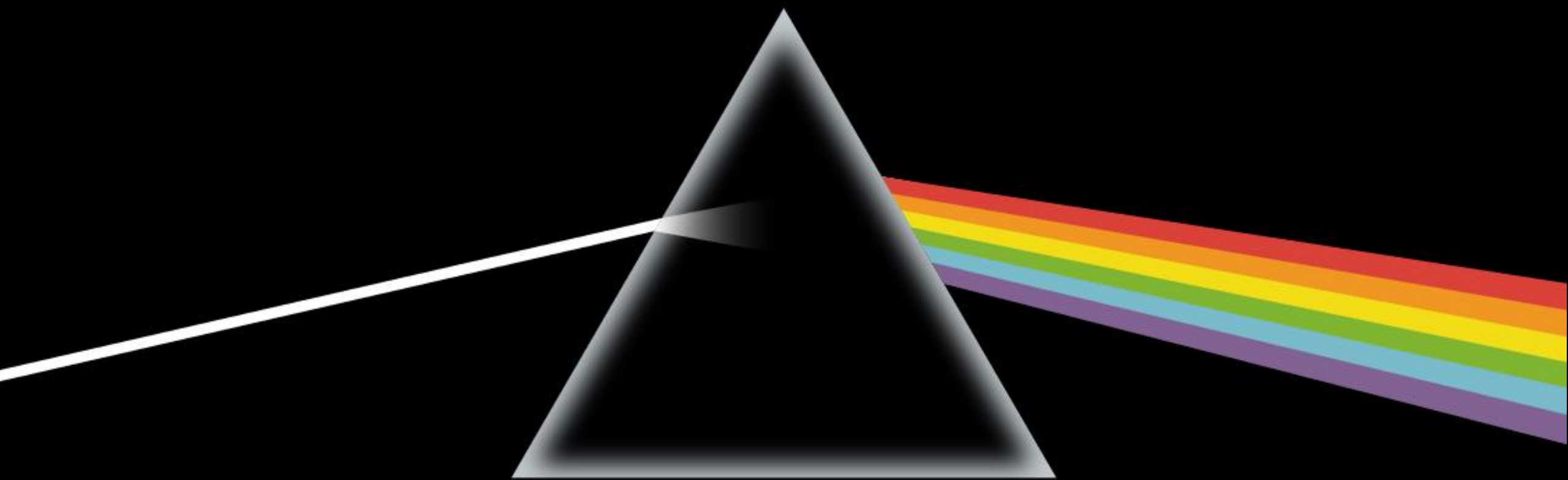


Η φύση του φωτός



1. Ανάκλαση (Reflection)

Ορισμός: Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο μια δέσμη φωτός που προσπίπτει σε μια διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων, αλλάζει διεύθυνση και παραμένει μέσα στο ίδιο μέσο.

Στην κατοπτρική ανάκλαση, η γωνία πρόσπτωσης είναι πάντα ίση με τη γωνία ανάκλασης.

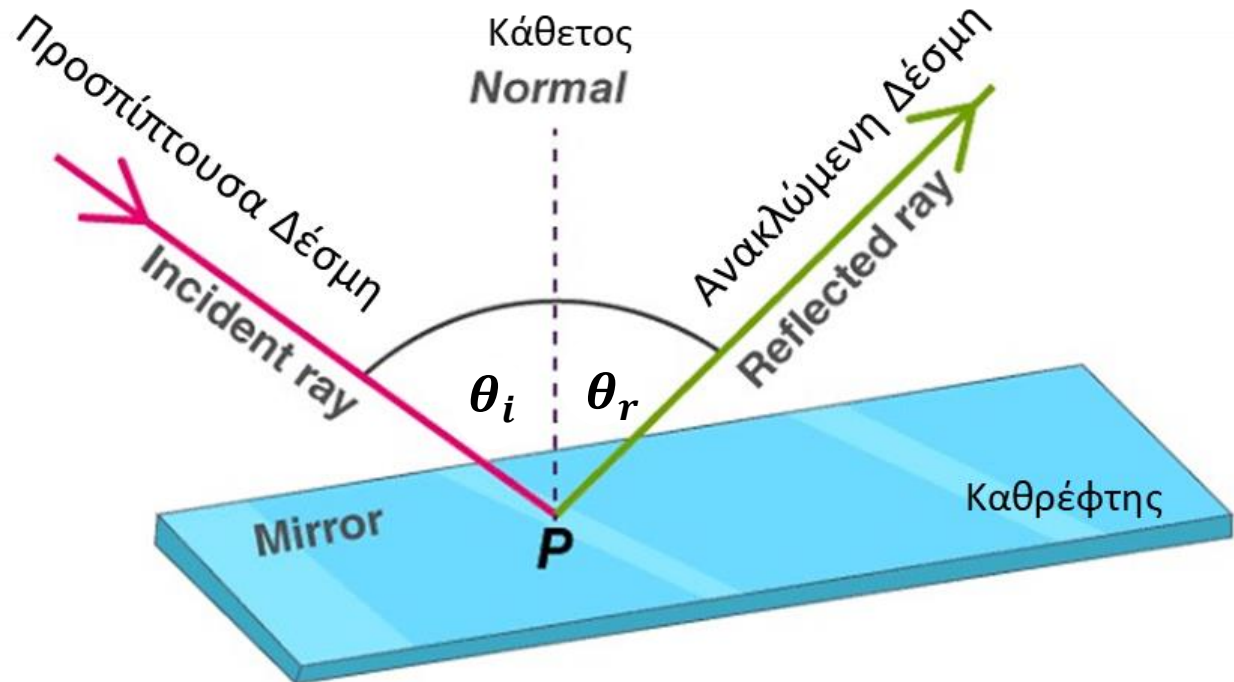
Παραδείγματα:

- Το είδωλό μας στον καθρέφτη.
- Η αντανάκλαση των βουνών στα ήρεμα νερά μιας λίμνης.
- Οι ανακλαστήρες (μάτια της γάτας) στα ποδήλατα.

Νόμος Ανάκλασης

Γωνία πρόσπτωσης (θ_i) = Γωνία ανάκλασης (θ_r)

$$(\theta_i) = (\theta_r)$$

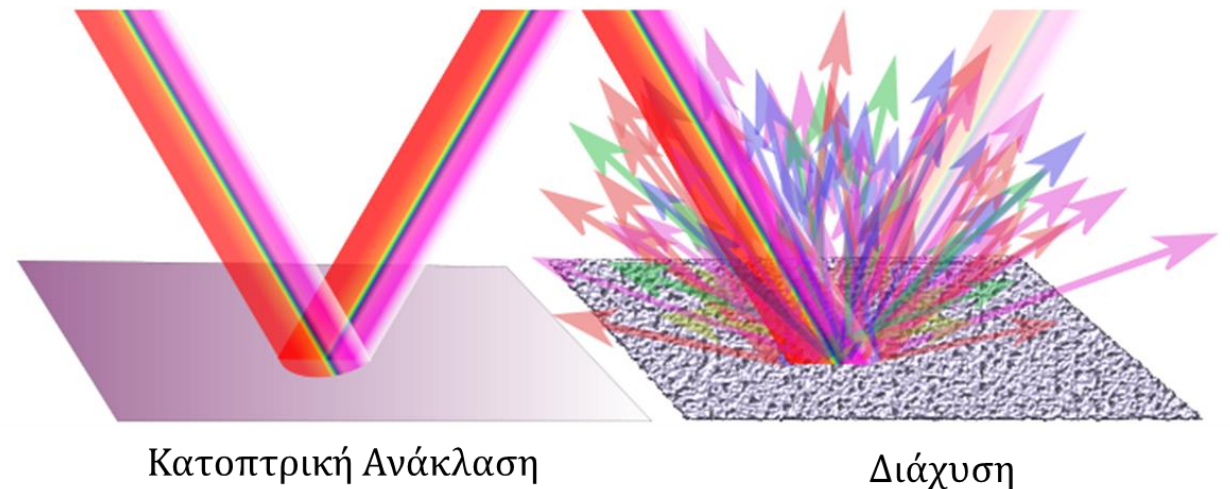


2. Διάχυση (Diffuse Reflection)

Ορισμός: Όταν το φως προσπίπτει σε μια τραχιά (μη λεία) επιφάνεια, ανακλάται προς όλες τις κατευθύνσεις. Χάρη στη διάχυση μπορούμε να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας που δεν είναι αυτόφωτα.

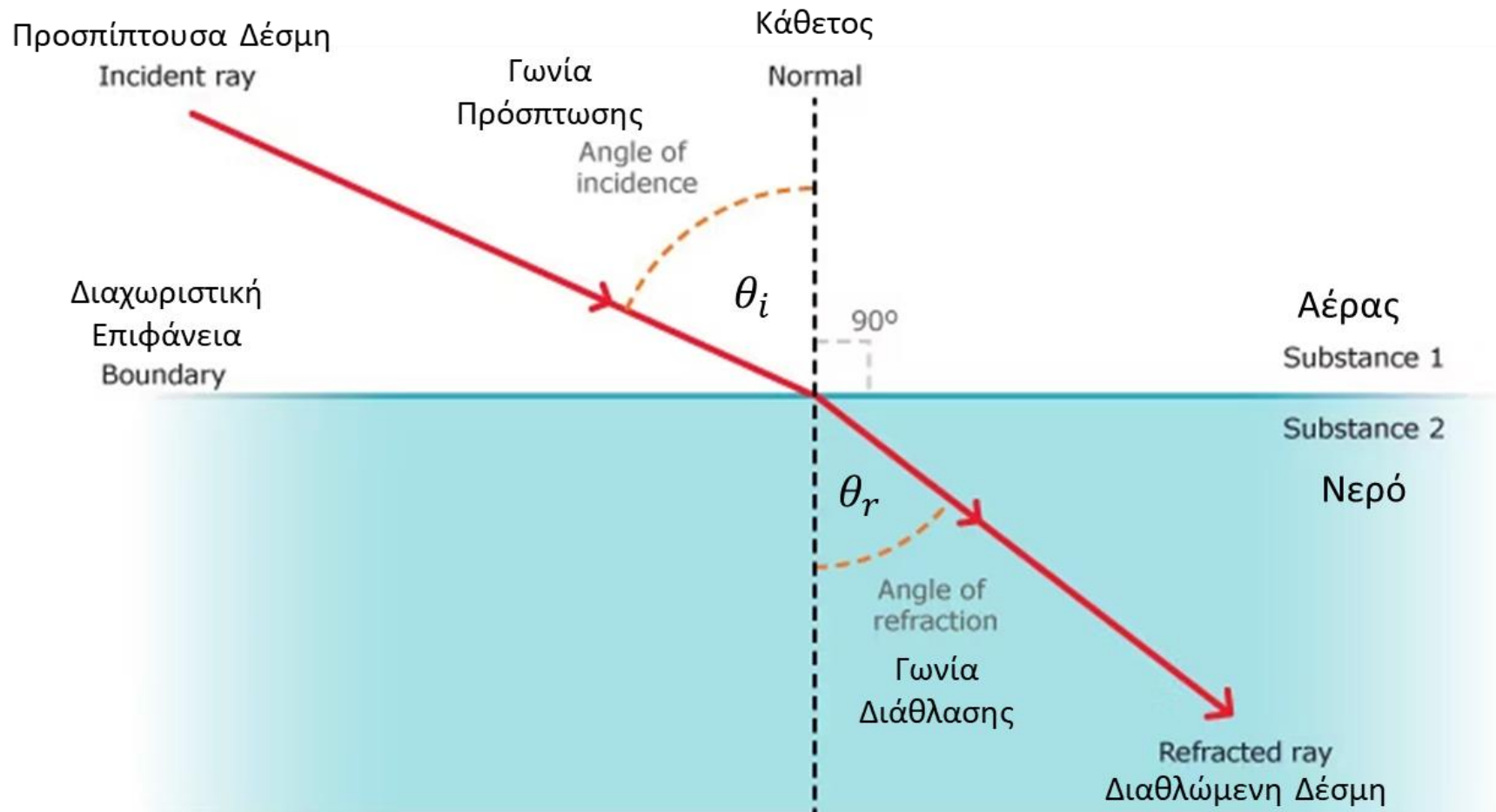
- **Εξάρτηση από το χρώμα:** Η διάχυση συνήθως δεν διαλέγει χρώματα. Αν ρίξεις λευκό φως σε έναν λευκό τοίχο, θα διαχυθεί λευκό φως.
- **Παραδείγματα:**
 - Το γεγονός ότι βλέπουμε τους τοίχους ενός δωματίου ή τις σελίδες ενός βιβλίου από οποιαδήποτε γωνία κι αν κοιτάζουμε.
 - Ένα δωμάτιο που φωτίζεται ομοιόμορφα ακόμα και αν ο ήλιος δεν χτυπάει απευθείας το σημείο που κάθεται, ή το γεγονός ότι μπορούμε να διαβάσουμε ένα βιβλίο από οποιαδήποτε γωνία (το χαρτί διαχέει το φως).
 - Το "θαμπό" φως μια συννεφιασμένη μέρα.

Συμβαίνει σε **μακροσκοπικό επίπεδο**. Το φως χτυπάει σε μια **επιφάνεια** ή σε σωματίδια πολύ μεγαλύτερα από το μήκος κύματος του (π.χ. μια σταγόνα νερού στο σύννεφο ή ένας τοίχος).



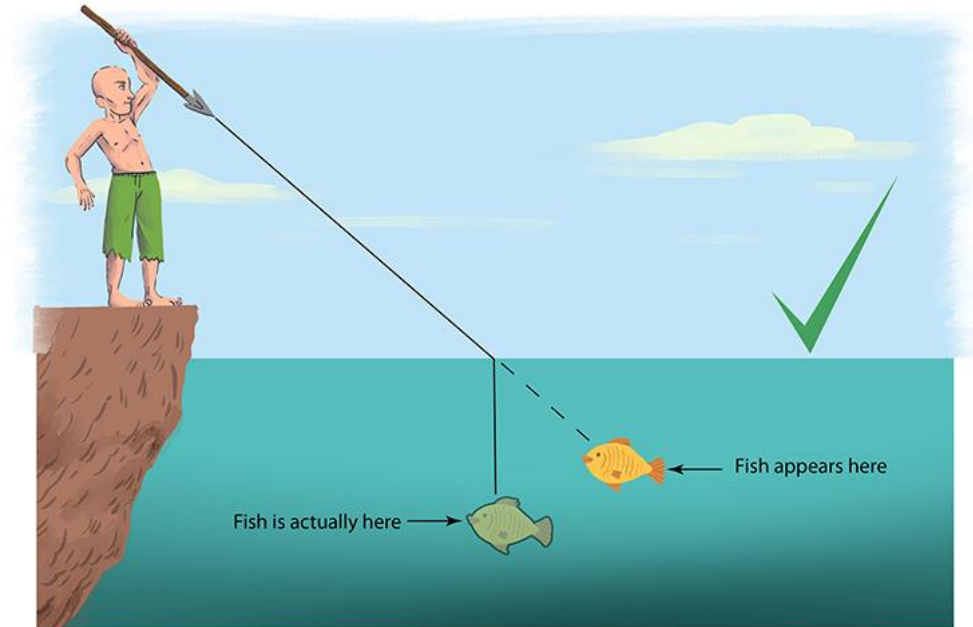
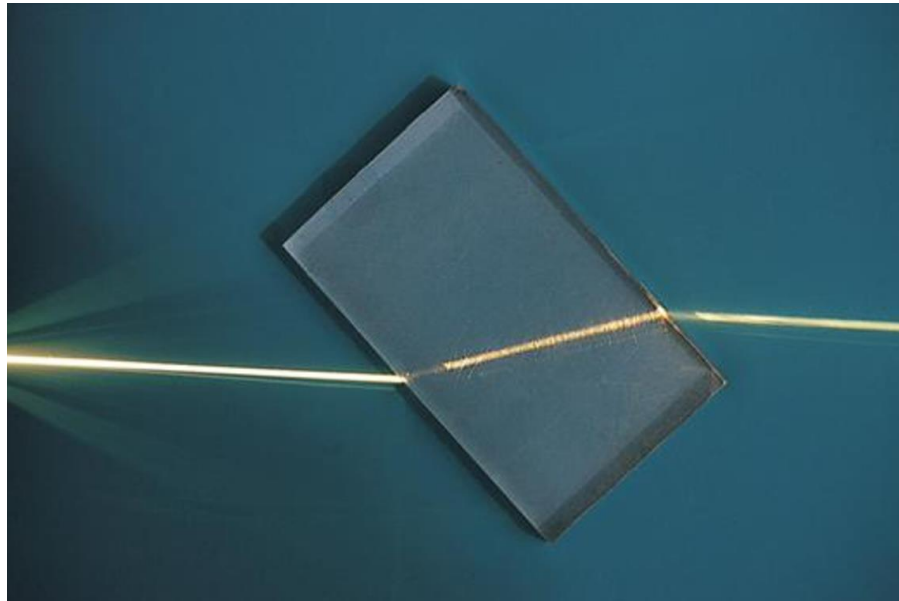
3. Διάθλαση (Refraction)

Ορισμός: Είναι η αλλαγή στη διεύθυνση διάδοσης του φωτός όταν αυτό περνάει από ένα διαφανές μέσο σε ένα άλλο (π.χ. από τον αέρα στο νερό). Αυτό συμβαίνει επειδή το φως αλλάζει ταχύτητα καθώς αλλάζει η οπτική πυκνότητα του μέσου. **Το φως στο πιο πυκνό μέσο ταξιδεύει με μικρότερη ταχύτητα.**



Παραδείγματα:

- Ένα καλαμάκι μέσα σε ένα ποτήρι νερό φαίνεται "σπασμένο".
- Ο βυθός της θάλασσας ή μιας πισίνας φαίνεται πιο ρηχός από ό,τι είναι στην πραγματικότητα.
- Η λειτουργία των φακών στα γυαλιά οράσεως.

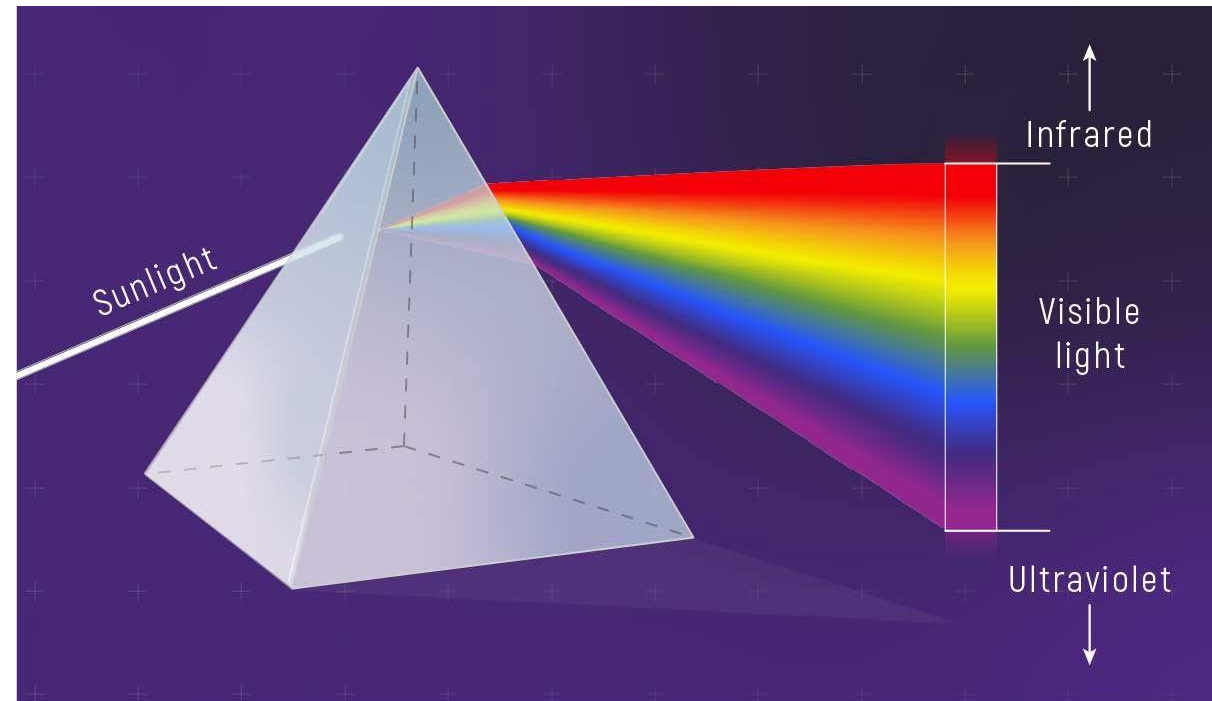


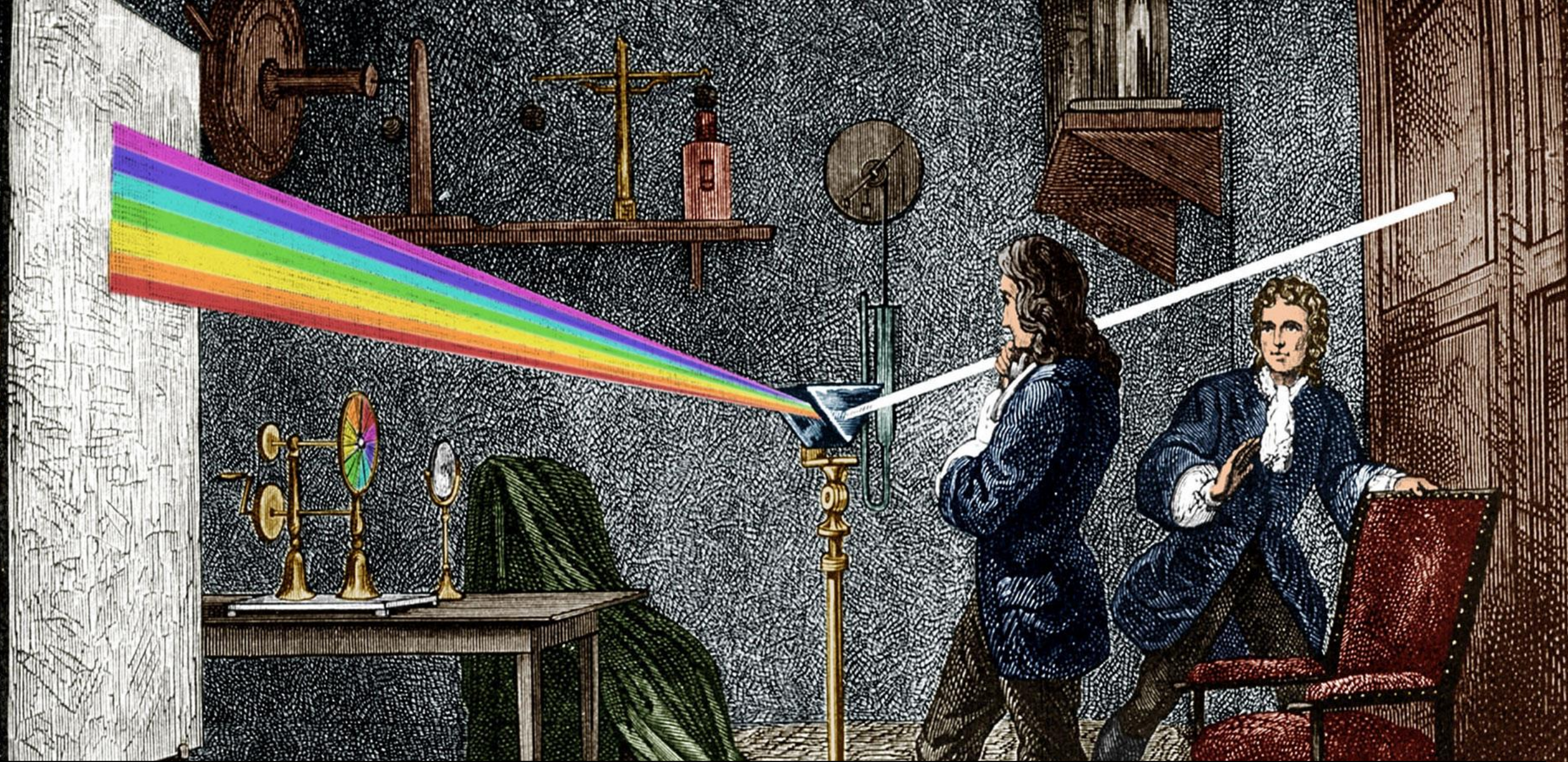
4. Ανάλυση (Διασπορά - Dispersion) Λευκού Φωτός

Ανάλυση (Διασπορά) του λευκού φωτός είναι ο διαχωρισμός του λευκού φωτός στα συστατικά του χρώματα (ιώδες, λουλακί, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί, κόκκινο) κατά τη διέλευσή του μέσα από ένα διαφανές μέσο, όπως ένα πρίσμα ή μια σταγόνα νερού. Αυτό συμβαίνει επειδή τα διαφορετικά χρώματα (μήκη κύματος) κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες μέσα στο μέσο, με αποτέλεσμα να διαθλώνται, ή να κάμπτονται, σε διαφορετικές γωνίες — το ιώδες κάμπτεται περισσότερο και το κόκκινο λιγότερο.

Βασικές Πτυχές της Ανάλυσης

- **Το Φάσμα:** Η ζώνη των χρωμάτων που παράγεται ονομάζεται φάσμα, το οποίο αποδείχθηκε από τον Ισαάκ Νεύτωνα χρησιμοποιώντας ένα γυάλινο πρίσμα.
- **Αιτία:** Η ανάλυση συμβαίνει επειδή ο δείκτης διάθλασης ενός μέσου (όπως το γυαλί ή το νερό) εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτός, ένα φαινόμενο που ονομάζεται διασκεδασμός.
- **Κάμψη του Φωτός:** Το ιώδες φως έχει μικρότερο μήκος κύματος και διαθλάται (κάμπτεται) περισσότερο, ενώ το κόκκινο φως έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος και διαθλάται λιγότερο.
- **Φυσικό Παράδειγμα:** Ένα κύριο παράδειγμα ανάλυσης είναι ο σχηματισμός του ουράνιου τόξου, όπου το ηλιακό φως αναλύεται από σταγονίδια νερού στην ατμόσφαιρα.





Ο Νεύτωνας προχώρησε το πείραμα ένα βήμα παραπέρα: παρεμβάλλοντας έναν φακό ανάμεσα στις χρωματιστές δέσμες, κατάφερε να τις συγκεντρώσει και πάλι σε ένα σημείο, αποδεικνύοντας ότι το λευκό φως προκύπτει από τη σύνθεση των χρωμάτων του φάσματος (Red - Orange - Yellow - Green - Blue - Indigo - Violet: ROYGBIV).

Γιατί οι αστροναύτες, όταν βρίσκονται στη Σελήνη, βλέπουν μαύρο τον ουρανό;

Οι αστροναύτες στη Σελήνη βλέπουν τον ουρανό μαύρο (ακόμα και όταν είναι "μέρα" και ο Ήλιος λάμπει) για έναν πολύ συγκεκριμένο λόγο: **την έλλειψη ατμόσφαιρας.**

Απουσία Διάχυσης: Στη Γη, ο ουρανός είναι μπλε επειδή η ατμόσφαιρά μας περιέχει αέρια και σωματίδια που διασκορπίζουν (σκεδάζουν) το ηλιακό φως προς όλες τις κατευθύνσεις. Στη Σελήνη δεν υπάρχει αέρας για να "σκορπίσει" το φως.

Απευθείας Διαδρομή Φωτός: Επειδή δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, οι ακτίνες του Ήλιου ταξιδεύουν σε απόλυτα ευθεία γραμμή. Αν κοιτάξεις προς τον Ήλιο, βλέπεις ένα εκτυφλωτικό λευκό φως, αλλά αν κοιτάξεις οπουδήποτε αλλού, βλέπεις το απόλυτο σκοτάδι του κενού διαστήματος.

Αντίθεση με το Έδαφος: Το σεληνιακό έδαφος αντανακλά πολύ έντονα το ηλιακό φως. Αυτή η φωτεινότητα κάνει τις κόρες των ματιών των αστροναυτών να συστέλλονται, με αποτέλεσμα ο ουρανός να φαίνεται ακόμα πιο βαθύς και μαύρος (σαν να βρισκόσουν σε μια φωτισμένη σκηνή θεάτρου με μαύρο φόντο).

Ενδιαφέρον tip: Στη Σελήνη, αν σταθείς μέσα σε μια βαθιά σκιά (όπου δεν φτάνει ούτε το άμεσο φως του Ήλιου ούτε η αντανάκλαση από το έδαφος), τότε μόνο μπορείς να δεις καθαρά τα αστέρια, ακόμα και την ημέρα!

Γιατί στις φωτογραφίες των αποστολών Apollo δεν φαίνονται καθόλου αστέρια στον μαύρο ουρανό;

Στις φωτογραφίες των αποστολών Apollo, ο ουρανός φαίνεται κατάμαυρος και χωρίς αστέρια για τους εξής λόγους:

Η Φωτεινότητα του Τοπίου: Οι αστροναύτες βρίσκονταν στη Σελήνη κατά τη διάρκεια της σεληνιακής ημέρας. Το έδαφος της Σελήνης και οι λευκές στολές των αστροναυτών αντανακλούσαν το ηλιακό φως πολύ έντονα.

Ο Χρόνος Έκθεσης (Shutter Speed): Για να βγάλουν μια καθαρή φωτογραφία των αστροναυτών ή της σεληνακάτου χωρίς να βγει "καμένη" (τελείως λευκή) από το πολύ φως, οι κάμερες έπρεπε να έχουν πολύ μικρό χρόνο έκθεσης.

Το Φως των Αστεριών είναι Αδύναμο: Τα αστέρια είναι πολύ μακρινά και το φως τους είναι πολύ αμυδρό σε σύγκριση με το άμεσο ηλιακό φως που χτυπούσε το σεληνιακό έδαφος.

Το Αποτέλεσμα: Με τις ρυθμίσεις που απαιτούνταν για να φαίνονται καθαρά οι αστροναύτες, το φως των αστεριών δεν ήταν "αρκετό" για να καταγραφεί στο φιλμ της εποχής. Είναι ακριβώς το ίδιο φαινόμενο που συμβαίνει αν προσπαθήσεις να βγάλεις μια φωτογραφία έναν φίλο σου το βράδυ κάτω από έναν δυνατό προβολέα γηπέδου: ο φίλος σου θα φαίνεται καθαρά, αλλά ο ουρανός από πίσω θα βγει ένα μαύρο κενό χωρίς αστέρια.

5. Σκέδαση (Scattering)

Ορισμός: Είναι ο επανεκπομπή του φωτός προς τυχαίες κατευθύνσεις όταν αυτό προσκρούει σε πολύ μικρά σωματίδια (αόρατα με γυμνό μάτι – π.χ. μόρια της ατμόσφαιρας). **Η σκέδαση εξαρτάται από το μήκος κύματος** (το μπλε φως σκεδάζεται περισσότερο από το κόκκινο).

Πώς λειτουργεί:

Το μόριο απορροφά την ενέργεια του φωτός και την επανεκπέμπει αμέσως προς όλες τις κατευθύνσεις.

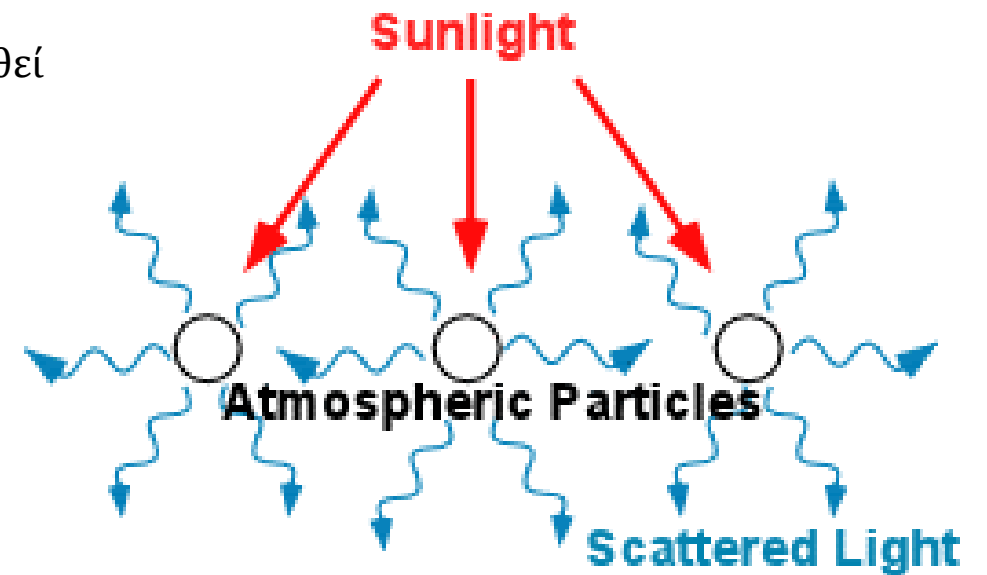
Εξάρτηση από το χρώμα:

Η σκέδαση «διαλέγει» χρώματα. Στη σκέδαση Rayleigh, το μπλε σκορπίζεται πολύ πιο έντονα από το κόκκινο.

Παραδείγματα

- Στον αέρα (μόρια αζώτου, οξυγόνου), στη σκόνη ή στους υδρατμούς.
- Το γαλάζιο χρώμα του ουρανού την ημέρα (σκέδαση του μπλε).
- Το κόκκινο χρώμα του ήλιου κατά τη δύση (το μπλε έχει απομακρυνθεί λόγω σκέδασης και φτάνει στα μάτια μας το κόκκινο).

Συμβαίνει σε **μοριακό επίπεδο**. Το φως χτυπάει σε κάτι που είναι **μικρότερο** ή παραπλήσιο με το μήκος κύματος του (π.χ. ένα μόριο αζώτου). Εδώ έχουμε όντως απορρόφηση και ακαριαία επανεκπομπή από το ίδιο το μόριο



Γιατί ο ουρανός φαίνεται μπλε;

Ο ουρανός φαίνεται μπλε επειδή το ηλιακό φως —το οποίο περιέχει όλα τα χρώματα— συγκρούεται με μόρια οξυγόνου (O_2) και αζώτου (N_2) στην ατμόσφαιρα. Αυτό προκαλεί τα μικρότερα, μπλε μήκη κύματος του φωτός να διασκορπίζονται προς όλες τις κατευθύνσεις πολύ πιο αποτελεσματικά από τα μεγαλύτερα, κοκκινωπά μήκη κύματος.

Εξήγηση χρησιμοποιώντας την αναλογία των μορίων ως καμπανάκια και τον συντονισμό:

1. Τα μόρια ως «Μικρά Καμπανάκια»

Φανταστείτε τα δισεκατομμύρια μόρια αζώτου και οξυγόνου στον αέρα σαν μικροσκοπικά, άκαμπτα, κρυστάλλινα καμπανάκια διάσπαρτα σε όλο τον ουρανό.

Αυτά τα καμπανάκια είναι απίστευτα μικρά —πολύ μικρότερα από τα μήκη κύματος του ορατού φωτός. Επειδή είναι τόσο μικρά, δεν μπορούν να διασκορπίσουν εύκολα τα μεγάλα, «τεμπέλικα» κύματα (κόκκινο φως). Το κόκκινο φως απλώς περνάει γύρω τους.

2. Συντονισμός και Σκέδαση (Το «Χτύπημα»)

Το ηλιακό φως φτάνει ως ένα μείγμα κυμάτων. Όταν ένα κύμα χτυπά ένα μόριο, αναγκάζει το νέφος ηλεκτρονίων που περιβάλλει αυτό το μόριο να ταλαντωθεί (να δονηθεί).

Ο Παράγοντας του Συντονισμού: Η «φυσική συχνότητα» των ηλεκτρονίων στο οξυγόνο και το άζωτο είναι πιο κοντά στη συχνότητα των κυμάτων του μπλε/βιολετί φωτός.

Η Αλληλεπίδραση με το «Καμπανάκι»: Όταν το μπλε φως (μικρά κύματα) χτυπά ένα μόριο, το χτυπά με μια συχνότητα που κάνει το «μικρό καμπανάκι» να συντονίζεται —προκαλώντας έντονη δόνηση. Λόγω αυτού του συντονισμού, το μόριο απορροφά την μπλε ενέργεια και αμέσως την επανεκπέμπει (τη διασκορπίζει) προς όλες τις κατευθύνσεις.

Γιατί ο ουρανός φαίνεται μπλε;

3. Γιατί κερδίζει το Μπλε

Τα μικρότερα μήκη κύματος διασκορπίζονται πολύ πιο ισχυρά από τα μεγαλύτερα —περίπου 4 φορές πιο ισχυρά (**το φαινόμενο καλείται σκέδαση Rayleigh**). Το Φάσμα των Χρωμάτων: Το μπλε φως έχει μικρότερο, πιο «κοφτό» μήκος κύματος από το κόκκινο φως. Επειδή τα μόρια «συντονίζονται» καλύτερα με τα μικρότερα κύματα, διασκορπίζουν το μπλε και το βιολετί φως έξω από την πορεία της ηλιακής δέσμης και σε ολόκληρο τον ουρανό.

4. Γιατί όχι Βιολετί;

Αν και το βιολετί φως έχει ακόμη μικρότερο μήκος κύματος και διασκορπίζεται περισσότερο από το μπλε, ο ουρανός φαίνεται μπλε επειδή:

- Εκπομπή Ηλιακού Φωτός: Ο ήλιος εκπέμπει περισσότερο μπλε φως παρά βιολετί.
- Ανθρώπινη Όραση: Τα ανθρώπινα μάτια είναι πολύ πιο ευαίσθητα στο μπλε φως παρά στο βιολετί.
- Σύνοψη της Αναλογίας

Ηλιακό Φως: Μια πλήρης ορχήστρα που παίζει όλες τις νότες.

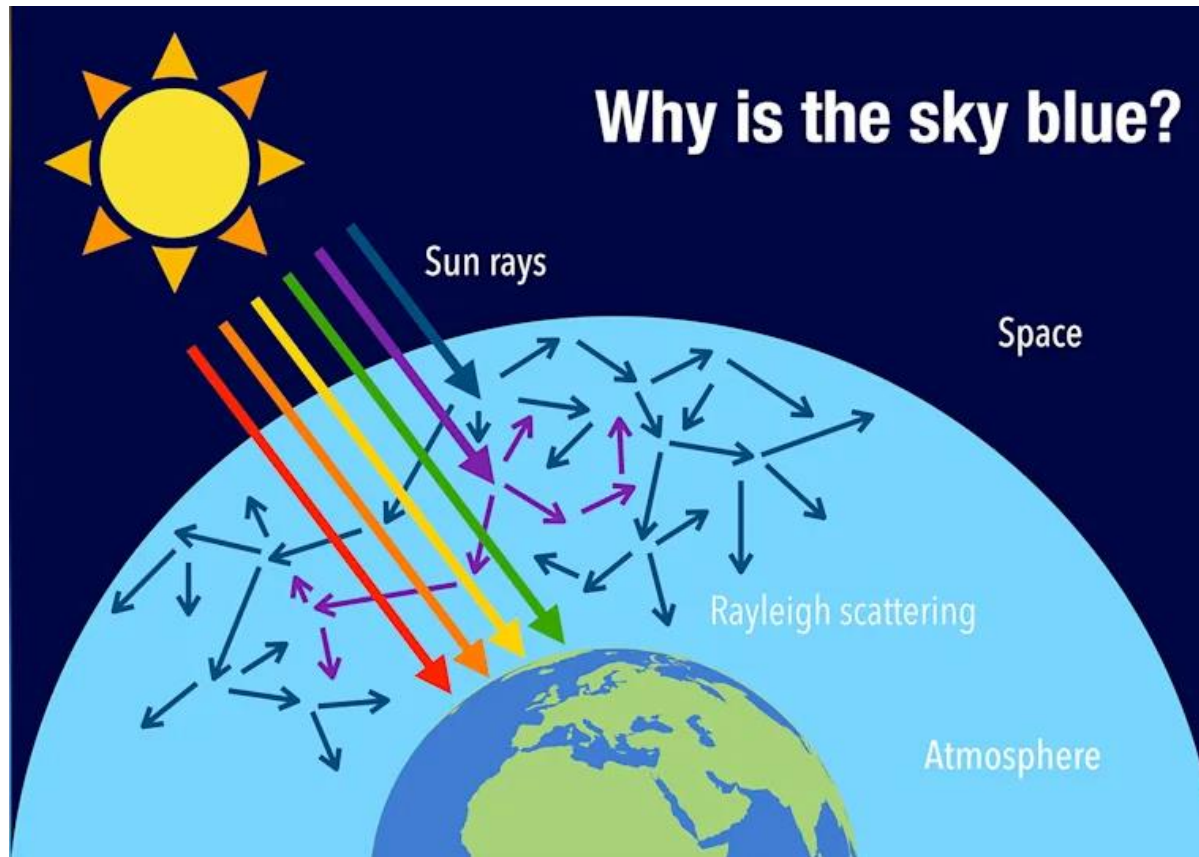
Μόρια (N_2 , O_2): Εκατομμύρια μικροσκοπικά καμπανάκια που δονούνται μόνο στις ψηλές νότες.

Μπλε Φως: Οι ψηλές νότες (μικρά κύματα) που κάνουν τα καμπανάκια να «ηχούν» (σκέδαση).

Κόκκινο Φως: Οι χαμηλές νότες (μεγάλα κύματα) που περνούν χωρίς να κάνουν τα καμπανάκια να ηχήσουν.

Όταν κοιτάτε τον ουρανό, βλέπετε όλα αυτά τα μικροσκοπικά καμπανάκια να «ηχούν» με μπλε φως!

Γιατί ο ουρανός φαίνεται μπλε;



Γιατί κατά το Ηλιοβασίλεμα ο Ήλιος φαίνεται κόκκινος;

Όταν ο Ήλιος δύει, το φως του πρέπει να διανύσει μια πολύ μεγαλύτερη απόσταση μέσα στην ατμόσφαιρα για να φτάσει στα μάτια σου, σε σύγκριση με το μεσημέρι που βρίσκεται ακριβώς από πάνω σου.

Ακολουθούν τα βήματα που εξηγούν το κόκκινο χρώμα:

1. Η Διαδρομή του Φωτός

Το μεσημέρι, το φως διασχίζει κάθετα την ατμόσφαιρα (τη συντομότερη δυνατή διαδρομή). Στο ηλιοβασίλεμα, επειδή ο Ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα, οι ακτίνες του περνούν πλάγια μέσα από την ατμόσφαιρα. Αυτό σημαίνει ότι το φως «παλεύει» με πολύ περισσότερα μόρια αέρα και σωματίδια σκόνης.

2. Η «Εξαφάνιση» του Μπλε

Όπως είδαμε στη σκέδαση Rayleigh, τα μόρια της ατμόσφαιρας διασκορπίζουν πολύ εύκολα τα χρώματα με μικρό μήκος κύματος (μπλε και βιολετί).

- Επειδή η διαδρομή στο ηλιοβασίλεμα είναι πολύ μεγάλη, το μπλε φως διασκορπίζεται τόσο πολύ που χάνεται τελείως πριν φτάσει σε σένα.

3. Η «Επιβίωση» του Κόκκινου

Το κόκκινο, το πορτοκαλί και το κίτρινο έχουν μεγάλα μήκη κύματος. Είναι πιο «ισχυρά» κύματα που δεν επηρεάζονται τόσο από τα μικρά μόρια του αέρα.

- Καθώς το μπλε έχει «φιλτραριστεί» και απομακρυνθεί, αυτό που απομένει να φτάσει στα μάτια σου είναι οι ακτίνες που δεν διασκορπίστηκαν: οι κόκκινες.

Why Is the Sky Blue? Why Is Sunset Red?



Air molecules scatter shorter blue wavelengths more than other colors, making the sky appear blue.



At sunset, sunlight passes through more atmosphere, scattering away blue light and leaving red hues.

Γιατί το χιόνι είναι λευκό, παρόλο που ο πάγος είναι διάφανος;

Η απάντηση βρίσκεται στην **πολλαπλή διάχυση** του φωτός. Είναι το τέλειο παράδειγμα για να καταλάβεις τη διαφορά ανάμεσα σε μια λεία επιφάνεια και μια τραχιά/τυχαία δομή.

Ακολουθούν τα βασικά βήματα του φαινομένου:

- **Ο Πάγος είναι "Ευθύς":** Ένα συμπαγές κομμάτι πάγου είναι διάφανο γιατί το φως περνάει από μέσα του σχεδόν σε ευθεία γραμμή (διάθλαση), χωρίς να συναντά εσωτερικά εμπόδια που θα το ανάγκαζαν να αλλάξει πορεία.
- **Το Χιόνι είναι "Χάος":** Το χιόνι δεν είναι ένα ενιαίο σώμα, αλλά αποτελείται από εκατομμύρια μικροσκοπικούς **κρυστάλλους πάγου** με περίπλοκα σχήματα, οι οποίοι έχουν ανάμεσά τους παγιδευμένο **αέρα**.
- **Η Διαδικασία της Διάχυσης:** Όταν μια ακτίνα φωτός (που περιέχει όλα τα χρώματα) χτυπά το χιόνι:
 1. Μπαίνει στον πρώτο κρύσταλλο, διαθλάται και βγαίνει.
 2. Αμέσως χτυπάει στον επόμενο κρύσταλλο ή σε μια φυσαλίδα αέρα.
 3. Ανακλάται και διαθλάται ξανά και ξανά (πολλαπλές ανακλάσεις).
- **Το "Λευκό" Αποτέλεσμα:** Επειδή οι κρύσταλλοι είναι μεγαλύτεροι από το μήκος κύματος του φωτός, **δεν κάνουν επιλεκτική σκέδαση** (όπως τα μόρια του αέρα που προτιμούν το μπλε). Αντίθετα, διασκορπίζουν **όλα τα χρώματα εξίσου**.
 1. Όταν όλα τα χρώματα του ορατού φάσματος διαχέονται και επιστρέφουν στα μάτια μας μαζί, το αποτέλεσμα που αντιλαμβάνεται ο εγκέφαλός μας είναι το **λευκό**.

Γιατί τα σύννεφα είναι γκρίζα πριν τη βροχή;

1. Το λευκό χρώμα των συνηθισμένων σύννεφων

Τα σύννεφα αποτελούνται από μικροσκοπικά σταγονίδια νερού ή παγοκρυστάλλους. Όταν το ηλιακό φως (που είναι λευκό) προσπίπτει πάνω τους, συμβαίνει το φαινόμενο της **σκέδασης**. Επειδή τα σταγονίδια είναι σχετικά μεγάλα, σκεδάζουν όλα τα χρώματα του ορατού φάσματος εξίσου. Όταν όλα τα χρώματα αναμιγνύονται ξανά, το μάτι μας βλέπει **λευκό**.

2. Γιατί γίνονται γκρίζα πριν τη βροχή;

Όταν ένα σύννεφο ετοιμάζεται να βρέξει, συμβαίνουν δύο πράγματα:

• **Πυκνότητα και Μέγεθος:** Το σύννεφο μαζεύει όλο και περισσότερη υγρασία. Τα σταγονίδια γίνονται περισσότερα και μεγαλύτερα. Αυτό κάνει το σύννεφο πιο "πυκνό".

• **Πάχος:** Το σύννεφο γίνεται πιο "ψηλό" (αναπτύσσεται καθ' ύψος).

Καθώς το σύννεφο γίνεται παχύτερο και πυκνότερο, το ηλιακό φως δυσκολεύεται να το διαπεράσει. Τα σταγονίδια στην κορυφή του σύννεφου σκεδάζουν το περισσότερο φως προς τα πάνω (πίσω στο διάστημα), οπότε **λιγότερο φως φτάνει στη βάση του**.

Όταν κοιτάζουμε από το έδαφος προς τα πάνω, βλέπουμε τη βάση του σύννεφου. Επειδή εκεί φτάνει ελάχιστο φως, το σύννεφο μας φαίνεται **γκρίζο ή σχεδόν μαύρο**.

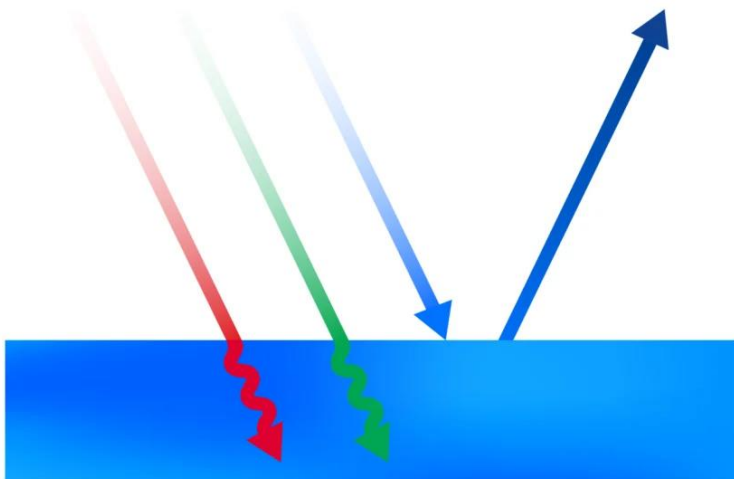
Cloud Colour Clues



Γιατί η θάλασσα είναι μπλε;

Πολλοί νομίζουν ότι η θάλασσα είναι μπλε επειδή αντανακλά τον ουρανό. Αυτό είναι μόνο ένα μικρό μέρος της αλήθειας!

- Το νερό έχει την ιδιότητα να **απορροφά** το κόκκινο και το πράσινο μέρος του φωτός.
- Το μπλε φως όμως δεν απορροφάται εύκολα. Ταξιδεύει μέσα στο νερό, χτυπάει στα μόριά του και «επιστρέφει» (σκέδαση) προς τα πάνω.
- Όσο πιο βαθύ και καθαρό είναι το νερό, τόσο πιο έντονο



Blue Water

MYTH

The ocean is blue
because it reflects the sky.

FACT

The ocean isn't blue
just 'cause it's copying the sky –
it's because water absorbs reds and
lets the blue light bounce around.

Ocean
Myth:
Busted!



ph.oceana.org



/oceana.ph



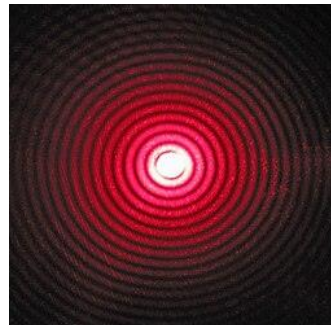
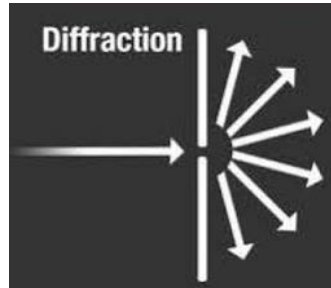
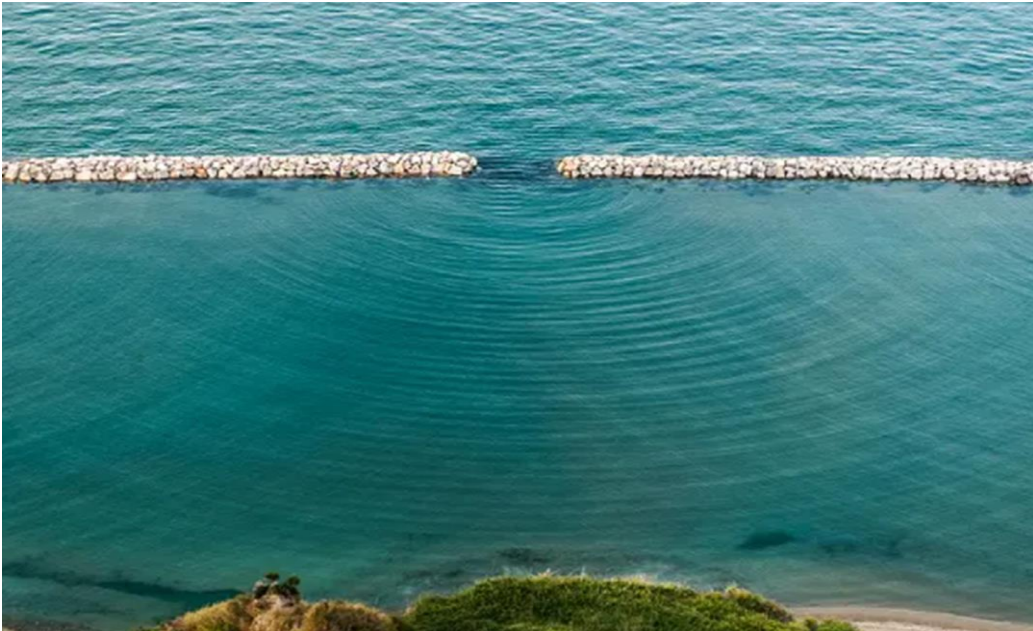
oceana_ph



6. Περίθλαση (Diffraction)

Ορισμός: Η περίθλαση είναι ένα κυματικό φαινόμενο το οποίο λαμβάνει χώρα όταν κύματα, κατά τη διάδοσή τους συναντούν ένα εμπόδιο, μια οπή ή μία σχισμή με αποτέλεσμα να εκτρέπονται από την ευθύγραμμη πορεία τους και να διαχέονται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Αναγκαία συνθήκη: Για να συμβεί το φαινόμενο της περίθλασης θα πρέπει το εμπόδιο ή η οπή να έχει διαστάσεις παραπλήσιες του μήκους κύματος του φωτός που προσπίπτει στο εμπόδιο ή την οπή.

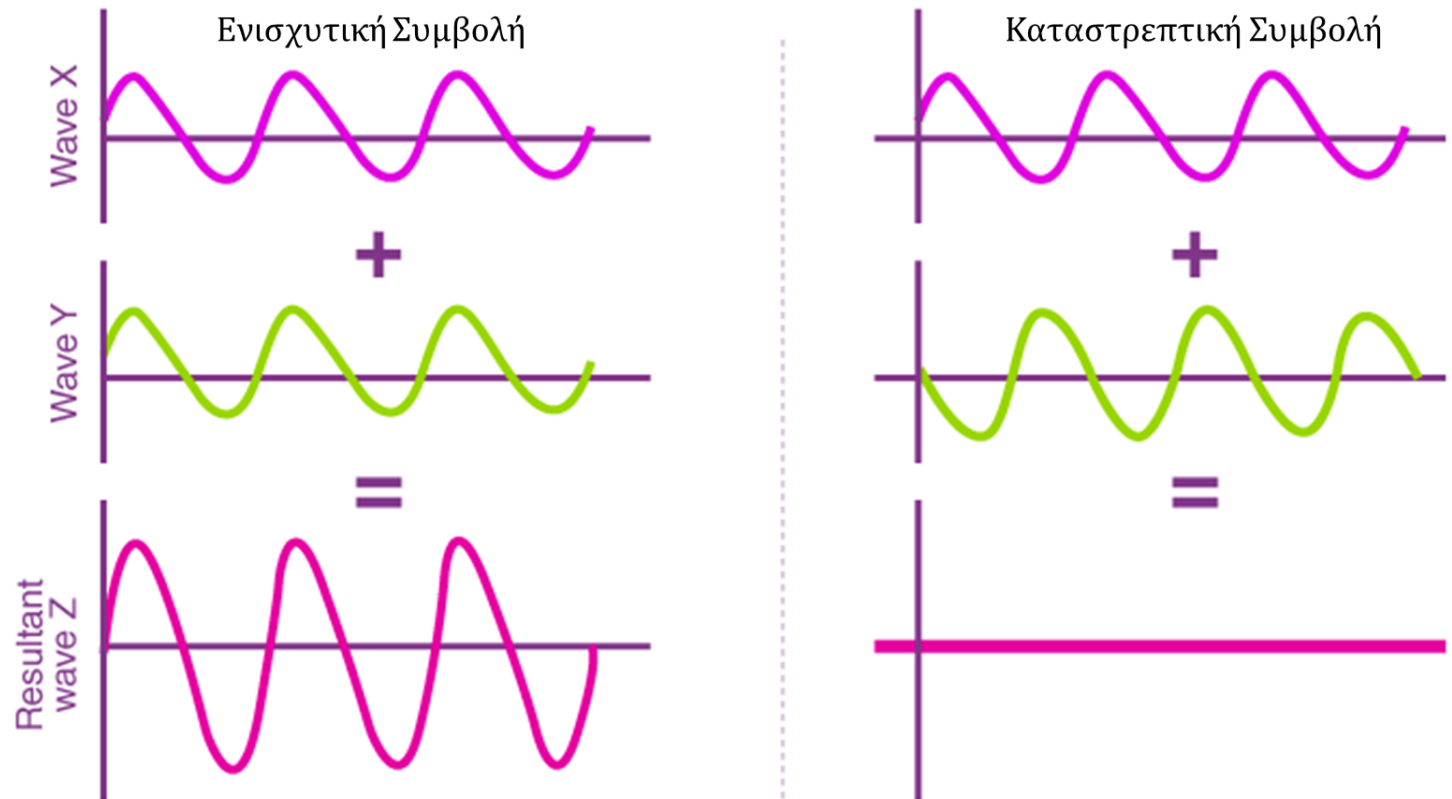


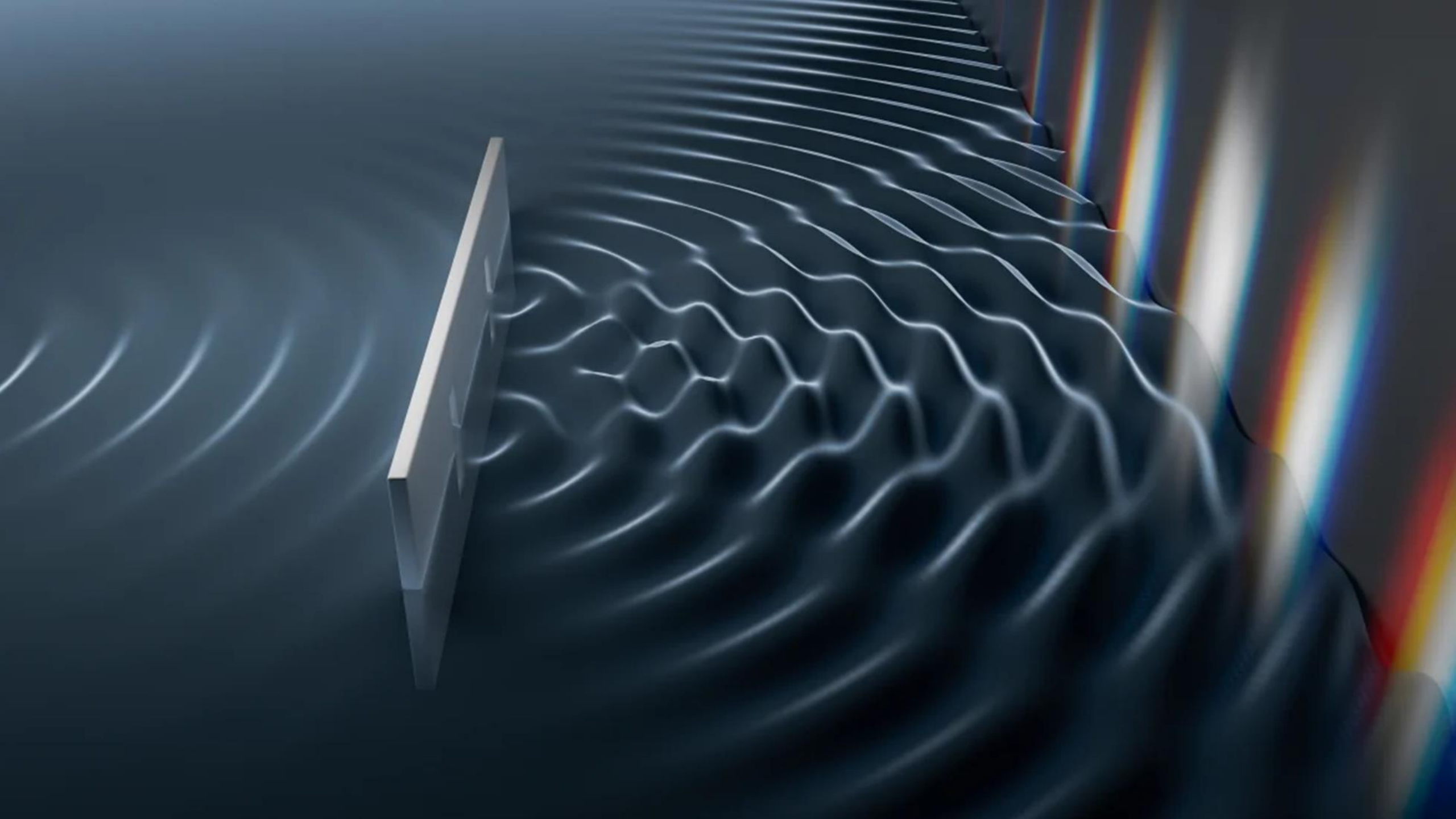
7. Συμβολή (Interference)

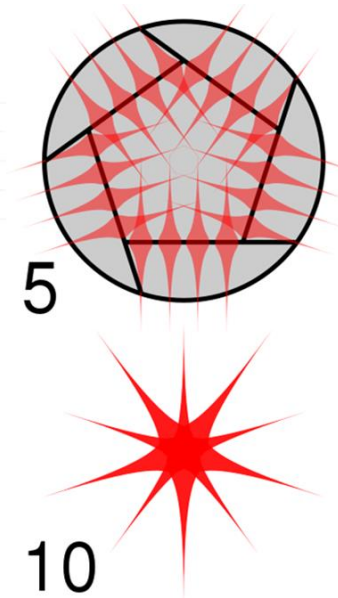
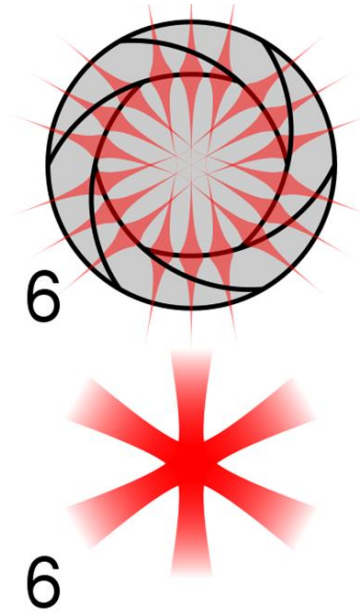
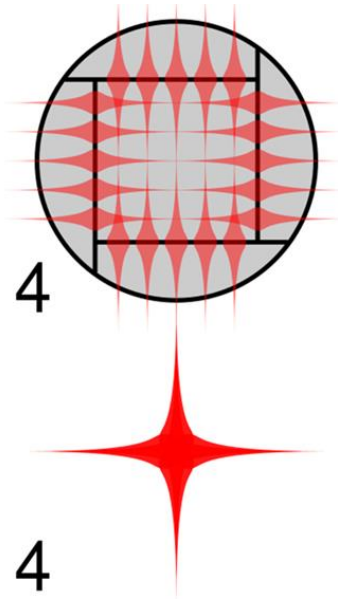
Ορισμός: Η συμβολή είναι το φαινόμενο της αλληλεπίδρασης δύο ή περισσότερων κυμάτων της ίδιας φύσης, τα οποία διαδίδονται στο ίδιο μέσο και συναντώνται στο ίδιο σημείο του χώρου την ίδια χρονική στιγμή.

Βασικά χαρακτηριστικά της Συμβολής:

- **Αρχή της Επαλληλίας:** Το αποτέλεσμα της συμβολής είναι ένα νέο κύμα, του οποίου η απομάκρυνση σε κάθε σημείο είναι το αλγεβρικό άθροισμα των απομακρύνσεων των επιμέρους κυμάτων.
- **Ενισχυτική Συμβολή:** Συμβαίνει όταν τα κύματα συναντώνται σε "φάση" (π.χ. κορυφή με κορυφή). Το αποτέλεσμα είναι ένα κύμα με μεγαλύτερο πλάτος (ενισχυμένη ένταση).
- **Καταστρεπτική Συμβολή:** Συμβαίνει όταν τα κύματα συναντώνται σε "αντίθεση φάσης" (π.χ. κορυφή με κοιλάδα). Το ένα κύμα τείνει να εξουδετερώσει το άλλο, με αποτέλεσμα μηδενικό ή μειωμένο πλάτος.







Παράδειγμα από το CD/DVD:

Όταν βλέπεις τα χρώματα πάνω σε ένα CD, συμβαίνουν και τα δύο:

Το φως περιθλάται πάνω στις μικροσκοπικές εγκοπές του δίσκου.

Τα περιθλώμενα κύματα συμβάλλουν μεταξύ τους, ενισχύοντας διαφορετικά χρώματα σε διαφορετικές γωνίες.



Τα χρώματα στα φτερά του παγωνιού ή της πεταλούδας Πολλά από τα εντυπωσιακά χρώματα στη φύση δεν οφείλονται σε χρωστικές ουσίες (μπογιές), αλλά στη δομή της επιφάνειας.

Πώς συμβαίνει: Τα φτερά έχουν μικροσκοπικές εγκοπές ή στρώματα που λειτουργούν σαν «φράγματα περίθλασης».

Φαινόμενο: Το φως ανακλάται και περιθλάται στις εγκοπές αυτές. Τα κύματα που προκύπτουν **συμβάλλουν** μεταξύ τους, ενισχύοντας συγκεκριμένα χρώματα (όπως το έντονο μπλε ή το πράσινο) ανάλογα με τη γωνία που κοιτάμε. Αυτό ονομάζεται **ιριδισμός**.

