

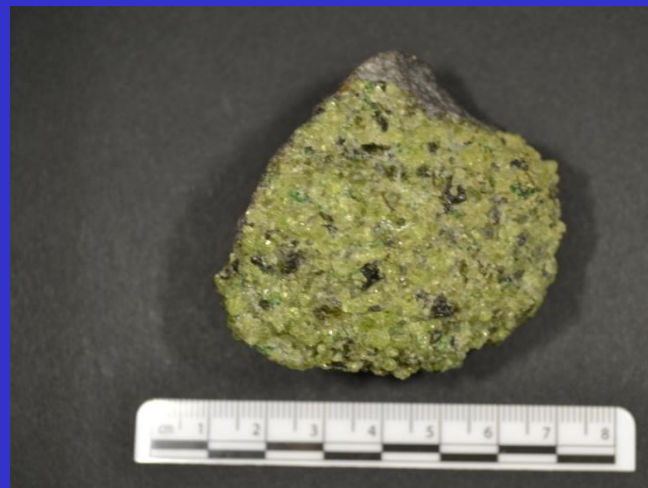
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ Ι

8^η ΔΙΑΛΕΞΗ

25/11/20

ΟΠΤΙΚΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ

ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ, ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ, ΙΣΟΤΡΟΠΕΣ
ΚΑΙ ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΕΣ ΟΥΣΙΕΣ



ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΡΥΚΤΩΝ

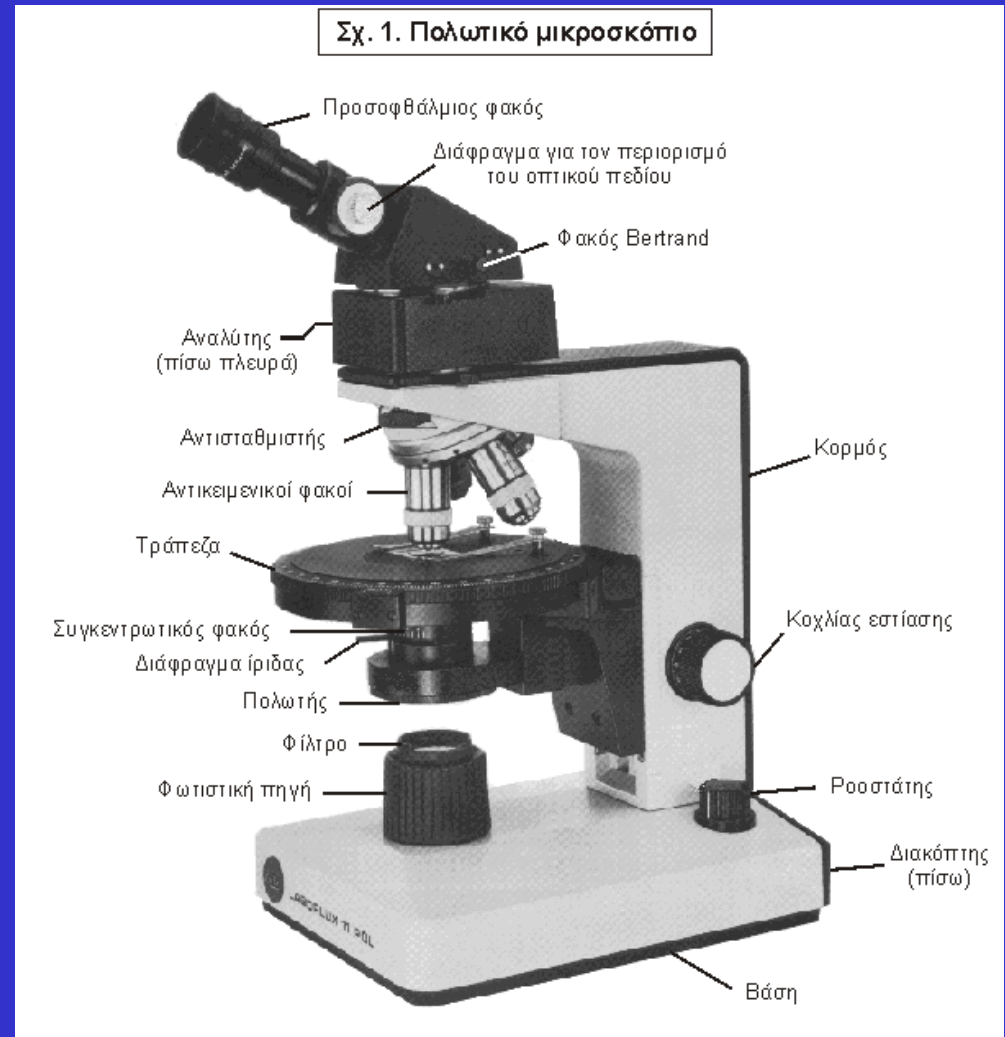
- Μερικοί χαρακτήρες των ορυκτών που οφείλονται στη δράση του φωτός (χρώμα, λάμψη, φωταύγεια) έχουν ήδη παρουσιαστεί.
- Τώρα θα εξεταστούν οι οπτικές ιδιότητες που είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αναγνώριση των πετρογενετικών ορυκτών με το πολωτικό (πετρογραφικό) μικροσκόπιο.

ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΡΥΚΤΩΝ (συν...)

- Το Πετρογραφικό μικροσκόπιο παρέχει ένα από τα κύρια μέσα για τη μελέτη των ορυκτών και των πετρωμάτων που τα περιέχουν.
- Είναι ένα μικροσκόπιο που χρησιμοποιεί πολωμένο φως έτσι ώστε να μετρώνται οι οπτικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες παρέχουν ένα γρήγορο μέσο προσδιορισμού των άγνωστων ορυκτών.

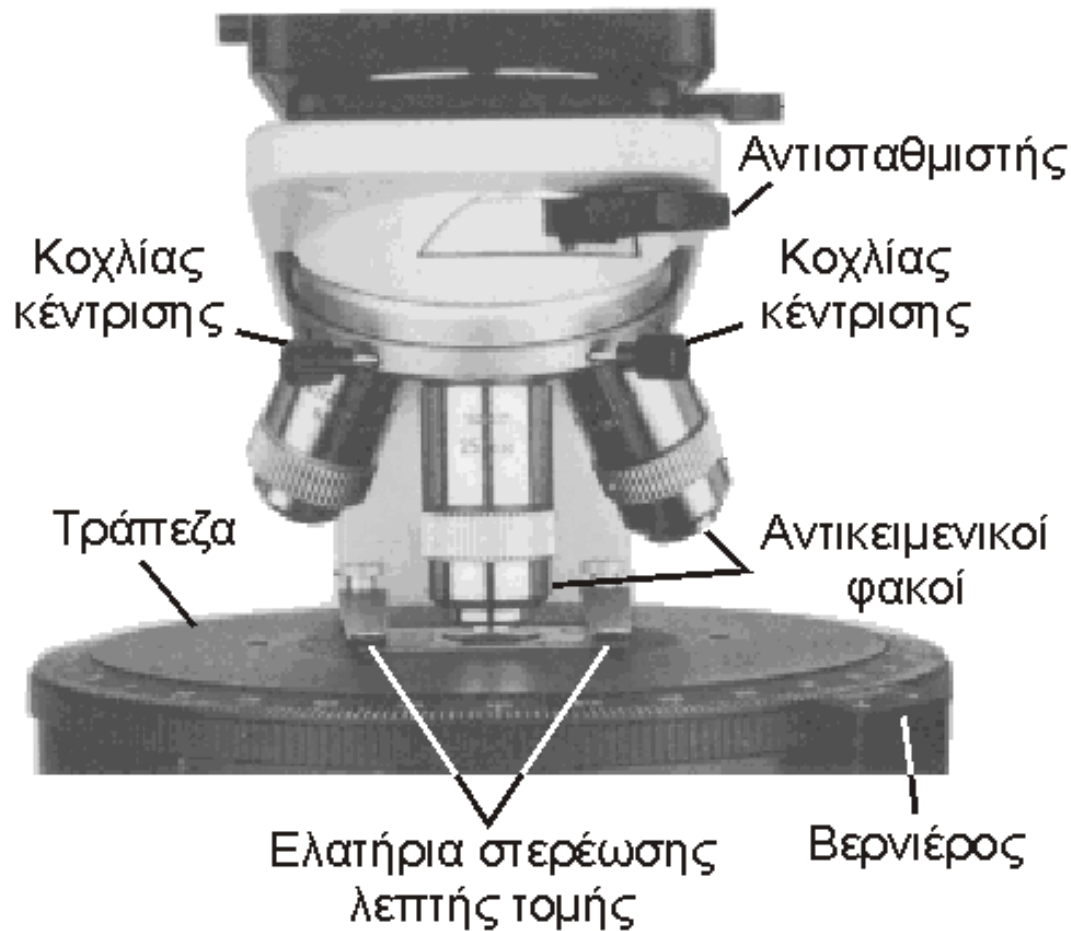
ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

- Τα δείγματα που εξετάζονται στο πετρογραφικό μικροσκόπιο είναι δύο ειδών : I. Παρασκευάσματα κόκκων και II. Λεπτές τομές.



ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (συν...)

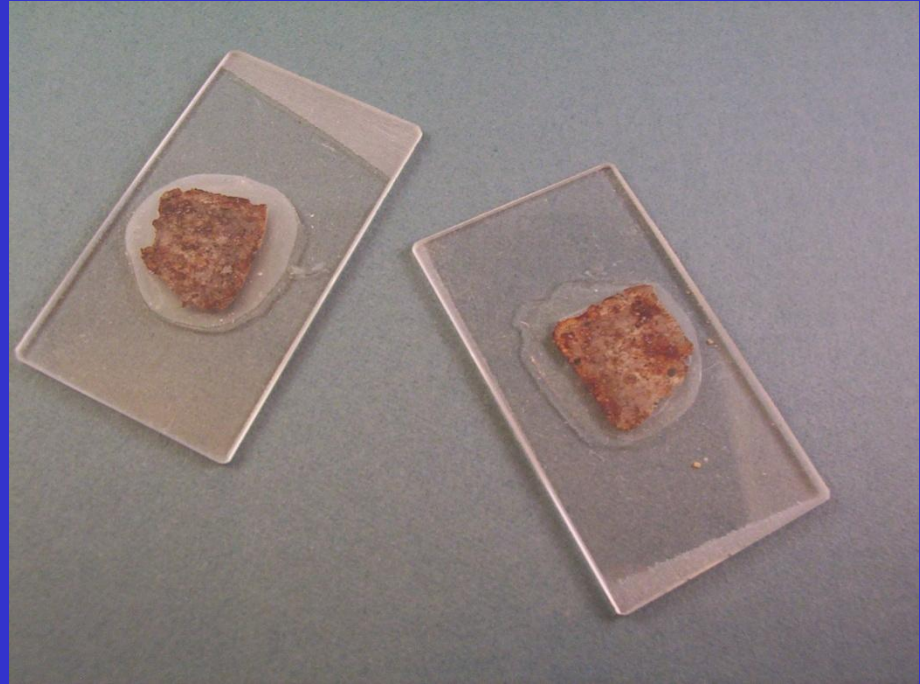
Σχ. 3. Σύστημα αντικειμενικών φακών



ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΚΟΚΚΩΝ

- I. Τα παρασκευάσματα κόκκων ετοιμάζονται κονιοποιώντας ένα δείγμα ορυκτού (0,105-0,075mm). Μερικές δεκάδες κόκκων τοποθετούνται σε γυάλινη πλάκα μικροσκοπίου και καλύπτονται με μια καλυπτρίδα. Χρησιμοποιείται ένα σταγονόμετρο για την εισαγωγή ενός υγρού που ονομάζεται λάδι βύθισης μεταξύ της αντικειμενοφόρου πλάκας και της καλυπτρίδας για να περιβάλει και να καλύψει τους κόκκους. Αυτό το παρασκεύασμα τοποθετείται στην τράπεζα του μικροσκοπίου για παρατήρηση.

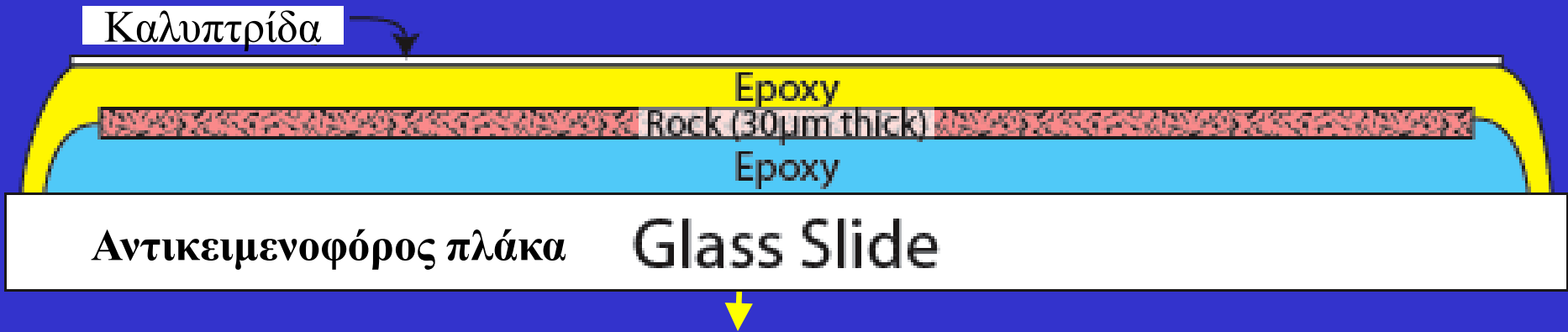
ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΚΟΚΚΩΝ (συν...)



ΛΕΠΤΕΣ ΤΟΜΕΣ

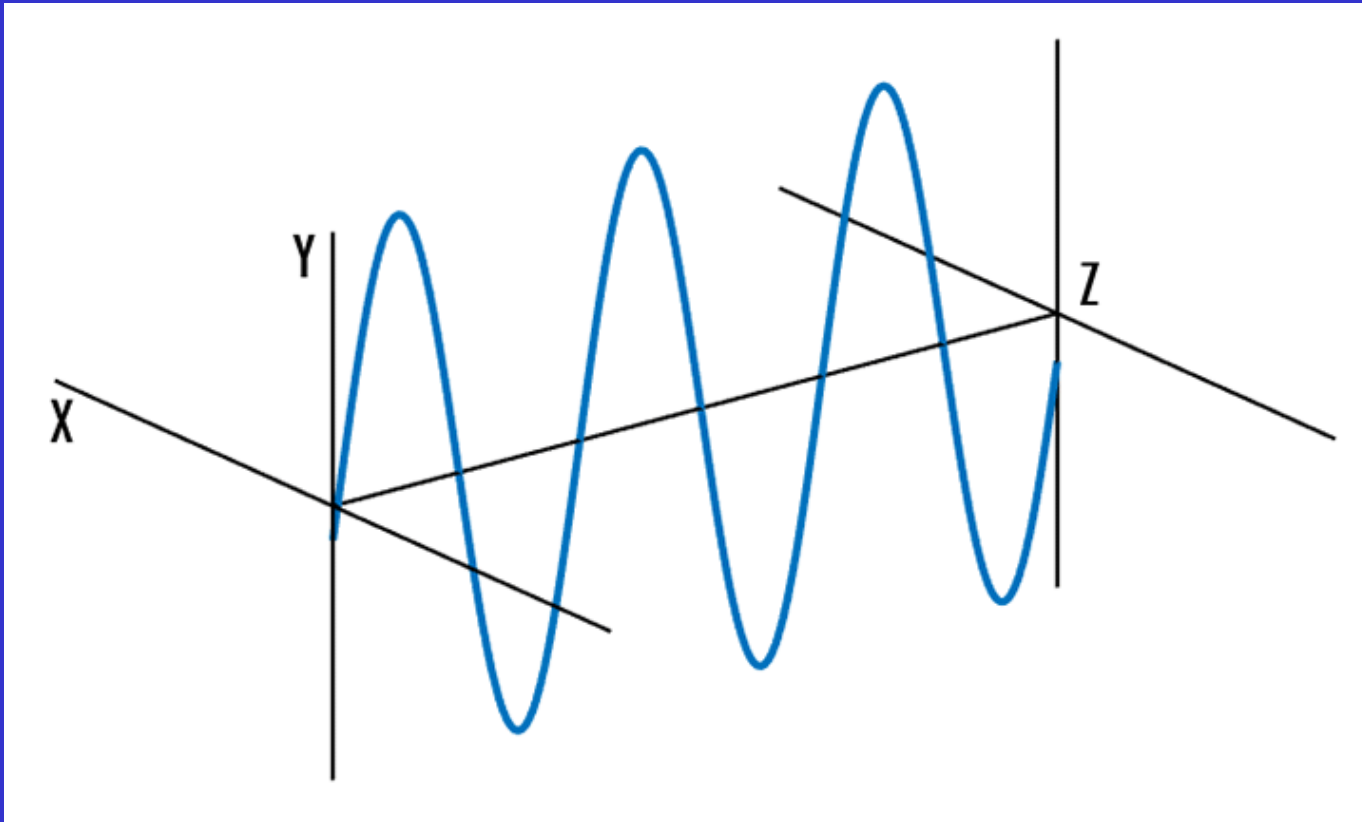
- II. Η λεπτή τομή είναι λεπτή φέτα πετρώματος ή ορυκτού που έχει προσκολληθεί σε μια αντικειμενοφόρο πλάκα.
Παρασκευάζεται κολλώντας ένα κομμάτι πετρώματος σε μια αντικειμενοφόρο πλάκα και τρίβουμε σε ένα τελικό πάχος, συνήθως 0,03mm. Τελειώνουμε την τομή προσκολλώντας μια καλυπτρίδα στην τομή για να παρασκευάσουμε το δείγμα.

ΛΕΠΤΕΣ ΤΟΜΕΣ (συν...)



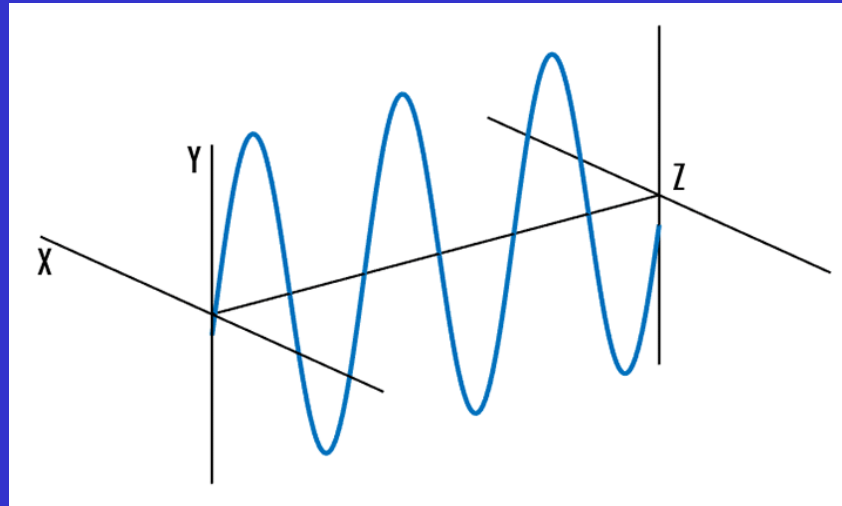
ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

- ❖ Η οπτική συμπεριφορά των κρυστάλλων ερμηνεύεται συνήθως θεωρώντας ότι το φως αποτελείται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα.



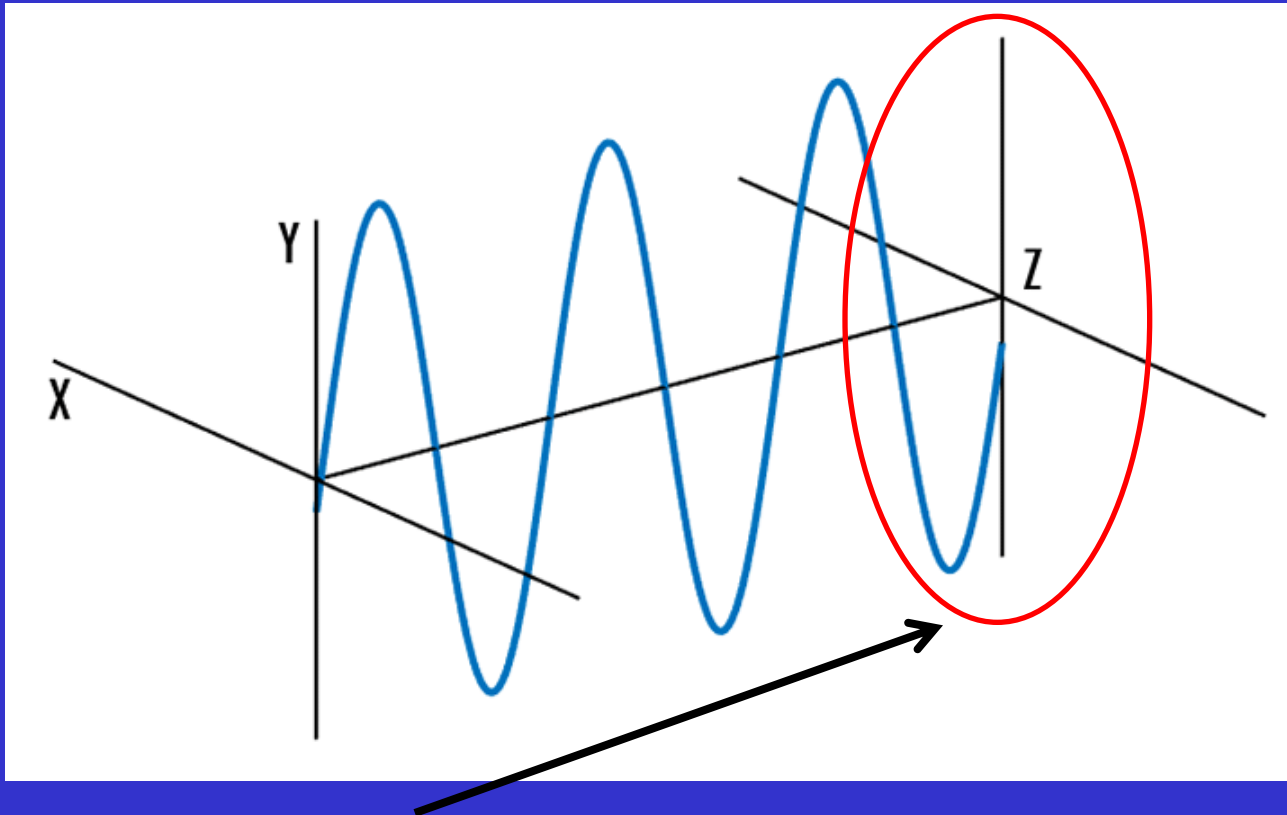
ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ (συν...)

- ❖ Σύμφωνα με την κυματική θεωρία, οι κραδάνσεις που δημιουργούνται όταν διαδίδεται μια ακτίνα φωτός, είναι κάθετες προς τη διεύθυνση διαδόσεως της (συνίσταται από ηλεκτρικά και μαγνητικά συστατικά).
- ❖ Για τους σκοπούς του μαθήματος θεωρούμε μόνο την κράδανση του ηλεκτρικού ανύσματος το οποίο αλληλεπιδρά με τον ηλεκτρικό χαρακτήρα των ατόμων και τους χημικούς δεσμούς στα ορυκτά.



ΜΕΤΩΠΟ ΚΥΜΑΤΟΣ

- ❖ Μέτωπο κύματος είναι μια επιφάνεια που ενώνει τα ίδια σημεία σε πλησίον κύματα. Μία γραμμή σε ορθή γωνία με την επιφάνεια κύματος είναι μια κάθετη κύματος και παριστά την διεύθυνση κατά την οποία κινείται το κύμα.



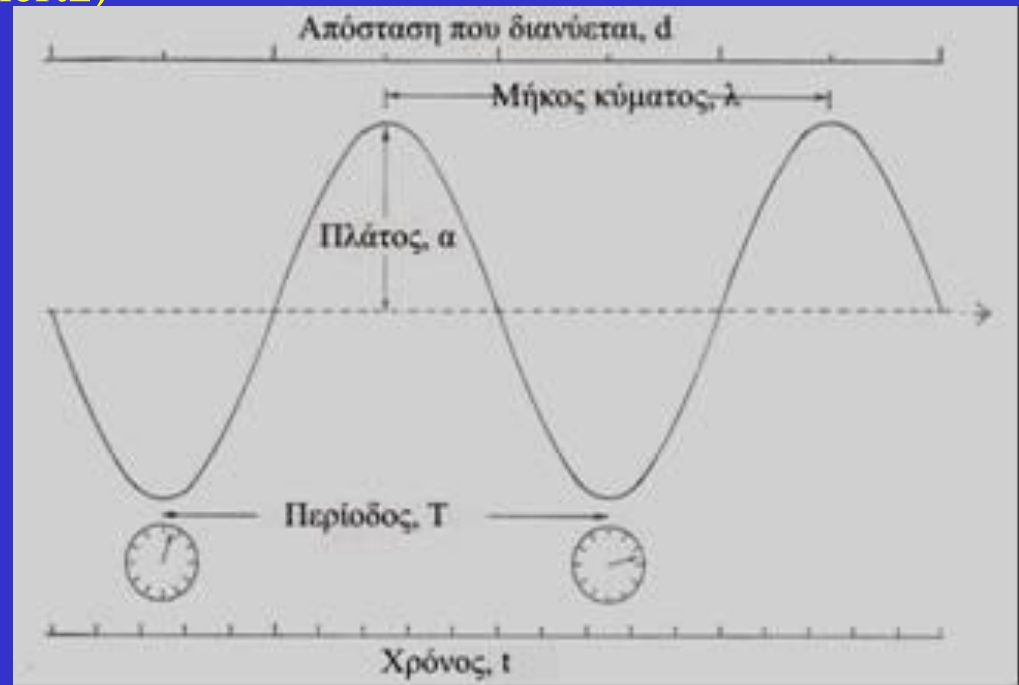
επίπεδο ή μέτωπο κύματος

<https://integraoptics.com/4929-2/>

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΥΜΑΤΟΣ

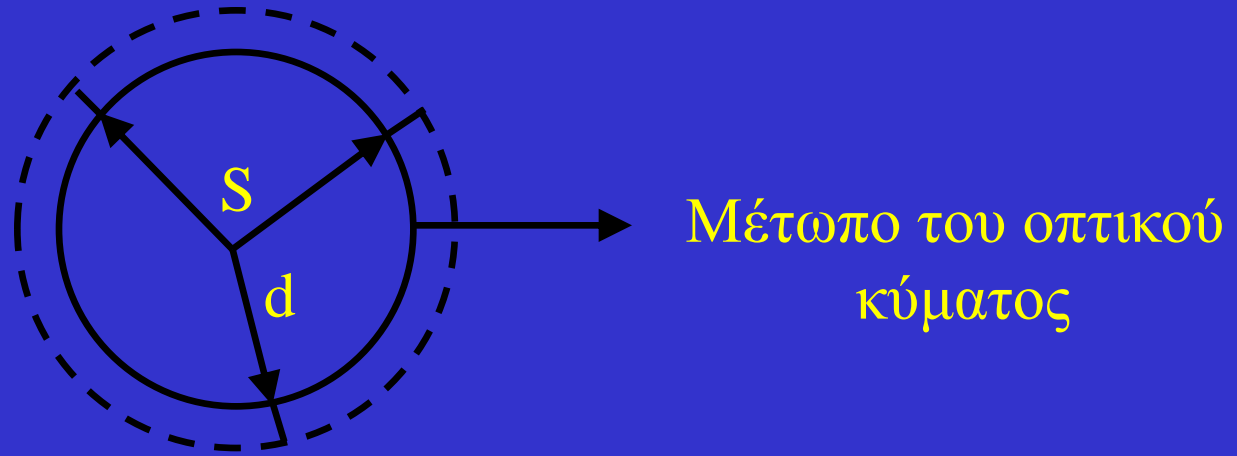
- ❖ a = πλάτος της ταλάντωσης
- ❖ T = Περίοδος (χρόνος που χρειάζεται η μεταβολή για να μετακινηθεί κατά ένα μήκος κύματος).
- ❖ λ = μήκος κύματος (η μικρότερη απόσταση μεταξύ 2 σημείων που βρίσκονται στην ίδια φάση κραδασμού/ταλάντωσης).
- ❖ v = ταχύτητα (απόσταση που διανύεται στη μονάδα του χρόνου
 $v = d/t$ (nm/sec))
- ❖ f = συχνότητα (cycles/sec or hertz)

$$f = v/\lambda$$



ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ

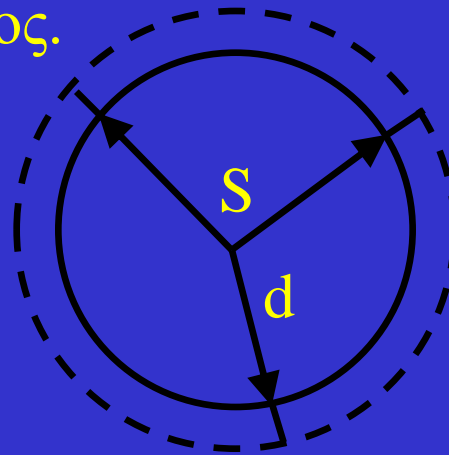
- ❖ S = σημείο οπτικής κύμανσης ενός υλικού.



- ❖ Μέτωπο οπτικού κύματος είναι η συνεχής επιφάνεια όπου σε κάθε σημείο της υπάρχει συμφωνία φάσεων των οπτικών ακτινοβολιών.
- ❖ d = απόσταση

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ (συν...)

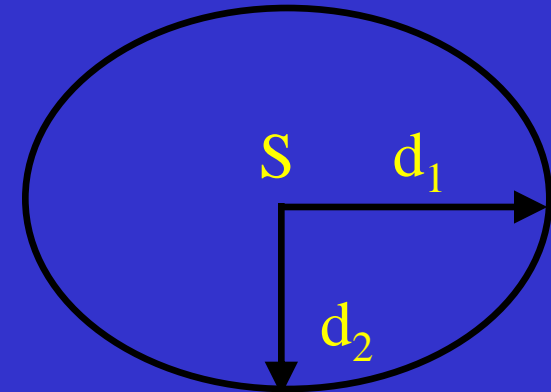
- ❖ Ισότροπες ουσίες είναι εκείνες στις οποίες το φως διαδίδεται με την ίδια ταχύτητα προς όλες τις διευθύνσεις και έχουν μία τιμή δείκτη διάθλασης. Σε αυτές τις ουσίες η επιφάνεια του κύματος είναι σφαίρα και το επίπεδο ή μέτωπο του κύματος κύκλος
- ❖ Ισότροπα υλικά: κενό, αέρας, νερό, γυαλί και όλα τα ορυκτά του κυβικού συστήματος.



$d = \text{απόσταση}$

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ (συν...)

- ❖ Ανισότροπες ουσίες είναι εκείνες στις οποίες το φως διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα στις διάφορες διευθύνσεις διάδοσης του και παρουσιάζουν ένα εύρος τιμών δείκτη διάθλασης. Σε αυτές τις ουσίες η επιφάνεια του κύματος είναι ελλειψοειδής και το επίπεδο ή μέτωπο του κύματος έλλειψη.
- ❖ Ανισότροπα υλικά : όλοι οι κρύσταλλοι εκτός του κυβικού συστήματος.



- ❖ $d_1, d_2 =$ μέγιστη και ελάχιστη απόσταση αντίστοιχα σε \perp διευθύνσεις διαδόσεως του κύματος

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ

- ✓ Η ταχύτητα του φωτός εξαρτάται από τη φύση του υλικού μέσα από το οποίο περνά και από το μήκος κύματος του φωτός,
- ✓ Έτσι η ταχύτητα ελαττώνεται περνώντας από τον αέρα σε ένα ορυκτό.
- ✓ Αυτή η καθυστέρηση είναι ο δείκτης διάθλασης (δ.δ.) της ουσίας που διασχίζεται
- ✓ $\delta.δ. = n = V_{\text{αέρα}}/V_{\text{ουσίας}} = 300.000\text{km}\cdot\text{sec}^{-1}/\sim 200.000\text{km}\cdot\text{sec}^{-1} \approx 1,5.$
- ✓ Τα περισσότερα ορυκτά έχουν δ.δ. 1,4-2, ο αέρας ≈ 1 όσο και το κενό

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ (συν...)

- ✓ Όταν η ταχύτητα ελαττώνεται περνώντας από τον αέρα σε ένα ορυκτό, θα πρέπει και το μήκος κύματος να ελαττώνεται για να διατηρείται η συχνότητα σταθερή (εφόσον η συχνότητα εξαρτάται μόνο από την πηγή).

f = συχνότητα σταθερό (cycles/sec or hertz)

v = ταχύτητα (nm/sec)

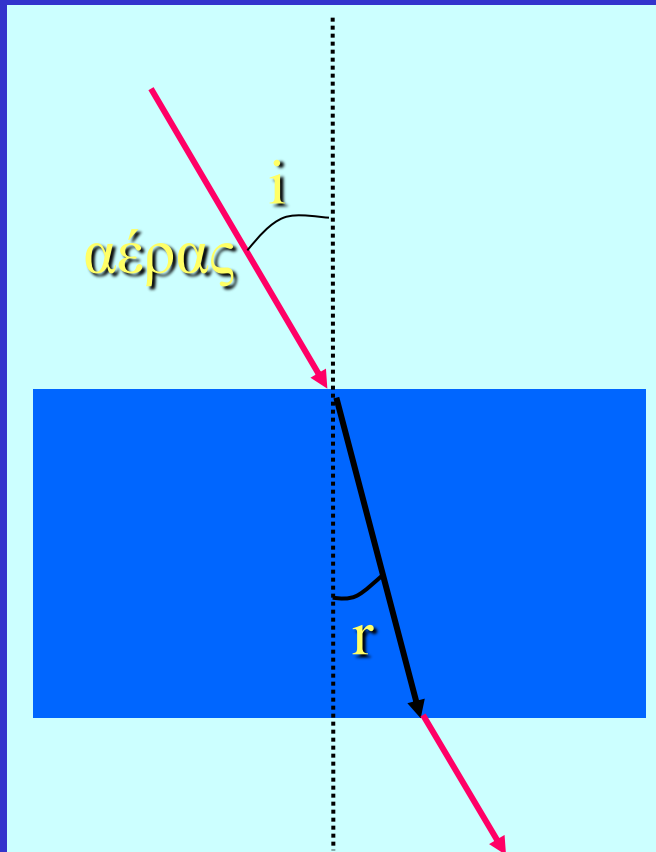
$$f = v / \lambda$$

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ (συν...)

- ✓ Ένα φυσικό ανάλογο είναι μια ομάδα αυτοκινήτων που κινείται σε αυτοκινητόδρομο. Σε μεγάλη ταχύτητα, τα αυτοκίνητα είναι μακριά το ένα από το άλλο, αλλά όταν ελαττώνεται η ταχύτητα πλησιάζουν μεταξύ τους. Είτε πάνε γρήγορα είτε όχι, ο αριθμός των αυτοκινήτων που περνούν μπροστά από έναν παρατηρητή στη μονάδα του χρόνου (συχνότητα) παραμένει ο ίδιος.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ

- ❖ Η αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη ελαττώνει την ταχύτητα διαδόσεως του φωτός και η μέτρηση αυτής της καθυστέρησης είναι ο δ.δ. της ουσίας που διασχίζεται.



γωνία πρόσπτωσης i

$n_{\mu i}/n_{\mu r} = \text{σταθερό}$

$n_{\mu i}/n_{\mu r} = (n)$ δείκτης διάθλασης

γωνία διάθλασης r

ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ

- I. $n_i/n_r = \text{σταθερό (n)}$ δείκτης διάθλασης.
 - II. Η προσπίπτουσα ακτίνα και η διαθλώμενη βρίσκονται σε επίπεδο που είναι κάθετο προς την επιφάνεια που διαχωρίζει τις δύο ουσίες.
- ❖ Για να συγκρίνουμε τους δ.δ. των διαφόρων ουσιών πρέπει να διαλέξουμε ένα μέσο αναφοράς. Συνήθως χρησιμοποιείται ο αέρας που θεωρείται ότι έχει δ.δ.=1

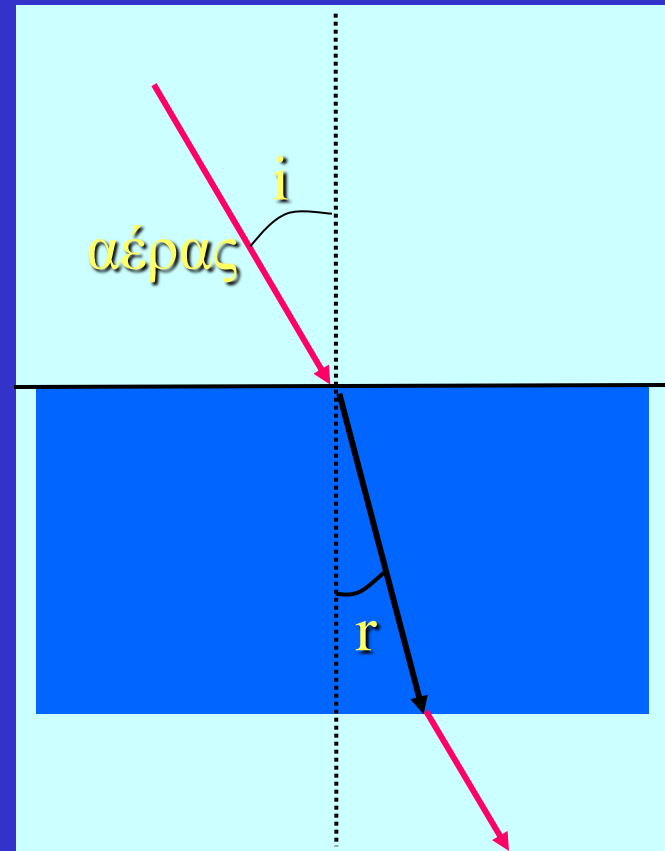
ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ

- ❖ Αν V_1 και V_2 ταχύτητες του φωτός σε δύο διαφορετικές ουσίες και n_1 και n_2 οι δ.δ. για ένα συγκεκριμένο χρώμα φωτός τότε :
 $n_1 = V_a / V_1$ και $n_2 = V_a / V_2$.

- ❖ οπότε: $n_1 / n_2 = V_2 / V_1$

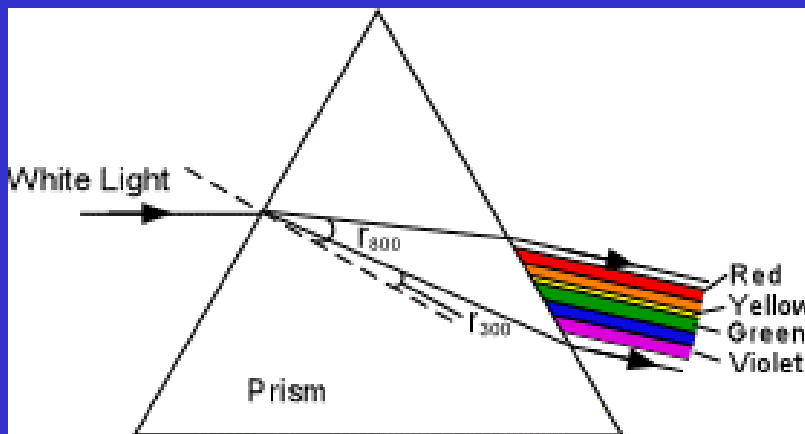
γωνία πρόσπτωσης i

γωνία διάθλασης r



ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ

- ❖ Το λευκό φως όταν εισέρχεται σε μία ουσία διασπάται στα χρώματα του φάσματος.
- ❖ Η διάσπαση του λευκού φωτός λέγεται σκεδασμός (dispersion) π.χ. φθορίτης = μικρή σκεδαστική ικανότητα, διαμάντι ? Τι νομίζετε ?
- ❖ Ακριβείς μετρήσεις των δ.δ. γίνονται μόνο με μονοχρωματικό φως.



κόκκινο μικρός δ.δ.
μακριά από την κάθετο

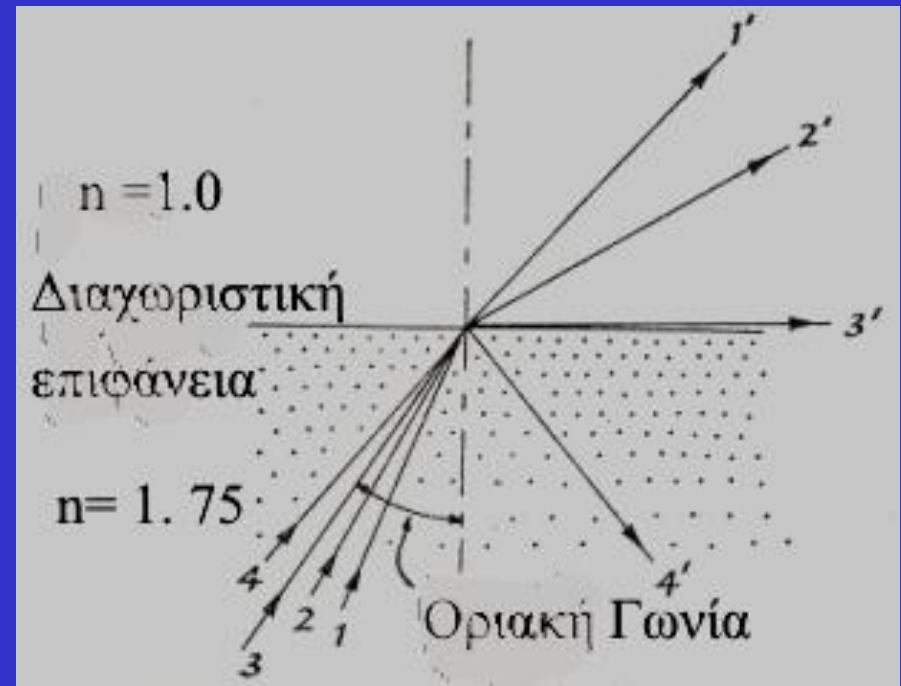
μπλε μεγάλος δ.δ. κοντά
στην κάθετο

ΟΛΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ – ΟΡΙΑΚΗ ΓΩΝΙΑ

- ❖ Όταν το φως περνά από ένα πυκνό μέσο σε ένα άλλο με μικρότερο δ.δ. διαθλάται και απομακρύνεται από την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια
- ❖ Η γωνία που σχηματίζει η ακτίνα 3 με την κάθετο προς το διαχωριστικό επίπεδο λέγεται οριακή γωνία (Ο.Γ.) και φως που πέφτει σε αυτό το επίπεδο με γωνία μεγαλύτερη από την οριακή ανακλάται ολικά.
- ❖ Αν αντιστρέψουμε την πορεία της ακτίνας 3', η γωνία πρόσπτωσης i θα είναι 90° , η γωνία διάθλασης (r) θα είναι η οριακή γωνία (Ο.Γ.), οπότε ο δείκτης διάθλασης δίνεται από τη σχέση

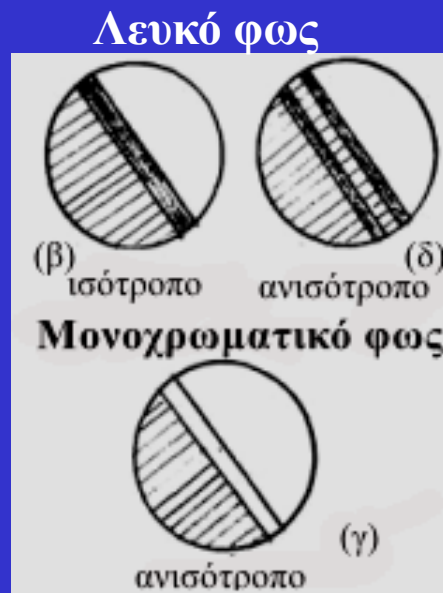
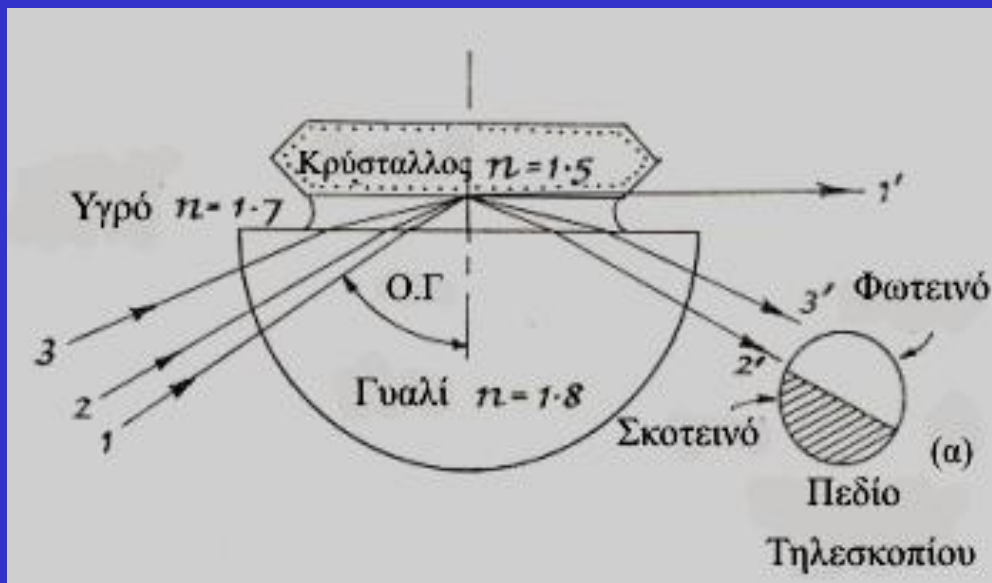
$$n = \frac{\eta_{\mu i}}{\eta_{\mu r}} = \frac{\eta_{\mu 90^\circ}}{\eta_{\mu(\text{Ο.Γ.})}} = 1/\eta_{\mu(\text{Ο.Γ.})}$$

δηλαδή το ημίτονο της οριακής γωνίας είναι το αντίστροφο του δ.δ.



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ.

1. Προσδιορισμός του δείκτη διαθλάσεως με τη μέθοδο της ολικής ανακλάσεως



ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΟ

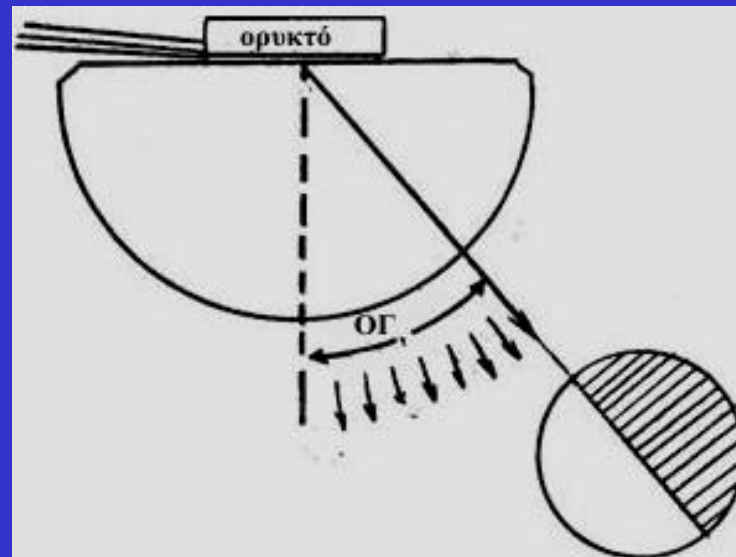
❖ Γνωρίζοντας την οριακή γωνία και το δείκτη διάθλασης του ημισφαίριου, n , υπολογίζουμε το δείκτη διάθλασης του ορυκτού:

$$n_{\text{ορυκτού}} = \eta_{\text{μ(Ο.Γ.)}} \times n_{\text{ημισφαίριου}}$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ.

2. Προσδιορισμός του δείκτη διαθλάσεως με τη μέθοδο της πρόσπτωσης του φωτός παράλληλα προς τη διαχωριστική επιφάνεια

Το φως εισέρχεται στο ορυκτό από τα πλάγια και διαθλάται προς τα κάτω δια μέσου του ημισφαιρίου



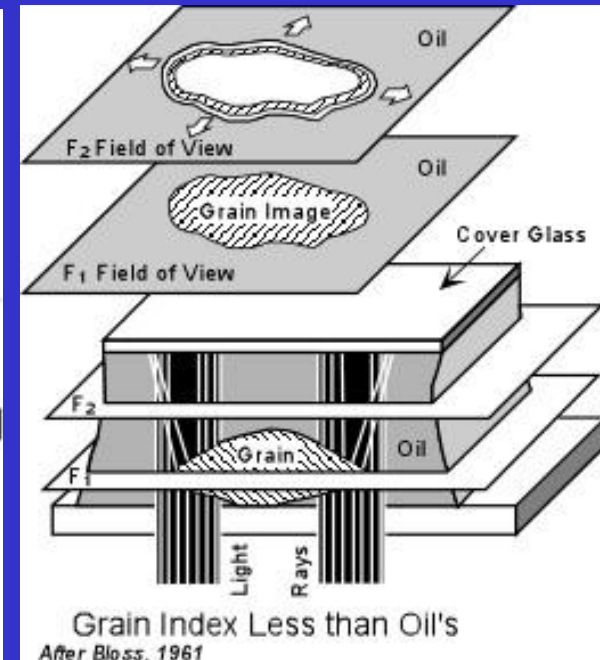
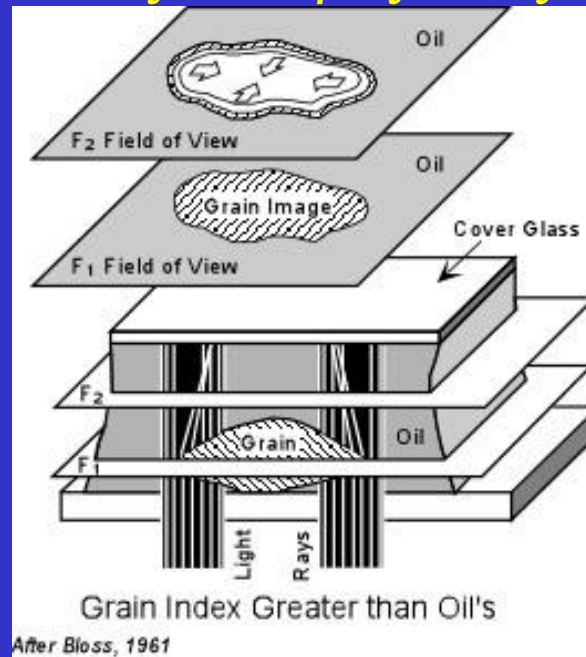
Σκοτεινό

Πεδίο Τηλεσκοπίου

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ. ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

1. Γραμμή Becke (σημειώνεται στικτή).

- Ορυκτό με υψηλότερο δείκτη διάθλασης από εκείνον του περιβάλλοντος μέσου. Με μετακίνηση της τράπεζας προς τα κάτω, η γραμμή μετατοπίζεται προς τα μέσα.
- Ορυκτό με χαμηλότερο δείκτη διάθλασης από εκείνο του περιβάλλοντος μέσου. Με μετακίνηση της τράπεζας προς τα κάτω, η γραμμή μετατοπίζεται προς τα έξω.

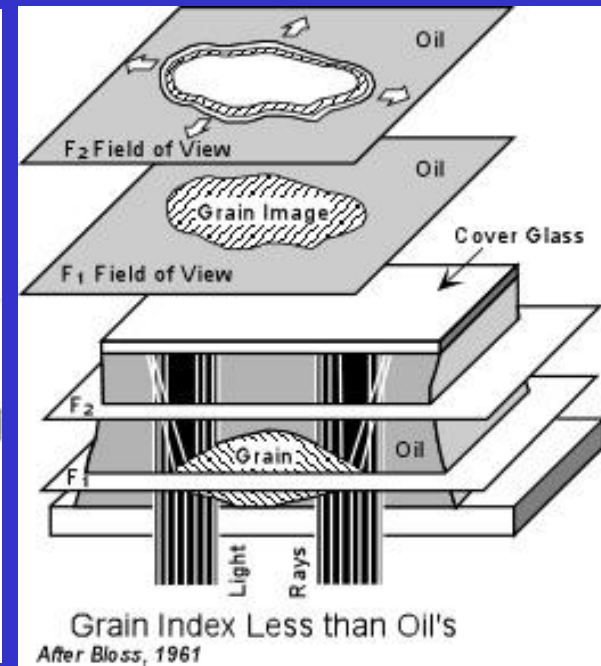
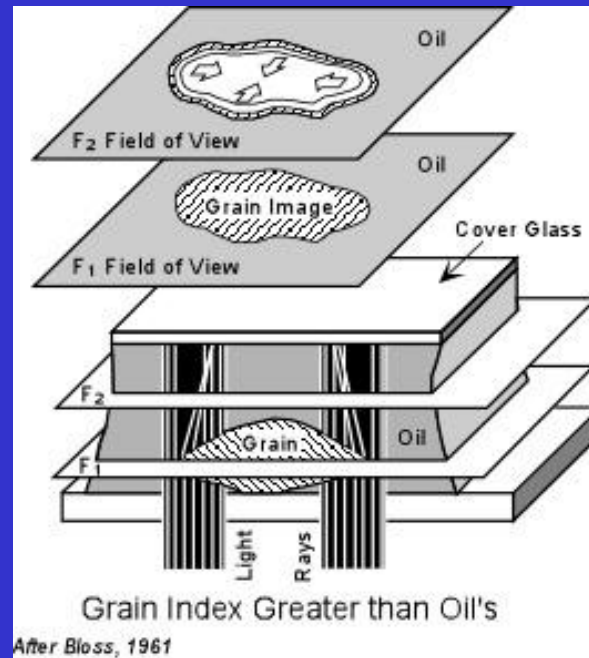


<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/prop-light.htm>

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ. ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (συν...)

Εστιασμένος
φακός

μετακίνηση της
τράπεζας προς
τα κάτω

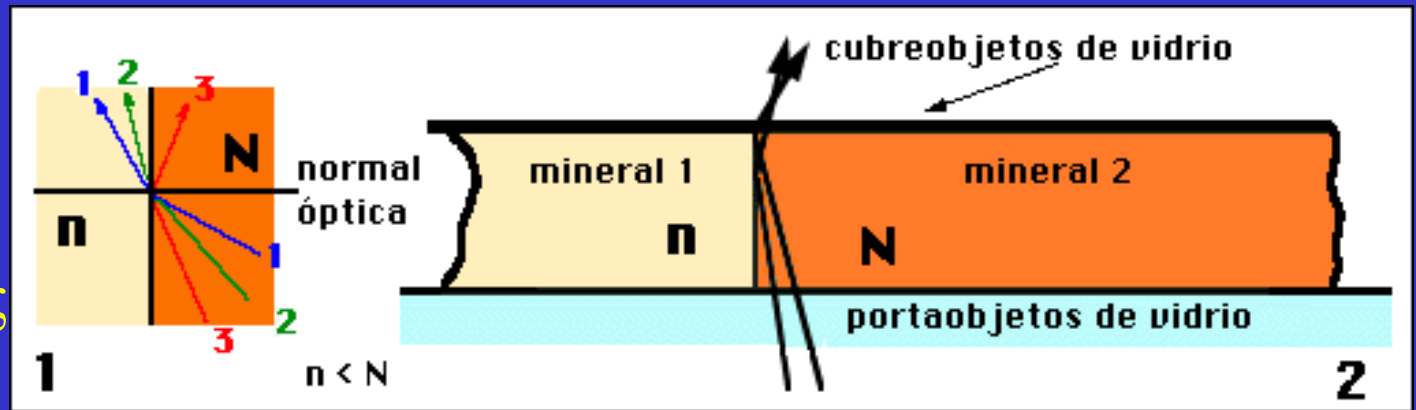


- ❖ Από μία δέσμη ακτίνων φως που πέφτει στην επαφή δύο ορυκτών, μερικές διαθλώνται και άλλες ανακλώνται ολικά και συγκεντρώνονται στο ορυκτό με το μεγαλύτερο δ.δ. Παρατήρηση με το μικροσκόπιο δείχνει ότι στη θέση αυτή εμφανίζεται μία λεπτή άσπρη γραμμή (γραμμή Becke). Η γραμμή αυτή, καθώς ο αντικειμενικός φακός απομακρύνεται από το παρασκεύασμα, μετακινείται προς το ορυκτό με το μεγαλύτερο δ.δ.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ. ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (συν...)

Εστιασμένος
φακός

μετακίνηση της
τράπεζας προς
τα κάτω

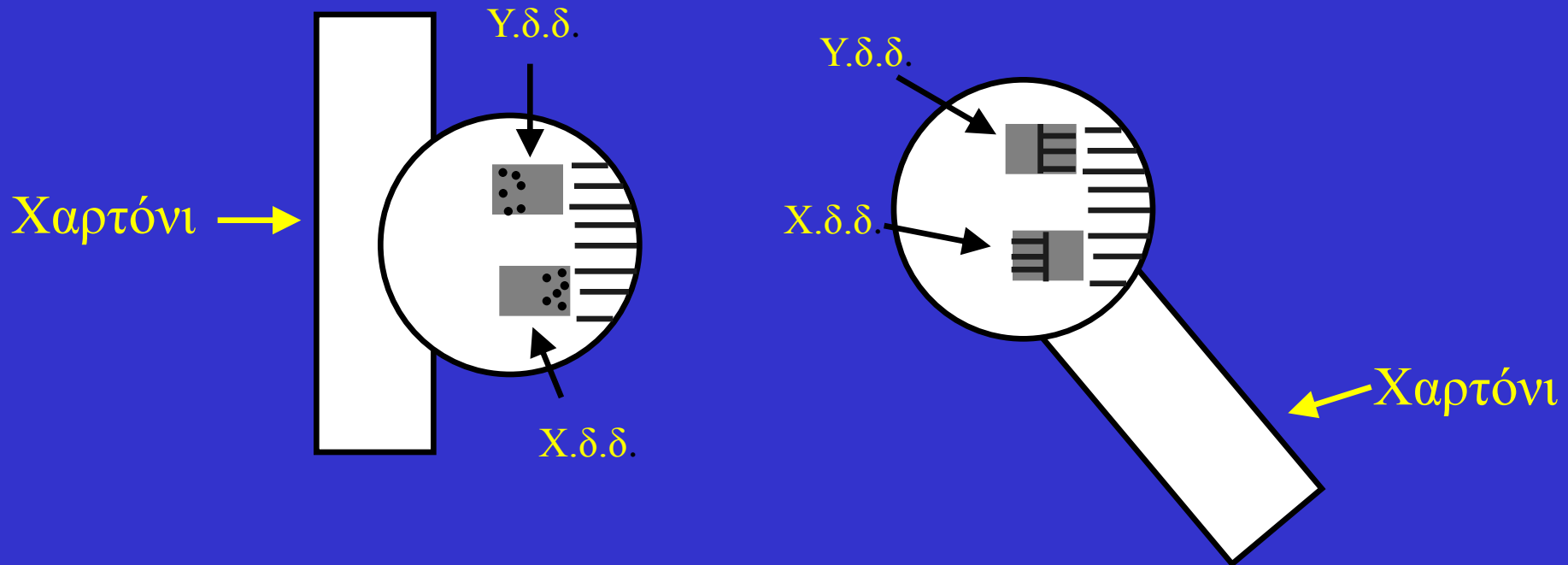


- ❖ Από μία δέσμη ακτίνων φωτός που πέφτει στην επαφή δύο ορυκτών, μερικές διαθλώνται και άλλες ανακλώνται ολικά και συγκεντρώνονται στο ορυκτό με το μεγαλύτερο δ.δ. Παρατήρηση με το μικροσκόπιο δείχνει ότι στη θέση αυτή εμφανίζεται μία λεπτή άσπρη γραμμή (γραμμή Becke). Η γραμμή αυτή, καθώς ο αντικειμενικός φακός απομακρύνεται από το παρασκεύασμα, μετακινείται προς το ορυκτό με το μεγαλύτερο δ.δ.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ. ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (συν...)

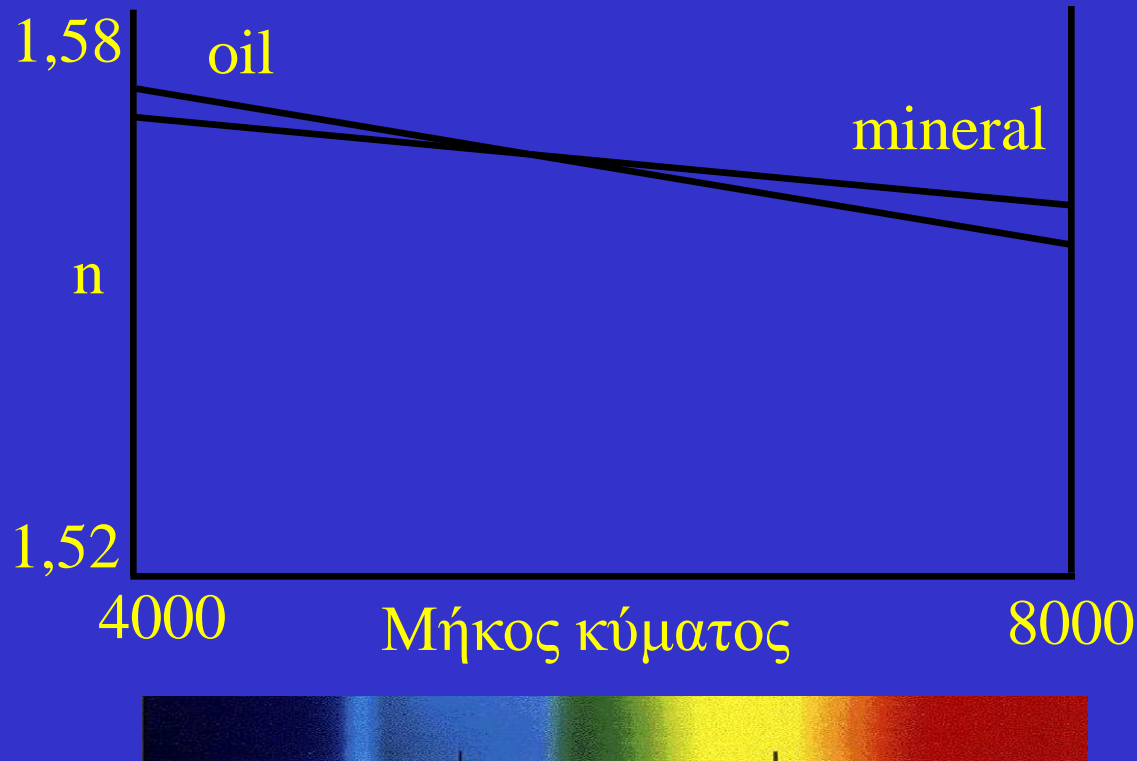
2. Μέθοδος σκίασης ή του κεκλιμένου Φωτισμού

- I. Τοποθετείται ένα χαρτόνι κάτω από την τράπεζα του μικροσκοπίου ώστε να αποκόβεται η μισή δέσμη ή
- II. Τοποθετείται στενή λωρίδα χαρτονιού στη σχισμή του αντισταθμιστή που βρίσκεται πάνω από τον αντικειμενικό φακό.



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ. ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (συν...)

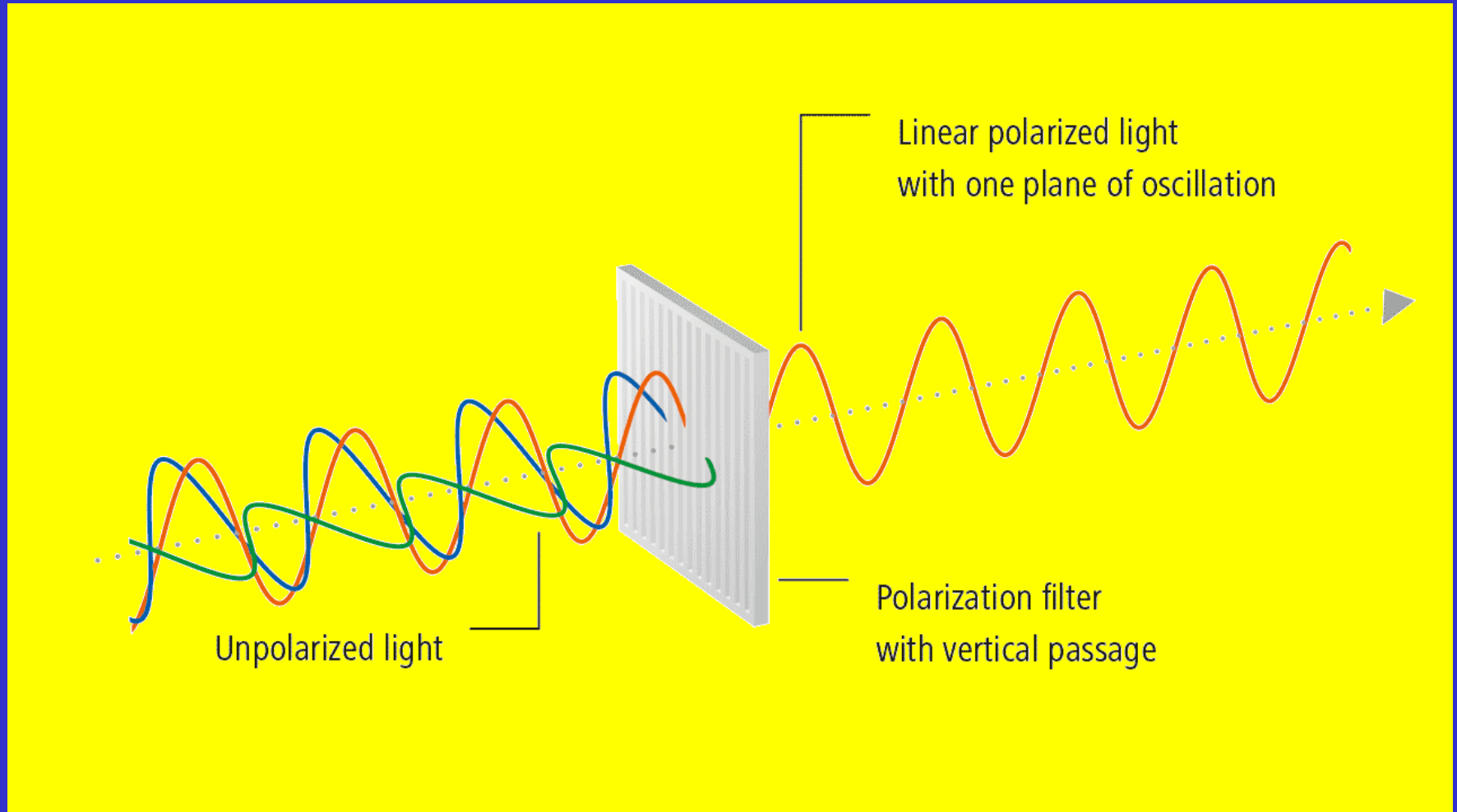
3. Μέθοδος καταδύσεως σε υγρά



- ❖ Ο δ.δ. (n) αυξάνεται όσο ελαττώνεται το μήκος κύματος

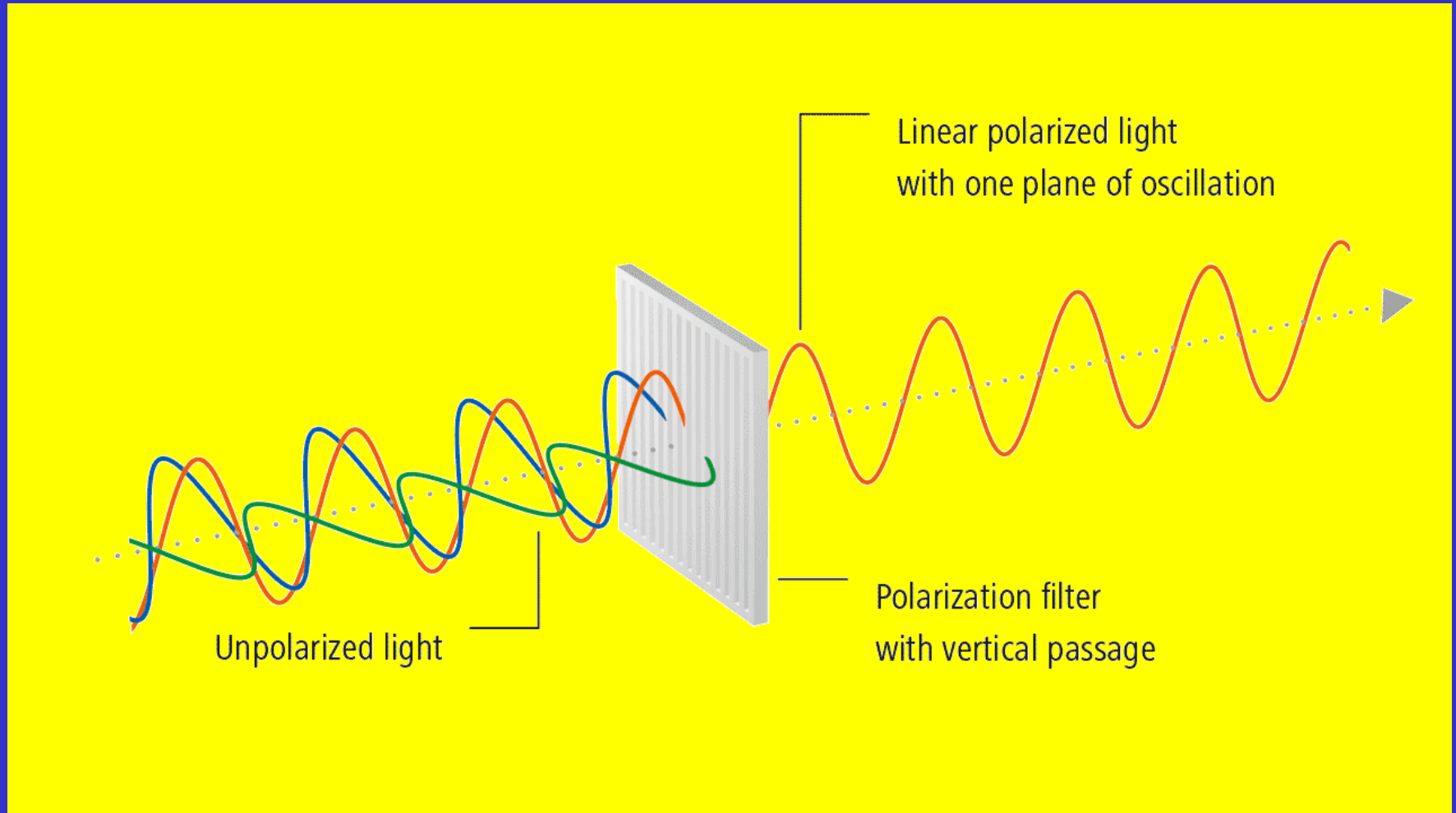
ΜΗ ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ

Το κοινό φως (του ηλίου ή λάμπας) κραδαίνεται σε όλες τις διευθύνσεις κάθετα στη διεύθυνση διαδόσεως. Είναι μη πολωμένο.



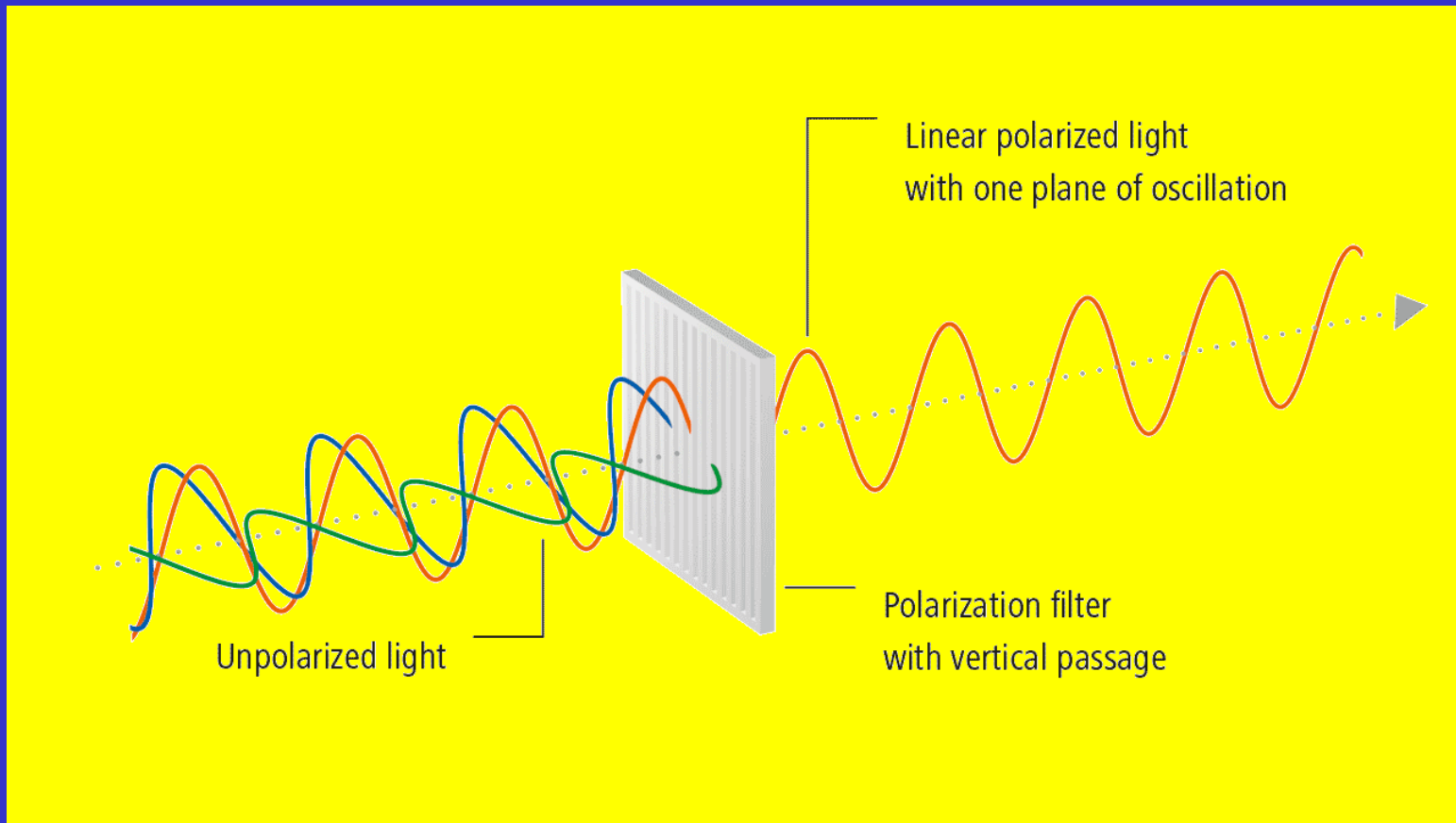
ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ

Εάν η κράδανση γίνεται σε ένα μόνο επίπεδο το φως είναι επίπεδα πολωμένο.



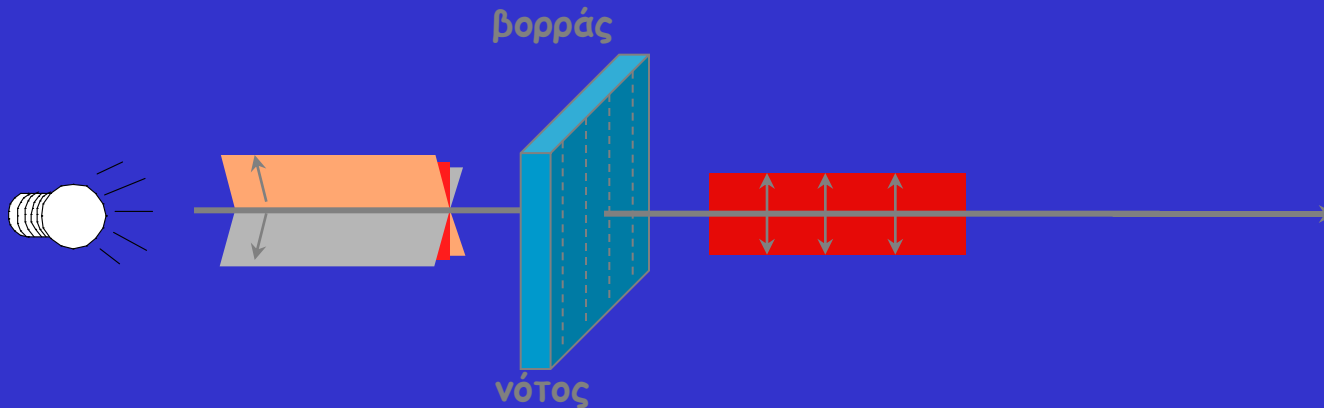
ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ (συν...)

- ✓ Όταν παρεμβάλουμε στην πορεία της φωτεινής δέσμης ένα πολωτικό φίλτρο τότε αυτό έχει την ιδιότητα να επιτρέπει να διέλθει μέσα από αυτό μόνο μια ακτινοβολία η οποία έχει καθορισμένη κατεύθυνση κραδάνσεων του ηλεκτρικού πεδίου.

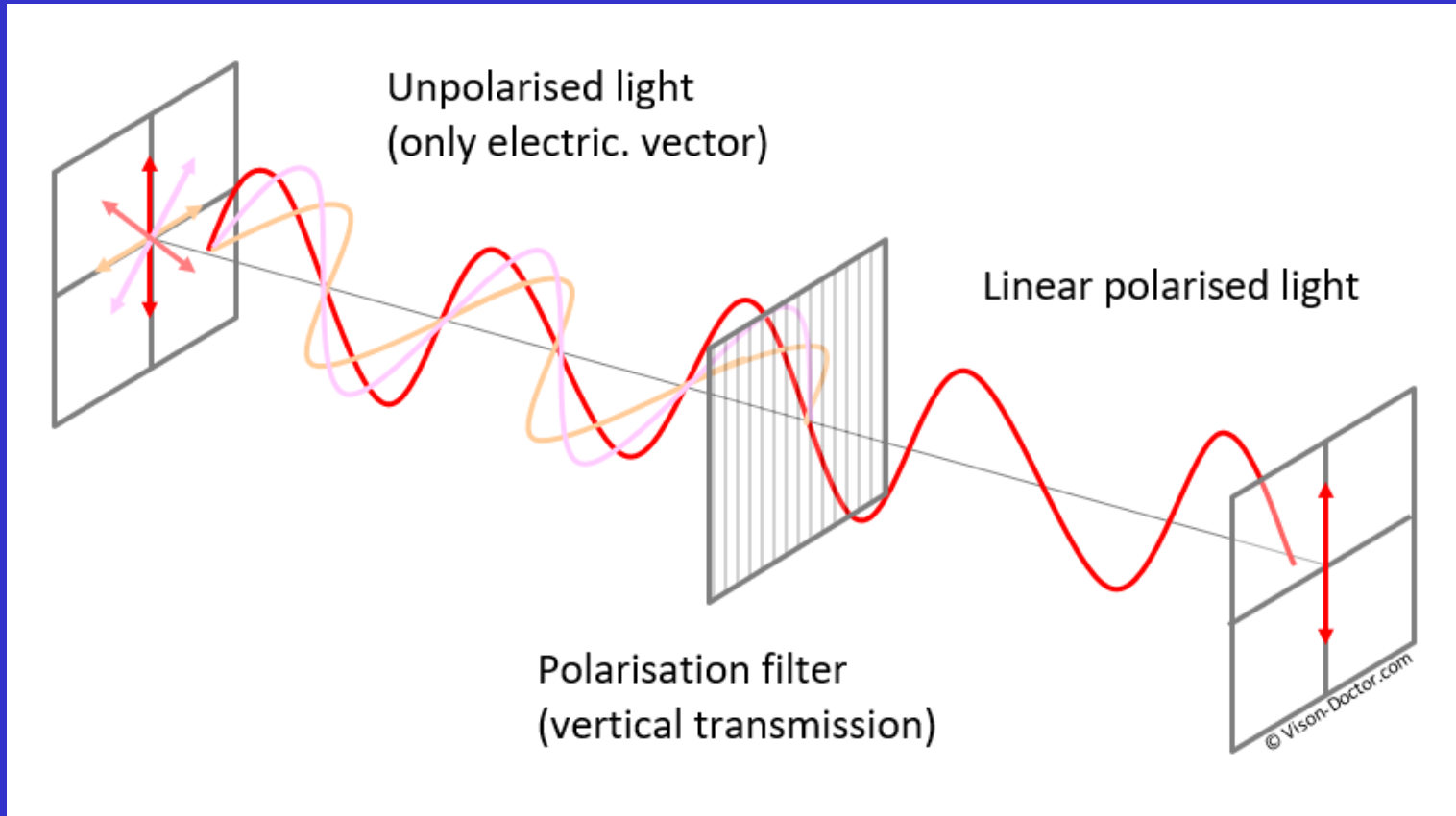


ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ (συν...)

- Ο πολωτής επιτρέπει να διέλθουν μέσα από αυτόν τα φωτεινά κύματα στα οποία το επίπεδο κραδάνσεων του ηλεκτρικού πεδίου τους είναι ίδιο με το επίπεδο πόλωσης του.
- Πολωτικά φίλτρα είναι τα γυαλιά ηλίου και τα κρύσταλλα παρμπρίζ των αυτοκινήτων



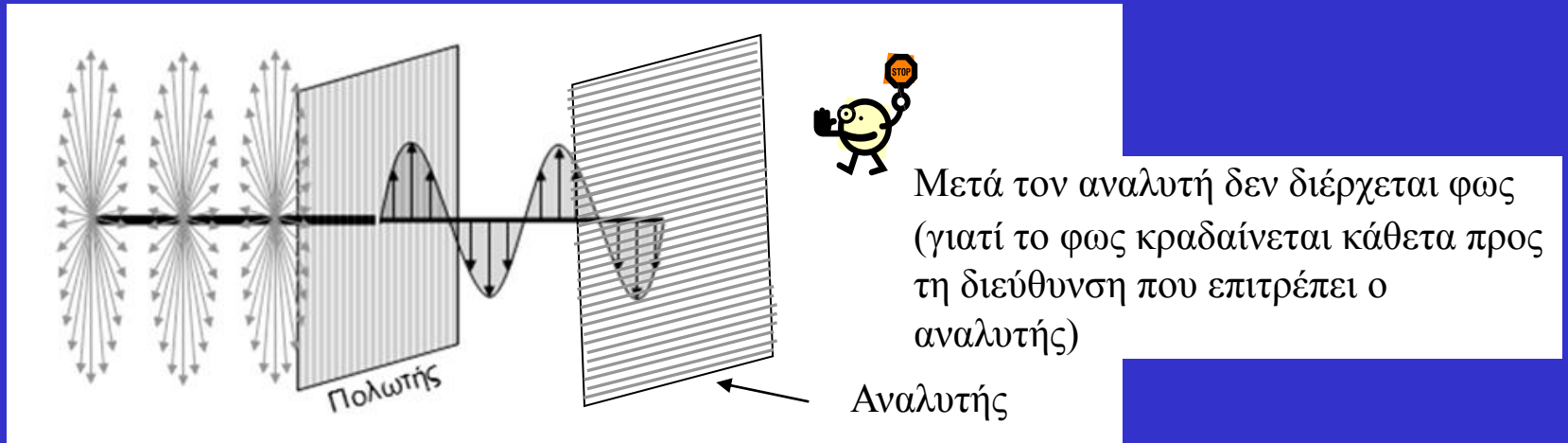
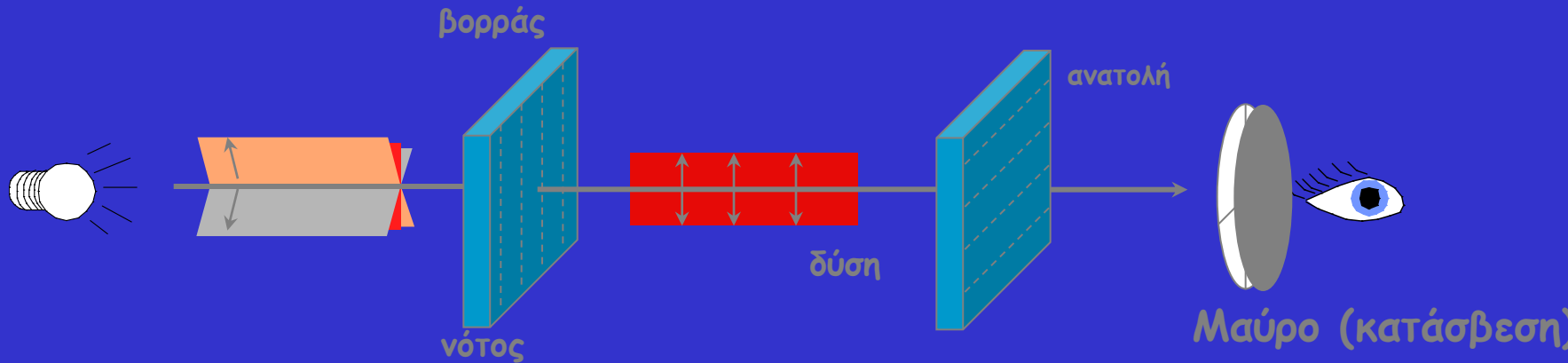
ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ (συν...)



Μετά τον αναλυτή δεν διέρχεται φως (γιατί το φως κραδαίνεται κάθετα προς τη διεύθυνση που επιτρέπει ο αναλυτής)

<https://www.vision-doctor.com/en/polarising-filters.html>

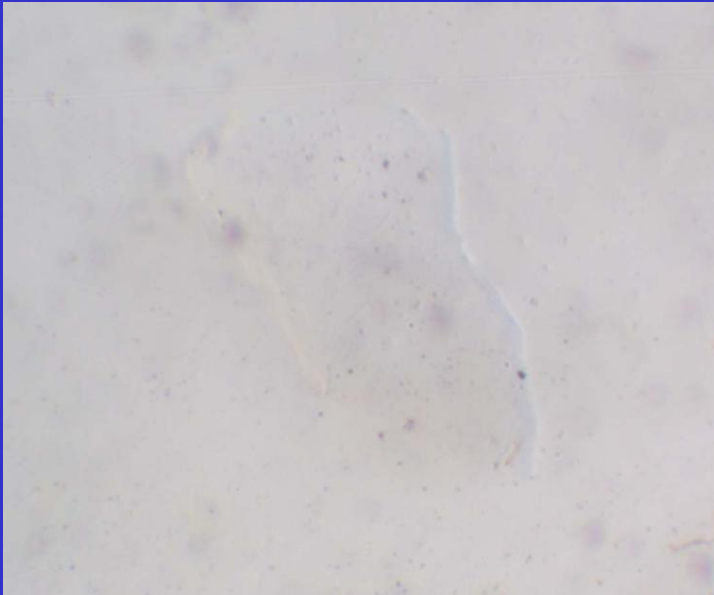
ΠΟΛΩΜΕΝΟ ΦΩΣ (συν...)



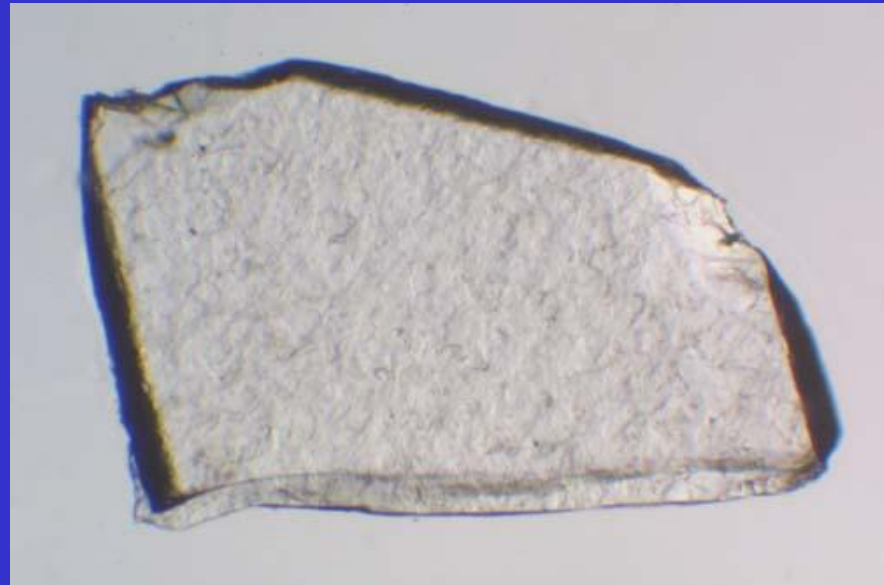
ΑΝΑΓΛΥΦΟ

- Η ευκολία ή η δυσκολία με την οποία διακρίνονται τα ορυκτά στο μικροσκόπιο, δηλαδή το πόσο έντονα διακρίνεται το περίγραμμά τους και η επιφάνειά τους, καθορίζει το ανάγλυφό τους.
- Το ανάγλυφο είναι μια αποτύπωση της σχετικής διαφοράς στο δ.δ μεταξύ ενός ορυκτού και του περιβάλλοντος μέσου
- Το ανάγλυφο προσδιορίζεται οπτικά με το μικροσκόπιο

Γρανάτης: $n = 1,72-1,89$
Χαλαζίας: $n = 1,54-1,55$
Έλαιο: $n = 1,54$



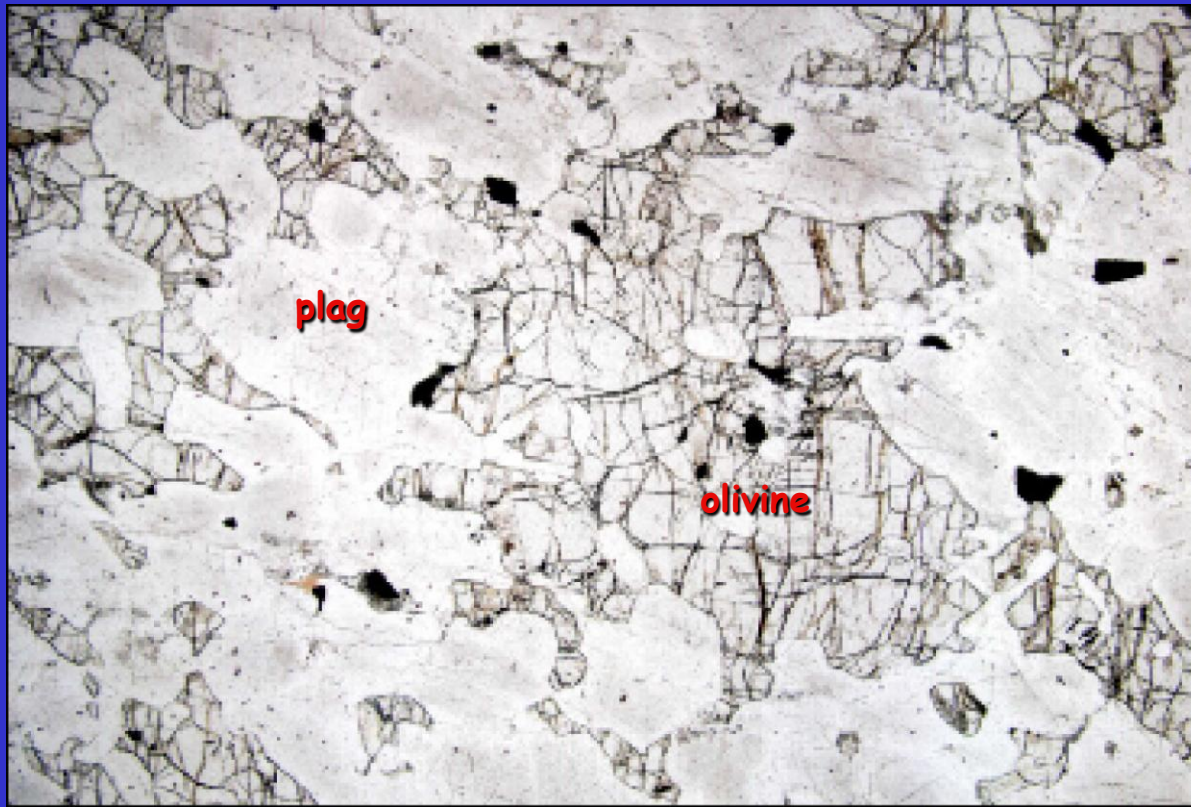
Ο Χαλαζίας έχει χαμηλό ανάγλυφο



Ο Γρανάτης έχει υψηλό ανάγλυφο

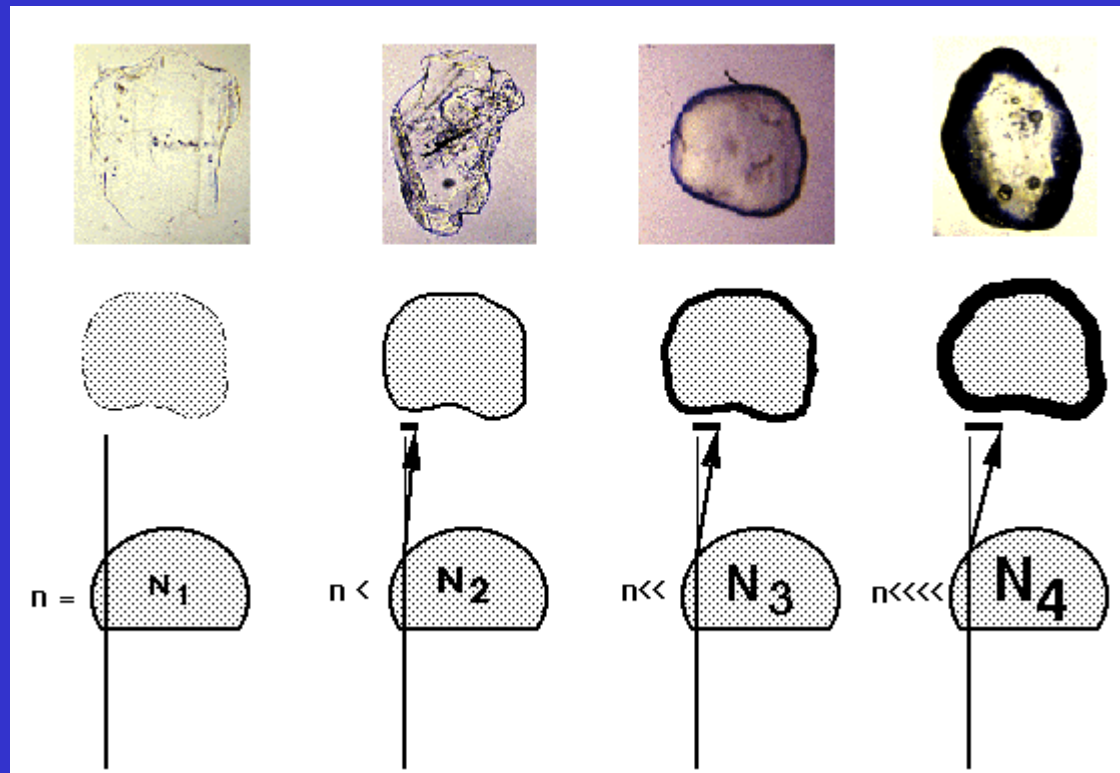
ΑΝΑΓΛΥΦΟ (συν...)

- Ο ολιβίνης έχει υψηλό ανάγλυφο
- Το πλαγιόκλαστο έχει χαμηλό

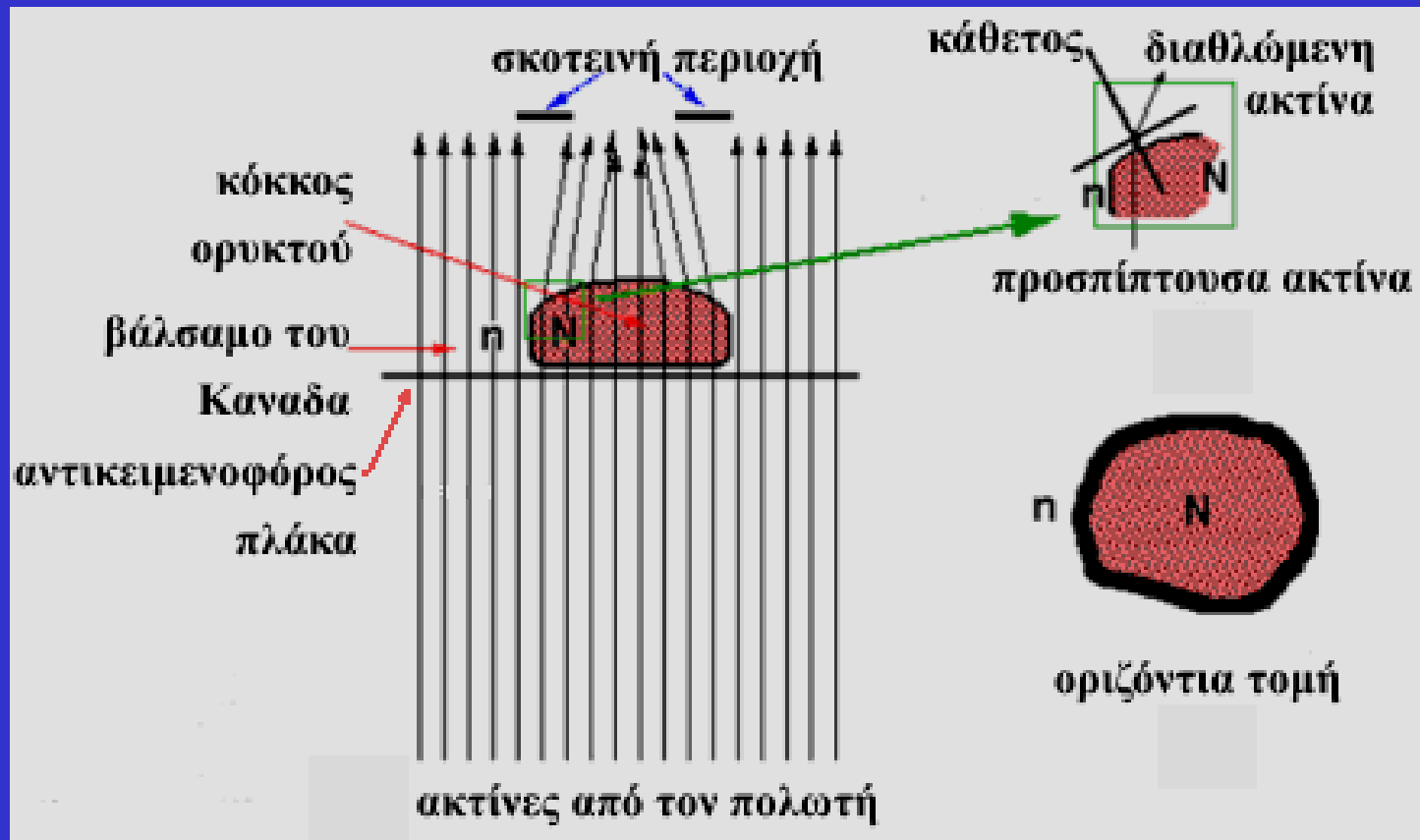


Ολιβίνης: $n = 1.64-1.88$
Πλαγ: $n = 1.53-1.57$
Έλαιο: $n = 1.54$

ΑΝΑΓΛΥΦΟ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

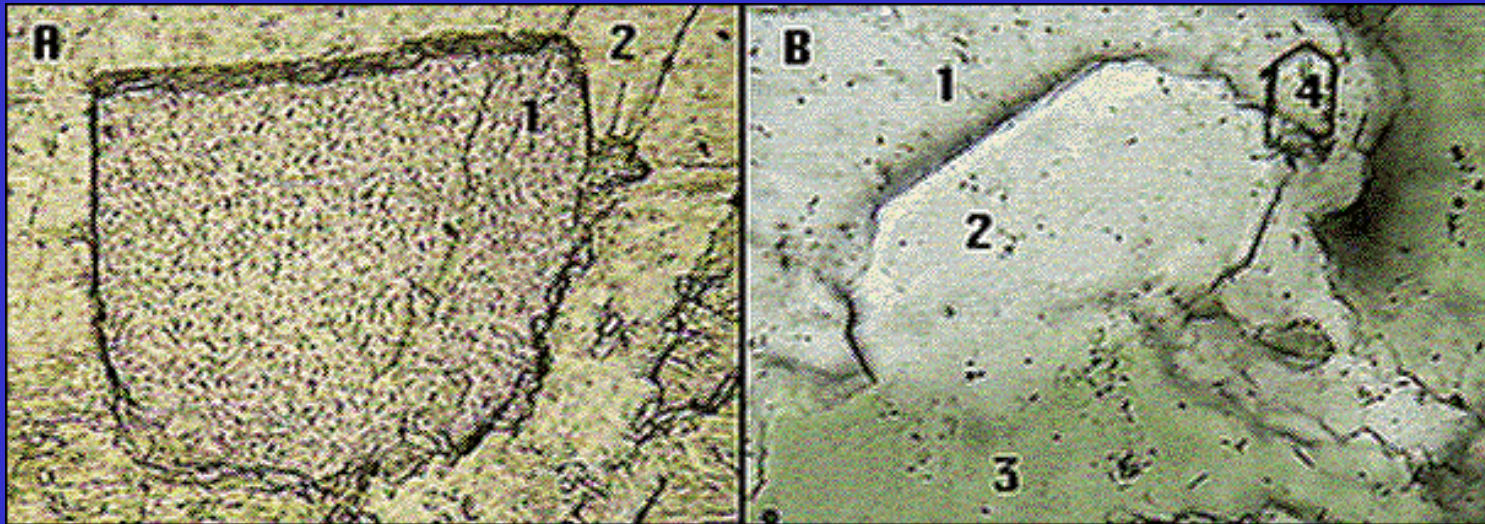


ΑΝΑΓΛΥΦΟ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ (συν...)



ΑΝΑΓΛΥΦΟ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ (συν...)

Τι παρατηρείτε ?

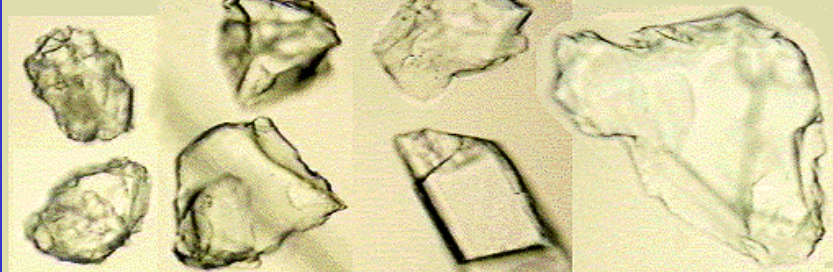


ΑΝΑΓΛΥΦΟ

Relieve bajo y nulo

N=1.50-1.60

N=1.60-1.70

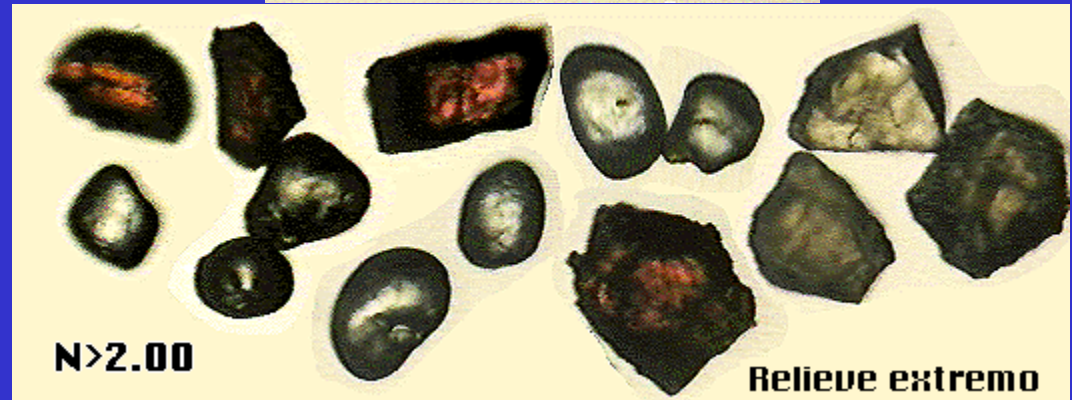
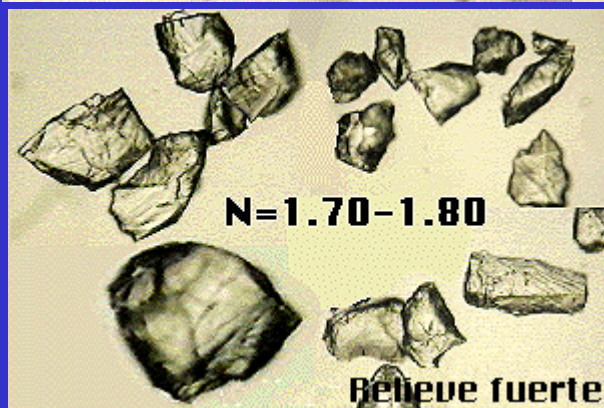
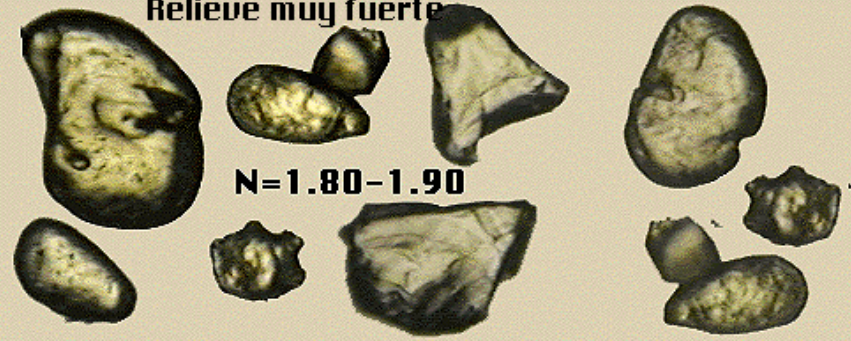


Relieve muy fuerte

N=1.80-1.90

N=1.90-2.00

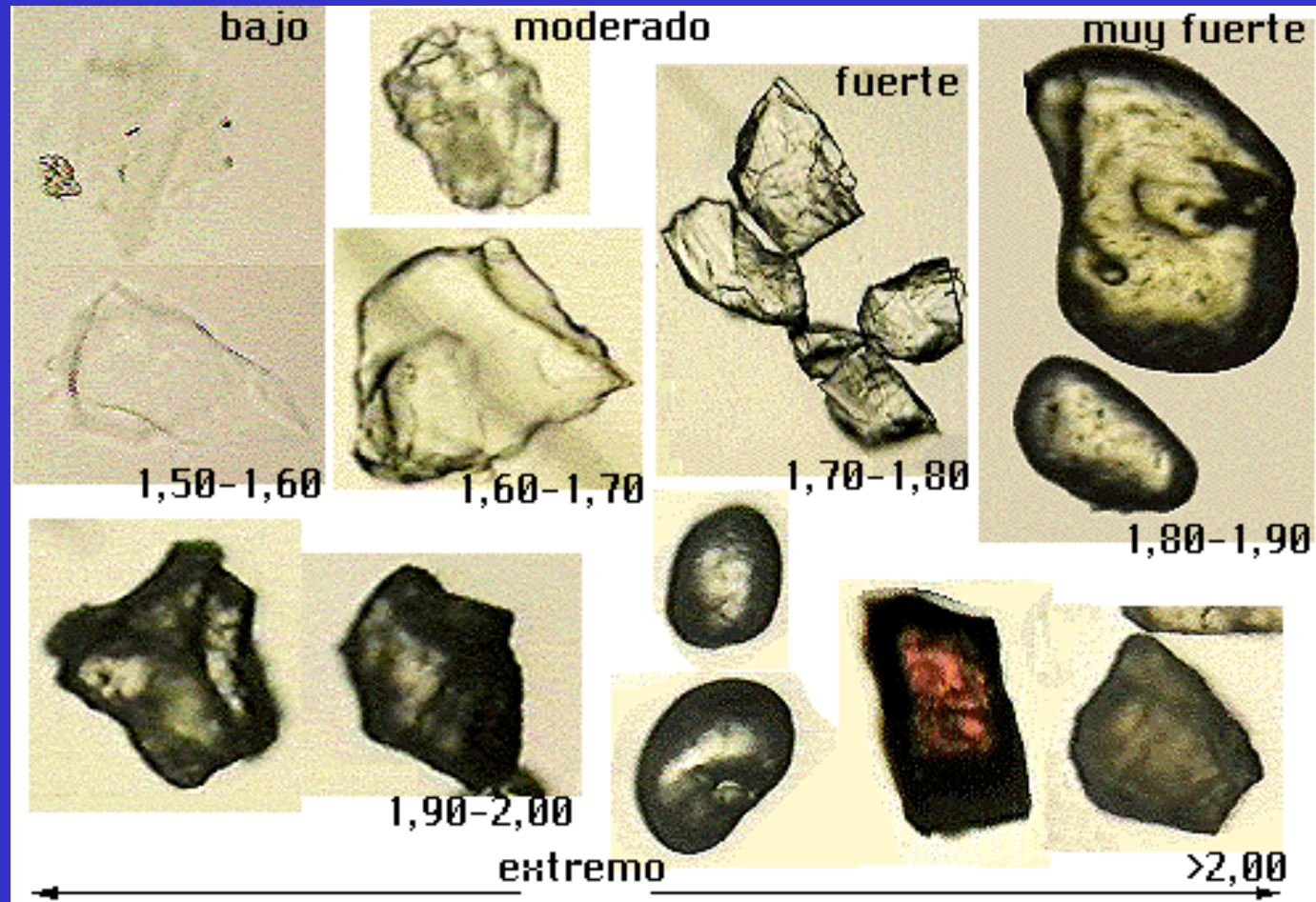
Relieve extremo



Ανάγλυφο για τιμές n από 1,50 μέχρι και πάνω από 2

<http://edafologia.ugr.es/optmine/ppl/relevalw.htm>

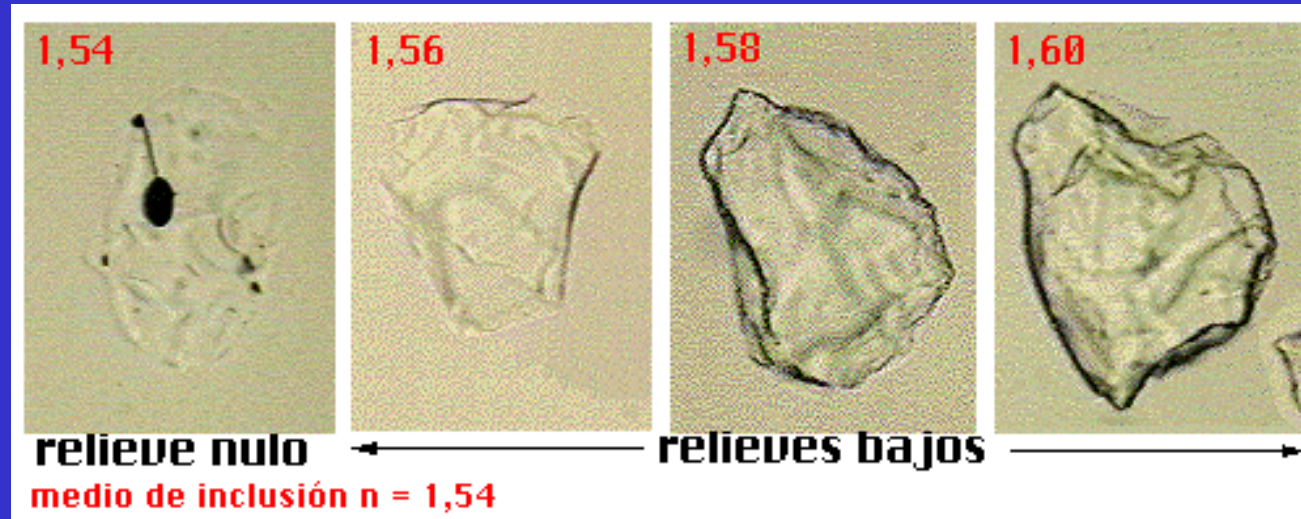
ΑΝΑΓΛΥΦΟ (συν...)



Ανάγλυφο για τιμές n από 1,50 μέχρι και πάνω από 2

<http://edafologia.ugr.es/optmine/ppl/media/r150a210.gif>

ΑΝΑΓΛΥΦΟ (συν...)

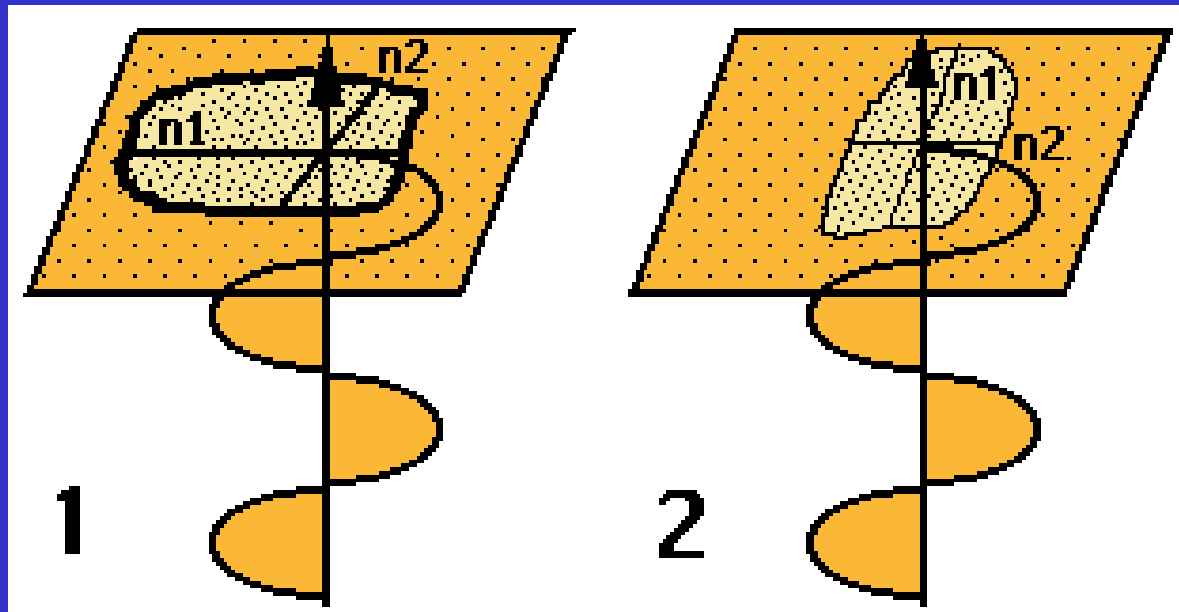


Ανάγλυφο για τιμές n από 1,54-1,60

<http://edafologia.ugr.es/optmine/ppl/media/r154a168.gif>

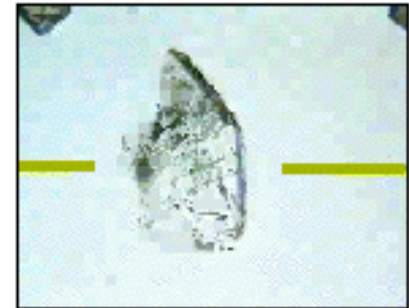
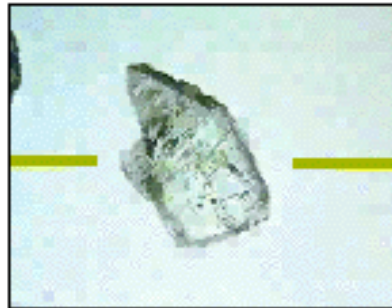
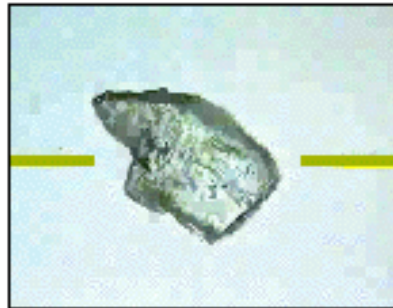
ΑΝΑΓΛΥΦΟ (συν...)

Είναι δυνατόν να διαφοροποιείται το ανάγλυφο με την περιστροφή της τράπεζας του μικροσκοπίου ?



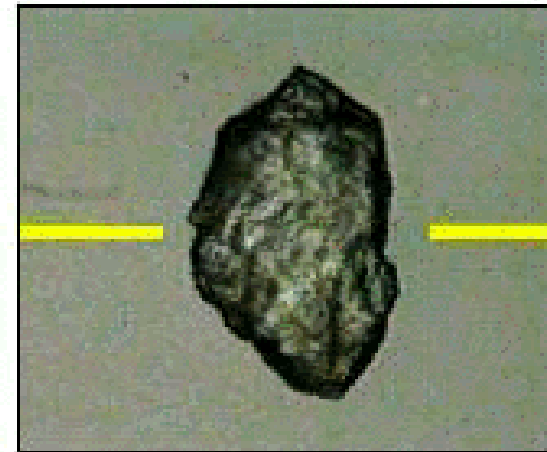
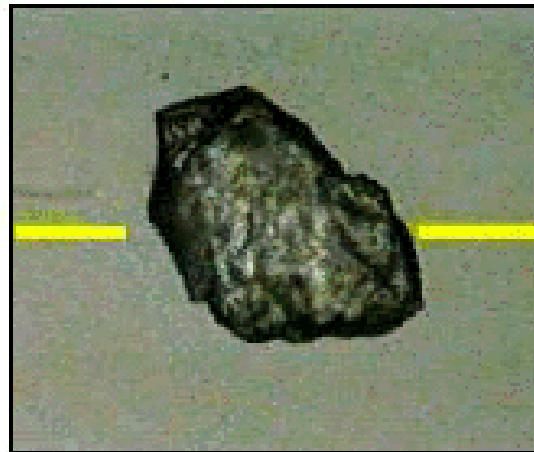
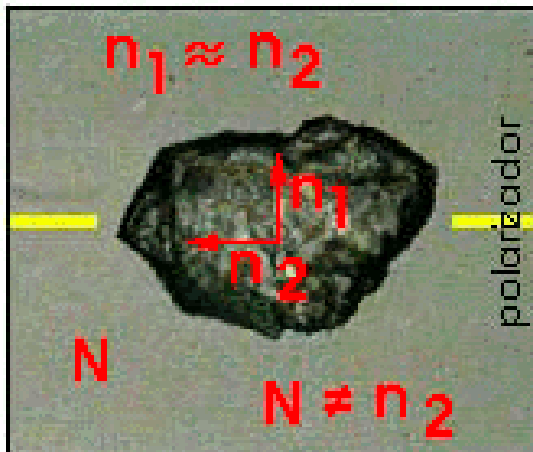
ΑΝΑΓΛΥΦΟ (συν...)

Είναι δυνατόν να διαφοροποιείται το ανάγλυφο με την περιστροφή της τράπεζας του μικροσκοπίου ?



relieve fuerte $N \lll n_2$

relieve nulo $N = n_1$



este grano no muestra cambio de relieve (sus dos índices son similares)

ΙΣΟΤΡΟΠΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

❖ Στις **ισότροπες ουσίες** ο δείκτης διάθλασης έχει σταθερή τιμή, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση διαδόσεως του φωτός

ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- ❖ Στις **ανισότροπες ουσίες** ο δείκτης διαθλάσεως μεταβάλλεται με τη διεύθυνση διαδόσεως του φωτός. Έχουν 2 ή 3 δ.δ. γιατί το φως δεν τις διαπερνά με την ίδια ταχύτητα σε όλες τις διευθύνσεις. Υπάρχουν 2 υποκατηγορίες :

1. **Μονάξονες** : έχουν έναν οπτικό άξονα ή διεύθυνση κατά μήκος της οποίας το φως δεν διαθλάται σε δύο ακτίνες δια μέσου του κρυστάλλου – όλο το φως τις διαπερνά με την ίδια ταχύτητα. Σε όλες τις άλλες διευθύνσεις το φως διαχωρίζεται σε 2 ακτίνες με διευθύνσεις κραδάνσεως κάθετες μεταξύ τους που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες

Παράδειγμα : Εξαγωνικοί, τριγωνικοί και τετραγωνικοί κρύσταλλοι

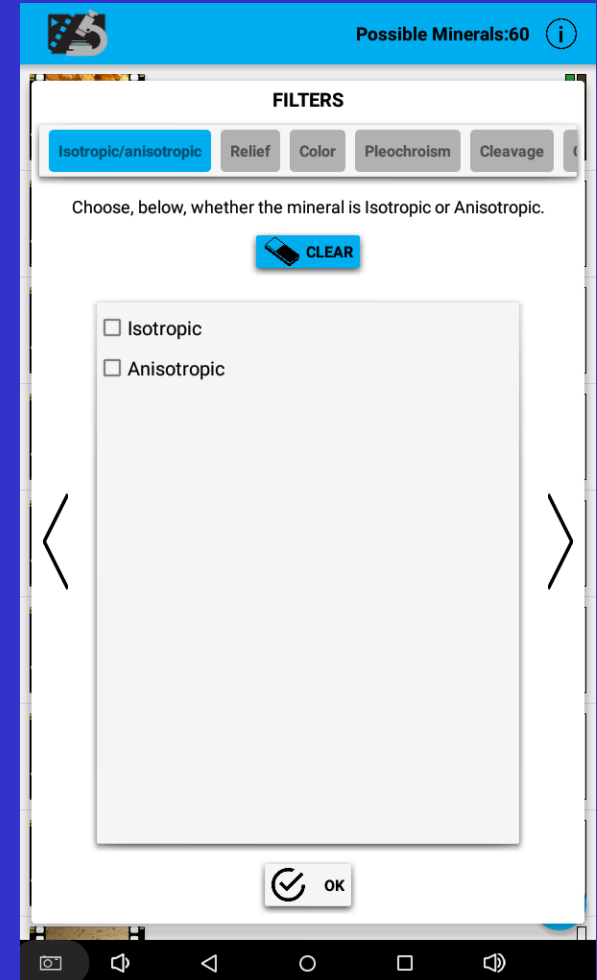
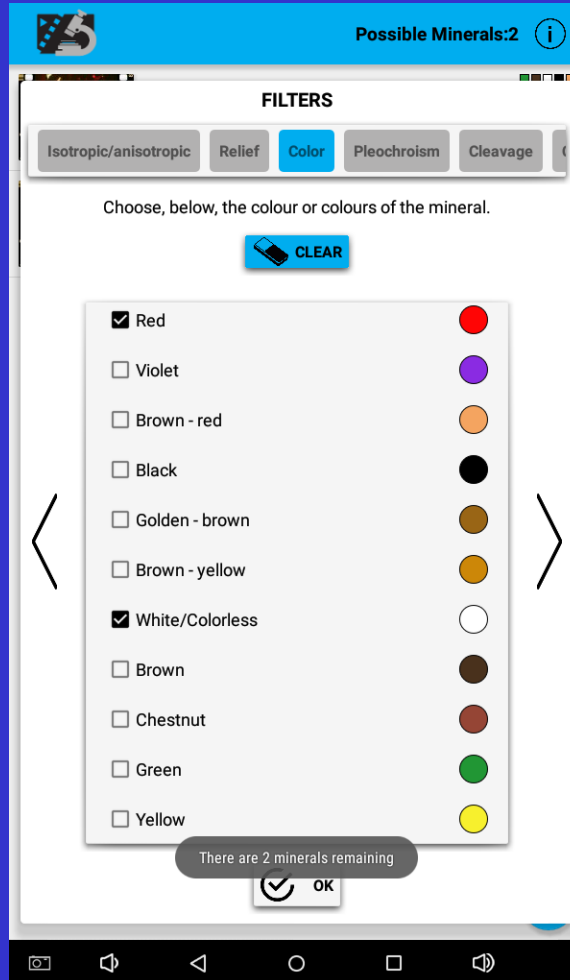
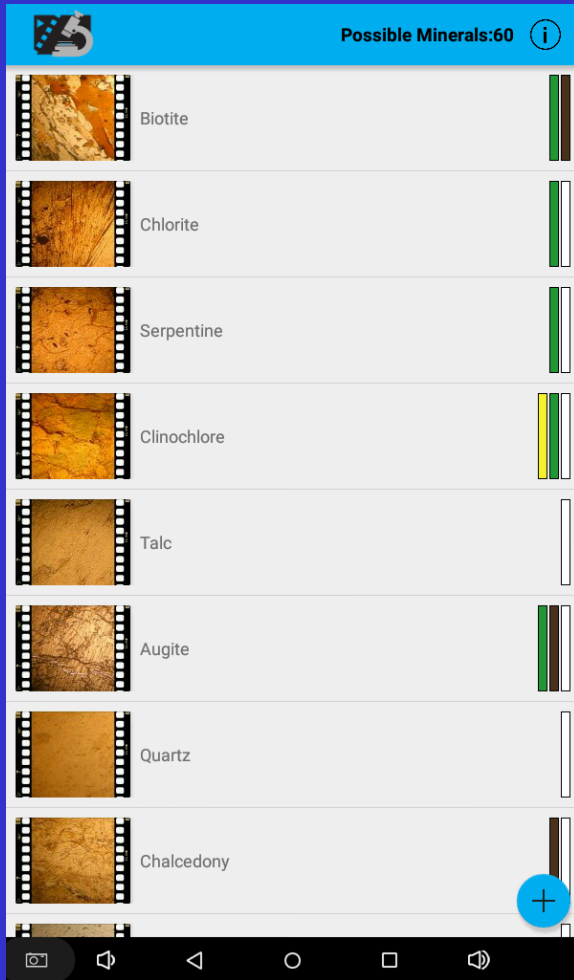
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- ❖ Στις **ανισότροπες ουσίες** ο δείκτης διαθλάσεως μεταβάλλεται με τη διεύθυνση διαδόσεως του φωτός. Έχουν 2 ή 3 δ.δ. γιατί το φως δεν τις διαπερνά με την ίδια ταχύτητα σε όλες τις διευθύνσεις. Υπάρχουν 2 υποκατηγορίες :

2. **Διάξονες** : έχουν δύο οπτικούς άξονες ή διευθύνσεις κατά μήκος των οποίων το φως δεν διαθλάται σε δύο ακτίνες διαμέσου του κρυστάλλου – όλο το φως τις διαπερνά με την ίδια ταχύτητα. Σε όλες τις άλλες διευθύνσεις το φως διαχωρίζεται σε 2 ακτίνες με διευθύνσεις κραδάνσεως κάθετες μεταξύ τους που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες

Παράδειγμα : Ρομβικοί, μονοκλινείς και τρικλινείς κρύσταλλοι

MineralMicr



MineralMicr

Muscovite

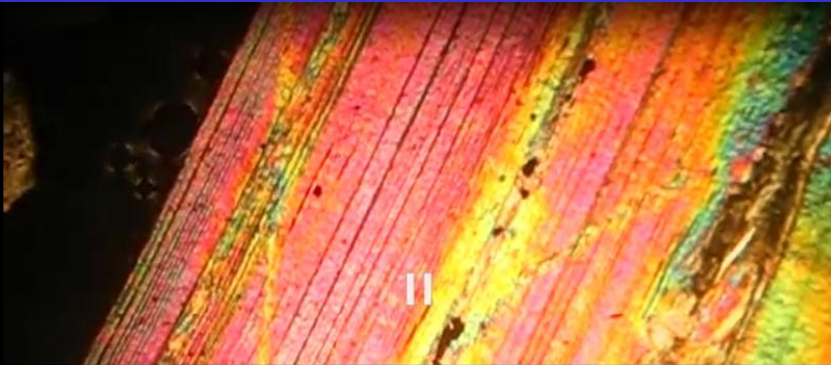


Between crossed polarizers the Muscovite's birefringence colours of 2nd and 3rd order are observed

0:22 Ad 01:01 YouTube

Micrograph showing muscovite layers exhibiting vibrant, multi-colored birefringence patterns (2nd and 3rd order) under crossed polarizers. The colors range from red and orange to yellow and green, indicating varying thicknesses of the mineral layers. A pause icon is visible in the center of the image.

Muscovite



Muscovite's layers sometimes are bent and curved. This can be observed in every phyllosilicate mineral and as a result cleavage does not necessarily appear as parallel (//) straight lines.

0:45 Ad 01:01 YouTube

Micrograph showing muscovite layers that are bent and curved, illustrating that cleavage does not necessarily appear as parallel straight lines. The vibrant birefringence colors are visible, and the layers show a distinct curvature. A pause icon is visible in the center of the image.