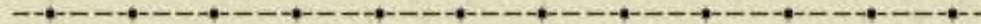
Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Κίνηση φορτίων σε μαγνητικό πεδίο. Κύκλωτρο. Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο.

Ατομικό υπόδειγμα του Bohr. Στοιχεία μοντέρνας (κβαντικής) φυσικής.

Ραδιενεργοί πυρήνες, ραδιενέργεια.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ



ΦΩΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ →

Κύμα

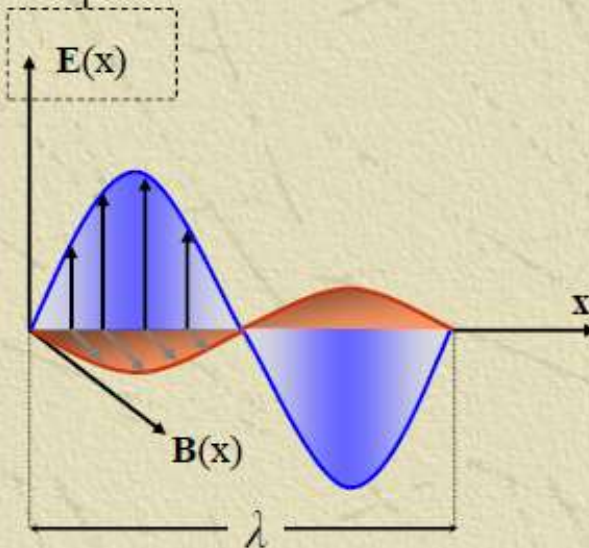
Ηλεκτρικό πεδίο

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]

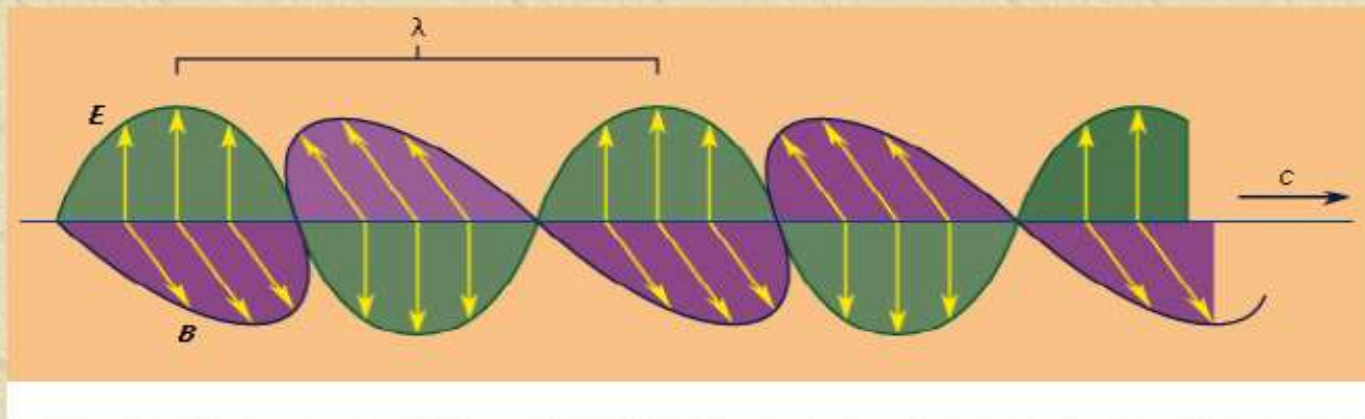


Βασικά χαρακτηριστικά της Η/Μ ακτινοβολίας

- ✦ 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**



$$E_f = h f$$

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

Αφού $f \sim 1/\lambda$

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

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

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

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

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

Τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα?

- Όλοι είμαστε εξοικειωμένοι με το ΦΩΣ
- 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

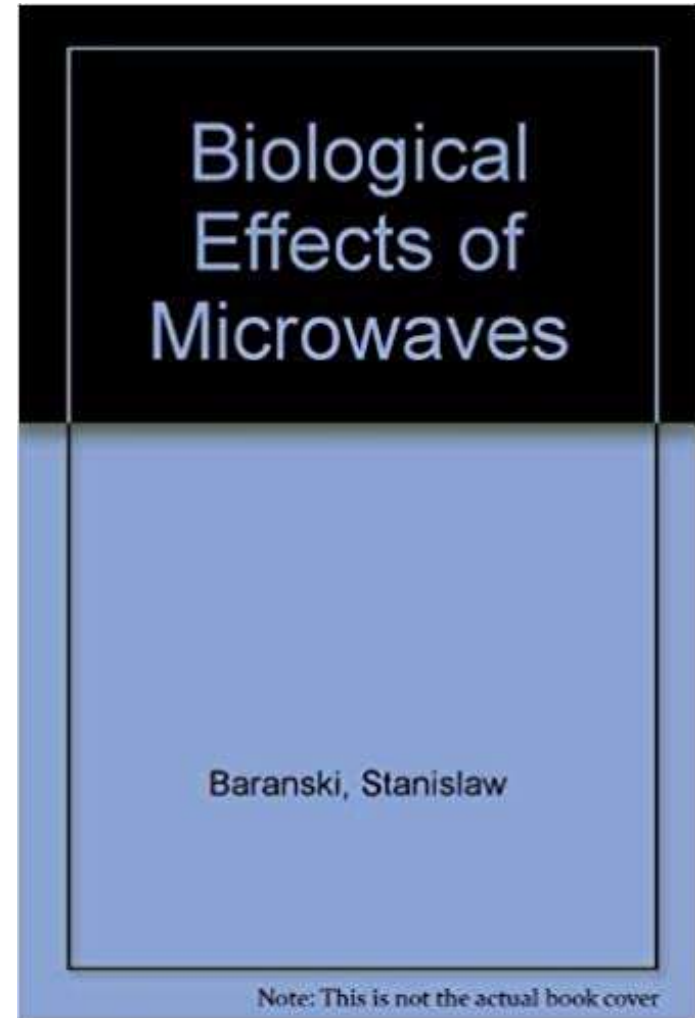
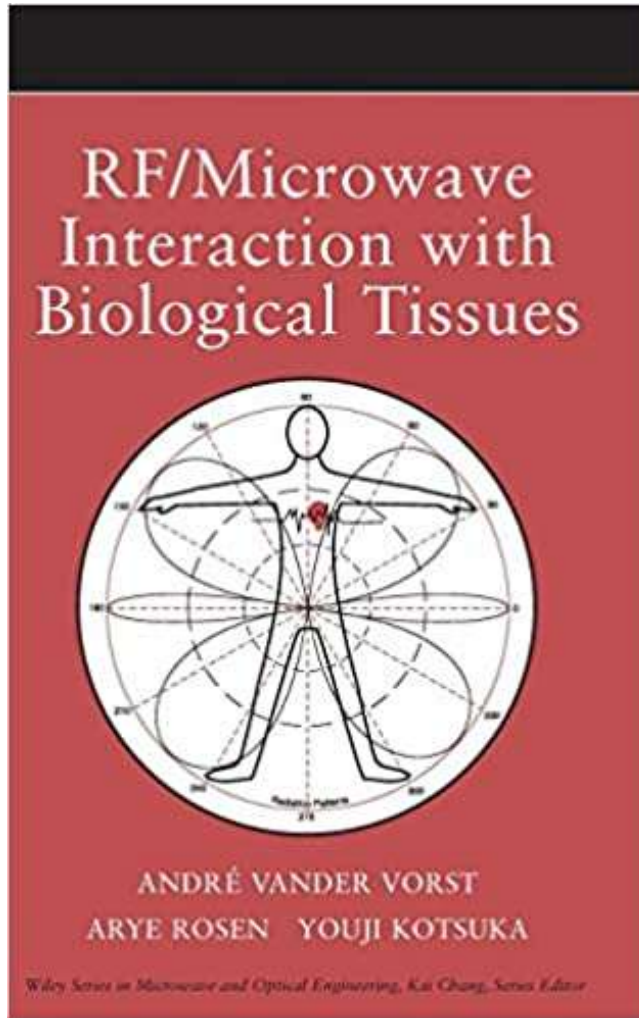
Ραδιοκύματα

- 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)

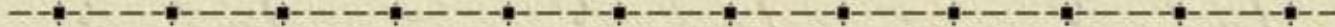


RADIO FREQUENCY AND MICROWAVE EFFECTS ON BIOLOGICAL TISSUES

Jitendra Behari



Το ΗΜ φάσμα



Radio

Micro
Waves

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

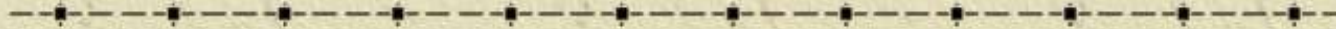
ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ

- 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 συλληχθούν με κεραία - πιάτο

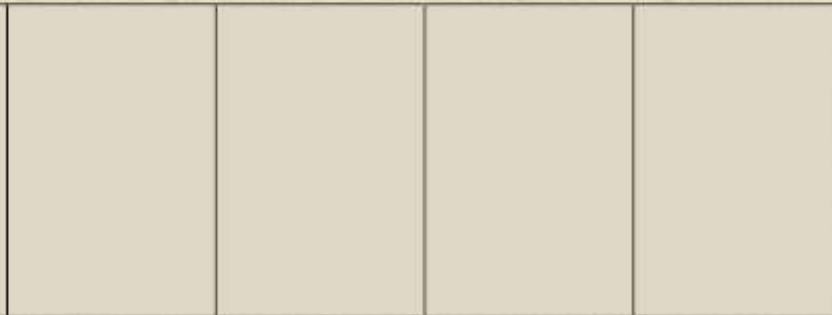
Το ΗΜ φάσμα



Radio

Micro
Waves

Infra
Red



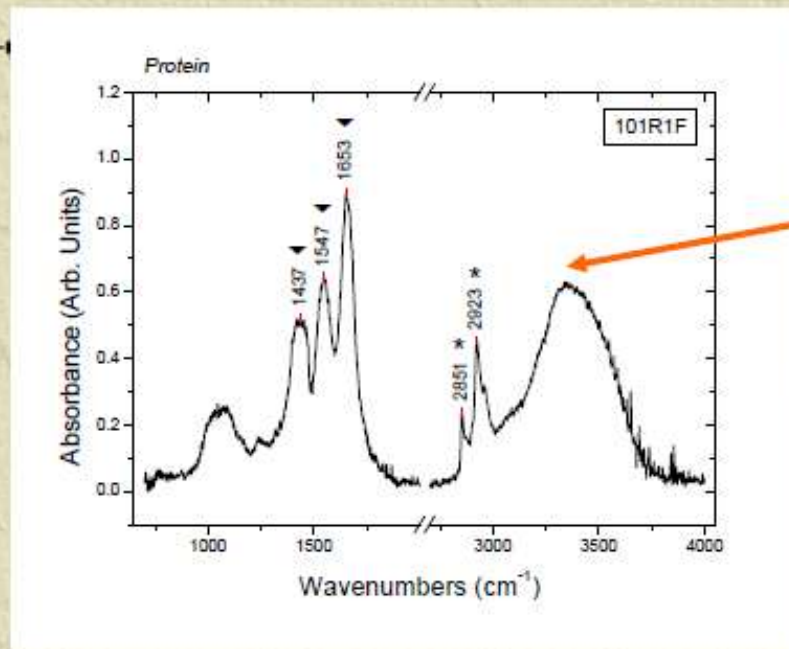
Υπέρυθρο

- 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 2.5-25μm (μέσο υπέρυθο) 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

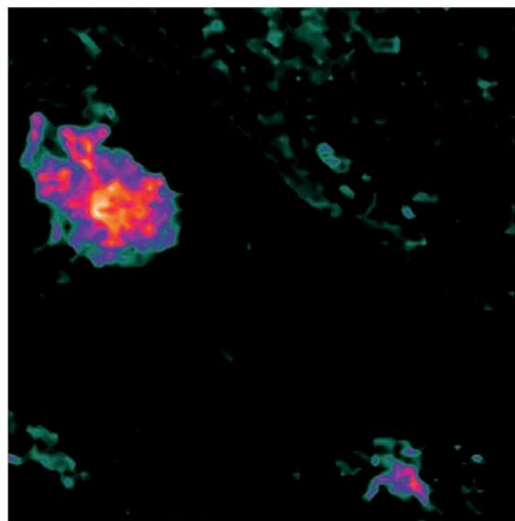


IR

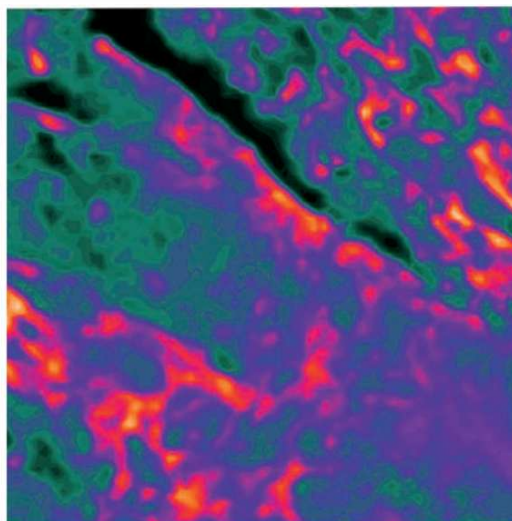


Χρησιμοποιεί ακτινοβολία στο κοντινό υπέρυθρο 1-2 μ m η οποία «φωτίζει» το έργο. Κατάλληλος ανιχνευτής, ευαίσθητος στα αντίστοιχα μήκη κύματος «φωτογραφίζει» το έργο

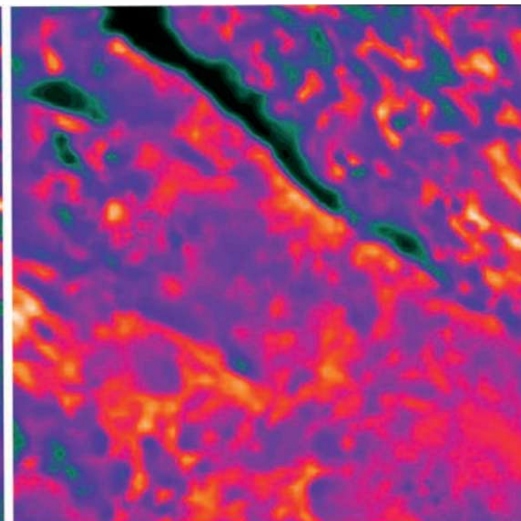
Life-Science Research Applications
FT-IR Imaging of Cancerous Tissue



Cancerous

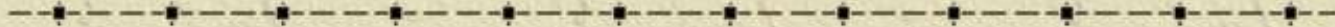


Collagens



Proteins

Το ΗΜ φάσμα

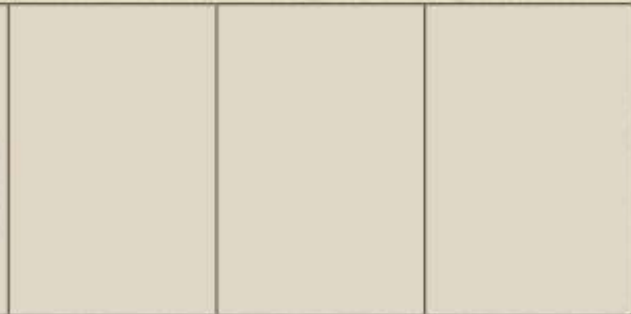


Radio

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)

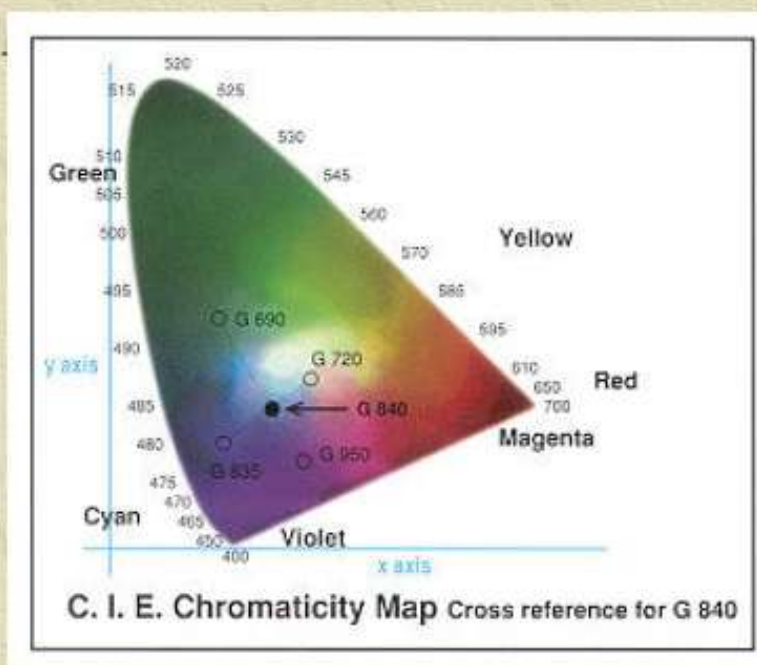
ΤΟ ΟΡΑΤΟ ΦΑΣΜΑ

Το σύνολο του φάσματος είναι:

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

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

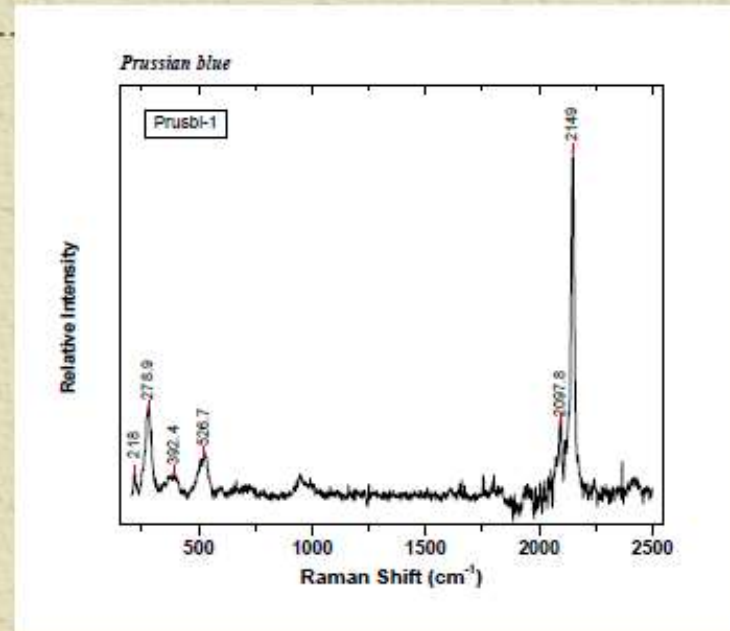
Colourimetry – Visible spectroscopy



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



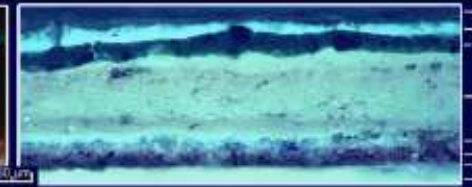
IR



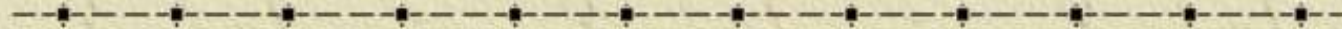
Vis



IR



ΤΟ ΗΜ ΦΑΣΜΑ



Radio	Micro- Waves	Infra Red	Visible	Ultra Violet		
--------------	-----------------	--------------	---------	-----------------	--	--

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.

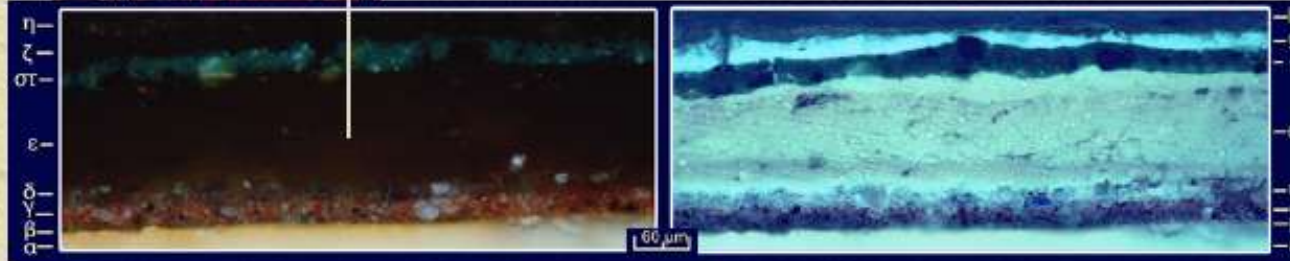
Vis

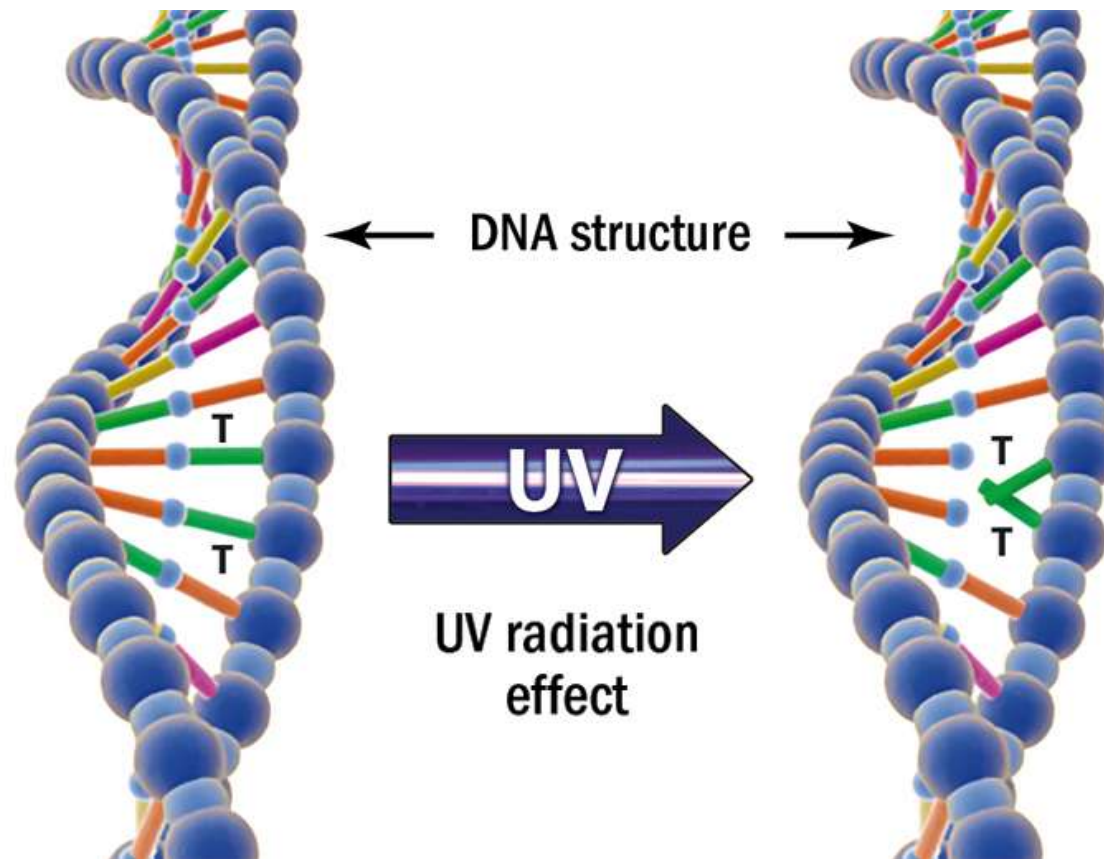


UV

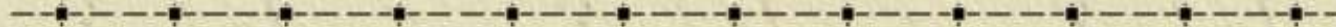


Vis





Το ΗΜ φάσμα



Radio	Micro- Waves	Infra Red	Visible	Ultra Violet	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



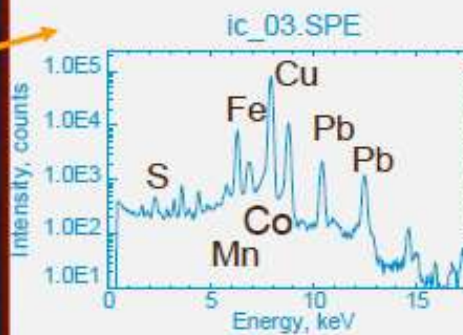
X-Ray



IR

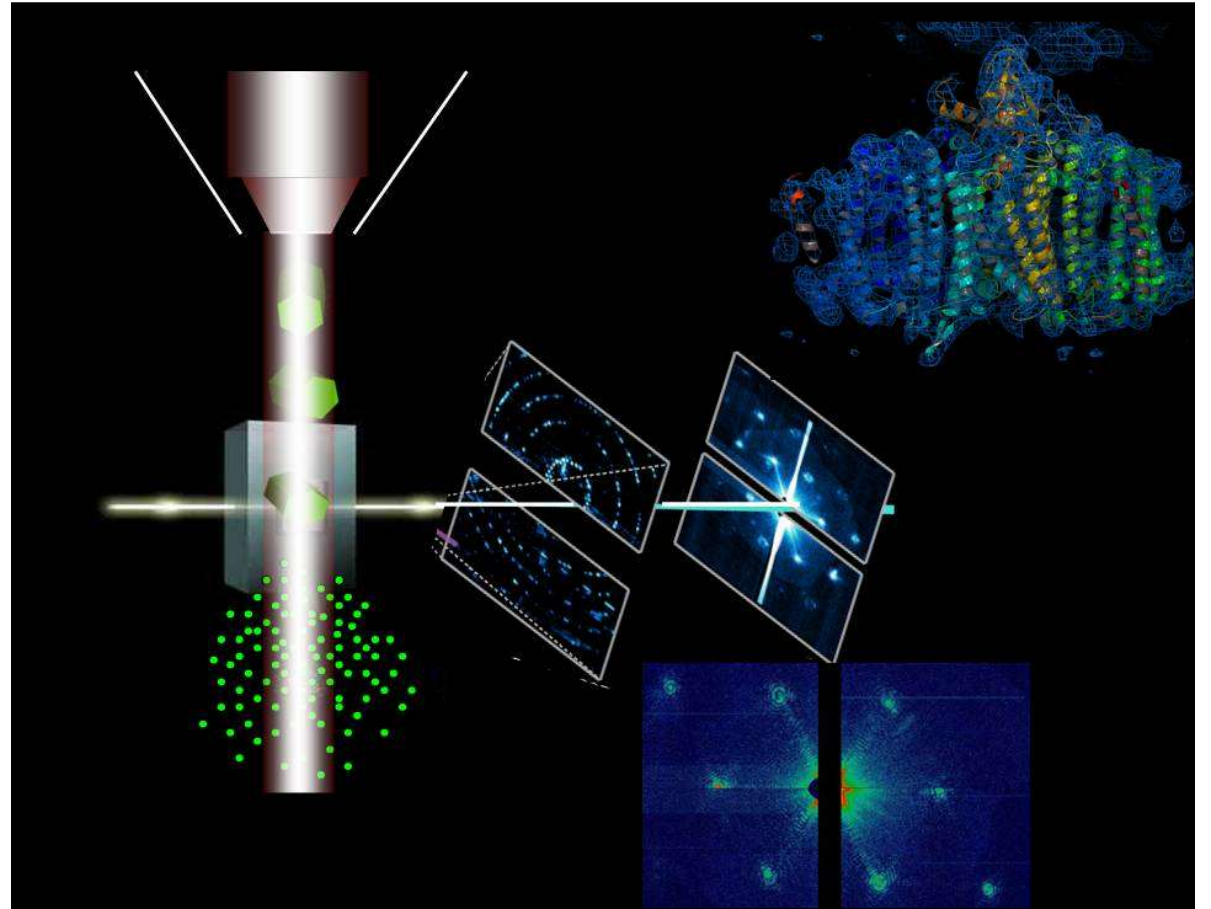


Blue pigment [Blue background]

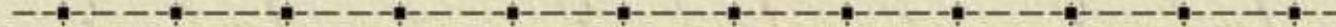


Στοιχειακή ανάλυση
XRF – EDS analysis

Επίσης
Περίθλαση ακτίνων-Χ → XRD



Το ΗΜ φάσμα



Radio

Micro
Waves

Infra
Red

Visible

Ultra
Violet

X-Rays

Gamma
Rays

Ακτίνες γ

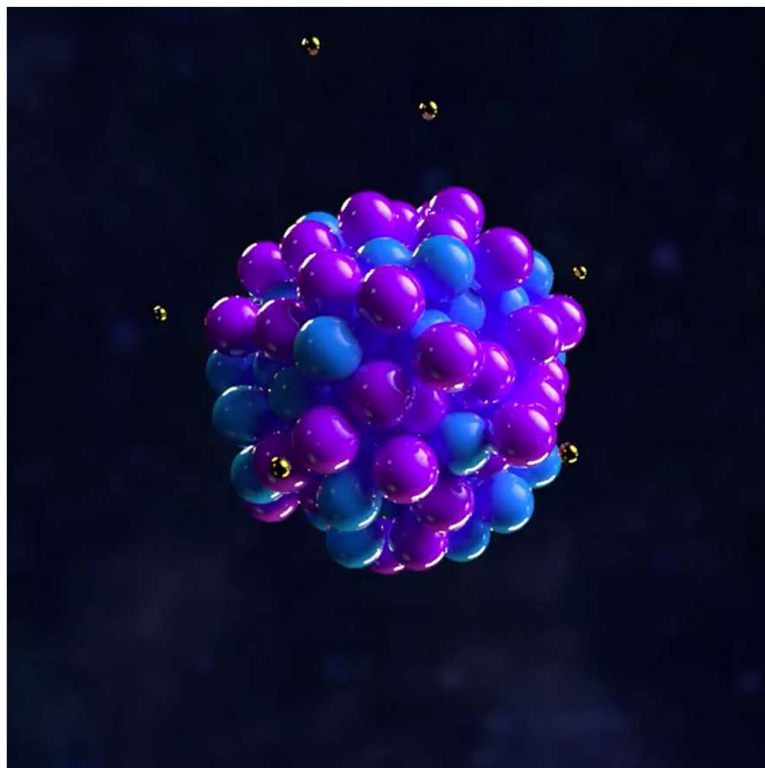
- Τρομερά μικρό μήκος κύματος
(0.0000000001 έως 0.00000000000000000001m
ή 10^{-10} έως 10^{-15} m)
- Τρομερά υψηλές συχνότητες, επομένως
κουβαλάν μεγάλα ποσά ενέργειας.
- Προέρχονται από πυρήνες ασταθών
ατόμων

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

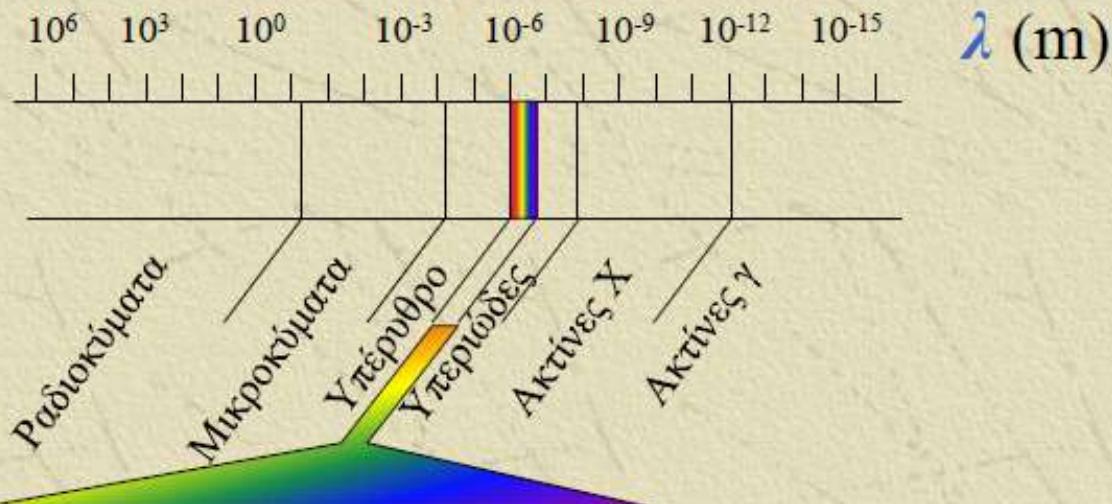


ΣΗΜΕΙΩΝΟΥΜΕ ΠΩΣ

- 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

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

—•— ένας τρόπος ταξινόμησης των διαφόρων ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών —•—
ανάλογα με το μήκος κύματος που διαθέτουν



Ρα	Μμ	Υπ	Ορατό	
Χρ	Χα ₁	Χα ₂	Χαρακτηριστικά: 0.45μm → 0.8μm, χρώματα	ψηλής ενέργειας
Πρ	Χρι	Βάτ	Κόκκινο μεγαλύτερο λ, ιώδες μικρότερο λ	αγών ατόμων
Χρ	δορ	Χρησιμοπ	Χρη	ηλ Χρησιμοποιούνται: αποστείρωση νοσοκομειακών χώρων,
Βάτ	IR κάμερες, τηλ	Χρ	αντιμετώπιση καρκίνου (επικίνδυνες για κάθε είδους ζωντανό κα οργανισμό)	

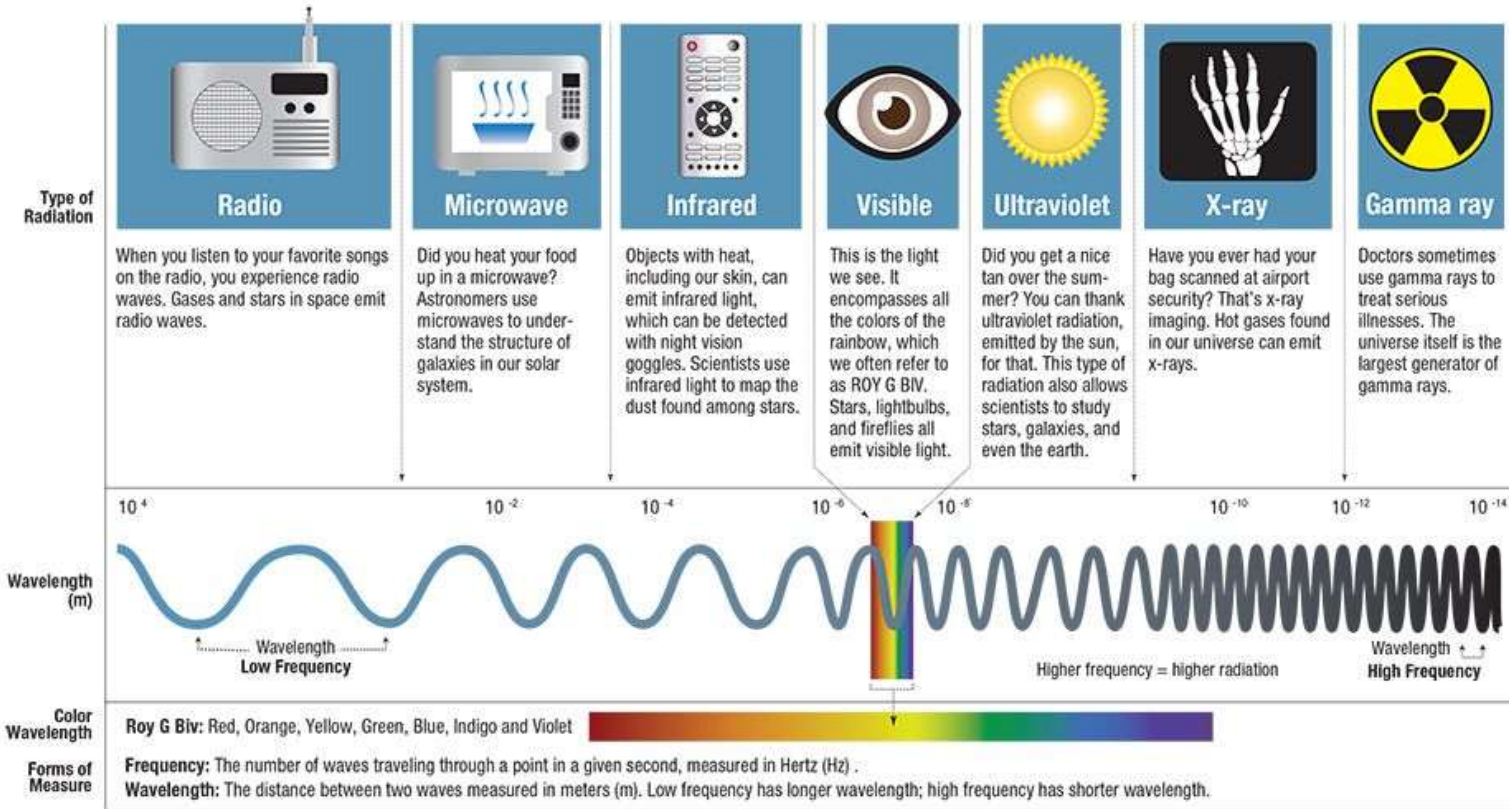
What Is the Electromagnetic Spectrum?

The electromagnetic spectrum is a range of electromagnetic radiation. Radiation is energy that moves in the form of waves and can travel through a medium, such as air, water, or empty space.

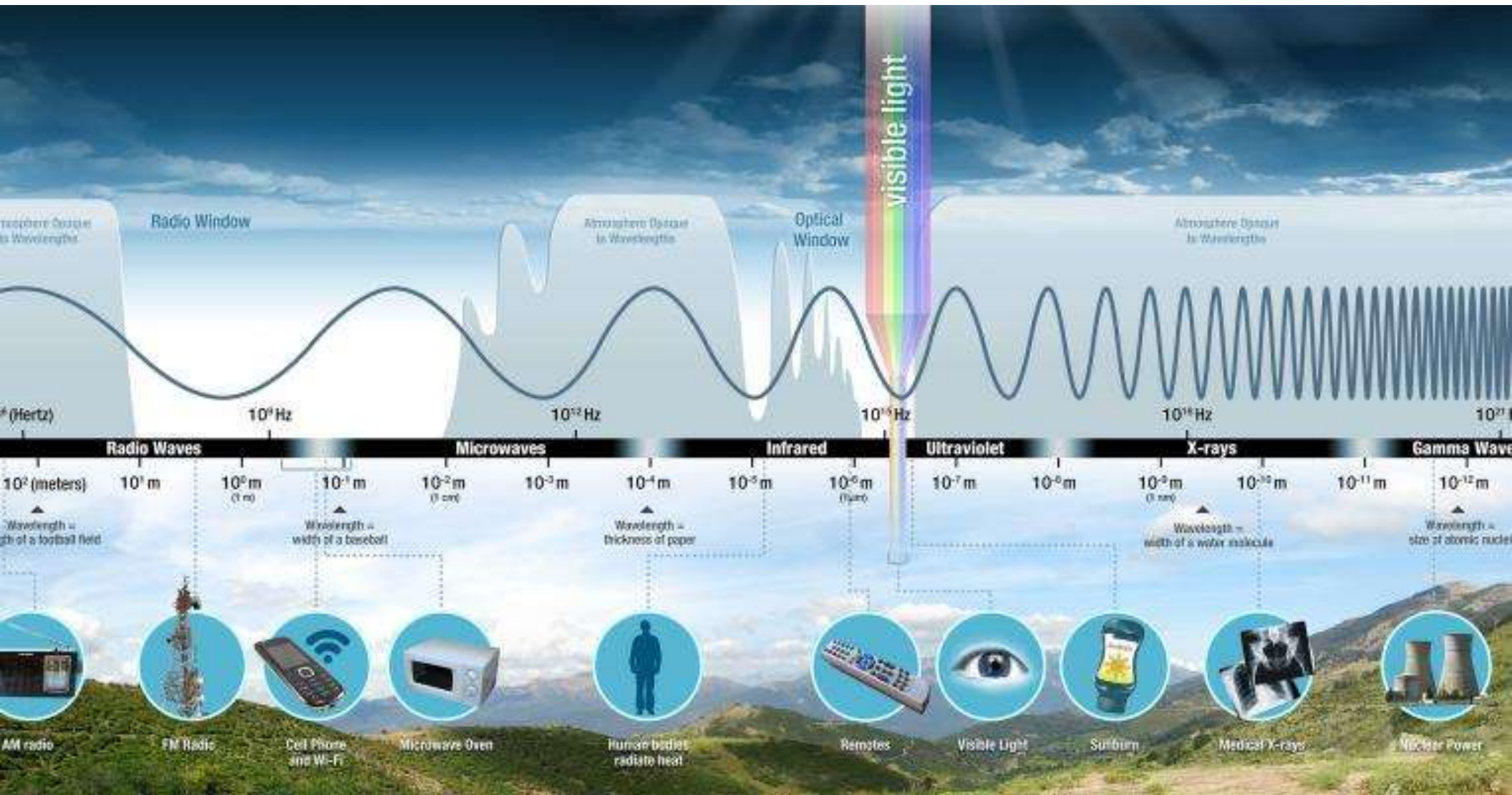
You're probably more familiar with the electromagnetic spectrum than you realize. In fact, you encounter it regularly every day.

Did you know?

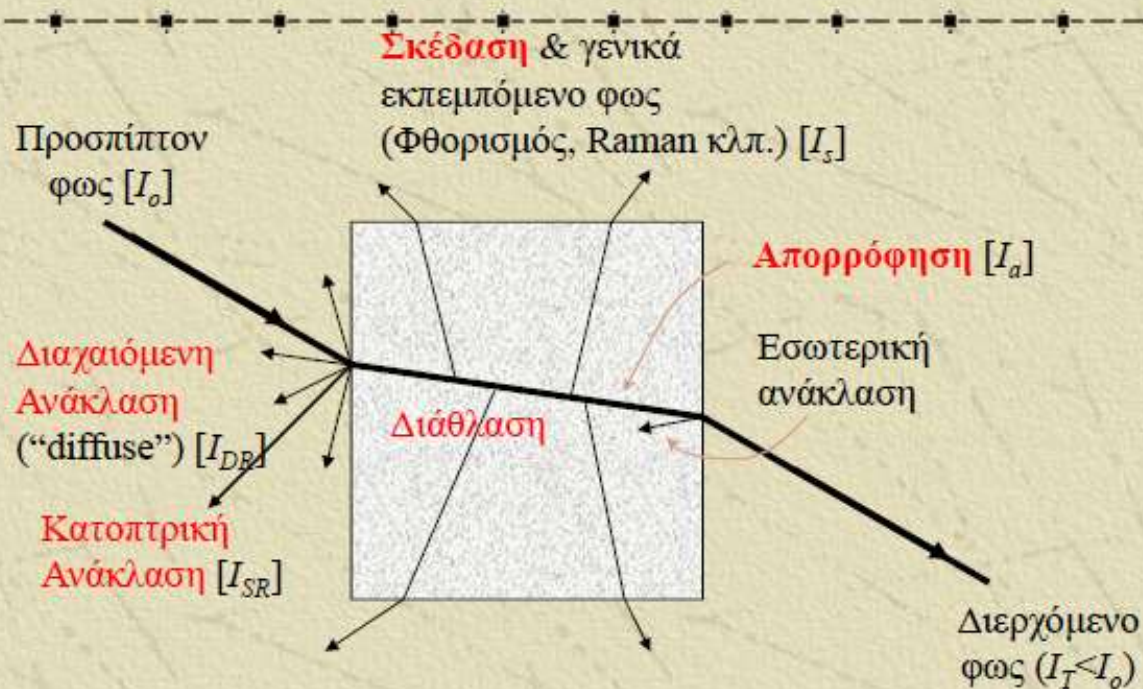
We can't see most of the EM radiation around us. Visible light represents just a small fraction of the entire EM spectrum.



Sources: NASA. "The Electromagnetic Spectrum." Last modified March 2013. <http://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>. The Physics Classroom. "What is a Wave?" <http://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-1/What-is-a-Wave>.



ΒΑΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΦΩΤΟΣ – ΥΛΗΣ



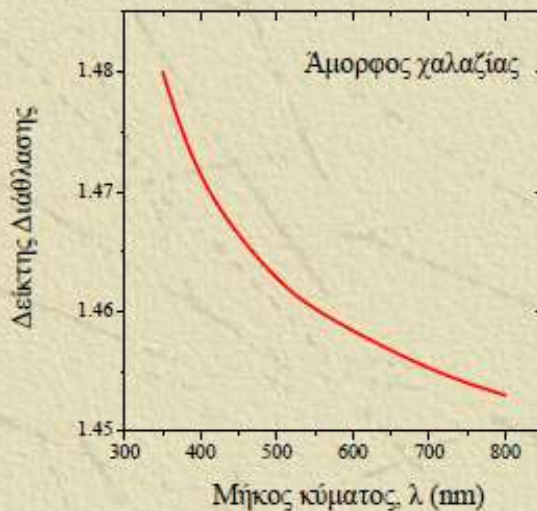
$$I_o = I_s + I_{DR} + I_{SR} + I_a + I_T$$

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Δείκτης Διάθλασης ενός υλικού: Το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα του φωτός στο υλικό

$$n = c / u$$

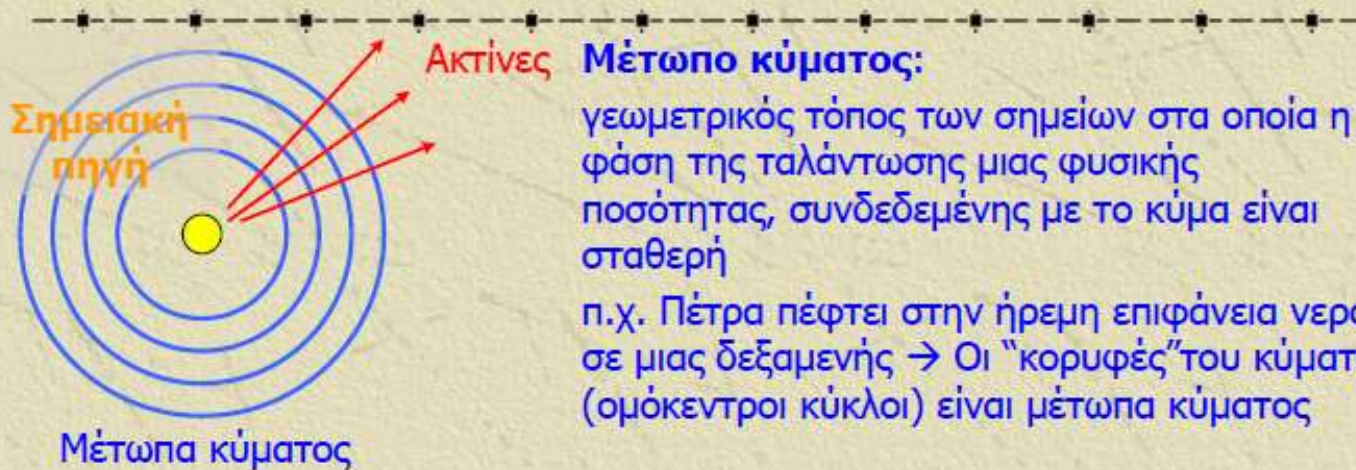
Ισχύει: $n > 1$



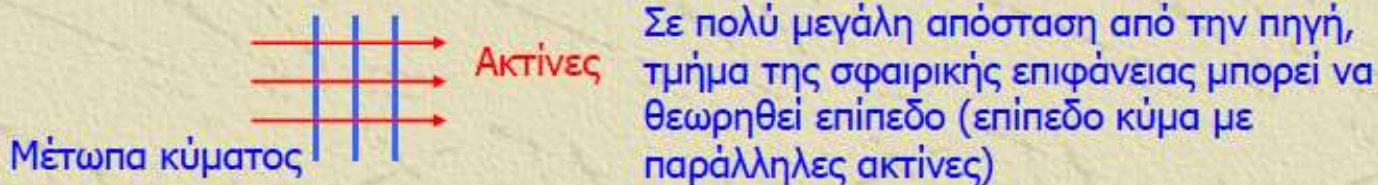
Ο δείκτης διάθλασης αποτελεί ένα **χαρακτηριστικό μέγεθος** για ένα υλικό και **εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας**

Γενικά ο δείκτης διάθλασης **μειώνεται** μονότονα αυξανόμενου του μήκους κύματος

ΜΕΤΩΠΟ ΚΥΜΑΤΟΣ – ΑΚΤΙΝΕΣ ΦΩΤΟΣ



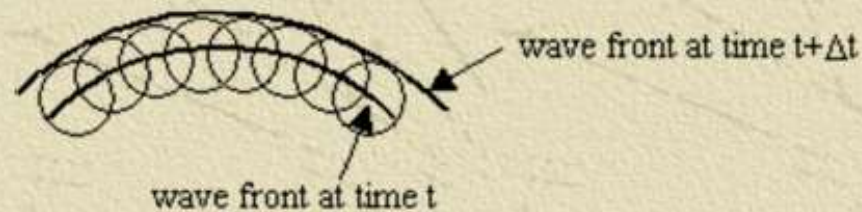
Πολλές φορές είναι απλούστερο να αναπαριστούμε ένα φωτεινό κύμα με τη βοήθεια **ακτίνων** δηλ. υποθετική γραμμή κατά μήκος της κατεύθυνσης όδευσης του κύματος (κάθετες στο μέτωπο κύματος)



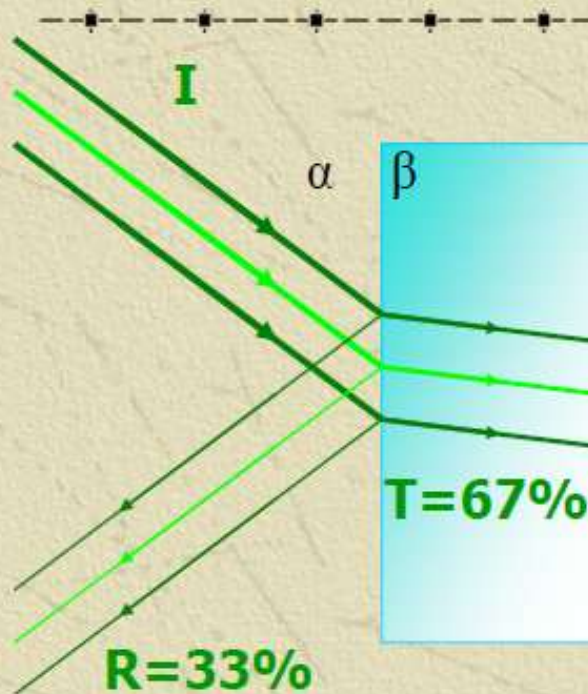
ΑΡΧΗ ΗΥΓΕΝΣ

Μέτωπο κύματος:

Κατά τη διάδοση ενός κύματος κάθε σημείο μιας ισοφασικής επιφάνειας (μετώπου κύματος), μπορεί να θεωρηθεί ως σημειακή πηγή που εκπέμπει δευτερογενή κύματα, τα οποία συμβάλλουν μεταξύ τους και αλληλοαναιρούνται σε όλα τα σημεία εκτός από τα σημεία της περιβάλλουσας επιφάνειας .



ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

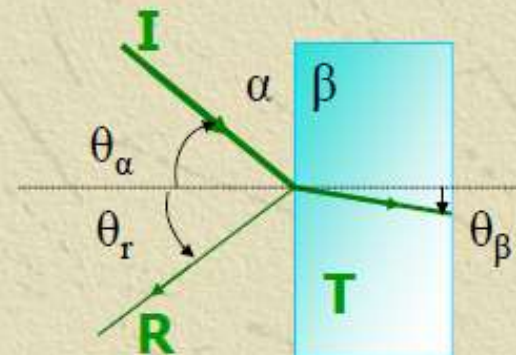


Επίπεδο κύμα – δέσμες ακτίνων – για απλότητα μια ακτίνα για κάθε δέσμη

I → Incident προσπίπτουσα δέσμη

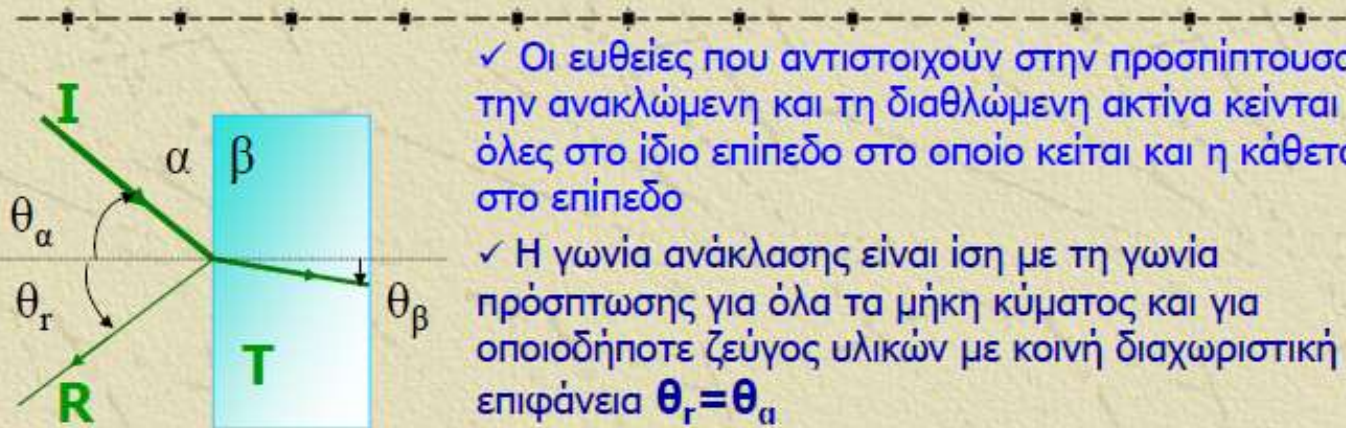
R → Reflected ανακλώμενη δέσμη

T → Transmitted διερχόμενη δέσμη στην περίπτωση μας **refracted** διαθλώμενη



Στην περίπτωση του "κλασσικού γυαλιού" $R \approx 10\%$

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ



Ακτίνα που διαδίδεται από ένα μέσο σε δεύτερο μεγαλύτερου δείκτη διάθλασης σχηματίζει (στο 2^ο μέσο) με την κατακόρυφο μικρότερη γωνία.

✓ Οι ευθείες που αντιστοιχούν στην προσπίπτουσα, την ανακλώμενη και τη διαθλώμενη ακτίνα κείνται όλες στο ίδιο επίπεδο στο οποίο κείται και η κάθετος στο επίπεδο

✓ Η γωνία ανάκλασης είναι ίση με τη γωνία πρόσπτωσης για όλα τα μήκη κύματος και για οποιοδήποτε ζεύγος υλικών με κοινή διαχωριστική επιφάνεια $\theta_r = \theta_\alpha$

✓ Για μονοχρωματικό φως και για συγκεκριμένο ζεύγος υλικών α και β εκατέρωθεν της κοινής διαχωριστικής επιφάνειας ο λόγος των ημιτόνων των γωνιών θ_α και θ_β (οι γωνίες μετρώνται ως προς την κάθετο στην επιφάνεια) ισούται με το αντίστροφο του λόγου των δύο δεικτών διάθλασης


$$\sin\theta_\alpha / \sin\theta_\beta = n_\beta / n_\alpha$$

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

13 degrees

Rotating a Mirror By an Angle θ
Rotates the Reflected Ray By 2θ

Drag the slider to rotate the mirror by an angle θ

Click the button to see a more complex case: 

Copyright © 2004
David M. Harrison

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Reflection and Refraction: Air to Glass

Angles are in degrees. Values are rounded to the nearest degree. Ray intensities are as shown.

Copyright © 2004 David M. Harrison

30

Angle of Incidence θ

$n = 1.00$

Set Index of Refraction of the Glass

$n = 1.25$

Angle of Refraction = 24

Next Scene:

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

30

Reflection and Refraction: Air to Glass

Angles are in degrees. Values are rounded to the nearest degree. Ray intensities are as shown.

Copyright © 2004 David M. Harrison

Angle of Incidence θ

$n = 1.00$

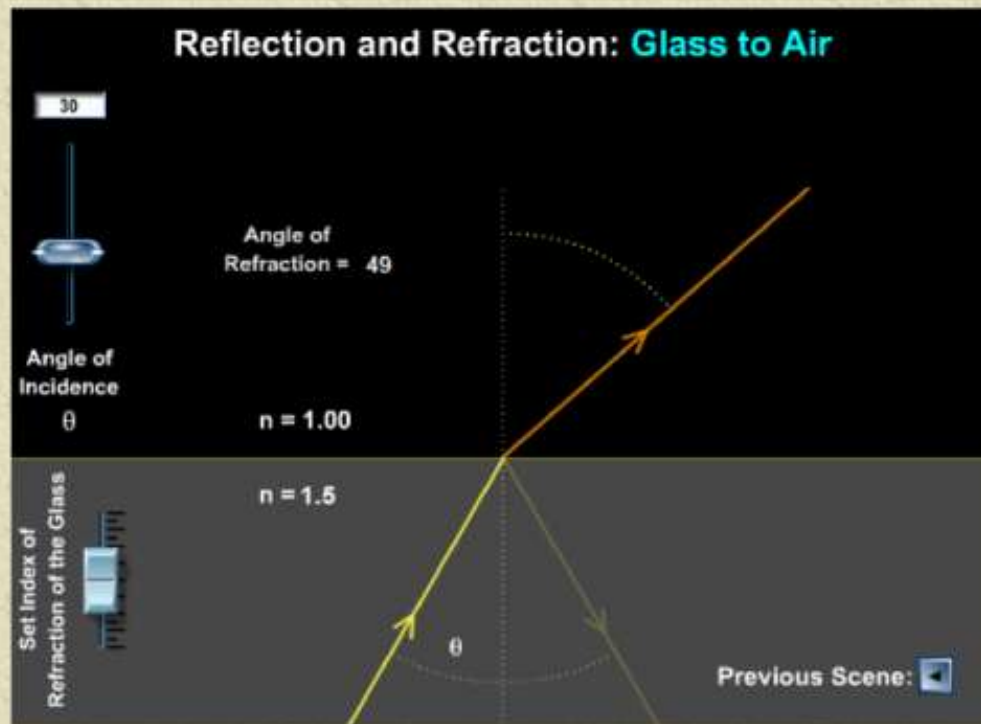
Set Index of Refraction of the Glass

$n = 1.75$

Angle of Refraction = 17

Next Scene:

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ



ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Αφού τα υλικά διαθέτουν διαφορετικούς δείκτες διάθλασης και η ταχύτητα του φωτός διαφέρει $\rightarrow \{c=\lambda f\}$ κάποιο από τα μεγέθη f , λ ή και τα δύο αλλάζουν καθώς το φως διέρχεται από το ένα υλικό στο άλλο.

Η συχνότητα, f , είναι βασικό μέγεθος και **δεν αλλάζει**.

Το μέγεθος που αλλάζει είναι το μήκος κύματος, λ .

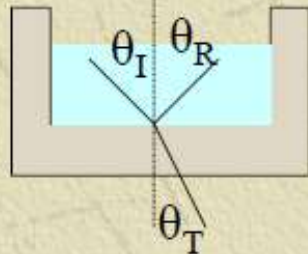
$$n_{\beta} > n_{\alpha} \rightarrow c/u_{\beta} > c/u_{\alpha} \rightarrow u_{\alpha} > u_{\beta} \rightarrow \lambda_{\alpha} f_{\alpha} > \lambda_{\beta} f_{\beta} \rightarrow \lambda_{\alpha} > \lambda_{\beta}$$

$$\lambda = \lambda_0 / n$$

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στο σχήμα το υλικό α είναι το νερό ($n=1.33$) ενώ το β είναι γυαλί με δείκτη διάθλασης 1.52. Αν η προσπίπτουσα σχηματίζει γωνία 60° με την κάθετη στον πυθμένα του δοχείου, βρείτε τις διευθύνσεις των ανακλώμενων και των διαθλώμενων ακτίνων.

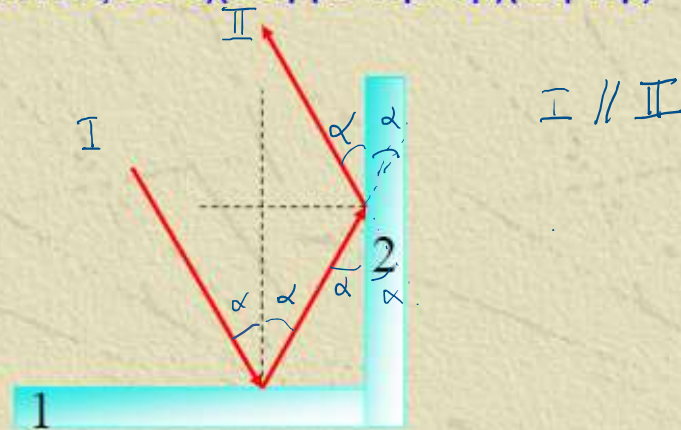


Το μήκος κύματος του ερυθρού φωτός που εκπέμπει laser HeNe είναι 633nm στον αέρα αλλά 474nm στο υδατοειδές υγρό μέσα στο βολβό του ανθρώπινου ματιού. Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης του υδατοειδούς υγρού καθώς και την ταχύτητα και τη συχνότητα του φωτός στην ουσία αυτή.

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

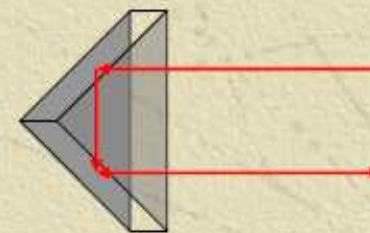
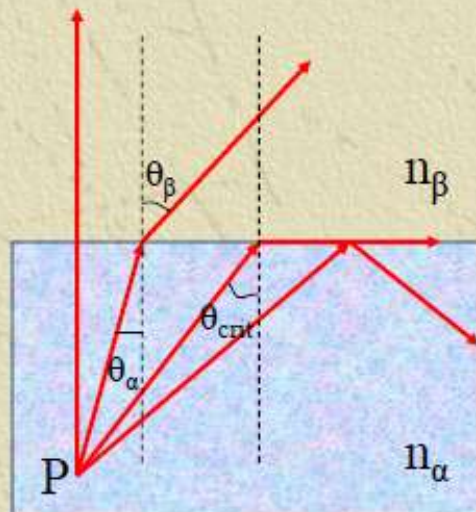
Δύο κάτοπτρα είναι κάθετα μεταξύ τους. Μια ακτίνα διαδιδόμενη σε επίπεδο κάθετο και στα δύο κάτοπτρα ανακλάται από το ένα κάτοπτρο και στη συνέχεια ανακλάται από το δεύτερο κάτοπτρο όπως δείχνει το σχήμα. Ποια είναι η τελική κατεύθυνση της ακτίνας σε σχέση με την αρχική της κατεύθυνση;



ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ

$$\sin\theta_{\beta} = n_{\alpha}/n_{\beta} \sin\theta_{\alpha}, \text{ αν } n_{\alpha} > n_{\beta} \text{ και } \sin\theta_{\beta} = 1 \rightarrow ?$$

$$\sin\theta_{\text{crit}} = n_{\beta}/n_{\alpha} = 0.658 \text{ για το γυαλί, } \theta_{\text{crit}} = 41.1^{\circ}$$



Πρίσμα Πορρο

ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ

Reflection and Refraction: **Glass to Air**

40


Angle of Incidence θ

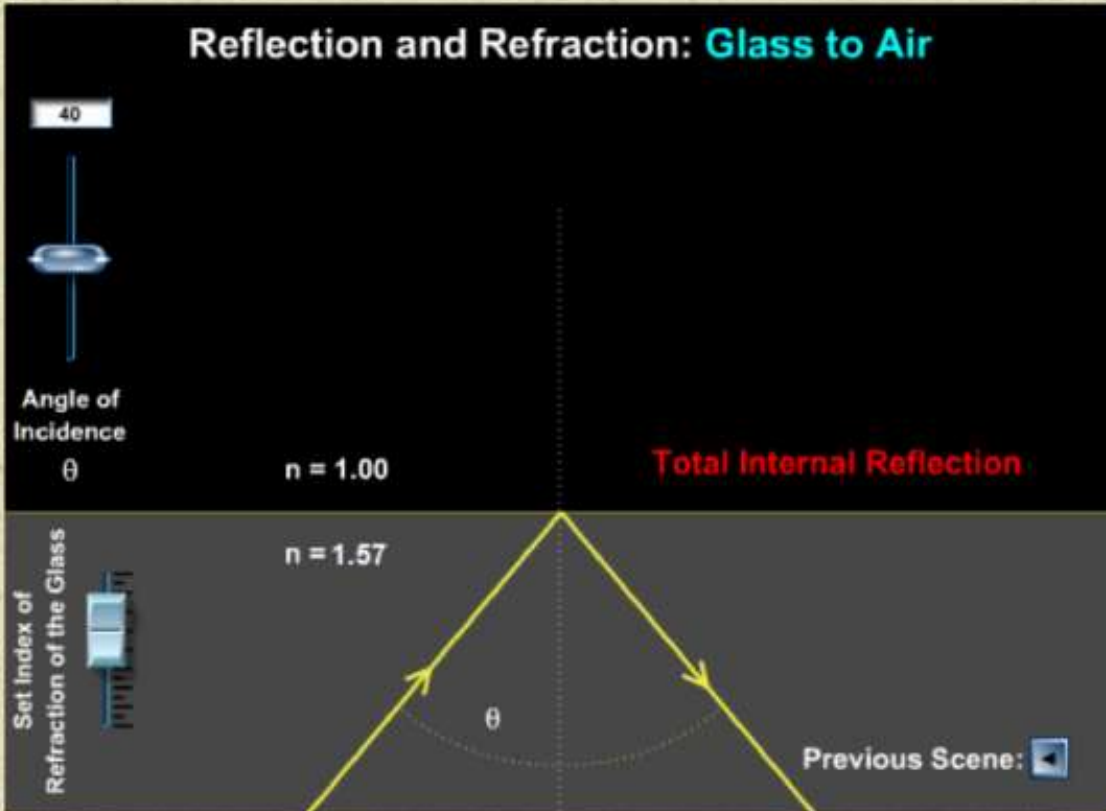
$n = 1.00$

Total Internal Reflection

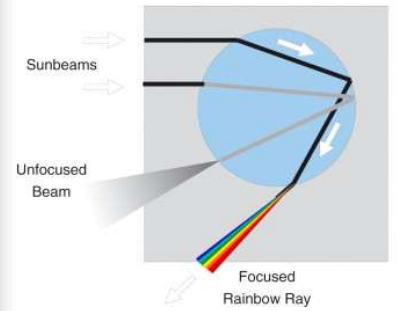
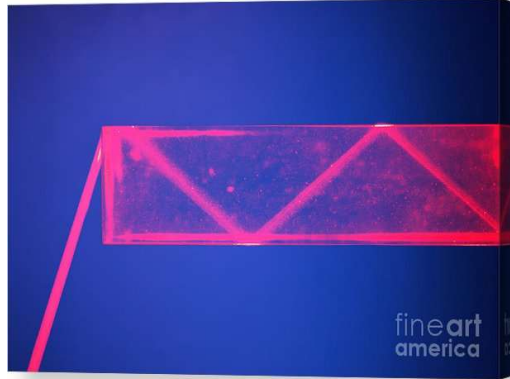
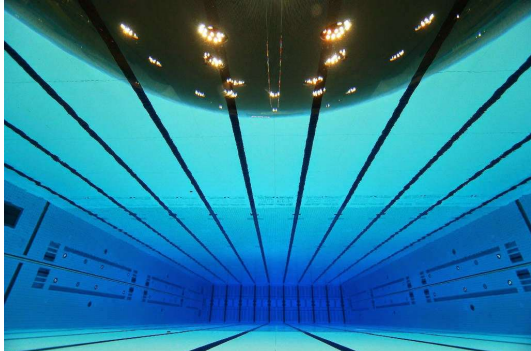
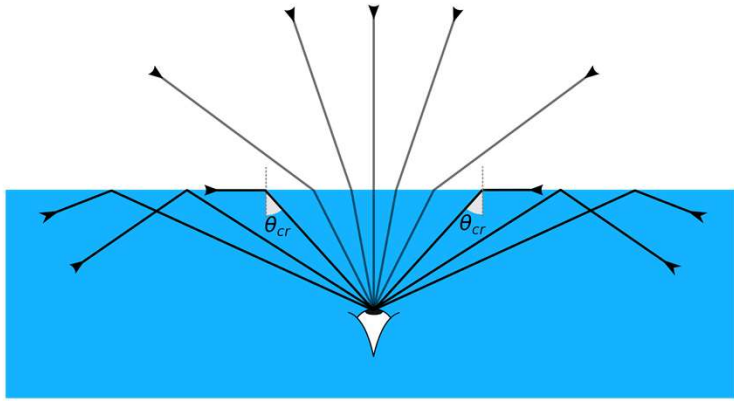
Set Index of Refraction of the Glass $n = 1.57$

θ

Previous Scene: 



The diagram illustrates Total Internal Reflection (TIR) at the interface between glass and air. A vertical dashed line represents the normal. The upper region is labeled $n = 1.00$ (Air) and the lower region is labeled $n = 1.57$ (Glass). A yellow arrow representing an incident ray travels upwards from the glass towards the normal. At the interface, the ray is reflected back into the glass, forming a right-angled triangle with the normal. The angle between the incident ray and the normal is labeled θ . The text "Total Internal Reflection" is written in red. On the left side, there are two interactive controls: a slider for "Angle of Incidence" with a value of 40, and a vertical scale for "Set Index of Refraction of the Glass". A "Previous Scene" button with a left-pointing arrow is located in the bottom right corner.



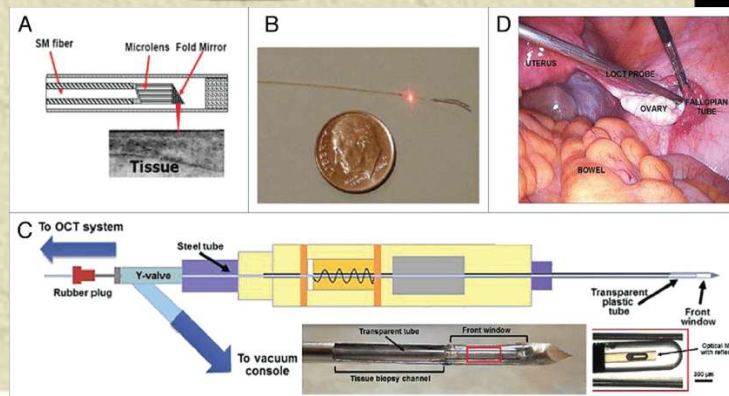
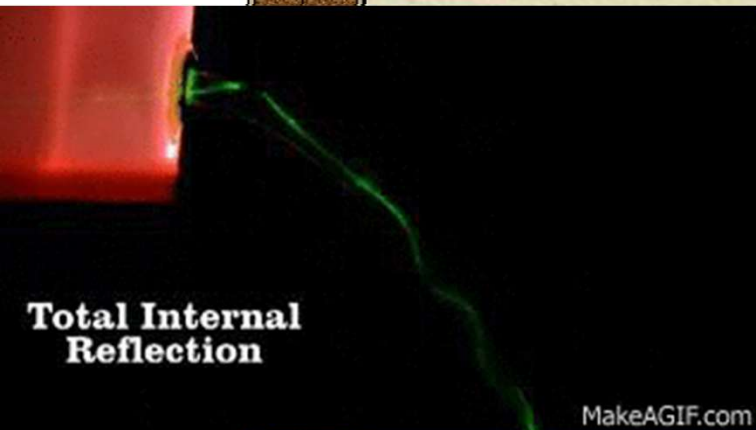
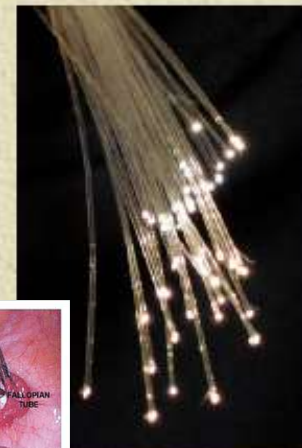
ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένα περισκόπιο περιέχει δύο πρίσματα ολικής ανάκλασης 45° - 45° - 90° ενώ η ολική εσωτερική ανάκλαση που καθιστά δυνατή τη λειτουργία του πραγματοποιείται στις έδρες πρισμάτων που βρίσκονται απέναντι από τις ορθές του γωνίες. Αν εμφανιστεί διαρροή το κάτω πρίσμα επικαλύπτεται από το νερό που διεισδύει λόγω της διαρροής. Εξηγείστε γιατί δεν είναι πλέον δυνατή η λειτουργικότητα του περισκοπίου.

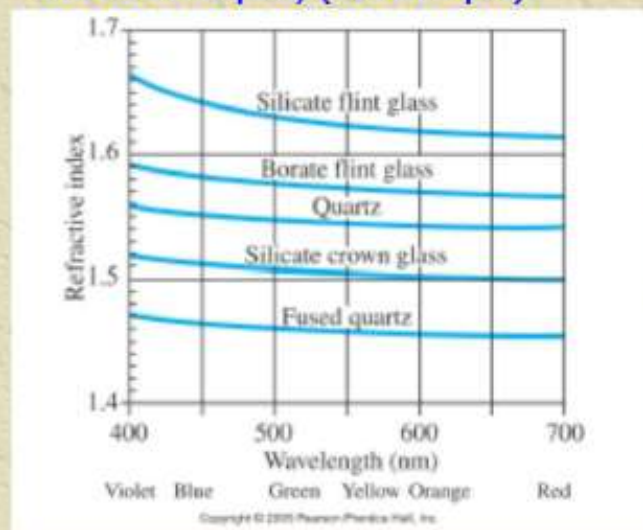
ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής ολικής εσωτερικής ανάκλασης στις οπτικές ίνες.



ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ

Το λευκό φως είναι υπέρθεση κυμάτων με διάφορα μήκη κύματος που εκτείνονται σε όλο το οπτικό φάσμα. Ενώ στο κενό η ταχύτητα του φωτός είναι ανεξάρτητη του μήκους κύματος μέσα σε ένα υλικό η ταχύτητα του φωτός εξαρτάται από το μήκος κύματος. Η εξάρτηση αυτή ονομάζεται διασκεδασμός (διασπορά)



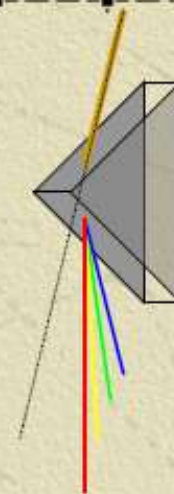
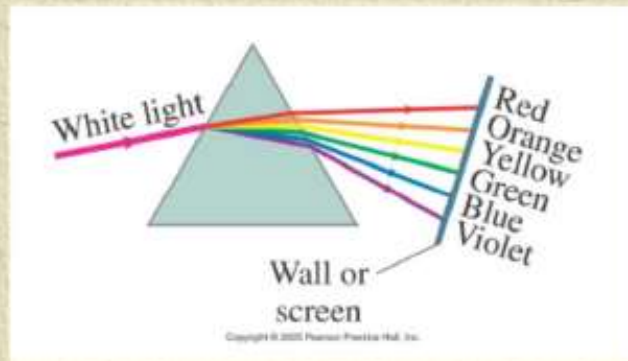
Ο δείκτης διάθλασης αποτελεί ένα χαρακτηριστικό μέγεθος για ένα υλικό και εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας

ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ

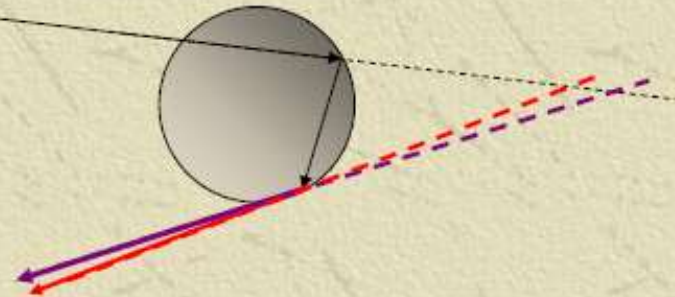
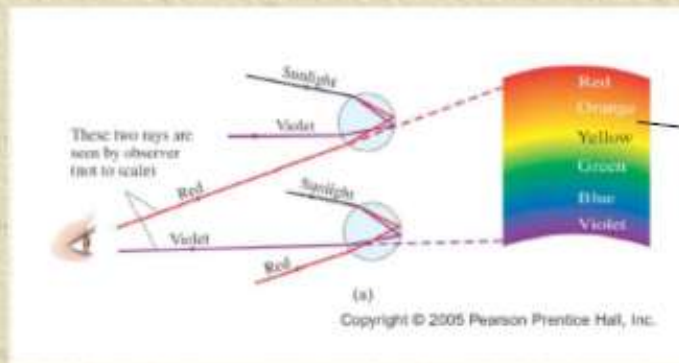
AN $\alpha \rightarrow$ αέρας, $b \rightarrow$ γυαλί

Snell $n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b$

n_b μειώνεται αυξανόμενου του λ (διασκεδασμός)
το $\sin \theta_b$ θα πρέπει να αυξάνει (το θ_b να αυξάνει)

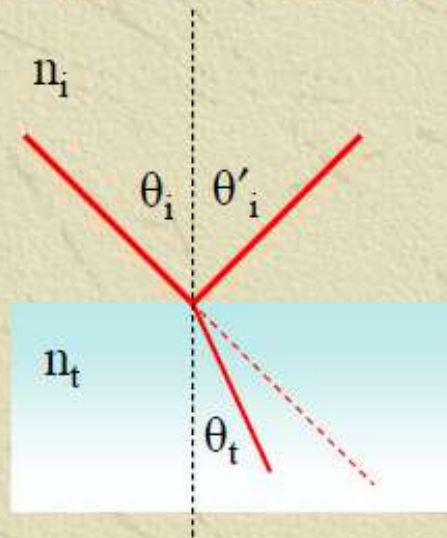


ΠΡΟΣΟΧΗ!!!
Ως προς την κατακόρυφο



ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Δέσμη φωτός συναντά την επιφάνεια ενός διαφανούς σώματος → φαινόμενα ανάκλασης και διάθλασης



Για την ανακλώμενη δέσμη ισχύει

$$\theta_i = \theta'_i$$

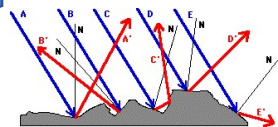
Στιλπνές επιφάνειες ανακλούν σε συγκεκριμένη γωνία (κατοπτρική ανάκλαση).

Τραχιές επιφάνειες ανακλούν σε όλες τις διευθύνσεις (διαχεόμενη ανάκλαση) → επιφανειακές ανωμαλίες

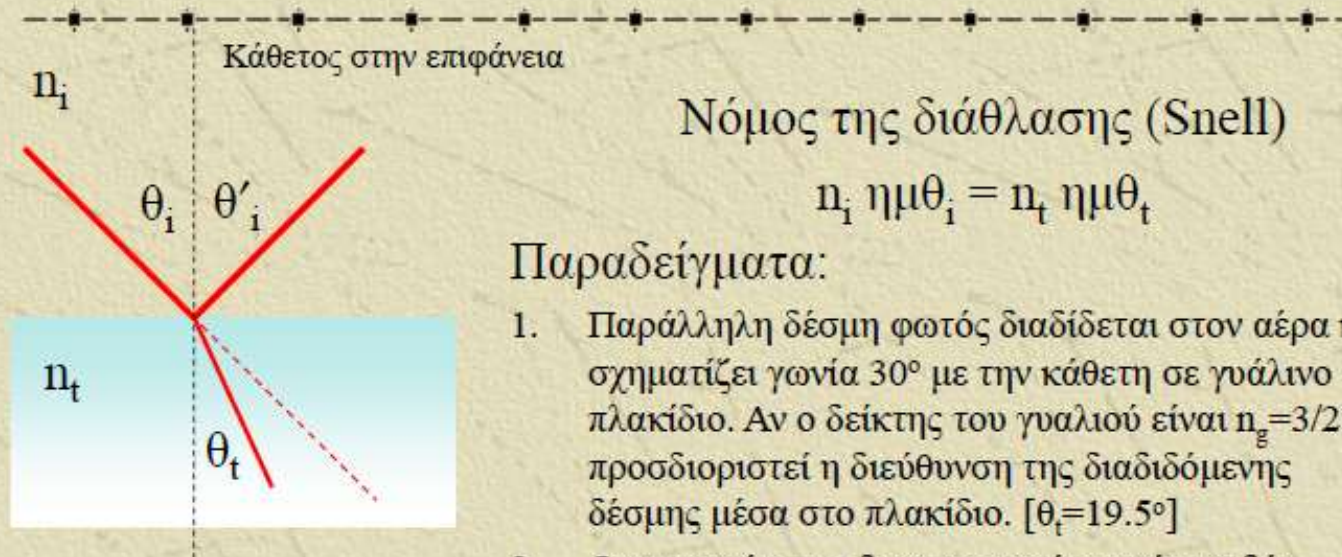
(μόνο αν το μέσο βάθος ανωμαλιών είναι σημαντικά μικρότερο από το λ θα έχουμε κατοπτρική ανάκλαση)

Μεταλλικές τραχιές επιφάνειες ανακλούν κατοπτρικά μικροκύματα ($\lambda \sim 0.5\text{cm}$) όχι όμως το ορατό φως

Επίσης θα πρέπει οι διαστάσεις του ανακλαστή να είναι σημαντικά μεγαλύτερες από το λ



ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ



Νόμος της διάθλασης (Snell)

$$n_i \eta \mu \theta_i = n_t \eta \mu \theta_t$$

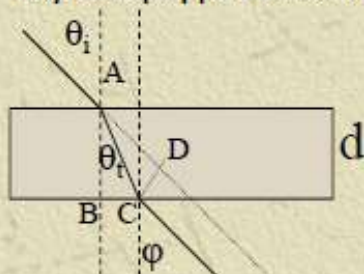
Παραδείγματα:

1. Παράλληλη δέσμη φωτός διαδίδεται στον αέρα και σχηματίζει γωνία 30° με την κάθετη σε γυάλινο πλακίδιο. Αν ο δείκτης του γυαλιού είναι $n_g=3/2$ να προσδιοριστεί η διεύθυνση της διαδιδόμενης δέσμης μέσα στο πλακίδιο. [$\theta_t=19.5^\circ$]
2. Φανταστείτε μια διαχωριστική επιφάνεια δύο περιοχών, μιας από γυαλί ($n_g=3/2$) και μιας από νερό ($n_w=1.33$). Μια ακτίνα που διαδίδεται μέσα στο γυαλί συναντά διαχωριστική επιφάνεια με γωνία 45° και διαθλάται μέσα στο νερό. Πόση είναι η γωνία διαθλάσεως; [$\theta_t=52.6^\circ$]

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Παραδείγματα:

3. Ναδειχθεί ότι μια ακτίνα που πέφτει με γωνία θ_i σε ένα γυάλινο πλακίδιο, θα εξέλθει από αυτό με την ίδια γωνία. Να βρεθεί μια έκφραση για την παράλληλη μετατόπιση a της ακτίνας αν το πάχος του πλακιδίου είναι d .

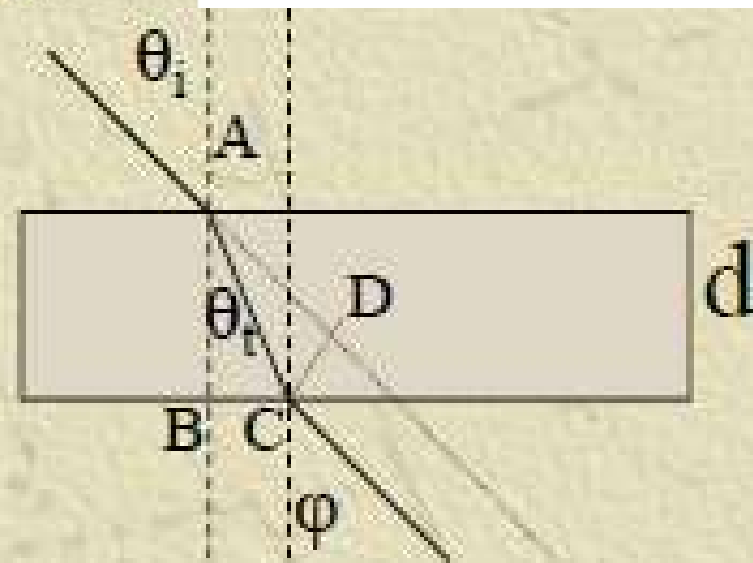


$$n_a \eta\mu\theta_i = n_g \eta\mu\theta_t$$

$$n_g \eta\mu\theta_t = n_a \eta\mu\varphi$$

$$n_a \eta\mu\theta_i = n_g \eta\mu\theta_t = n_a \eta\mu\varphi \rightarrow \theta_i = \varphi$$

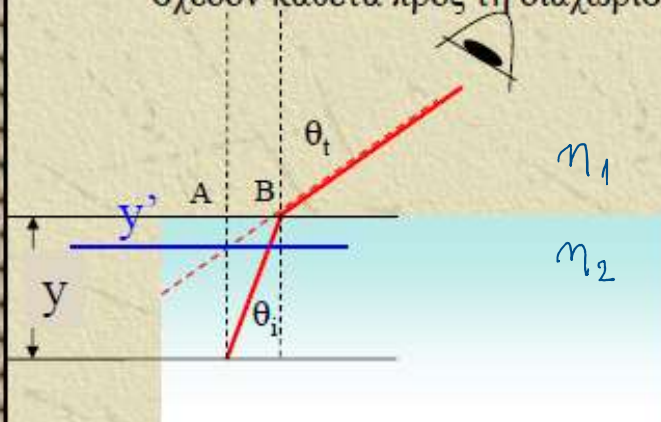
$$\widehat{CAD} = \theta_i - \theta_t \rightarrow a = AC \eta\mu(\theta_i - \theta_t) = d \eta\mu(\theta_i - \theta_t) / (\sigma\upsilon\nu\theta_t)$$



ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Παραδείγματα:

4. Φανταστείτε ότι έχουμε δύο μέσα (με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2) που χωρίζονται από μια επίπεδη επιφάνεια. Ένα αντικείμενο στο οπτικά πυκνότερο μέσο (n_2) βρίσκεται σε απόσταση y κάτω από τη διαχωριστική επιφάνεια. Ένας παρατηρητής που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια θα δει το αντικείμενο να βρίσκεται σε απόσταση y' κάτω από αυτή. Να εκφραστεί το y' με το y και το δείκτη διάθλασης όταν η παρατήρηση γίνεται σχεδόν κάθετα προς τη διαχωριστική επιφάνεια.



$$n_2 \eta\mu\theta_i = n_1 \eta\mu\theta_t$$

$$AB = y \epsilon\phi\theta_i = y' \epsilon\phi\theta_t$$

$$n_2 \sigma\upsilon\nu\theta_i / y = n_1 \sigma\upsilon\nu\theta_t / y'$$

Για μικρές θ_i $\cos\theta_i \sim \cos\theta_t \sim 1$

$$y' = y n_1 / n_2$$

ΑΝΑΚΛΑΣΗ και ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Παραδείγματα:

5. Ένα ψάρι φαίνεται ότι βρίσκεται 2m κάτω από την επιφάνεια μιας λίμνης, όταν ένας ψαράς το παρατηρεί σχεδόν κατακόρυφα από ψηλά. Ποιο είναι το πραγματικό βάθος στο οποίο βρίσκεται το ψάρι; [2.66m]

Οριακή γωνία

Σε περίπτωση που ο δείκτης διάθλασης n_1 του μέσου στο οποίο κινείται μια ακτίνα είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υλικού n_2 που βρίσκεται πίσω από τη διαχωριστική επιφάνεια την οποία συναντά (εσωτερική ανάκλαση) δηλ. $n_1 > n_2$ υπάρχει μια τιμή για τη γωνία θ_1 (οριακή γωνία, θ_c) για την οποία η θ_2 γίνεται 90° . (Δηλ. διαθλώμενη ακτίνα παράλληλα προς την διεπιφάνεια ή η διαπερατότητα μηδενίζεται). Περαιτέρω αύξηση της θ_1 έχει σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαθλώμενη ακτίνα, το φως παραμένει στο μέσο στο οποίο αρχικά κινούνταν.