

# ΦΥΣΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑΣ



# & ΗΧΟΥ



## ΚΑΛΗ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΧΡΟΝΙΑ

ΟΙ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ:

Δ. ΜΕΛΙΤΣΙΩΤΗΣ

Μ. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ

email επικοινωνίας:

[mkaragianni@uniwa.gr](mailto:mkaragianni@uniwa.gr)

## **A. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ**

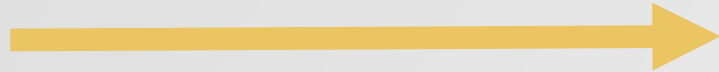
- Φως –Φύση του Φωτός - Περιγραφή -Ακτίνες – Διάδοση Φωτός – Αρχή Ελαχίστου Χρόνου
- Αλληλεπίδραση φωτός με την ύλη: Φαινόμενα Ανάκλασης – Διάθλασης.
- Απεικόνιση: δημιουργία ειδώλου – χαρακτηρισμός ειδώλου – συμβάσεις προσήμων
- Κάτοπτρα: Επίπεδα – Κυρτά – Κοίλα
- Φακοί: Είδη φακών –Σχηματισμός Εδώλων – Διαγράμματα Ακτίνων – προσδιορισμός θέσης- μεγέθυνσης ειδώλου - Συστήματα Φακών
- Μεγεθυντικός Φακός
- Σφάλματα Φακών (χρωματικό, σφαιρικό)
- Κύκλος Ελάχιστης Σύγχισης – Διακριτική Ικανότητα – Αριθμητικό Άνοιγμα – Αριθμός F#
- Αρχή Λειτουργίας Φωτογραφικής Μηχανής – Βάθος Πεδίου – Διάφραγμα

## **B. ΗΧΟΣ**

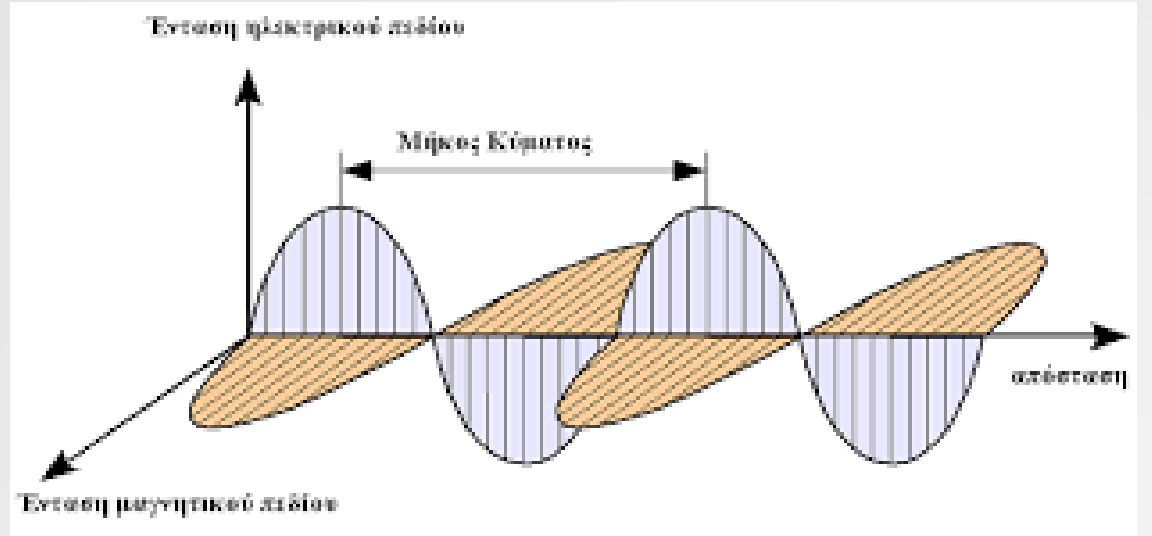
- Ήχος – Χαρακτηριστικά Ήχου – Ταχύτητα – Συχνότητα
- Ένταση ήχου – κλίμακα ντεσιμπελ (dB) – πολικό διάγραμμα μεγαφώνου-μικροφώνου
- Στάσιμα ηχητικά κύματα σε αέρια στήλη – Φαινόμενο Doppler



Φως



# ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



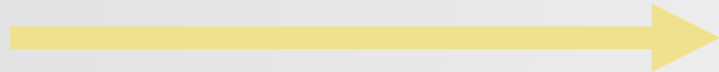
Τι είναι;



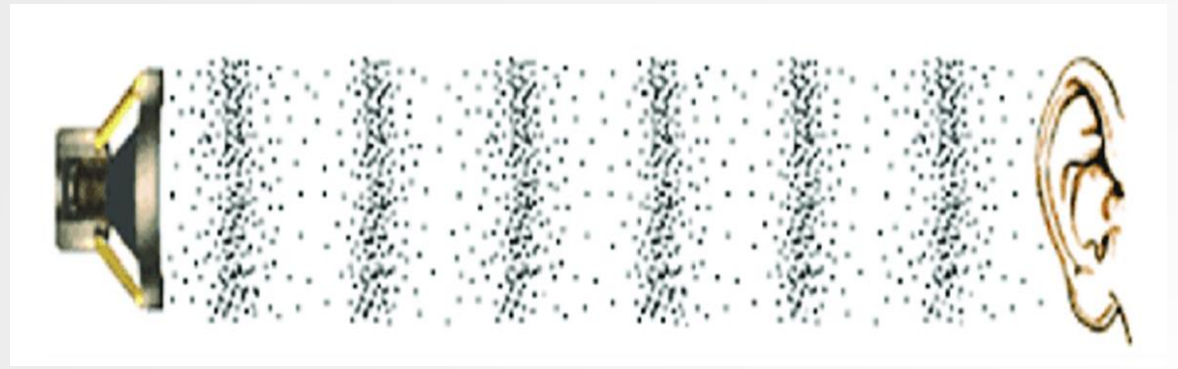
διάδοση  
ενέργειας



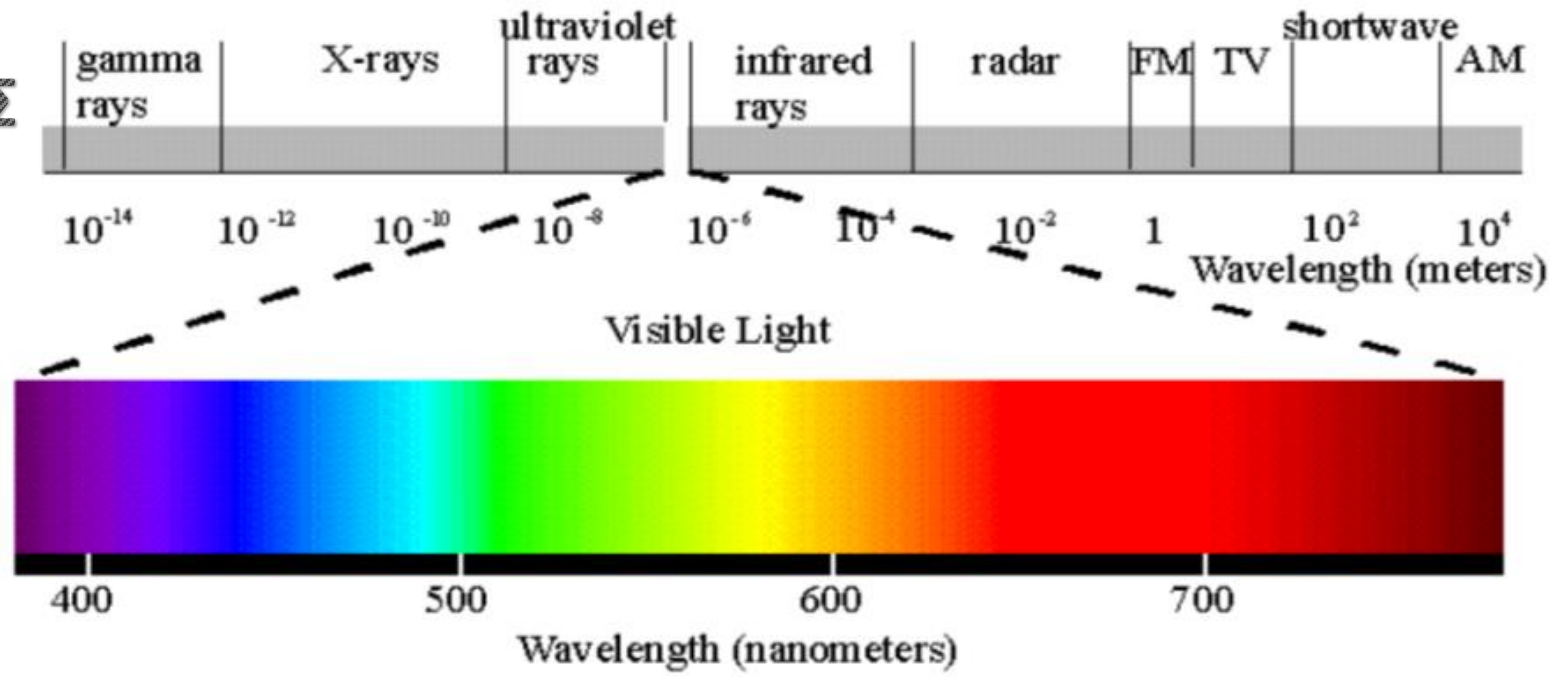
Ήχος



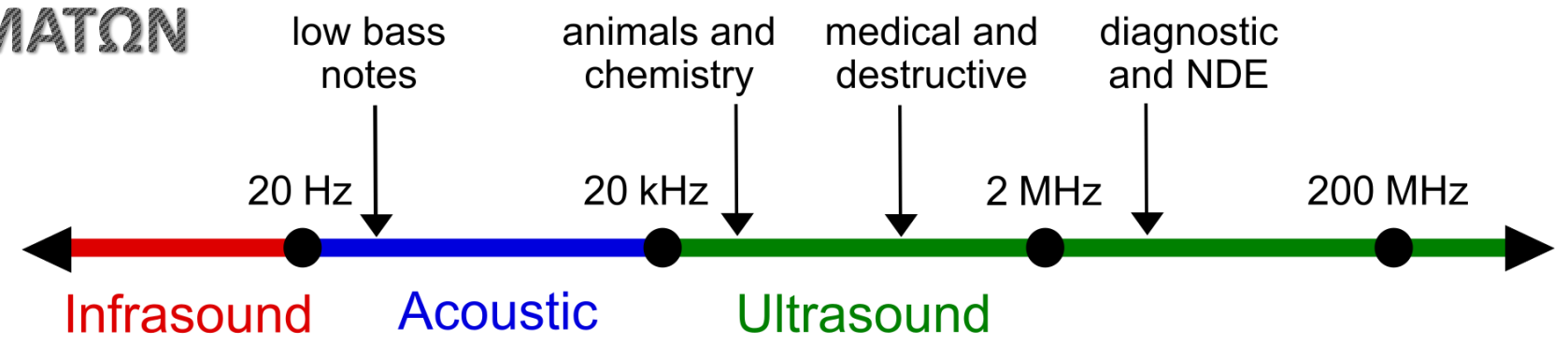
# ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



# ΦΑΣΜΑ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



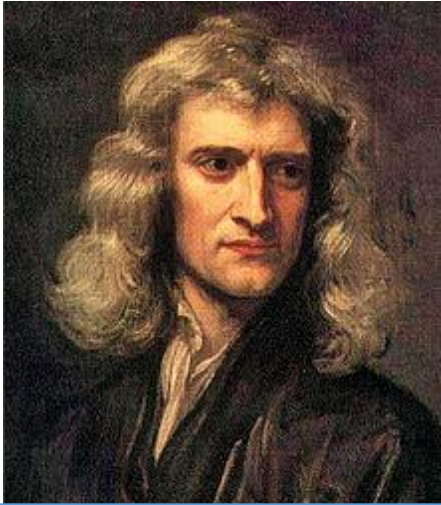
# ΦΑΣΜΑ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ



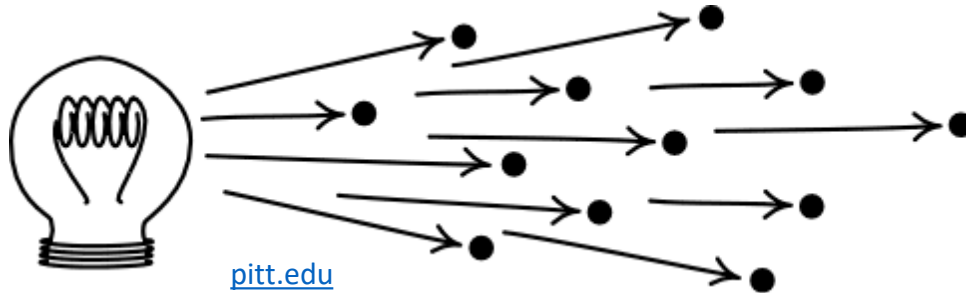
“Ultrasound range diagram.svg”, από [Wikipedia](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

# ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΣ

Isaac Newton (1669): σωματίδια



"[GodfreyKneller-IsaacNewton-1689](#)"  
από [Soerfm](#) διαθέσιμο ως κοινό κτήμα



[pitt.edu](#)

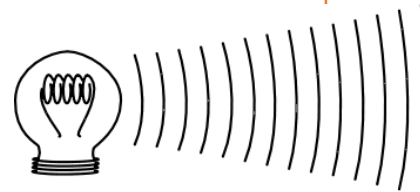
**ερμηνεύει:** ευθύγραμμη διάδοση, ανάλυση λευκού φωτός, ανάκλαση, θλάση κατά τη διάθλαση

**Αποτυχία:** μείωση ταχύτητας σε πυκνό μέσο, συμβολή, περίθλαση

Christian Huygens (1678): κύματα



"[Christiaan Huygens-painting](#)" από [Kristaga](#) διαθέσιμο ως κοινό κτήμα

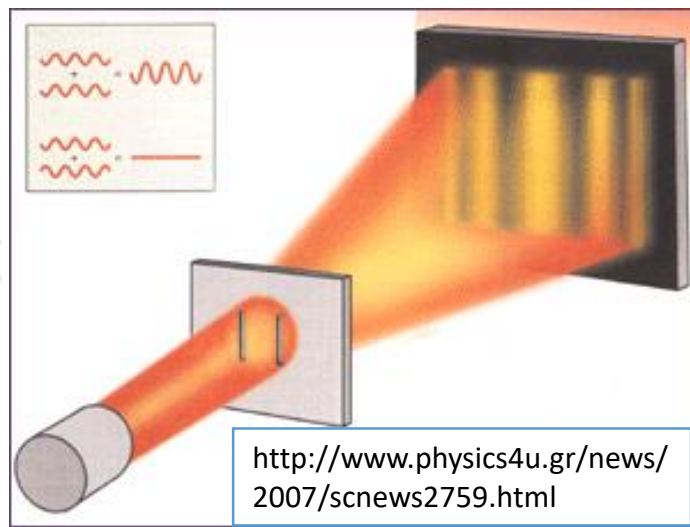


[pitt.edu](#)

**ερμηνεύει:** ανάκλαση, διάθλαση, συμβολή, περίθλαση, πόλωση

**Αποτυχία:** πειραματική επιβεβαίωση ύπαρξης αιθέρα

# Πείραμα Young



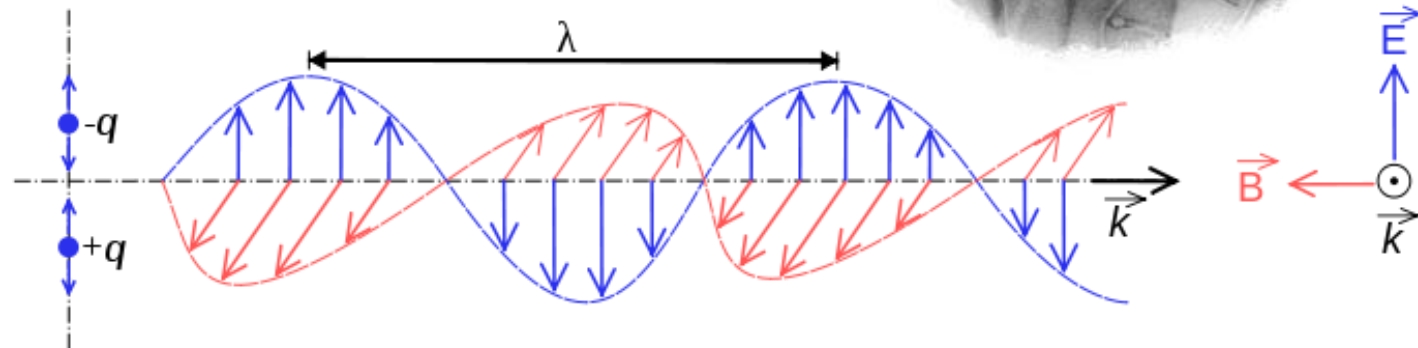
Επιβεβαίωση της κυματικής φύσης του φωτός

# James Clerk Maxwell (1864)



**ερμηνεύει:** ανάκλαση, διάθλαση, συμβολή, περίθλαση, πόλωση

**Αποτυχία:** ακτινοβολία μέλανος σώματος, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



# M. Planck – A. Einstein



εκπομπή - απορρόφηση φωτός ασυνεχής - ενεργειακά «πακέτα» (quanta) = **φωτόνια**

ενέργεια φωτονίου:

$$E = h\nu$$



$h = 6.63 \times 10^{-34}$  Joule sec, σταθερά Planck

“Max Planck” από [Beao](#)  
διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

“Einstein 1921 portrait2” από [Quibik](#)  
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα



L. de Broglie

W. Heisenberg



E. Schrodinger

P. Dirac



M. Born



## Δυαδική φύση φωτός

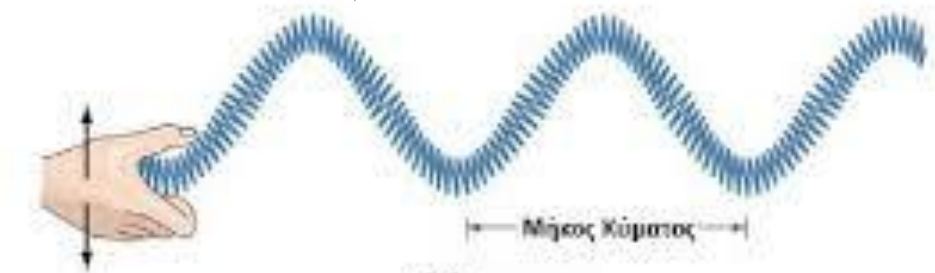
σωμάτιο:

- φωτοηλεκτρικό
- Compton

κύμα:

- συμβολή
- περίθλαση
- πόλωση

εγκάρσια



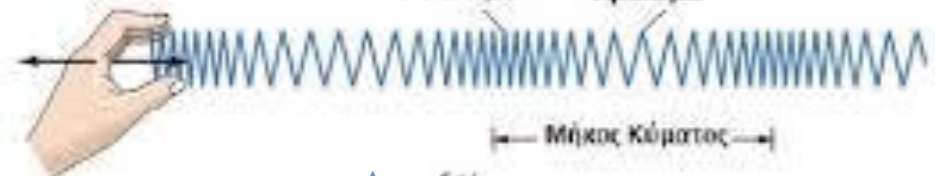
(i)

Πύκνωση

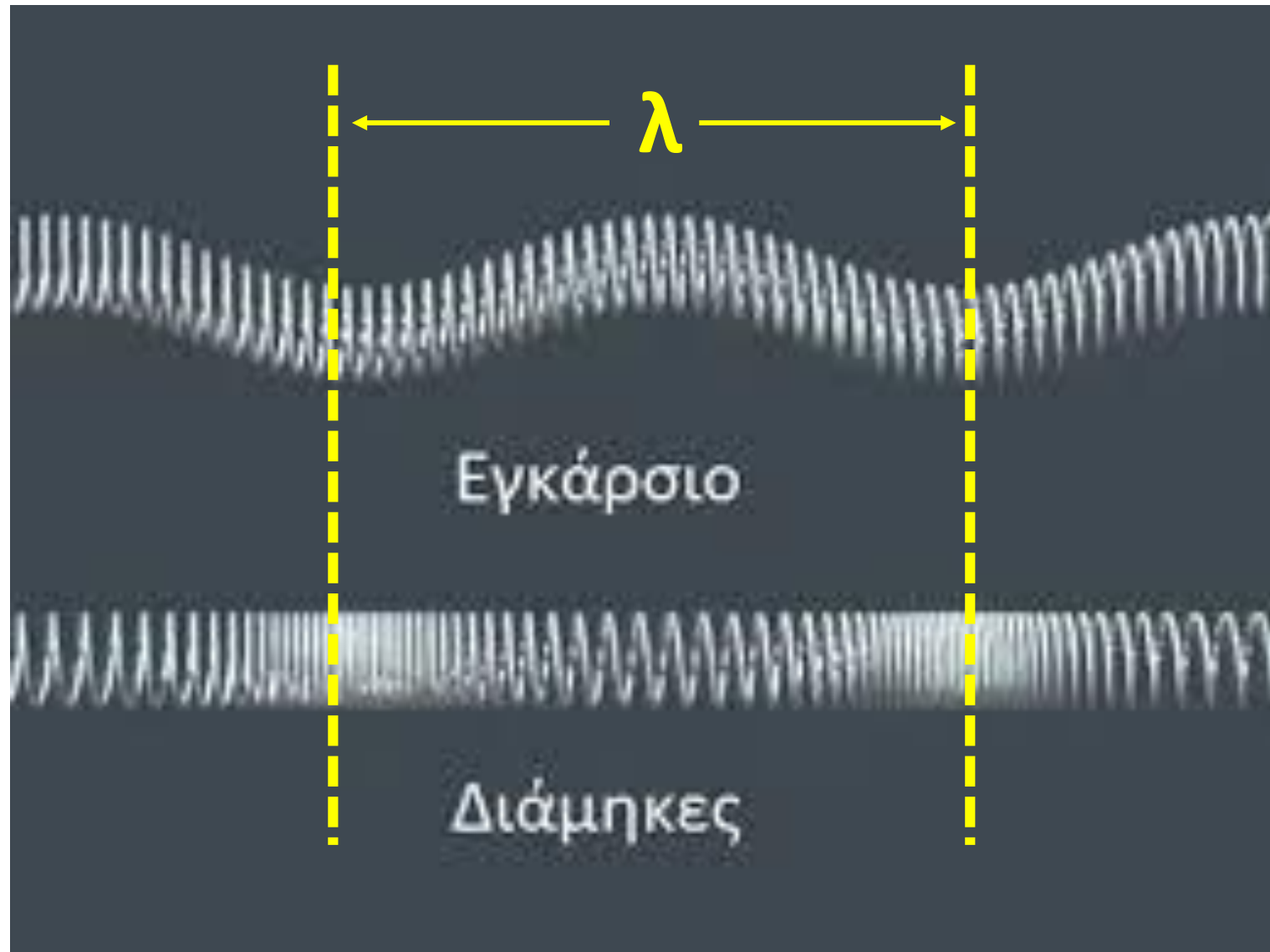
Αραιότητα

Μήκος Κύματος

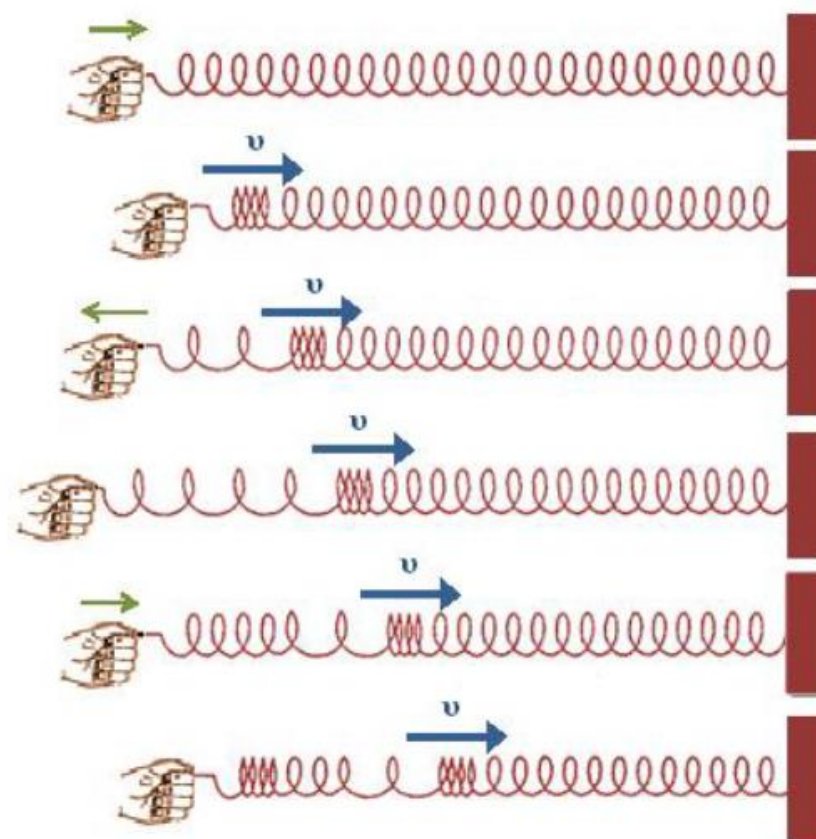
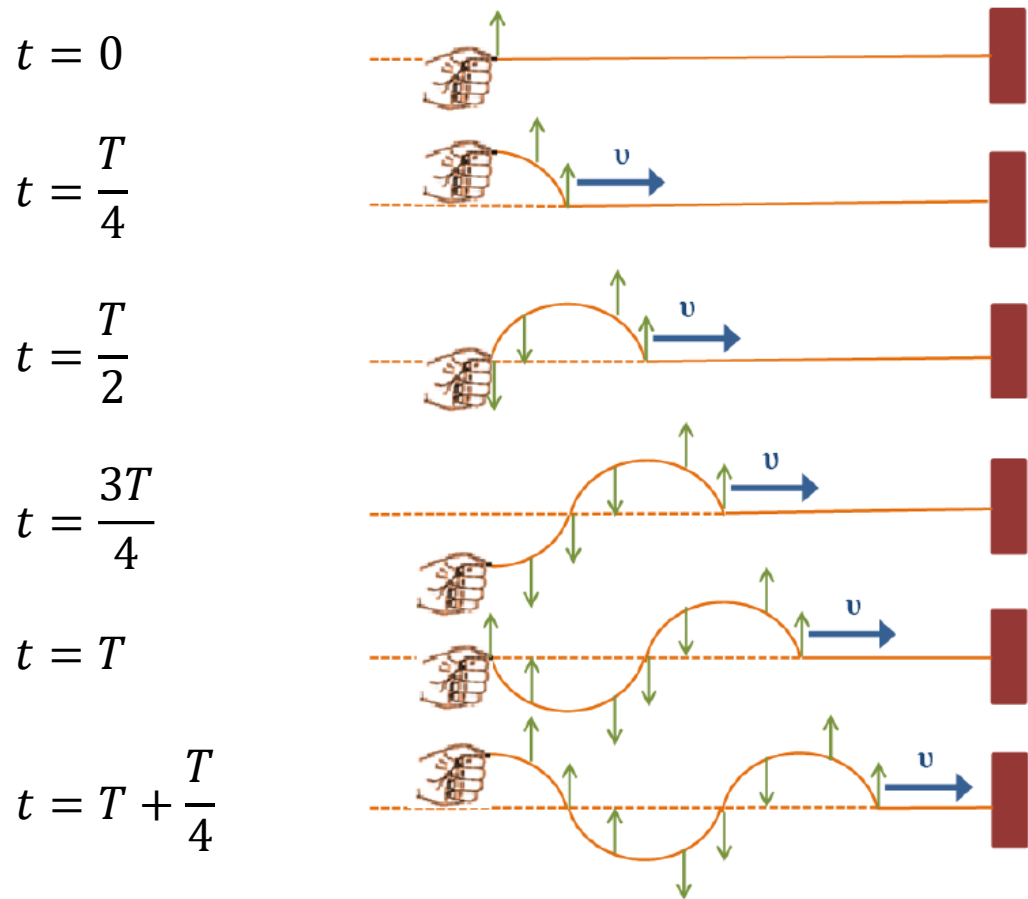
(ii)



διαμήκη







συχνότητα  $f$  (κύκλοι / sec  $\rightarrow$  Hz )

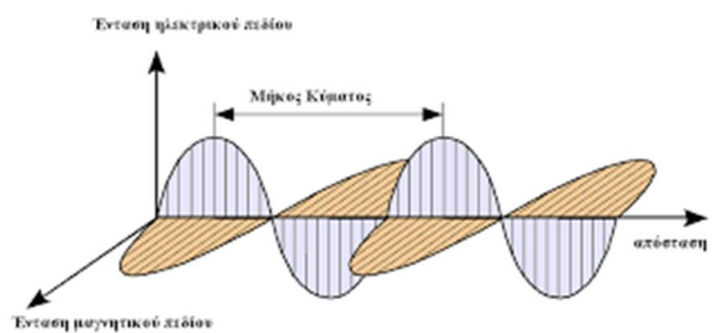
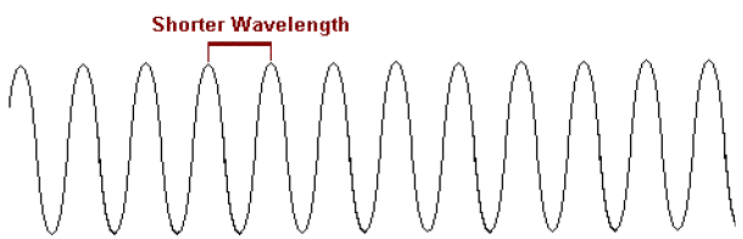
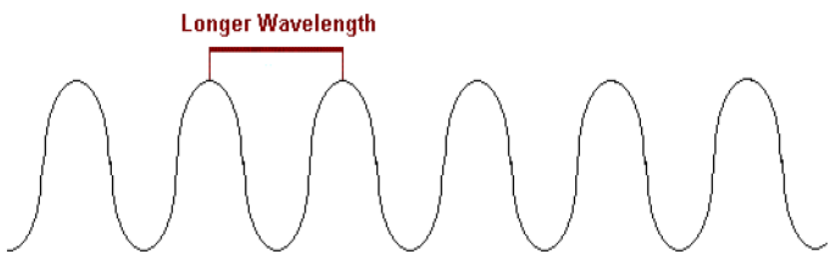
περίοδος  $T = \frac{1}{f}$  (χρόνος  $\rightarrow$  sec)

Κυκλική συχνότητα  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$  (rad / sec)

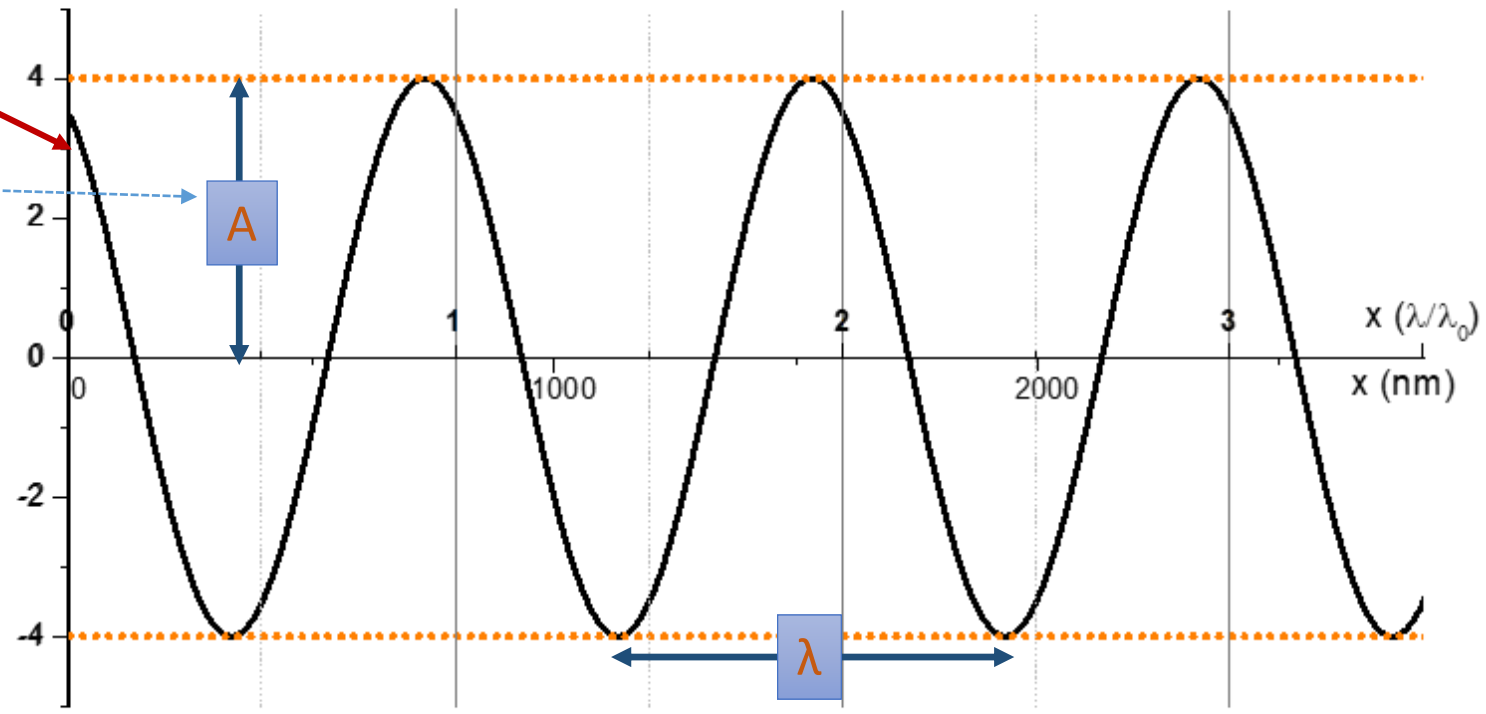
$$y(x, t) = A \cdot \eta\mu(\omega t - kx + \varphi)$$

- Πλάτος  $A$

- Μήκος κύματος  $\lambda$



### Στιγμιότυπο κύματος



$$\lambda = v \cdot T$$

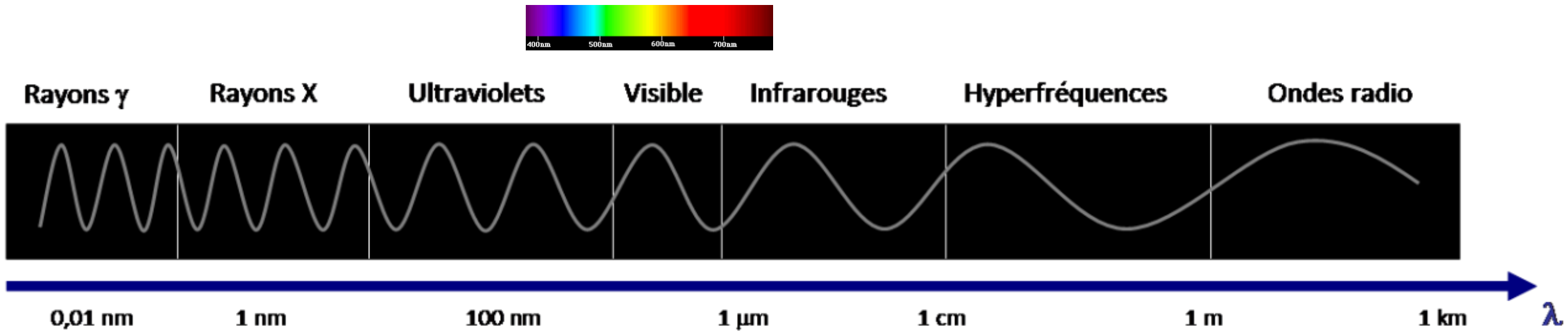
$$T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

# ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ – ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

## Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



# ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΗΜΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ (SI)	ΤΥΠΟΙ
Περίοδος $T$	χρονική διάρκεια μιας πλήρους κίνησης	sec	$T = \frac{1}{f}$ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ $v = \lambda \cdot f$ $\lambda = v \cdot T$
Συχνότητα $f$	πλήθος πλήρων κινήσεων (κύκλοι) στη μονάδα του χρόνου → → ρυθμός επανάληψης της περιοδικής κίνησης	Hz = 1/sec	
Κυκλική συχνότητα $\omega$	γωνία που αντιστοιχεί στους κύκλους ανά μονάδα χρόνου	rad / sec	
Ταχύτητα διάδοσης κύματος $v$	Απόσταση που διανύει το κύμα στη μονάδα του χρόνου	m / sec	
Μήκος κύματος $\lambda$	Απόσταση που διανύει το κύμα σε χρόνο $T$	m	

Η ταχύτητα  $c$  διάδοσης Η/Μ ακτινοβολίας εξαρτάται από: **ιδιότητες μέσου,  $f$**

- $c_0$  στο **κενό**: έχει την ίδια τιμή  $c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$  για **όλες** τις συχνότητες  $f$
- $v$  σε **υλικό μέσο**:  $v = \lambda \cdot f < c_0$

**(Απόλυτος) δείκτης διάθλασης**

$$n = \frac{c_0}{v} \quad \xrightarrow{c_0 \geq v} \quad n \geq 1$$

$$c_0 = \lambda_0 \cdot f$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$n = \frac{\lambda_0 \cdot f}{\lambda \cdot f} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

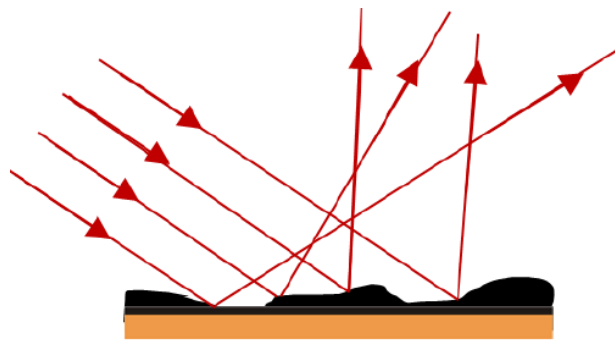
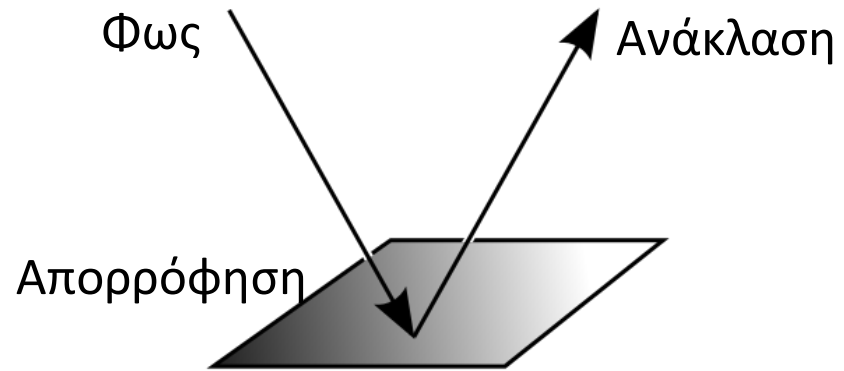
ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ

ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

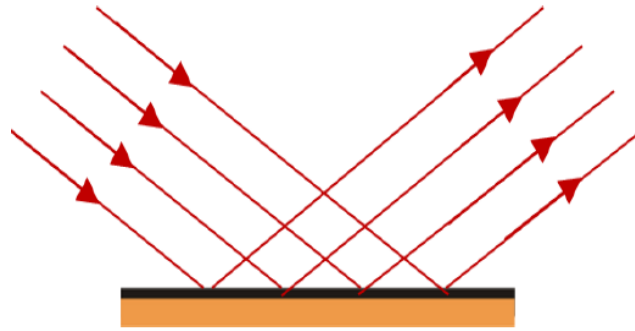
&

ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

# Ανάκλαση φωτός



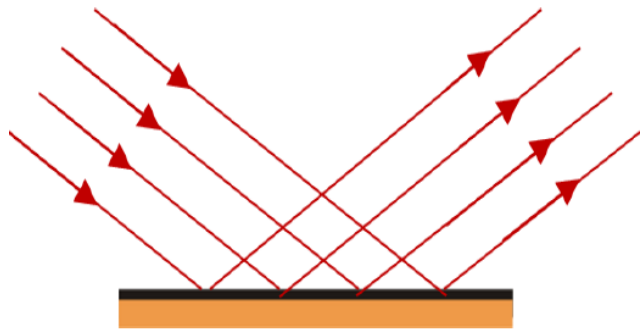
Διάχυτη Ανάκλαση



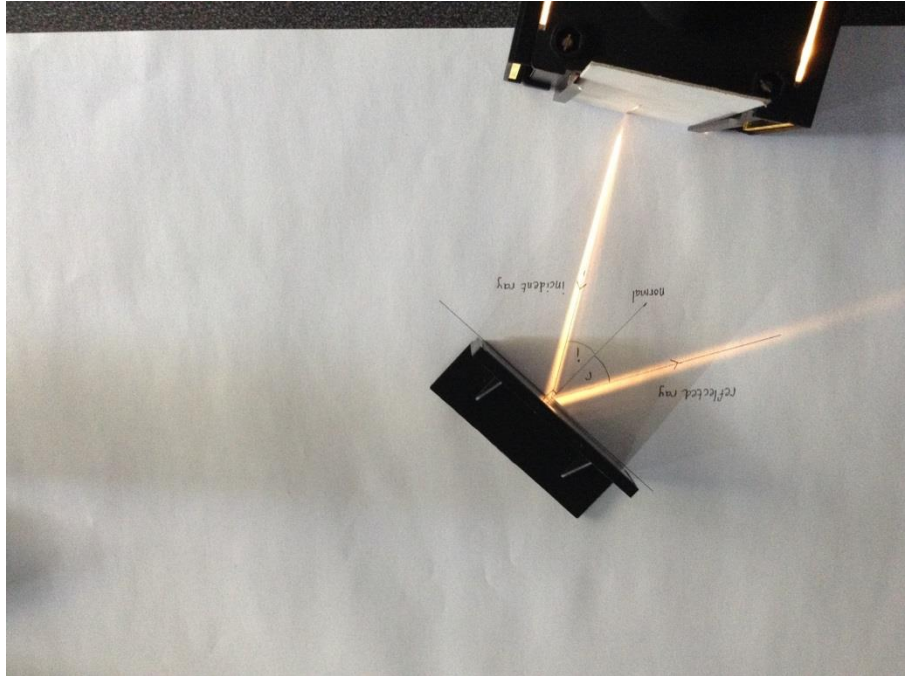
Κατοπτρική Ανάκλαση



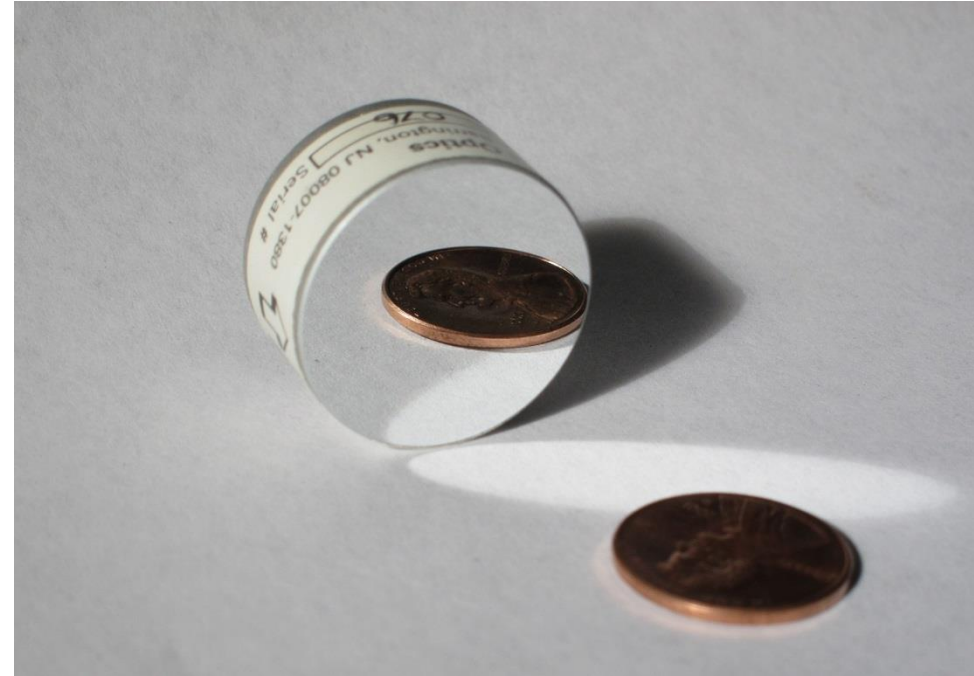
“Clouds reflection in water”,  
από [Tyoron2](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)



# Ανάκλαση φωτός



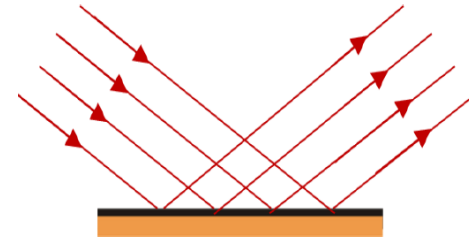
“[Light reflecting off mirror](#)”, από [Meganbeckett27](#)  
διαθέσιμο με άδεια [CC BY 3.0](#)



“[Enhanced aluminum coated first surface mirror on an optical flat](#)”, από [Zaereth~commonswiki](#) διαθέσιμο με  
άδεια [CC0](#)



# Ανάκλαση σε κυρτές επιφάνειες



“Eye full”, από [Alison](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY 2.0](#)



“Reflection in a soap bubble edit”, από [Alison](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

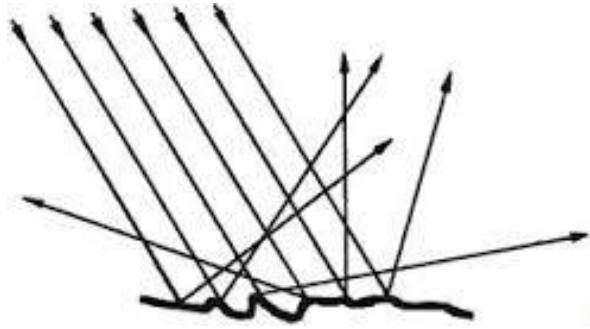
εξωτερική (κυρτή) επιφάνεια



εσωτερική (κοίλη) επιφάνεια



# Διάχυση φωτός

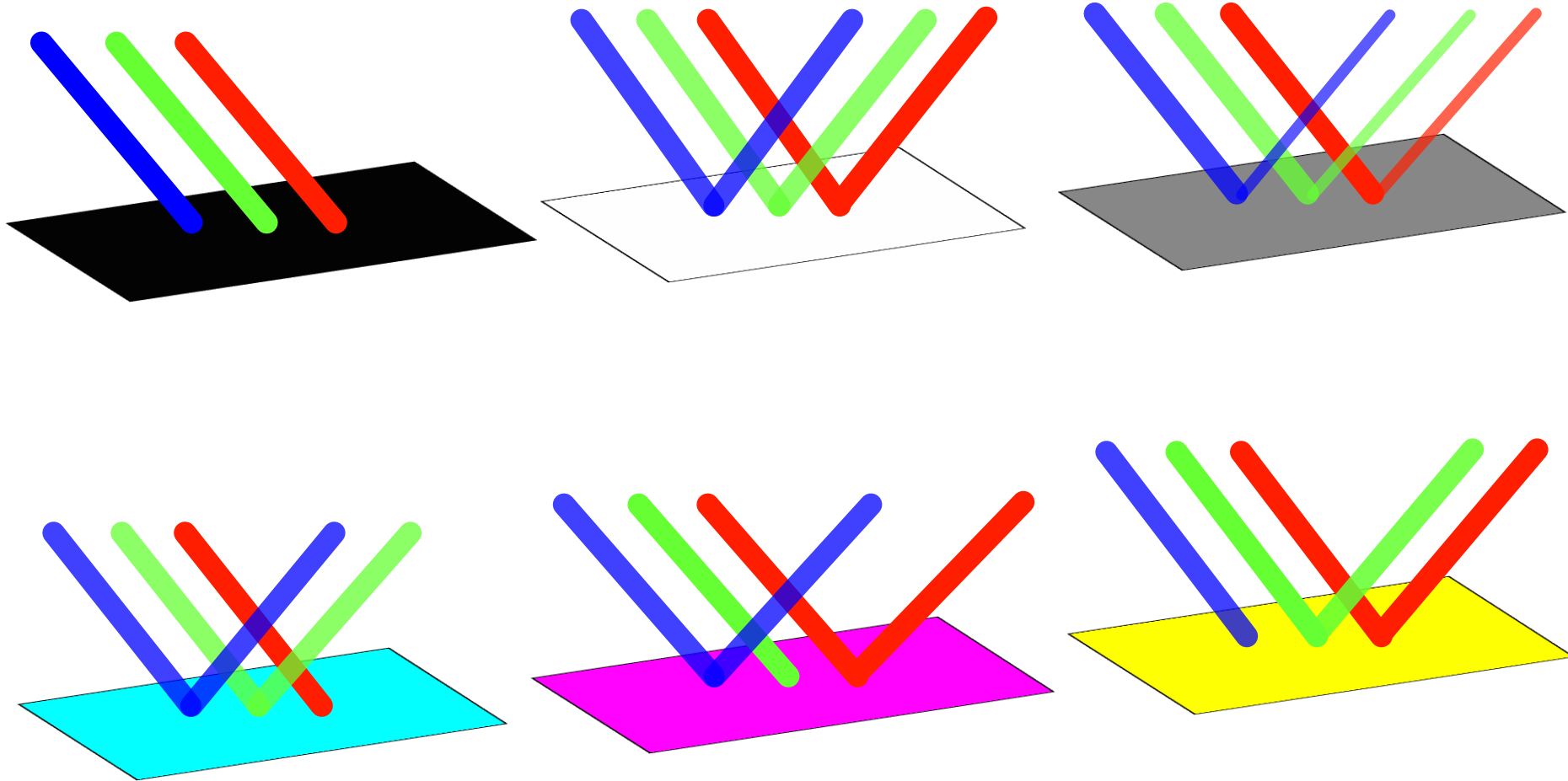


[physiclessons.blogspot.gr](http://physiclessons.blogspot.gr)



[thebest3d.com](http://thebest3d.com)

# Απορρόφηση φωτός



# Διάθλαση φωτός



“[Refraction of GGB in rain droplets 2](#)”,  
By [Mbz1](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)



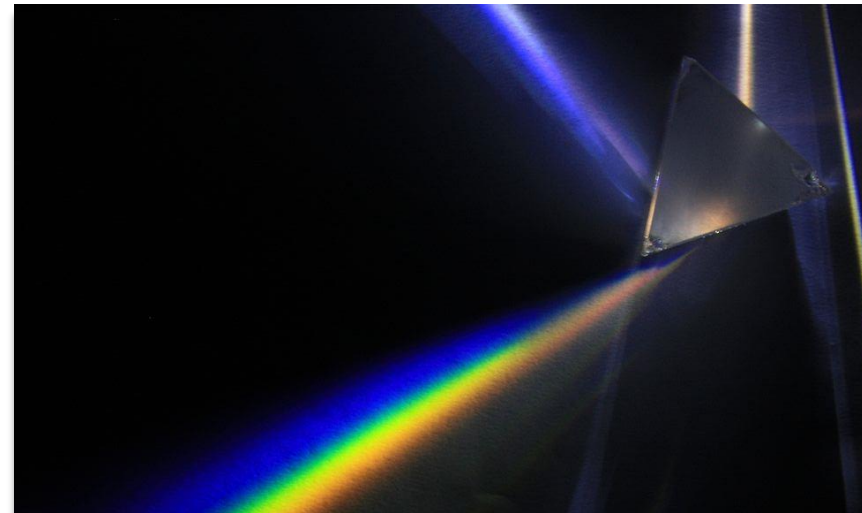
“[Refraction-with-soda-straw](#)”, από  
[Liftarn](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)



“[Fred](#)”, από [Steve Wall](#) διαθέσιμο με άδεια  
[CC BY-NC-SA 2.0](#)

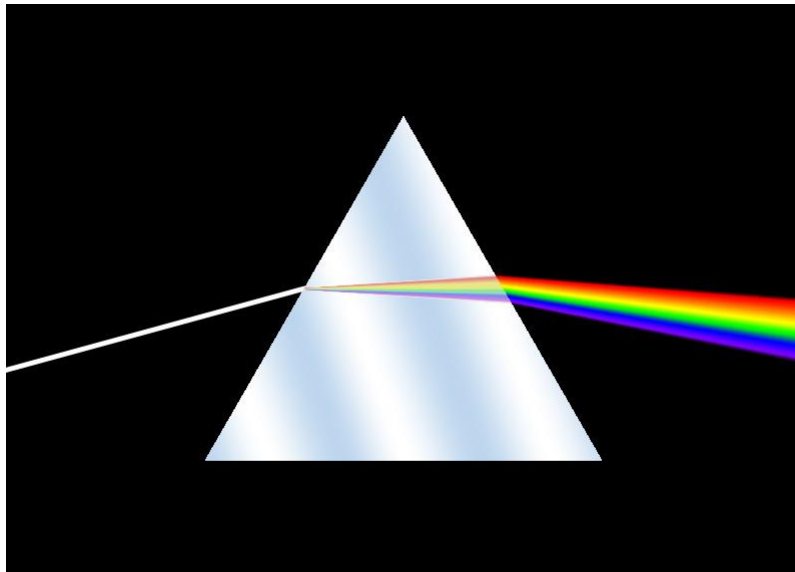


“[refraction](#)”, από [x tine](#) διαθέσιμο με  
άδεια [CC BY-NC-ND 2.0](#)

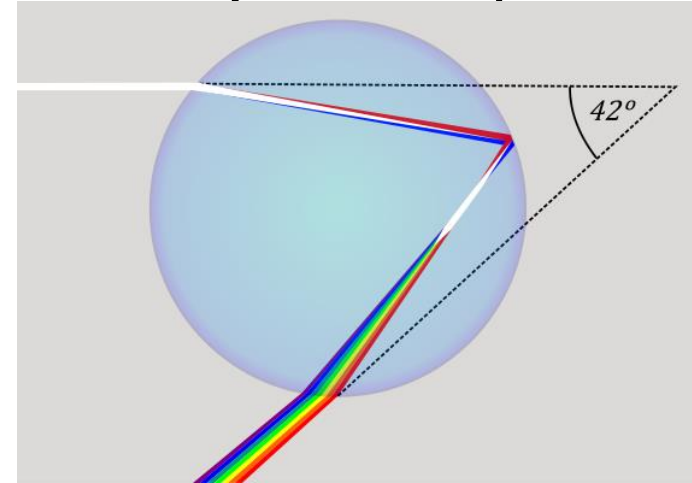


“[Light dispersion of a mercury-vapor lamp with a flint glass prism IPNr°0125](#)” από [D-Kuru](#) διαθέσιμο με άδεια [CC-BY-SA-3.0-at](#)

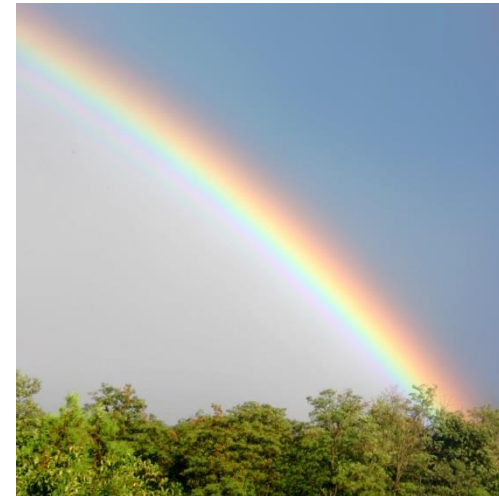
# Ανάλυση λευκού φωτός



[“Dispersion prism”](#), από [Florenco~commonswiki](#)  
διαθέσιμο με άδεια [CC SA 1.0](#)

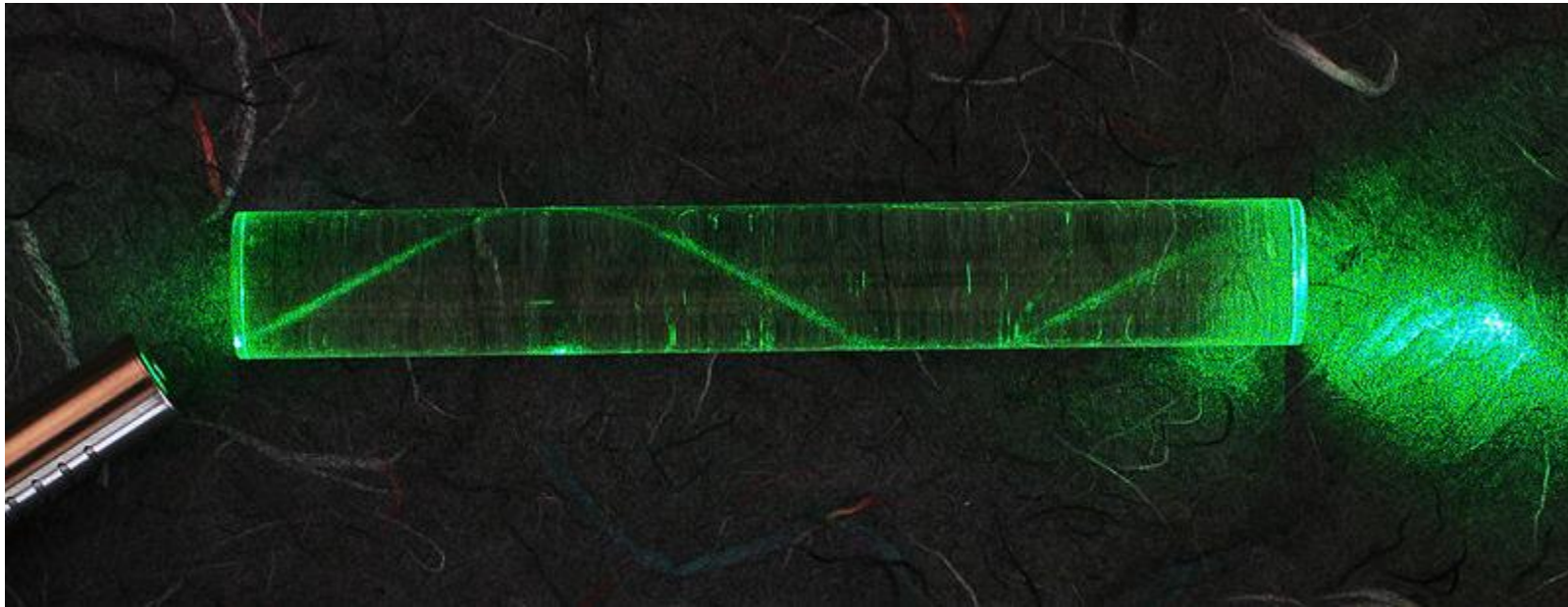


[“Rainbow1”](#), από [KES47](#) διαθέσιμο ως  
κοινό κτήμα



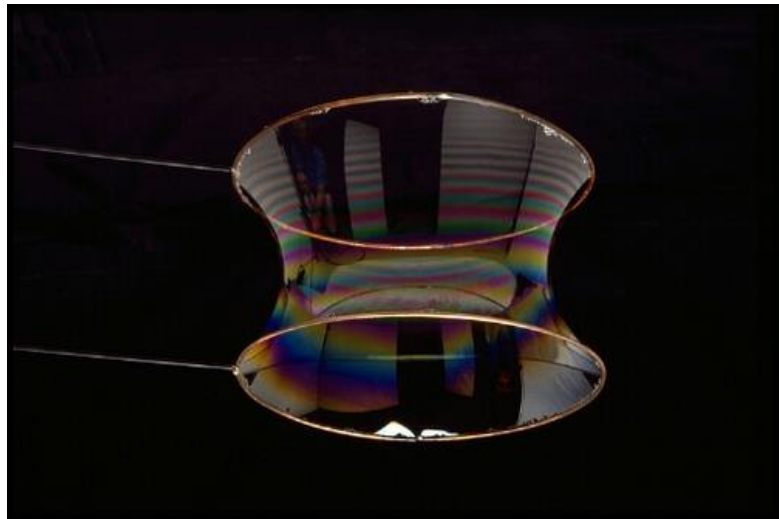
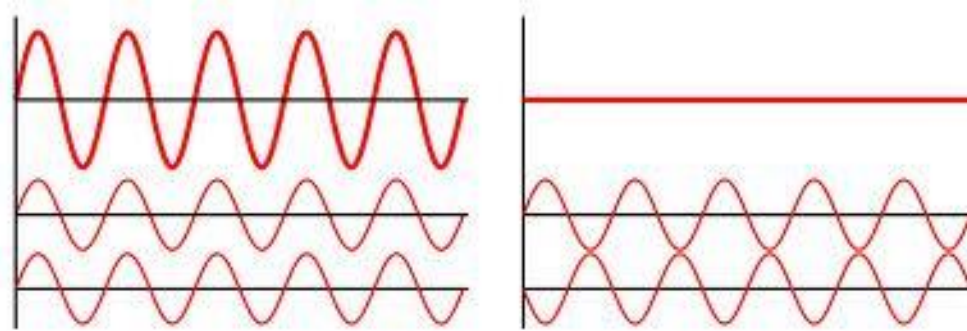
[“Rainbow in Budapest”](#), από [Takkk](#)  
διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

# Ολική ανάκλαση

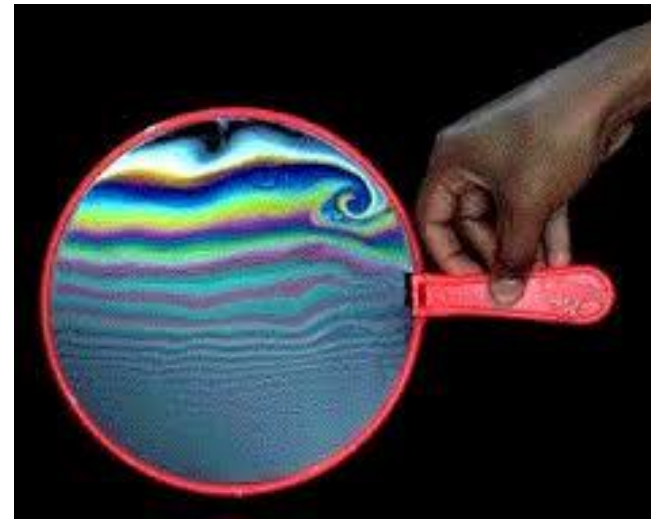


“[Laser in fibre](#)”, από [Timwether](#) διαθέσιμο με  
άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

# Συμβολή φωτός

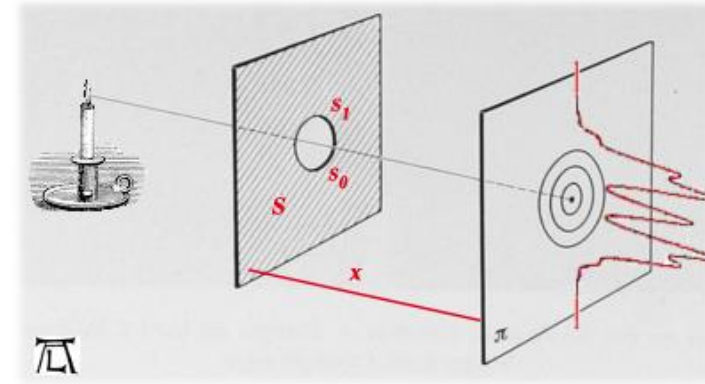
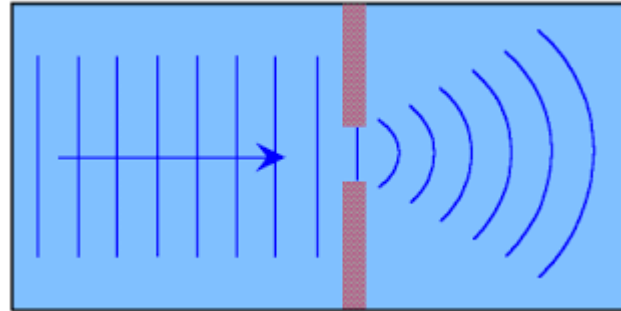


[exploratorium.edu](http://exploratorium.edu)



[exploratorium.edu](http://exploratorium.edu)

# Περίθλαση φωτός



[arne-lueker.de](http://arne-lueker.de)

Light Diffraction Through Clouds



Figure 1

Light Diffraction by a Razor Blade

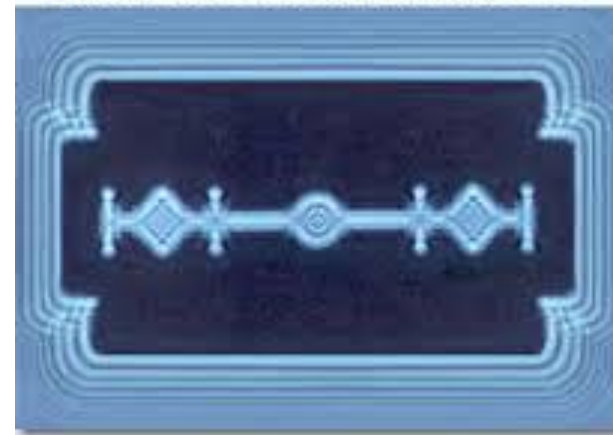
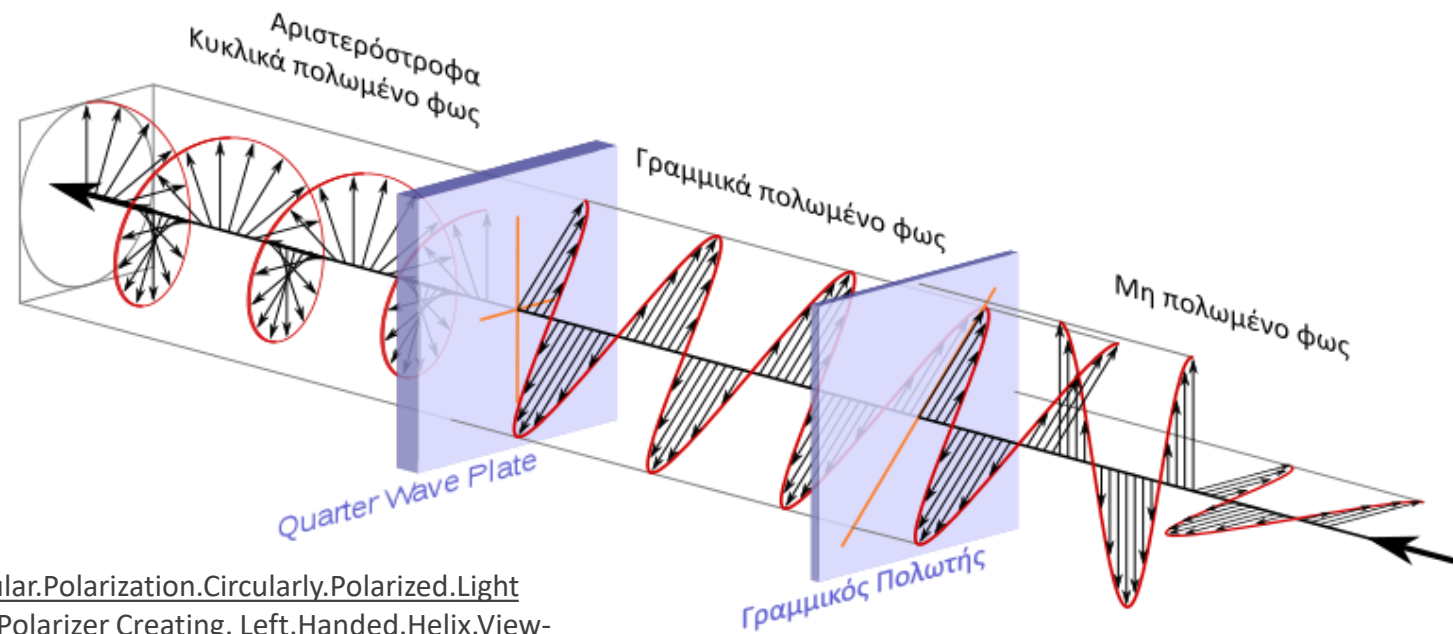


Figure 2

[micro.magnet.fsu.edu](http://micro.magnet.fsu.edu)



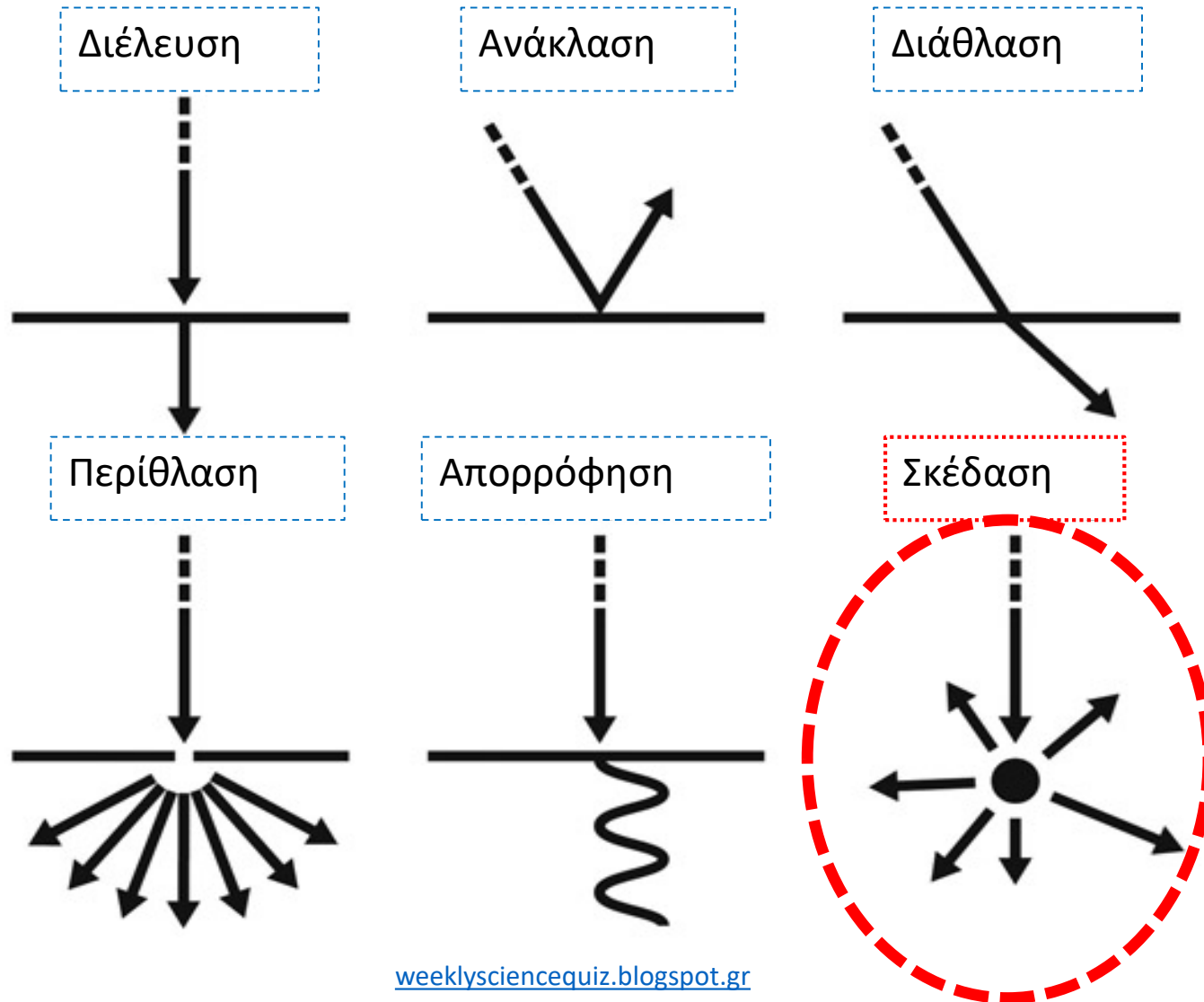
# Πόλωση φωτός



“Circular.Polarization.Circularly.Polarized.Light  
Circular.Polarizer.Creating.Left.Handed.Helix.View-  
e!”, από [Ggia](#) διαθέσιμο ως κοινό κτήμα

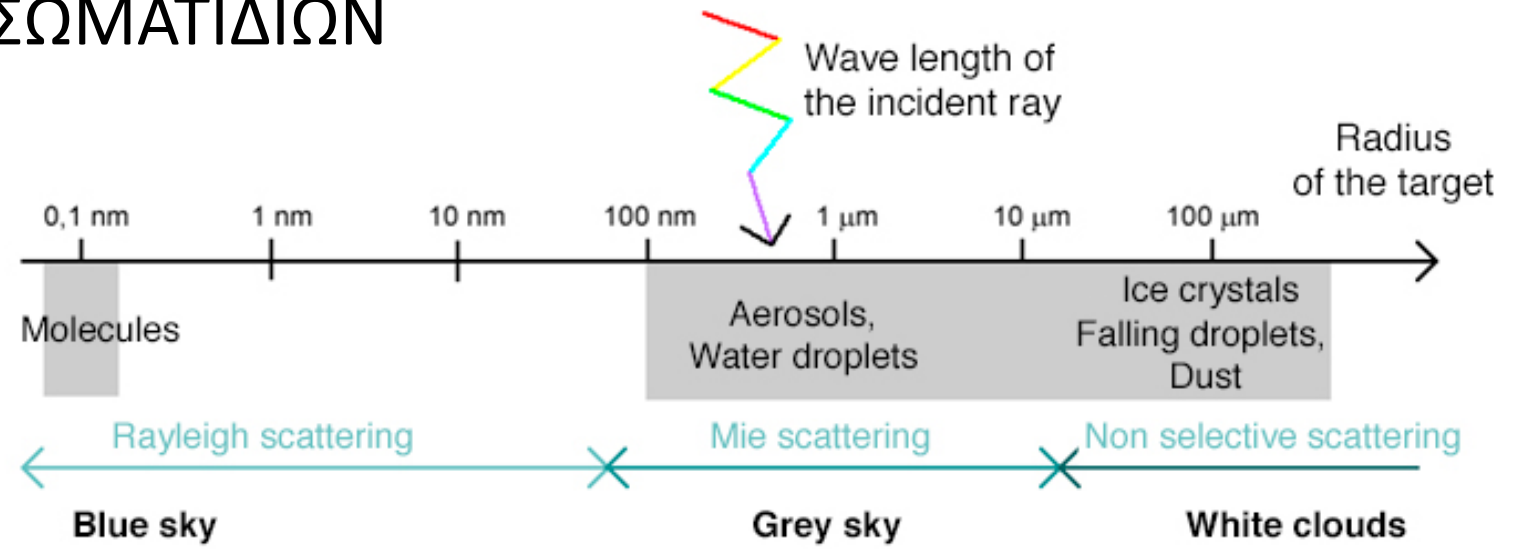


# Μηχανισμοί αλληλεπίδρασης



μεταφορά ενέργειας από το προσπίπτον φωτεινό κύμα στα σωματίδια του υλικού και ακολούθως επανεκπομπή μέρους αυτής της ενέργειας  
"OPTICS", Hecht – Zajac, 1973

# ΣΚΕΔΑΣΗ & ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ



BELORIZKY Elie (July 16, 2019), The colours of the sky,  
<https://www.encyclopedie-environnement.org/en/air-en/colours-sky/>.



το ηλιακό φως σκεδάζεται προς όλες τις κατευθύνσεις – εντονότερα τα μικρά λ (μπλε)

# Πώς περιγράφουμε τη διάδοση του φωτός

- Φωτεινές Ακτίνες → Γεωμετρική Οπτική



σκιά

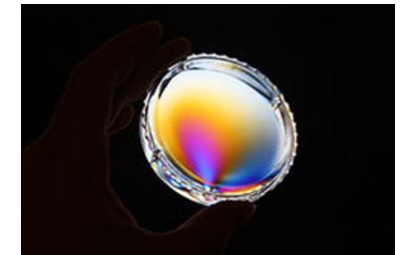
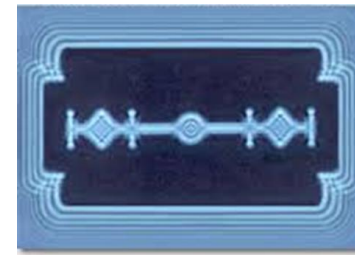
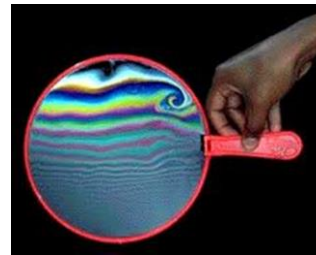


ανάκλαση

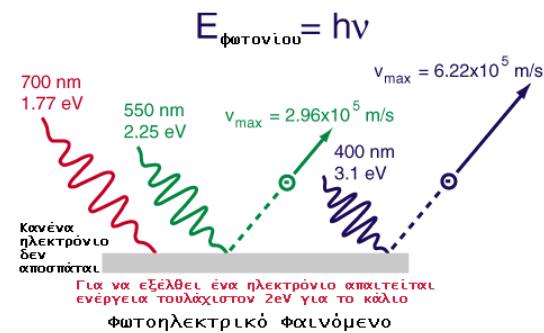


διάθλαση

- Ηλεκτρομαγνητικά κύματα → Κυματική Οπτική



- Φωτόνια → Κβαντική Οπτική



# Γεωμετρική Οπτική

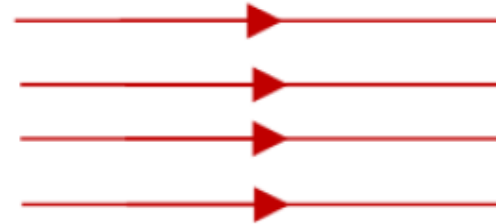
## Φωτεινές Ακτίνες



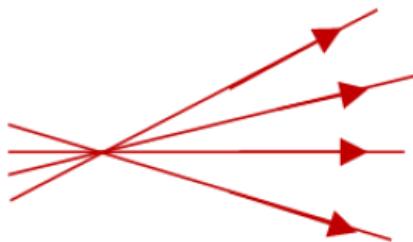
ακτίνα



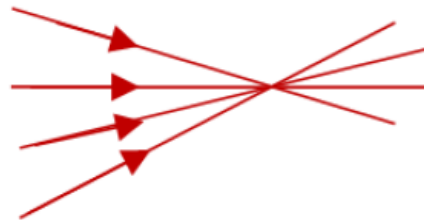
παράλληλη δέσμη



στιγματικές δέσμες

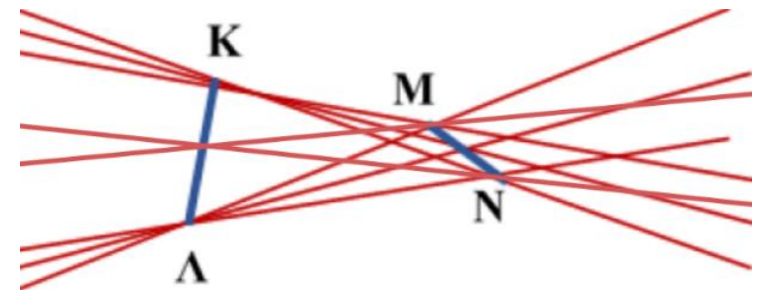


αποκλίνουσα

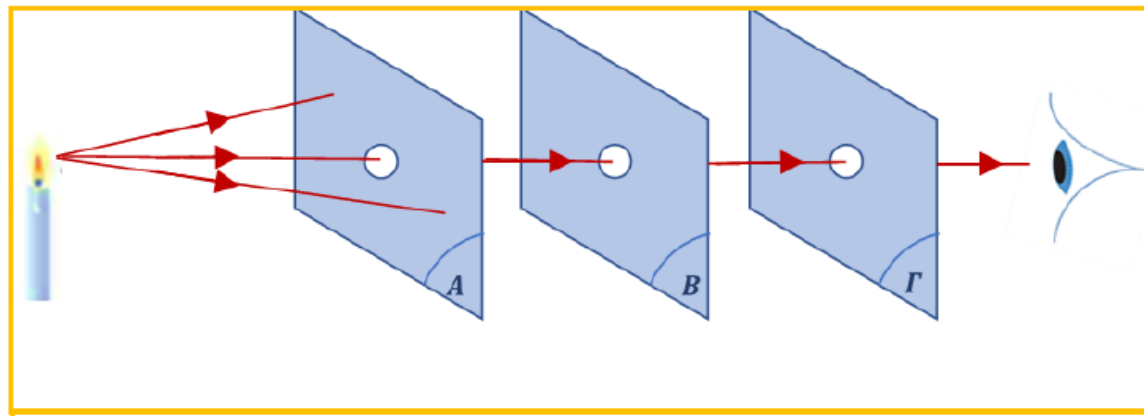


συγκλίνουσα

αστιγματική δέσμη

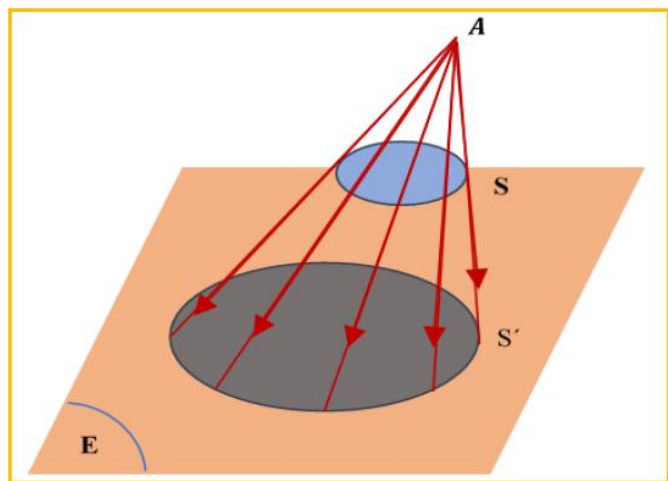


# ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΦΩΤΟΣ

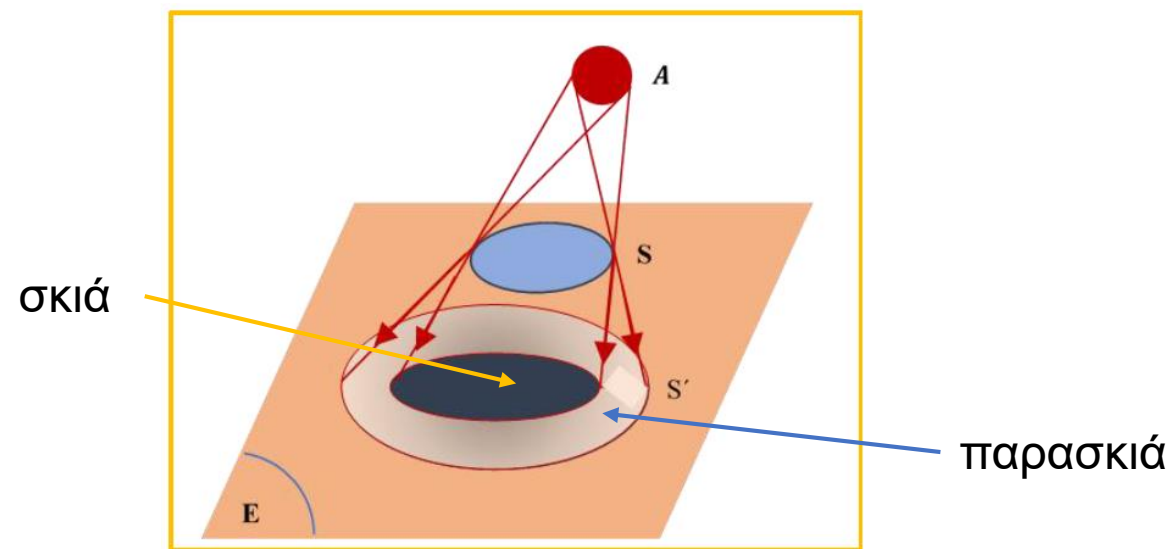


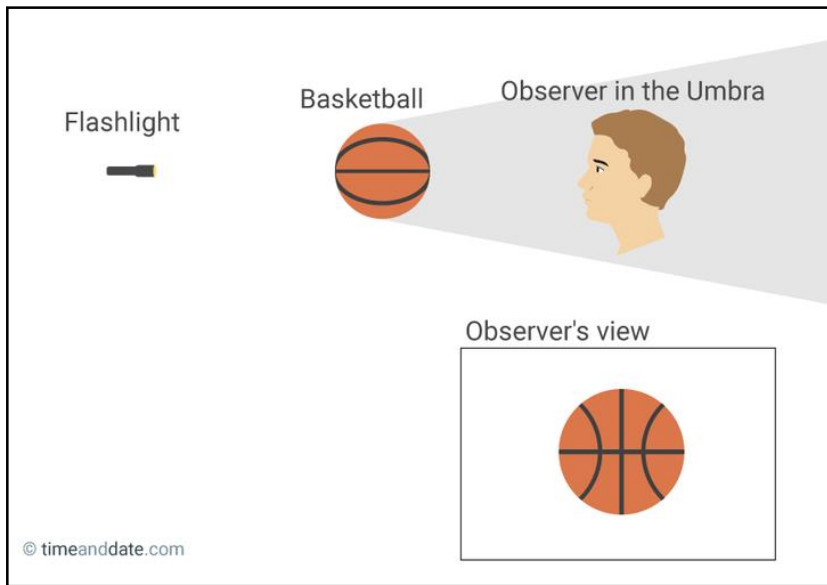
# ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΚΙΑΣ

σημειακή φωτεινή πηγή → σκιά

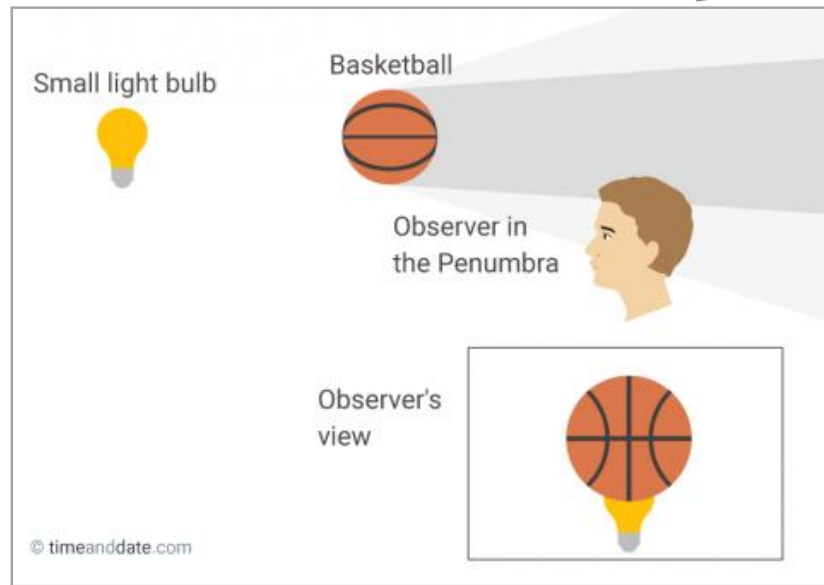


μη-σημειακή φωτεινή πηγή

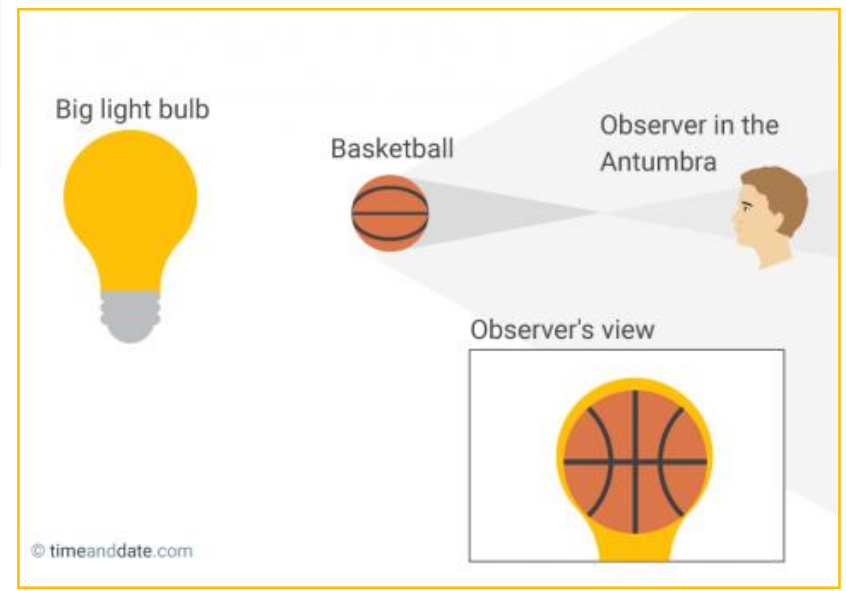


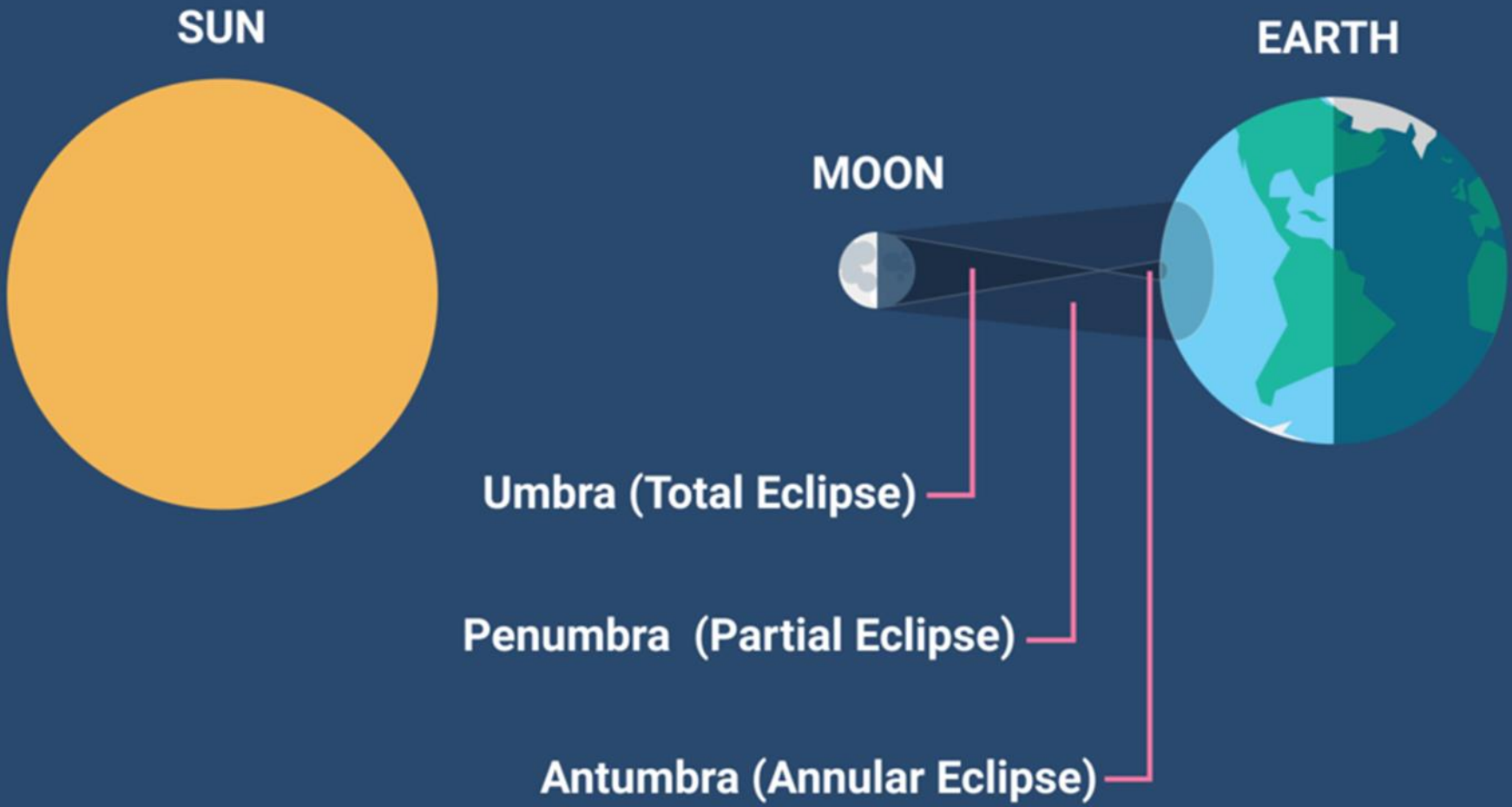


σημειακή φωτεινή πηγή → σκιά



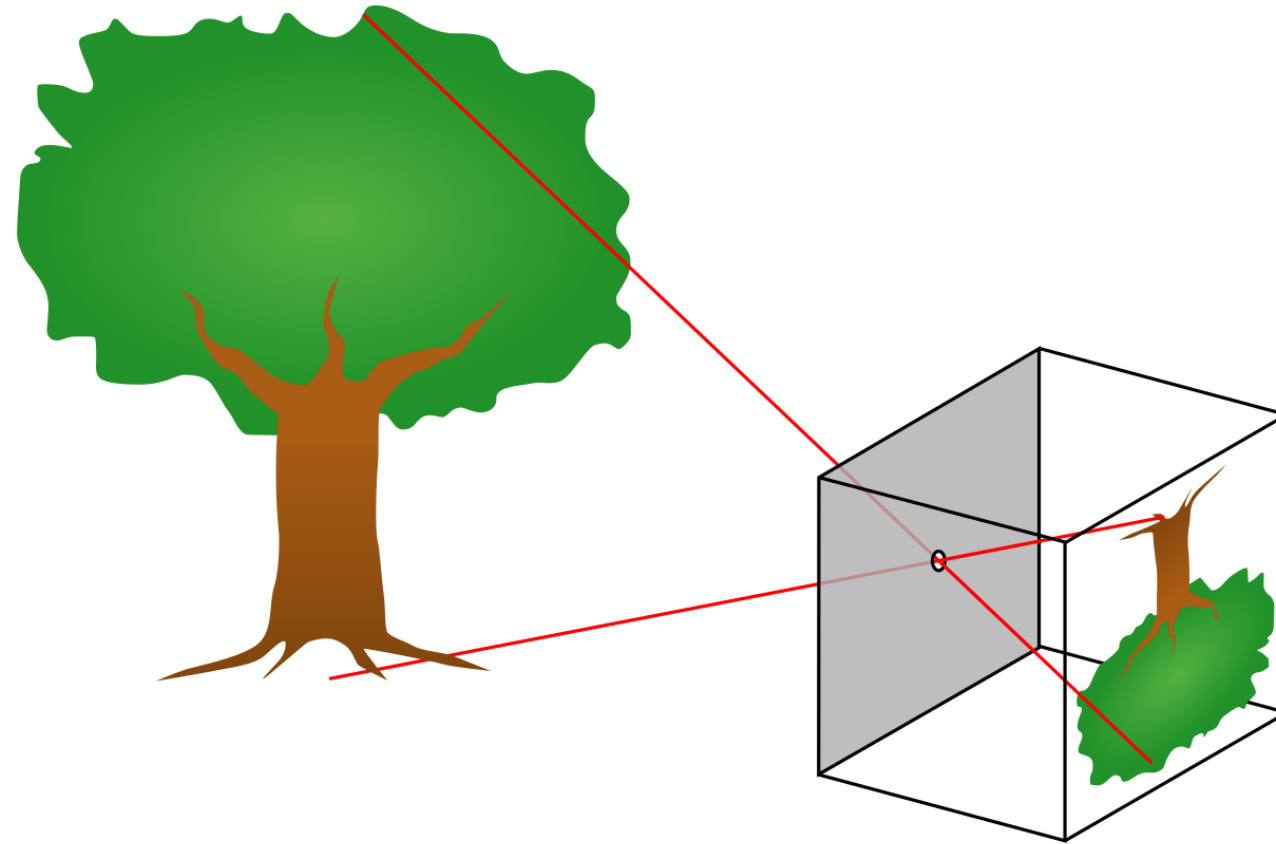
μη-σημειακή φωτεινή πηγή







# ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΦΩΤΟΣ : ΚΑΜΕΡΑ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΟΠΗΣ (PINHOLE CAMERA)



By en>User:DrBob (original); en>User:Pbroks13 (redraw) -  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Pinhole-camera.png>, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4099853>