

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΕΠΑΛ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

ΦΩΣ - ΑΝΑΚΛΑΣΗ - ΚΑΤΟΠΤΡΑ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

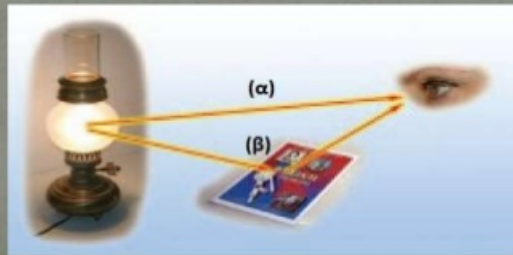
- 8.1) ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΒΑΝΤΑ
- 8.2) ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
- 8.3) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
- 8.4.5) ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ. ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
- 8.6.7) ΕΙΣΗ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ

8.1) ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΒΑΝΤΑ

Τι είναι το φως

Το φως είναι μια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που είναι ορατή από τον άνθρωπο. Επομένως αποτελεί και το αίτιο της όρασης, της πιο σημαντικής ίσως αίσθησης που έχει ο άνθρωπος.

Συμπεριφέρεται άλλοτε ως κύμα και άλλοτε ως δέσμη σωματιδίων που ονομάζονται φωτόνια.



ΑΥΤΟΦΩΤΑ-ΕΤΕΡΟΦΩΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

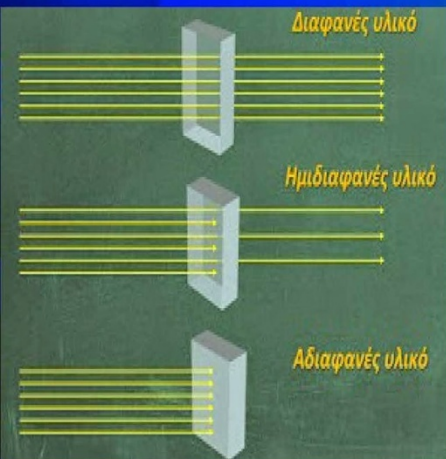
- Αυτόφωτα σώματα: χαρακτηρίζονται όλα εκείνα που εκπέμπουν ενέργεια σε μορφή του φωτός. Λέγονται επίσης και φωτεινές πηγές.
- Ετερόφωτα σώματα: χαρακτηρίζονται όλα εκείνα που δεν εκπέμπουν τα ίδια φως, αλλά γίνονται αντιληπτά όταν φως προερχόμενο από αλλού πέσει επάνω τους και ανακλαστεί ή περάσει μέσα από το υλικό τους.



→ Οι φωτεινές πηγές μπορεί να είναι είτε φυσικές (π.χ αστέρες) είτε και τεχνητές (π.χ. λαμπτήρες)

Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα

Από κάθε σώμα περνάει διαφορετική ποσότητα φωτός



Διαφανές υλικό

Ημιδιαφανές υλικό

Αδιαφανές υλικό

Διαφανή: λέγονται τα σώματα τα οποία αφήνουν το φως να τα διαπεράσει εύκολα. Μπορούμε να διακρίνουμε καθαρά τα σώματα που βρίσκονται πίσω τους. Διαφανή είναι το γυαλί ή ο αέρας.

Ημιδιαφανή λέγονται τα σώματα που αφήνουν ένα μέρος του φωτός να τα διαπεράσει. Δε μπορούμε να διακρίνουμε καθαρά τα σώματα που βρίσκονται πίσω τους. Τέτοιο είναι το θαμπό γυαλί, η χαρτοπετσέτα, κ.ά.

Αδιαφανή λέγονται τα σώματα που δεν αφήνουν το φως να περάσει από μέσα τους. Δεν μπορούμε να δούμε καθόλου τα σώματα που βρίσκονται πίσω τους. Τέτοιο είναι το ξύλο, ο τοίχος ,κ.ά.

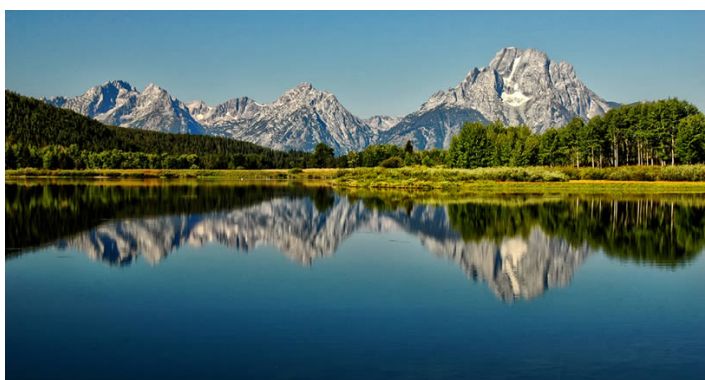
Φώτης Τουλιόπουλος

• ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

- Άποψη αποδεκτή από τους αρχαίους Έλληνες. Πίστευαν ότι το φως αποτελείται από μικρά σωματίδια τα οποία πέφτουν στο μάτι και το διεγείρουν. Την σωματιδιακή φύση του φωτός υποστήριξε ο Νεύτωνας και με βάση αυτή απέδειξε την ανάκλαση. Και άλλα φαινόμενα όπως η διάθλαση εξηγούνται από την σωματιδιακή φύση του φωτός.



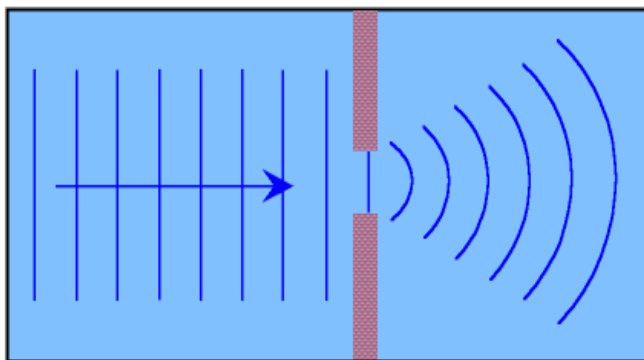
Στην **διάθλαση** το φως περνά από ένα **διαφανές** υλικό σε ένα άλλο υλικό **πάλι διαφανές**. Λόγω της διαφορετικής ταχύτητας που έχει το φως στα δύο αυτά υλικά το αποτέλεσμα είναι η αλλαγή της διεύθυνσης διάδοσής του.



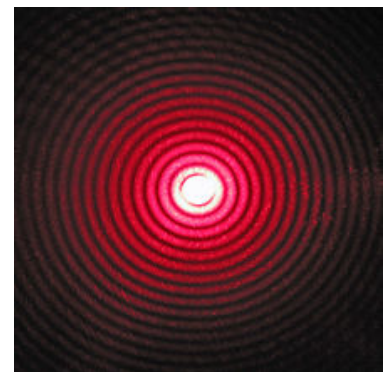
Στην **ανάκλαση** το φως αλλάζει την διεύθυνση διάδοσής του αν βρει στο δρόμο του κάποιο εμπόδιο, παραμένοντας όμως στο **ίδιο** διαφανές υλικό.

• ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

→ Άποψη η οποία υποστηρίχθηκε από τον Χώυγκενς (Huygens 1678) και τον Γιανγκ (Young 1803). Υποστήριζαν ότι το φως είναι εγκάρσιο κύμα. Η άποψη αυτή εξήγησε με επιτυχία φαινόμενα όπως η **συμβολή** και η **περίθλαση**. Στην περίθλαση όταν το φως διέρχεται μέσα από μία λεπτή σχισμή τότε δεν εμφανίζεται ένα απλό φωτεινό αποτύπωμα σε μία οθόνη τοποθετημένη πίσω από την σχισμή αλλά μία εικόνα που περιλαμβάνει φωτεινές και σκοτεινές περιοχές σε μία μεγάλη περιοχή γύρω από την θέση που θα έπρεπε να εμφανίζεται η φωτεινή εικόνα. Η σχισμή πρέπει να είναι της ίδιας τάξεως μεγέθους με το μήκος κύματος του φωτός. Η περίθλαση επομένως είναι το φαινόμενο της διάχυσης των φωτεινών κυμάτων προς όλες τις κατευθύνσεις όταν συναντάνε ένα εμπόδιο ή μία οπή με διαστάσεις παραπλήσιες του μήκους κύματος του φωτός.

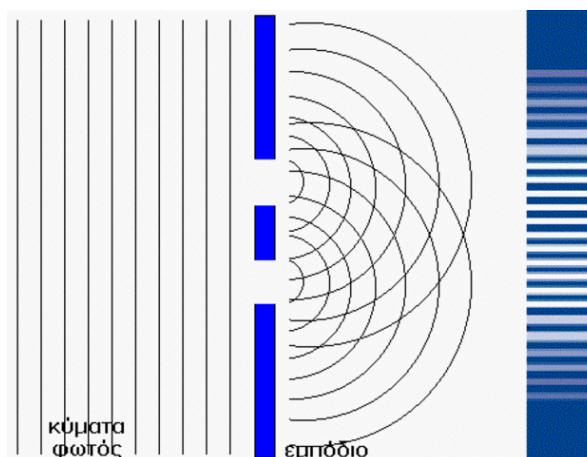


ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ

Στην συμβολή (πείραμα του Young) το φως μιας πηγής προσπίπτει σε ένα διάφραγμα στο οποίο είναι χαραγμένες δύο παράλληλες πολύ λεπτές σχισμές, με τον περιορισμό πως το πάχος των σχισμών θα πρέπει να είναι συγκρίσιμο σε μέγεθος με το μήκος κύματος, λ , του φωτός. Το αποτέλεσμα είναι να σχηματίζεται στο πέτασμα (σε μία οθόνη, η οποία βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερη απόσταση από αυτή του μήκους κύματος, λ του φωτός) πίσω από τις σχισμές μια εικόνα από εναλλασσόμενες φωτεινές και σκοτεινές ζώνες.



→ Το αποκορύφωμα της θεωρίας αυτής ήρθε το 1873 όταν ο Maxwell με την θεωρία του και τις εξισώσεις του τις απέδειξε ότι το φως είναι εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Το 1887 ο Hertz με πειράματα που έκανε απέδειξε τον ισχυρισμό του Maxwell. Πιο συγκεκριμένα μπόρεσε να παράξει μέσω γρήγορων ταλαντώσεων ηλεκτρικών φορτίων κύματα ίδιας φύσης με το φώς, αλλά με μικρότερη συχνότητα.

• ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΒΑΝΤΑ

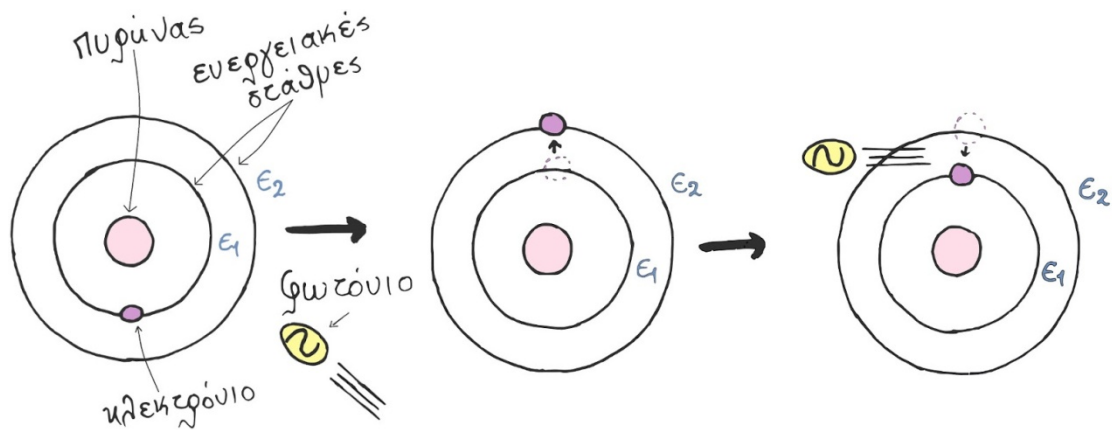
→ Παρότι με την θεωρία του Maxwell και τα πειράματα του Hertz υπήρξε η πεποίθηση ότι το ερώτημα για την φύση του φωτός θεωρήθηκε ότι είχε απαντηθεί οριστικά, εντούτοις υπήρχαν ακόμα φαινόμενα τα οποία ΔΕΝ μπορούσε να εξηγήσει η κυματική θεωρία του φωτός. Κυρίως δεν μπορούσε να εξηγήσει φαινόμενα αλληλεπίδρασης (απορρόφησης και εκπομπής) του φωτός με την ύλη. Μια προσπάθεια ερμηνείας τέτοιων φαινομένων έγινε το 1900 από τον Max Planck ο οποίος προσπαθώντας να ερμηνεύσει το πως εκπέμπει ακτινοβολία ένα θερμαινόμενο σώμα εισήγαγε την έννοια των **κβάντα φωτός** (όρος ο οποίος προέρχεται από την λατινική λέξη **quantum** που σημαίνει **ποσό**).

Με βάση την θεωρία αυτή το φως (και γενικότερα κάθε ακτινοβολία ηλεκτρομαγνητική) εκπέμπεται και απορροφάται από την ύλη όχι με συνεχή τρόπο αλλά από ασυνεχή – διακριτό. Το κάθε άτομο της ύλης απορροφά ή εκπέμπει **στοιχειώδη** ποσά ενέργειας που ονομάζονται **κβάντα φωτός ή φωτόνια**. Το γεγονός ότι η ενέργεια απορροφάται ή εκπέμπεται ασυνεχώς σημαίνει ότι το άτομο απορροφά ή εκπέμπει **ακέραιο** αριθμό φωτονίων. Δηλαδή το άτομο δεν εκπέμπει / απορροφά συνεχώς κύματα αλλά φωτόνια. Στην ουσία το φωτόνιο αποτελεί μια εντοπισμένη στο χώρο ενεργειακή οντότητα. Το κάθε φωτόνιο έχει συγκεκριμένη ενέργεια που δίνεται από τον τύπο :

$$E = hf$$

- **h** : σταθερά του Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J/Hz
- **f** : συχνότητα της ακτινοβολίας (μετράται σε Hz)

Η αλληλεπίδραση ενός φωτονίου με ένα άτομο γίνεται μέσω των ηλεκτρονίων του. Όταν το φωτόνιο απορροφάται από το άτομο τότε μεταφέρεται η ενέργεια του φωτονίου σε ένα από τα ηλεκτρόνια του ατόμου, με συνέπεια το συγκεκριμένο ηλεκτρόνιο να μεταπέσει από την στιβάδα που περιστρεφόταν αρχικά σε μια ανώτερη, ενώ και το άτομο διεγείρεται (αφού κερδίζει ενέργεια). Αντίθετα όταν μεταπέσει ένα ηλεκτρόνιο από μια υψηλότερη στιβάδα σε μια χαμηλότερη τότε αποδιεγείρεται και εκπέμπεται ακτινοβολία με την μορφή φωτονίων. Σε κάθε περίπτωση το ηλεκτρόνιο του ατόμου αλληλεπιδρά με το φωτόνιο σαν αυτό να είναι **σωματίδιο**.

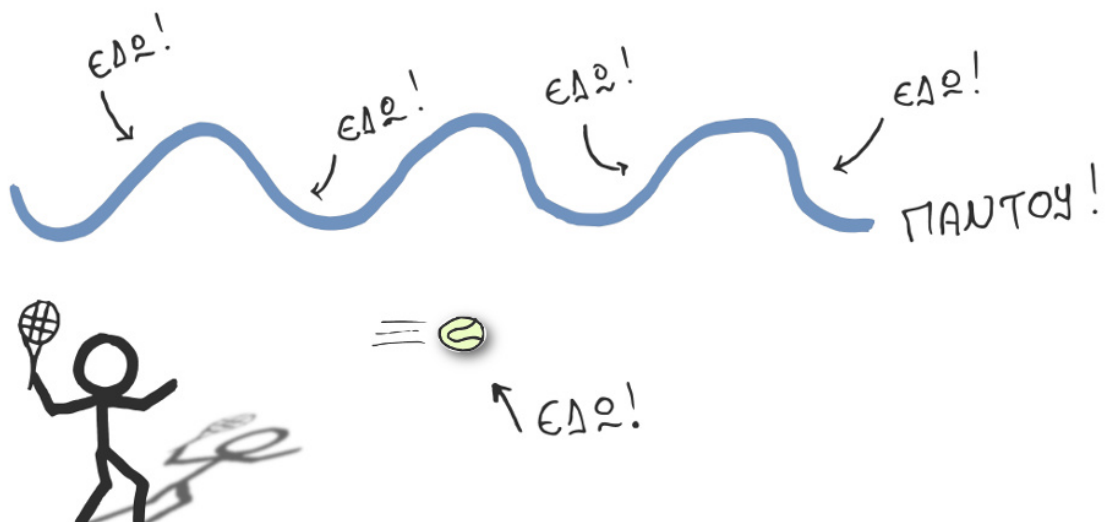


→ Η θεωρία των κβάντα δεν αναιρεί την κυματική φύση του φωτός. Το φωτόνιο εκτός από σωματιδιακό χαρακτήρα έχει και κυματικό αφού η ενέργειά του εξαρτάται από την συχνότητά του, ένα μέγεθος το οποίο εμφανίζεται κατεξοχήν στα κύματα.

Φύση του φωτός

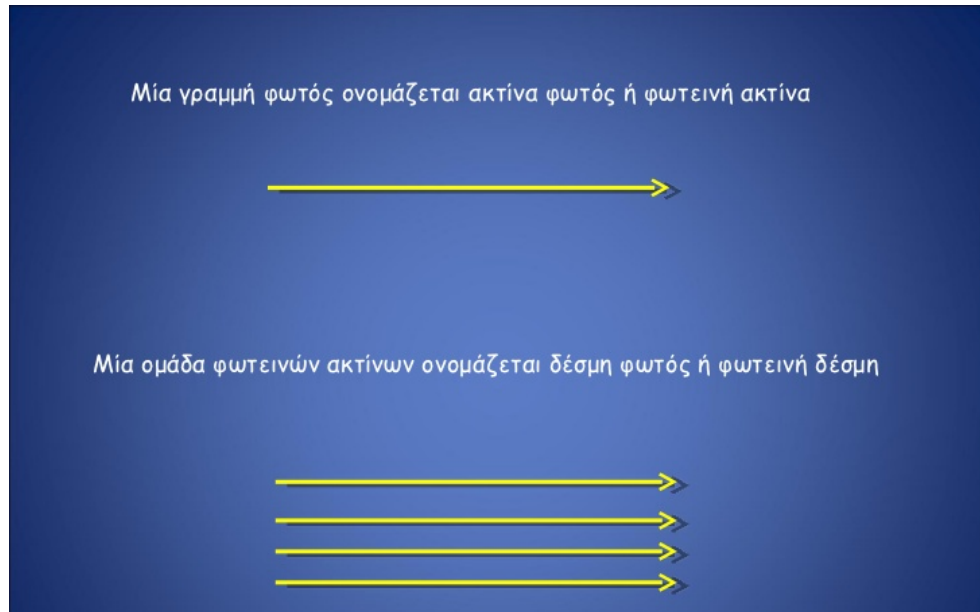
- Θεωρούμε ότι το φως έχει διττή φύση:

	ΚΥΜΑΤΙΚΗ	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ
Βασική ιδέα	Το φως είναι μια Η/Μ διαταραχή που διαδίδεται στο χώρο (κύμα)	Το φως αποτελείται από σωματίδια που ονομάζονται φωτόνια
Βασική Εξίσωση	$c = \lambda \cdot f$ μήκος κύματος φωτός ταχύτητα φωτός συχνότητα φωτός	$E = h \cdot f$ ενέργεια φωτονίου σταθερά Planck
Φαινόμενα που εξηγεί καλύτερα	Όσα σχετίζονται με τη διάδοση του φωτός	Όσα σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη (εκπομπή, απορρόφηση φωτός)



8.2) ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

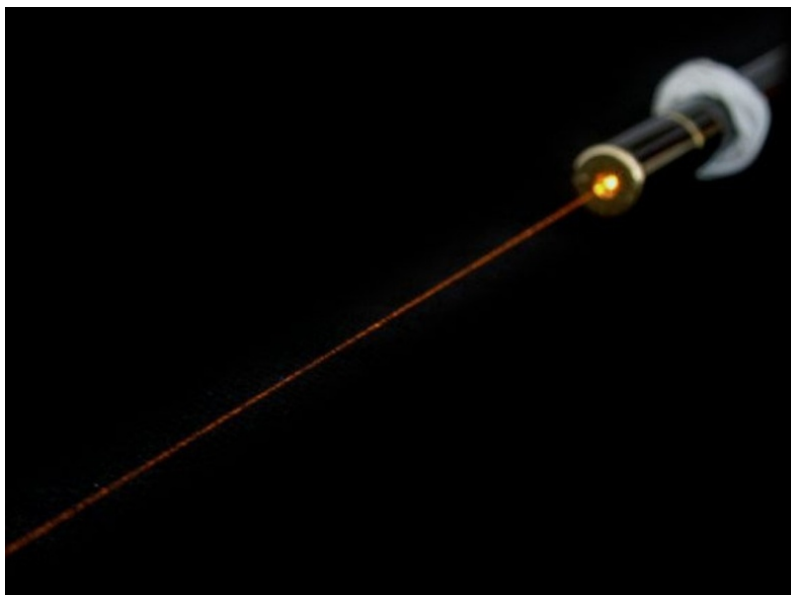
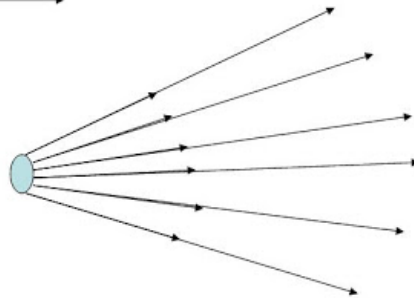
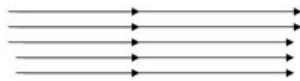
- Το φως από κάθε σημείο μιας φωτεινής πηγής διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ (για ομογενές μέσο)

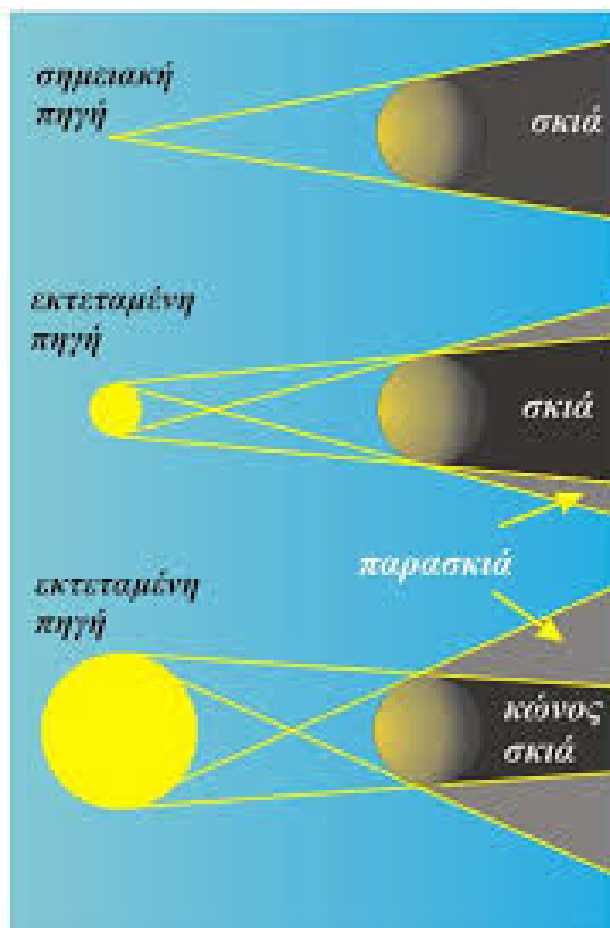


Ακτίνα φωτός



Δέσμες φωτός





Η σκιά και η παρασκιά είναι αποτέλεσμα της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.

8.3) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ



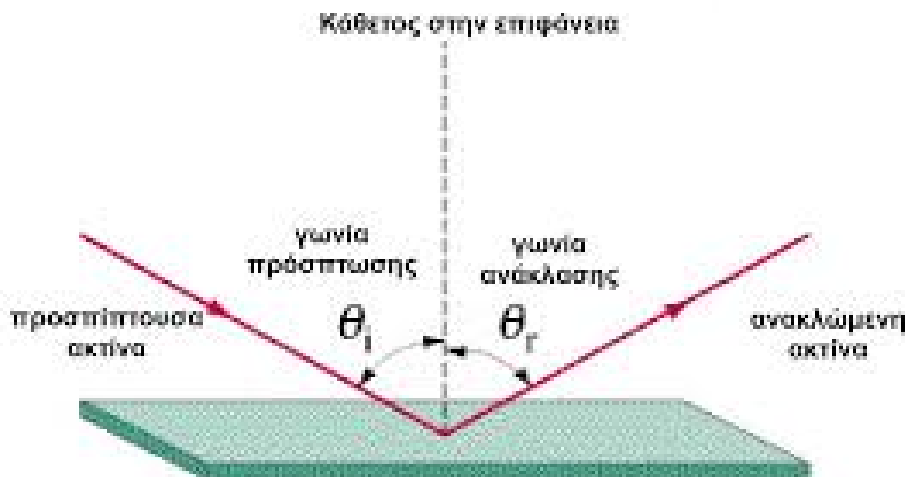
→ Η ταχύτητα του φωτός στο κενό (συμβολίζεται με c) είναι η πιο μεγάλη ταχύτητα στην φύση. Σε οποιοδήποτε άλλο υλικό μέσο η ταχύτητα του φωτός είναι πιο μικρή από την τιμή στο κενό. Η τιμή της ταχύτητας του φωτός είναι μια από τις πιο θεμελιώδεις σταθερές της φύσης και έχει προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια.

8.4.5) ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ. ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

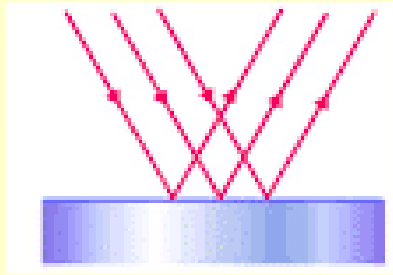
- Ανάκλαση του φωτός ονομάζουμε το σύνολο των φαινομένων τα οποία προκύπτουν όταν μια φωτεινή ακτίνα ή δέσμη συναντήσει εμπόδιο στο δρόμο της και αναγκαστεί να αλλάξει διεύθυνση διάδοσης παραμένοντας όμως στο ίδιο μέσο – υλικό διάδοσης.
Ανάκλαση συμβαίνει σε **όλα** τα σώματα, αφού κάθε σώμα είτε διαφανές είτε αδιαφανές ανακλούν ένα μέρος από το φως που πέφτει πάνω τους.



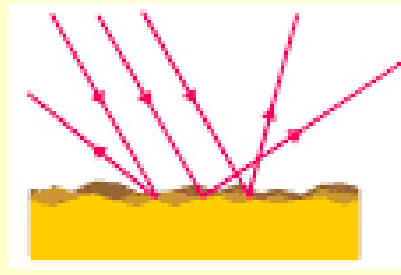
ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

- Για επίπεδες επιφάνειες, η προσπίπτουσα ακτίνα η ανακλώμενη ακτίνα και η κάθετη στο σημείο πρόσπτωσης βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο που είναι κάθετο στην επιφάνεια ανάκλασης
- $\theta_{\pi} = \theta_{\alpha}$ (γωνία πρόσπτωσης = γωνία ανάκλασης)

Ανάκλαση του φωτός



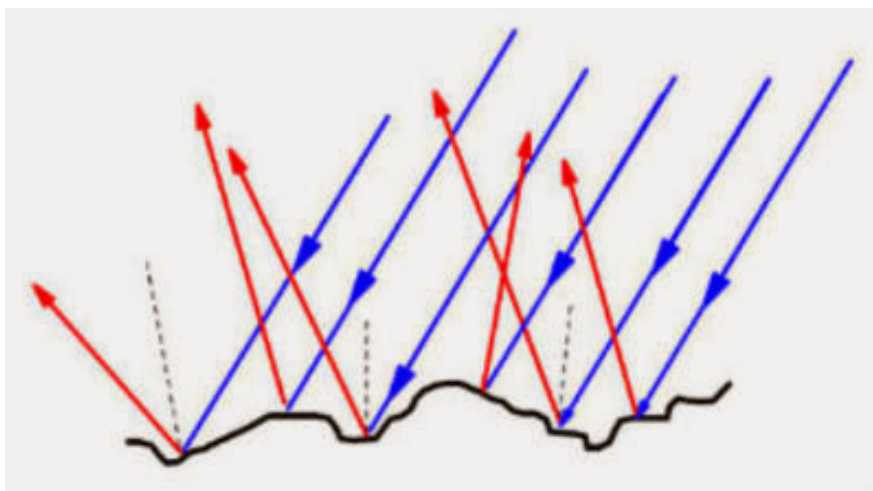
Κατοπτρική ανάκλαση



Διάχυση του φωτός

προσεγγίωση

- Όταν μια δέσμη φωτός πέσει πάνω σε μια λεία και στιλπνή επιφάνεια (γυαλιστερή – αστραφτερή) όλες οι οπτικές ακτίνες ανακλώνται προς την ίδια κατεύθυνση. Αυτό οφείλεται στο ότι ΟΛΕΣ οι οπτικές ακτίνες προσπίπτουν πάνω στην λεία επιφάνεια με την ίδια γωνία. Η ανακλώμενη δέσμη παρατηρείται μόνο αν ο παρατηρητής βρίσκεται σε συγκεκριμένη διεύθυνση.
- Όταν μια δέσμη φωτός πέσει πάνω σε μια ανώμαλη επιφάνεια τότε η διεύθυνση των ανακλώμενων οπτικών ακτίνων είναι τυχαία. Όπου και να βρεθεί ο παρατηρητής θα αντιληφθεί μέρος του ανακλώμενου φωτός. Το φαινόμενο αυτό λέγεται **διάχυση**. Εξαιτίας της διάχυσης μπορούμε να παρατηρούμε τα αντικείμενα που βρίσκονται γύρω μας. Στην διάχυση ισχύει ο νόμος της ανάκλασης. Απλά κάθε οπτική ακτίνα προσπίπτει με άλλη γωνία πρόσπτωσης πάνω στην ανώμαλη (μη λεία) επιφάνεια και συνεπώς ανακλάται και προς άλλη διεύθυνση.



8.6.7) ΕΙΔΗ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ



ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ



ΚΥΡΤΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ



ΚΟΙΛΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ