

ΟΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

Κωνσταντίνα Μπαχταλιά MSc, PhD



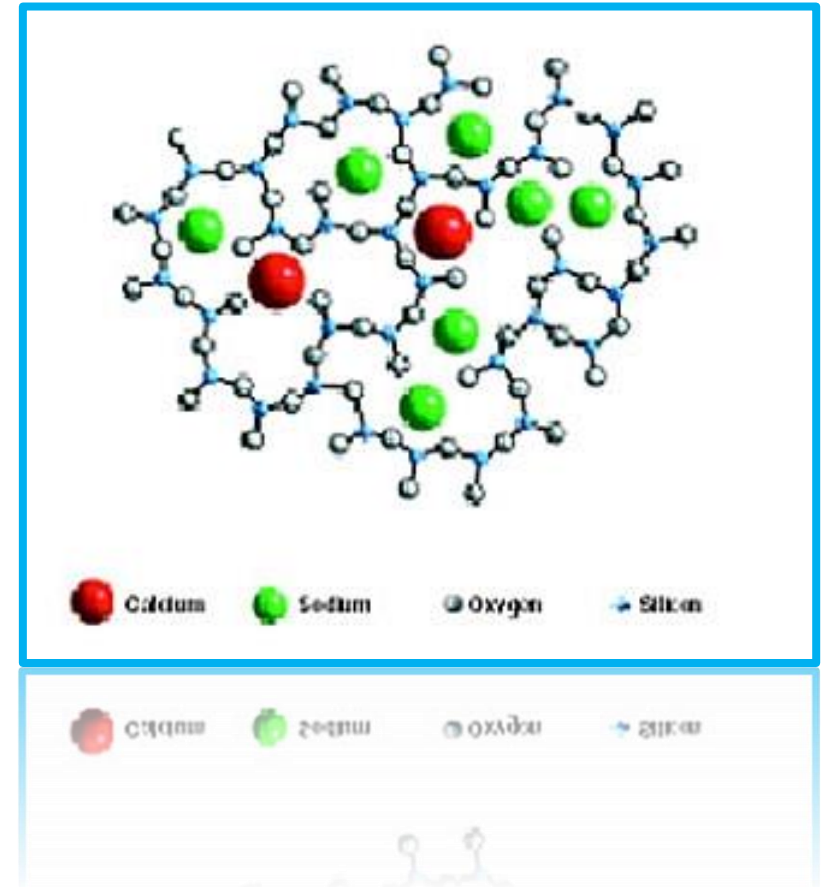
Το γυαλί ως υλικό

- Ανόργανο υλικό, το οποίο ανήκει στην κατηγορία των άμορφων στερεών
- Συνδυασμός άμμου και μεταλλευμάτων σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες
- Ευρύ φάσμα εφαρμογών, από απλά αντικείμενα συσκευασίας έως την τεχνολογία των οπτικών ινών



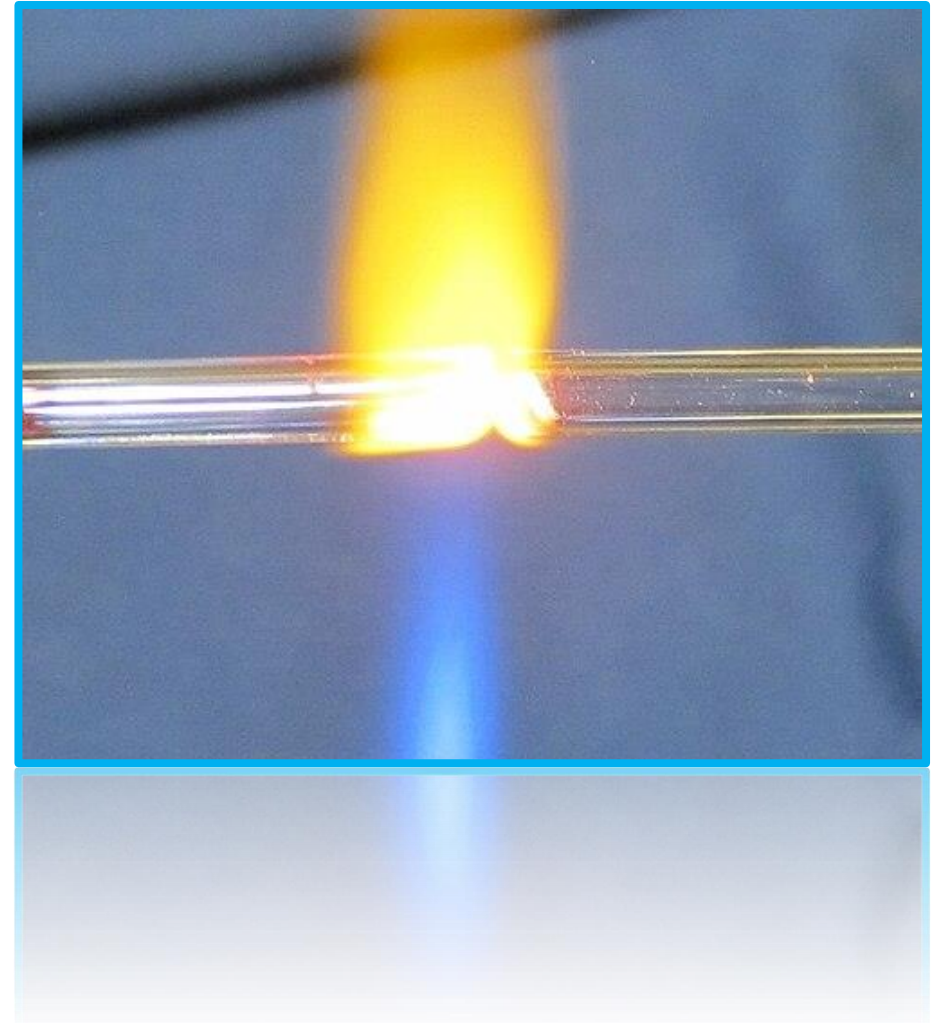
Το γυαλί ως υλικό

- Σύντηξη: • Χαλαζιακής άμμου, SiO_2 73,7%(διαμορφωτής)
 - ανθρακικού νατρίου, Na_2CO_3 , 16% (συλλίπασμα)
 - οξειδίου του καλίου, K_2O , 0,5% (συλλίπασμα)
 - ανθρακικού ασβεστίου, CaCO_3 , 5,2% (σταθεροποιητής)
 - ανθρακικού μαγνησίου, MgCO_3 , 3,6% (σταθεροποιητής) και οξειδίου του αργιλίου, Al_2O_3 , 1% (σταθεροποιητής)
- Ανάλογα με τον τύπο και το ποσοστό των συλλιπασμάτων και των σταθεροποιητών λαμβάνονται και οι διάφοροι τύποι γυαλιού
- Μπορεί να πάρει το επιθυμητό σχήμα με τρεις τρόπους: • με εμφύσηση (φουσητό γυαλί) • με τη βοήθεια καλουπιών • με συσκευές που δημιουργούν φύλλα (ελάσματα) γυαλιού



Ιδιότητες του γυαλιού

- Στερεό υψηλής σκληρότητας (7 στην κλίμακα Mohs)
- Μη κρυσταλλικής δομής_άμορφο υλικό
- Εύθραυστο, α θραύσματά του είναι οξύληκτα
- Διαφανές για το φάσμα του ορατού φωτός
- Δυσθερμαγωγό και μονωτικό υλικό
- Αδρανές χημικά και βιολογικά



Ιστορία του γυαλιού

- Το πρώτο φυσικό γυαλί ήταν ο οψιδιανός
- Οι πρώτες κατασκευές γυαλιού στην Αρχαία Αίγυπτο και τη Μεσοποταμία (περίπου 1500 π.Χ.) αρχικά ως κοσμητικά αντικείμενα
- Οι Ρωμαίοι ανακάλυψαν την τεχνική του φουσητού γυαλιού σε καλούπι και του χυτού επίπεδου γυαλιού γύρω στον 1ο αιώνα π.Χ. για την κατασκευή παραθύρων και μικρών καθρεφτών. Οι πρώτοι υαλοπίνακες τοποθετήθηκαν στην Πομπηία και την Ρώμη, προσφέροντας προστασία από τα καιρικά φαινόμενα
- Με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χάθηκε ένα μεγάλο μέρος της εξάισιας υαλουργικής τέχνης
- Στη Δυτική Ευρώπη το επίπεδο γυαλί χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή παραθύρων βιτρώ για τους μεσαιωνικούς ναούς (Αγ.Σοφία 600 μ.Χ.)
- Οι Βενετοί άρχισαν να αναπτύσσουν τη δική τους υαλουργία στα τέλη του 13ου αιώνα. Τελειοποίησαν μια τεχνική για το επίπεδο γυαλί. Όλοι οι οίκοι υαλουργίας μεταφέρθηκαν στο νησί Murano Οι βενετικές τεχνικές διαδόθηκαν σε ολόκληρη την Ευρώπη



Ιστορία του γυαλιού

- Σύντομα οι Γάλλοι υαλουργοί βελτίωσαν τις ιταλικές τεχνικές
- Παράλληλα η υαλουργία τελειοποιούνταν και στη Γερμανία, τη Βόρεια Βοημία και την Αγγλία, όπου ο George Ravenscroft εφηύρε τον μολυβδύαλο στη δεκαετία του 1870
- Με την ίδρυση της Βρετανικής Εταιρείας Υαλοπινάκων το 1773, η Αγγλία έγινε το κέντρο του κόσμου. Φοβούμενη τον ανταγωνισμό απαγόρευσε την υαλουργία στην Αμερική
- Με την Αμερικανική Επανάσταση όμως προέκυψε η διάδοση της ευρωπαϊκής εμπειρίας στην κατασκευή γυαλιού



Who Invented the Glass?



Βασικοί τύποι γυαλιού

Κοινό γυαλί (Soda-Lime):

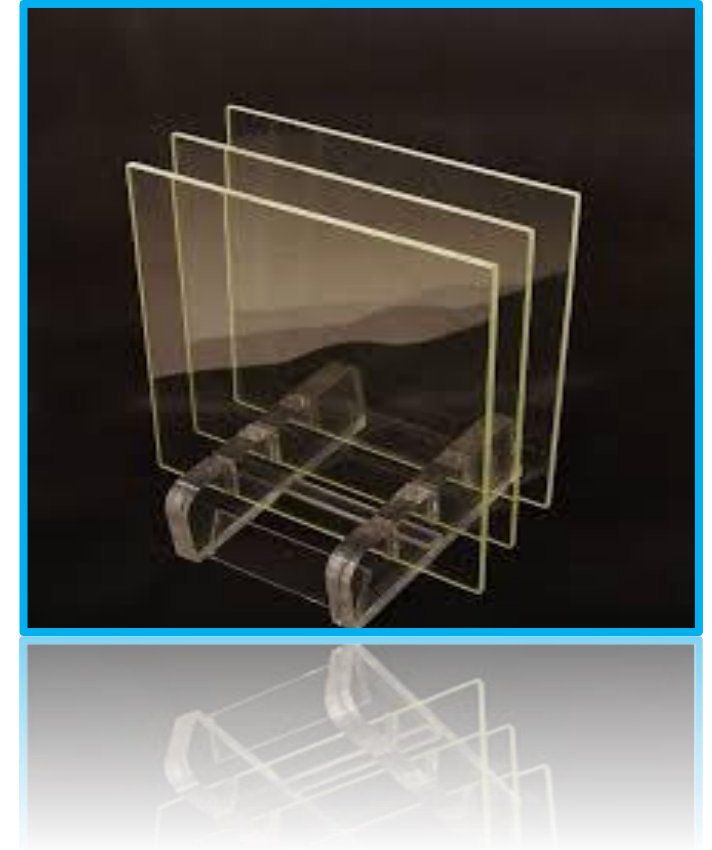
- Παρασκευάζεται με συλλίπασμα οξείδιο του νατρίου (12-18%) και σταθεροποιητή οξείδιο του ασβεστίου (5-12%)
- Ορισμένα άλλα οξείδια μπορεί να συμμετέχουν για χρωματισμό
- Φθινό στην κατασκευή
- Κατάλληλο για την κατασκευή κοινών αντικειμένων (ποτήρια, φιάλες, δοχεία τροφίμων)
- Δεν αντιδρά με υδατικά διαλύματα και έλαια, οπότε δεν αλλοιώνει τη σύσταση των τροφίμων
- Βιολογικά αδρανές, δεν επηρεάζεται από την ύπαρξη βακτηρίων ή μυκήτων
- Ιδιαίτερα ευαίσθητο σε απότομες μεταβολές θερμοκρασίας



Βασικοί τύποι γυαλιού

Γυαλί μολύβδου (κρύσταλλο)

- Παρασκευάζεται με αντικατάσταση του οξειδίου του νατρίου από οξείδιο του καλίου και του οξειδίου του ασβεστίου από οξείδιο του μολύβδου (PbO)
- Το γυαλί με περιεκτικότητα μέχρι 24% σε PbO χαρακτηρίζεται ως *κρύσταλλο*
- Έχει υψηλή ανθεκτικότητα, στιλπνότητα και υψηλό δείκτη διάθλασης
- Ιδιαίτερα κατάλληλο για την κατασκευή διακοσμητικών αντικειμένων
- Περιεκτικότητα σε PbO 65% χρησιμοποιείται για την κατασκευή ειδικών προστατευτικών υαλοπινάκων, επειδή ο μόλυβδος απορροφά τις επικίνδυνες ακτινοβολίες που περιέχονται στο ηλιακό φως και ακτίνες X



Βασικοί τύποι γυαλιού

Γυαλί βορίου (εμπορική ονομασία Pyrex)

- Σύσταση: οξείδιο του πυριτίου (70-80%), οξείδιο του βορίου B_2O_3 (7-13%) μικρά ποσοστά οξειδίων των αλκαλίων (4-8% Na_2O και K_2O , και 2-7% οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3))
- Η παρουσία βορίου και το μικρό ποσοστό αλκαλίων το κάνουν ανθεκτικό στις απότομες μεταβολές θερμοκρασίας
- Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εργαστηριακών οργάνων και συσκευών,, σε λαμπτήρες υψηλών αποδόσεων (π.χ. προβολέων) αλλά και για οικιακές εφαρμογές (σκεύη Pyrex, τα οποία δεν θραύονται κατά το μαγείρεμα)
- Χαμηλός συντελεστής διαστολής, δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήσεων στα πειράματα



Βασικοί τύποι γυαλιού

Υαλόνημα:

- Κατασκευάζεται από ποικίλους τύπους γυαλιού σε μορφή νήματος
- Το κοινό γυαλί παρέχει νήματα κατάλληλα για κατασκευή μονώσεων
- Το γυαλί βορίου δίνει υαλόνημα από το οποίο κατασκευάζονται δομές που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση κατασκευών από πλαστικό, όπως κράνη, μικρά σκάφη, σασί αυτοκινήτων, σωληνώσεις (Fiberglass)
- Εφαρμογή του υαλονήματος είναι και η κατασκευή **οπτικών ινών** που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση φωτεινών σημάτων
- **Οι οπτικές ίνες** χρησιμοποιούνται για ενδοσκοπήσεις οργάνων στην ιατρική, στη διαχείριση σημάτων οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας και στην κατασκευή ειδικών οργάνων όπως τα Σόναρ
- Με τη χρήση των **οπτικών ινών** αναπτύχθηκαν πολύ η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών, τα δίκτυα υπολογιστών και το διαδίκτυο (ευρυζωνικές συνδέσεις)



Ειδικοί τύποι γυαλιού

- **Γυαλί αργιλίου:** Ιδιαίτερα ανθεκτικό στη θερμότητα και χρησιμοποιείται • σε θαλάμους καύσεων • σε γυαλιά οργάνων μέτρησης υψηλών θερμοκρασιών • σε λαμπτήρες αλογόνου (θερμοκρασία έως και 750°C)
- **Γυαλί αλκαλίων - βαρίου:** • Απορρόφηση της επικίνδυνης ακτινοβολίας κατά τη χρήση οθονών υπολογιστών και τηλεοράσεων
- **Κεραμικό γυαλί:** Εφαρμογή ως πυρίμαχο διάφανο υλικό σε • θύρες κλιβάνων • κάτοπτρα τηλεσκοπίων • τμήματα διαστημοπλοίων • οικιακές συσκευές (εστίες μαγειρέματος)
- **Οπτικά γυαλιά:** Η σύστασή τους ποικίλει και χρησιμοποιούνται • στην κατασκευή γυαλιών οράσεως και ηλίου • φωτογραφικές μηχανές, βιντεοκάμερες και μικροσκόπια • σε συσκευές ακριβείας (οπτικά όργανα, κάτοπτρα, τηλεσκόπια)

Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα και Ορατό φως

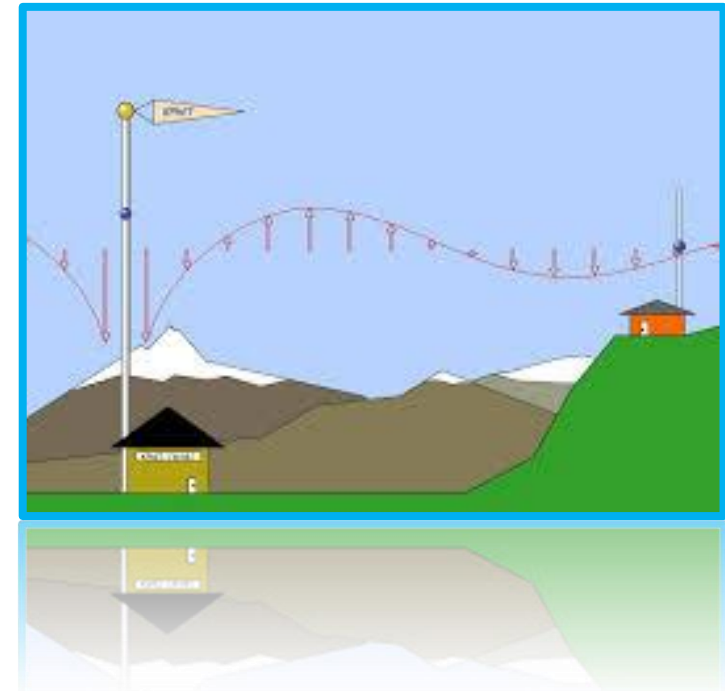
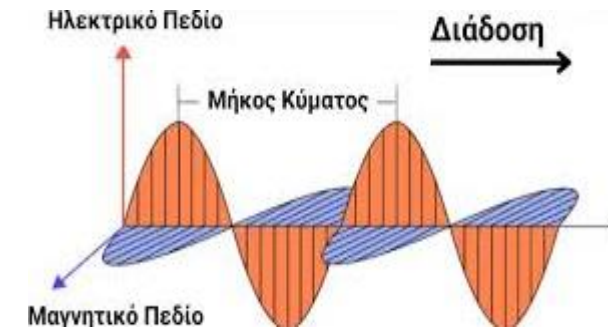
Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα και Ορατό φως

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία: εκπομπή

ηλεκτρομαγνητικής_ενέργειας στο χώρο_υπό τη μορφή κυμάτων που ονομάζονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα

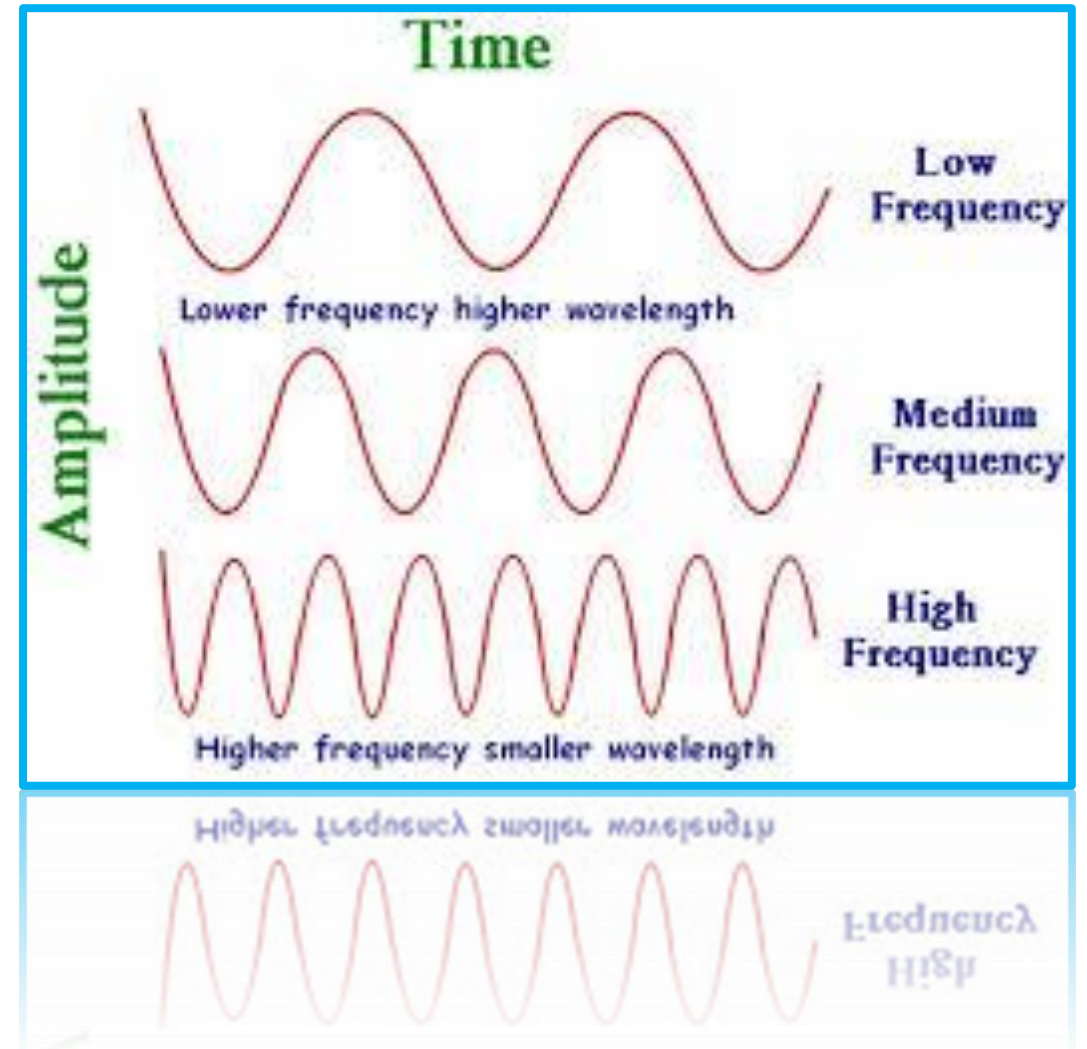
Ηλεκτρομαγνητικά κύματα:

- Συγχρονισμένα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία
- Ταλαντώνονται σε κάθετα επίπεδα μεταξύ τους και κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης
- Διαδίδονται στο κενό με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός ($c=299.792.458 \text{ m/s}$)
- Διαδίδονται μέσα στην ύλη με ταχύτητα λίγο μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός



Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα και Ορατό φως

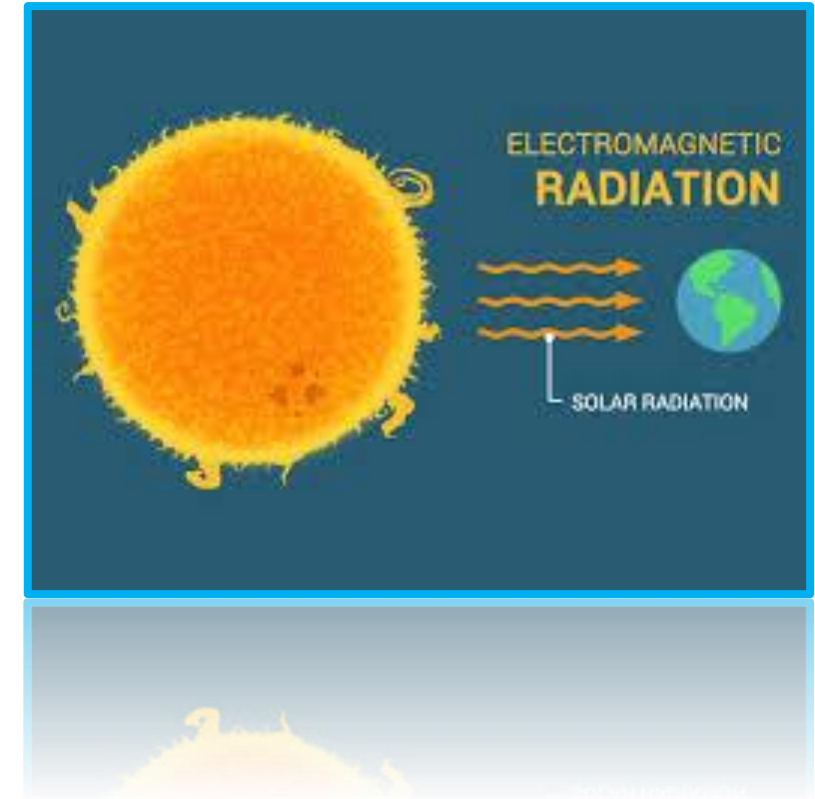
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκτείνεται σε ένα τεράστιο φάσμα συχνοτήτων (σε Hertz) και μηκών κύματος (σε νανόμετρα, nm)
- Η σχέση μεταξύ τους είναι αντιστρόφως ανάλογη: η αύξηση της συχνότητας αντιστοιχεί σε μείωση του μήκους κύματος
- Το εύρος της περιοχής συχνοτήτων που καλύπτουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητικό φάσμα**
- Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται θεωρητικά από σχεδόν μηδενικές συχνότητες έως το άπειρο
- Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες: τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, την υπέρυθρη ακτινοβολία, την ορατή ακτινοβολία (φως), την υπεριώδη ακτινοβολία, τις ακτίνες X και τις ακτίνες γ



Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα και Ορατό φως - Ηλιακή Ακτινοβολία

Ο Ήλιος, αποτελείται από στρώματα:

- Το εσωτερικό: τα εκπεμπόμενα φωτόνια δεν φτάνουν μέχρι τη Γη
- Την «ατμόσφαιρά»: διακρίνεται σε τρεις περιοχές, τη φωτόσφαιρα, τη χρωμόσφαιρα και το στέμμα
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο, ονομάζεται ηλιακή ακτινοβολία
- Προέρχεται κυρίως από τη φωτόσφαιρα επειδή τα άλλα στρώματα ακτινοβολούν πολύ λίγο
- Η ηλιακή ακτινοβολία, που αποτελείται από φωτόνια, διανύει την απόσταση Ήλιος-Γη σε 8min περίπου
- Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη, αποτελείται από όλα τα μήκη κύματος (ορατό, υπεριώδες, υπέρυθρο, μικροκύματα, ραδιοκύματα, βραχέα, ακτίνες X και γ)



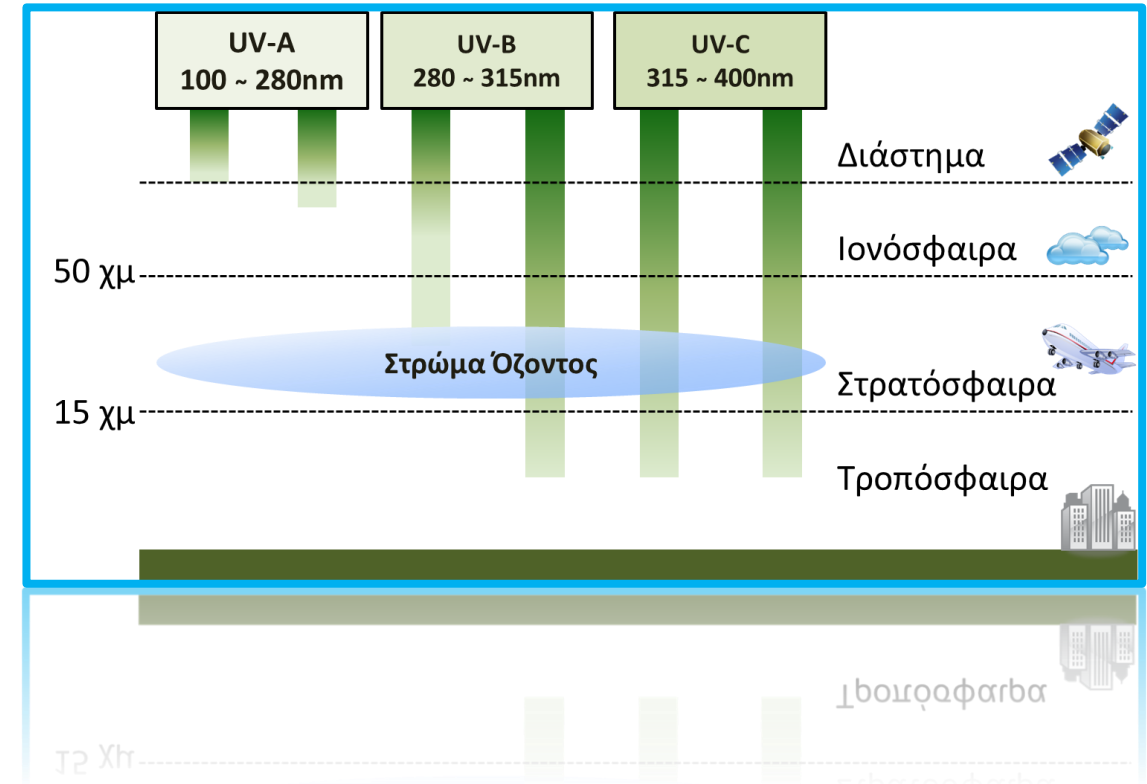
Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα και Ορατό φως - Ηλιακή Ακτινοβολία

Η ατμόσφαιρα της γης:

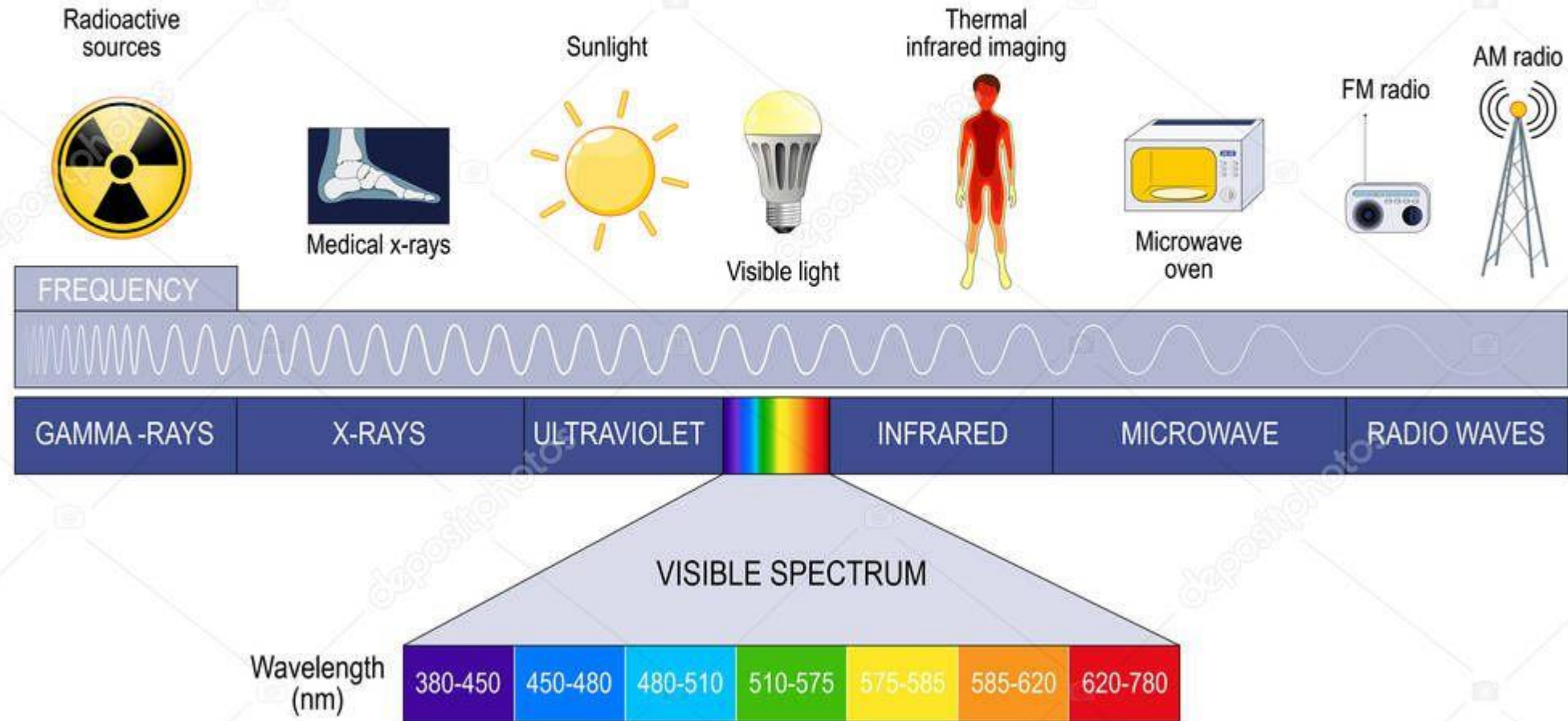
- Λειτουργεί σαν προστατευτική ασπίδα για τις επικίνδυνες ακτινοβολίες πολύ υψηλής συχνότητας
- Απορροφά το μεγαλύτερο μέρος των κοσμικών ακτίνων αλλά και της υπεριώδους ακτινοβολίας
- Επιτρέπει πλήρως την διέλευση των ραδιοκυμάτων υψηλής συχνότητας, των μικροκυμάτων χαμηλότερης συχνότητας, του ορατού φωτός και ενός τμήματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας
- Τα ραδιοκύματα χαμηλών συχνοτήτων ανακλώνται σ' ένα μεγάλο ποσοστό στο ατμοσφαιρικό στρώμα της ιονόσφαιρας

Στρώμα όζοντος:

- Αρχίζει περίπου 10 μίλια πάνω από την επιφάνεια της γης και εκτείνεται για 20 μίλια προς τα πάνω (15-40 χιλιόμετρα)

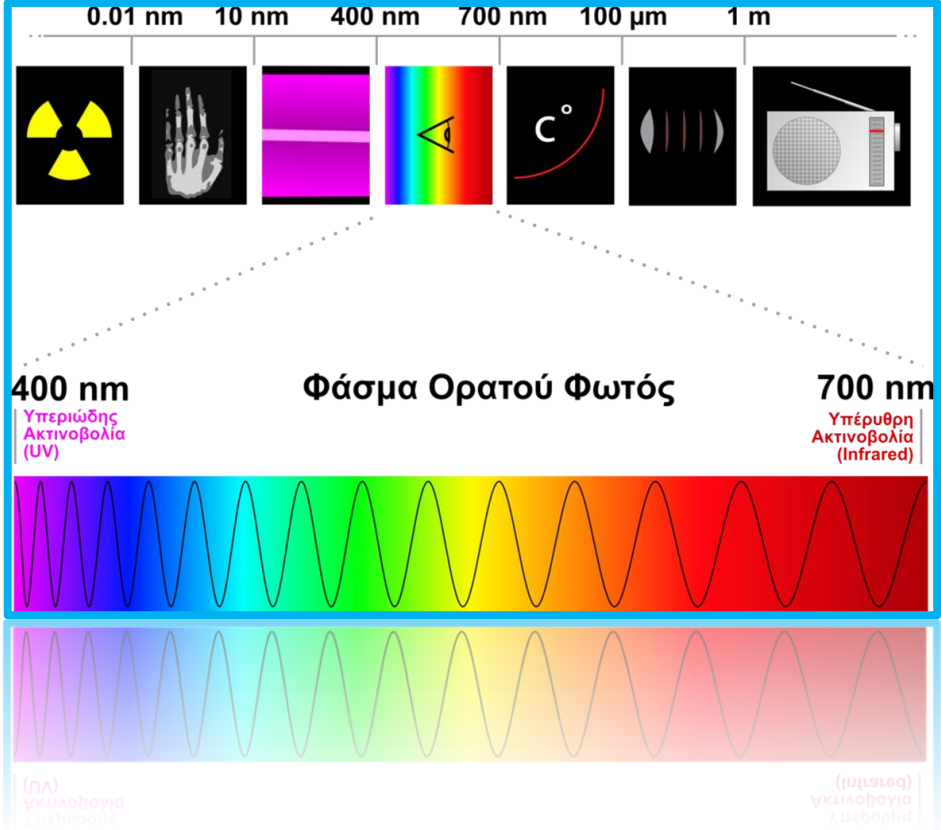


Electromagnetic spectrum

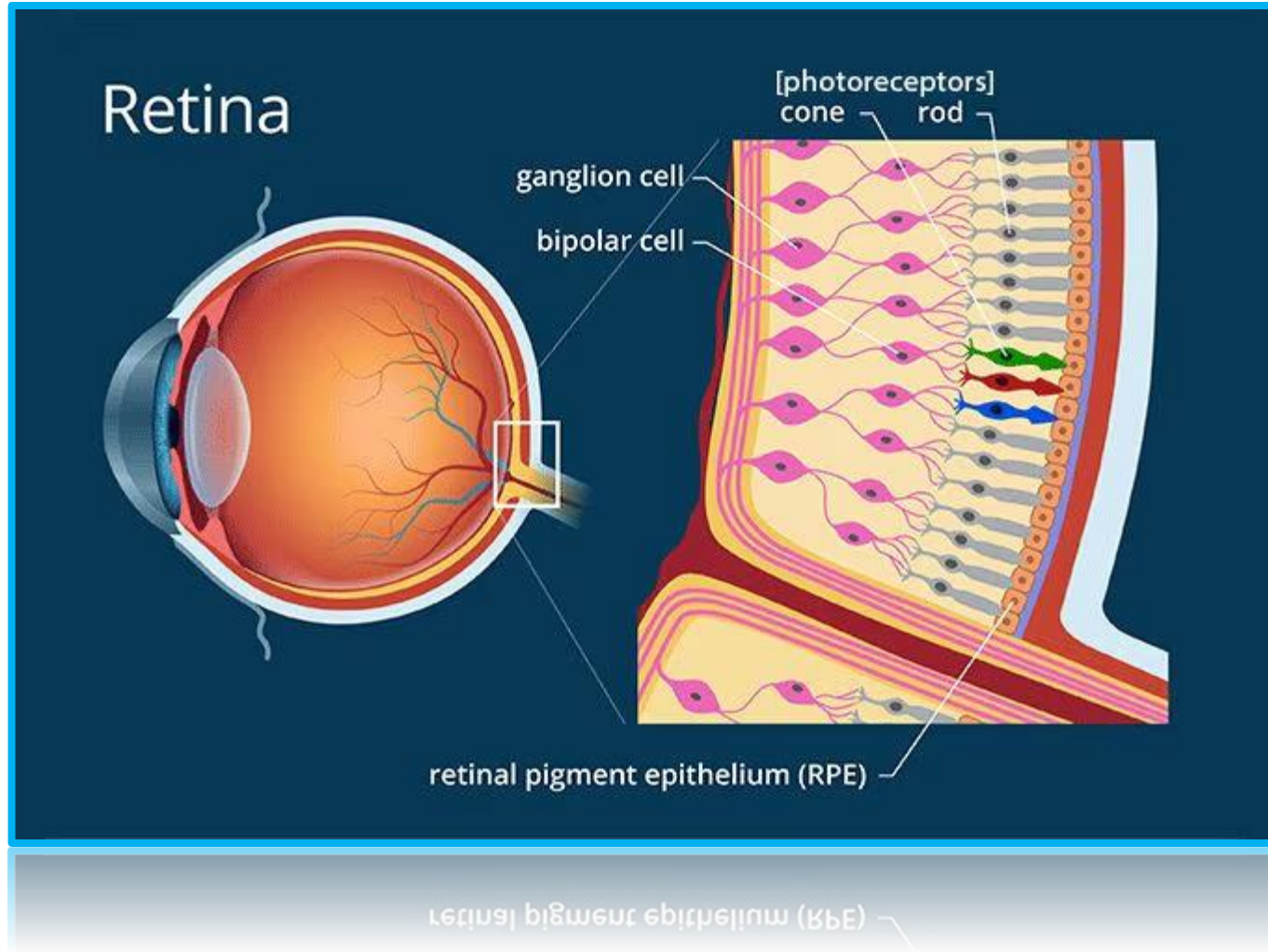


Ορατό φως

Μήκος κύματος (nm)	Χρώμα που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι
340-400	υπεριώδες (δεν είναι ορατό)
400-430	μωβ
430-500	μπλε
500-560	πράσινο
560-620	κίτρινο προς πορτοκαλί
620-700	πορτοκαλί προς κόκκινο
πάνω από 700	σχεδόν υπέρυθρο (δεν είναι ορατό)



Ευαισθησία οφθαλμού και μήκος κύματος



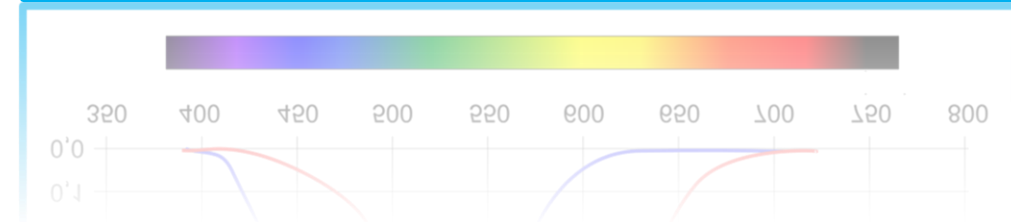
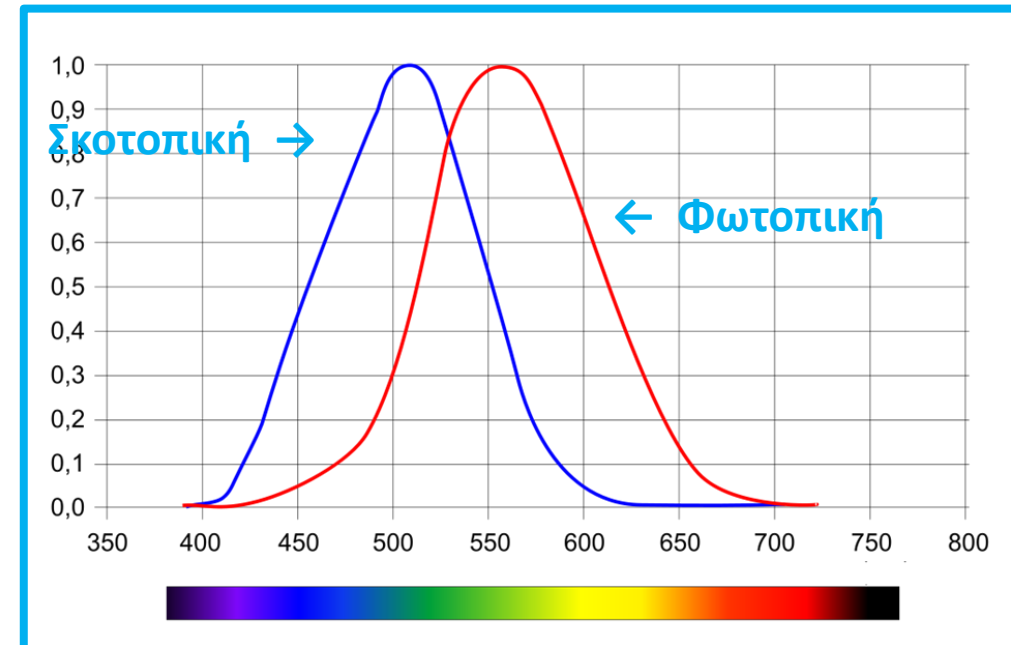
Ευαισθησία οφθαλμού και μήκος κύματος

Φωτοπική όραση:

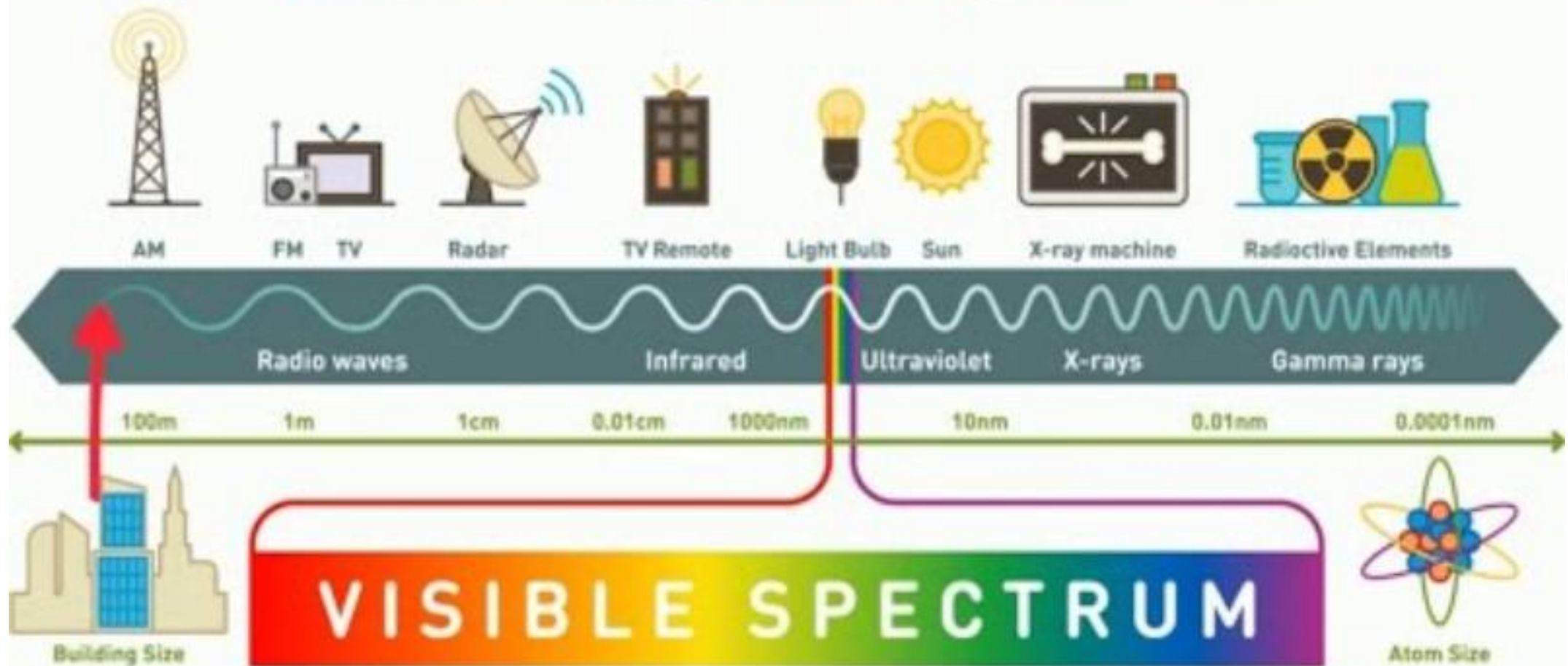
- Η όραση σε φωτεινό περιβάλλον (φως της ημέρας) βασίζεται στα κωνία, τα κύτταρα της όρασης που είναι υπεύθυνα για την αντίληψη του χρώματος
- Η μέγιστη ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού σε φωτοπικές συνθήκες (φωτεινό περιβάλλον) επιτυγχάνεται στο μήκος κύματος των 555 nm (κίτρινο-πράσινο χρώμα)

Σκοτοπική όραση:

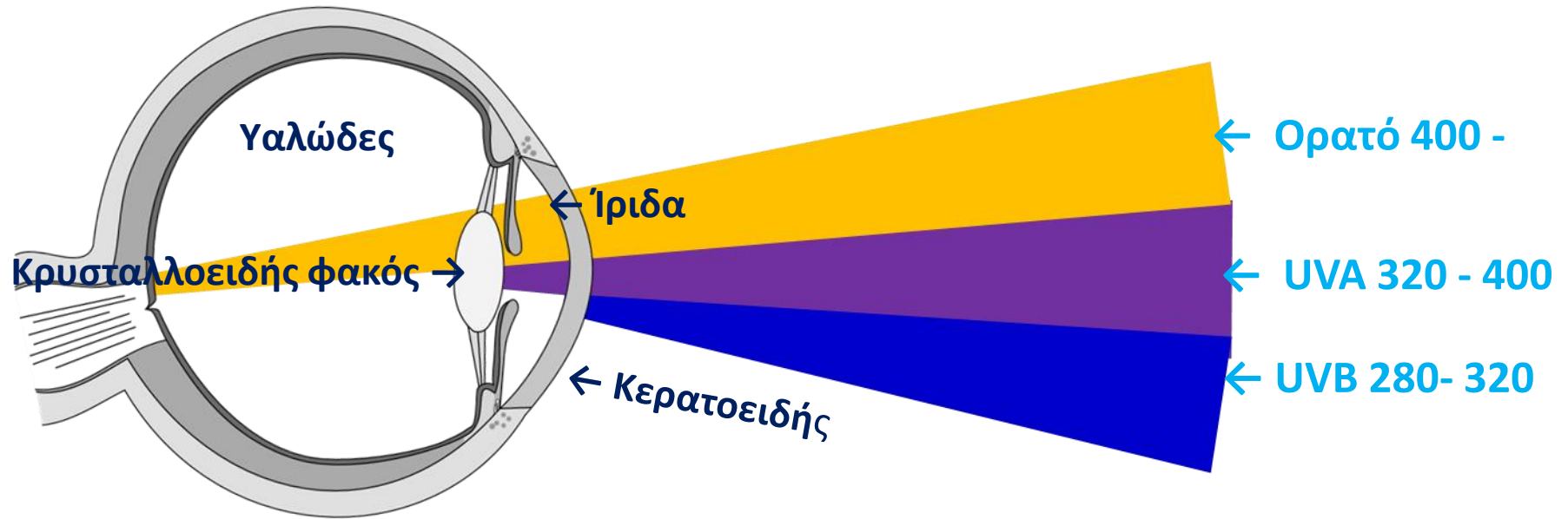
- Σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού η όραση βασίζεται στα ραβδία
- Η μέγιστη ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού σε σκοτοπικές συνθήκες (χαμηλός φωτισμός) επιτυγχάνεται στο μήκος κύματος των 505 nm (μπλε χρώμα)



Electromagnetic Spectrum



Απορρόφηση της φωτεινής ακτινοβολίας από τον οφθαλμό





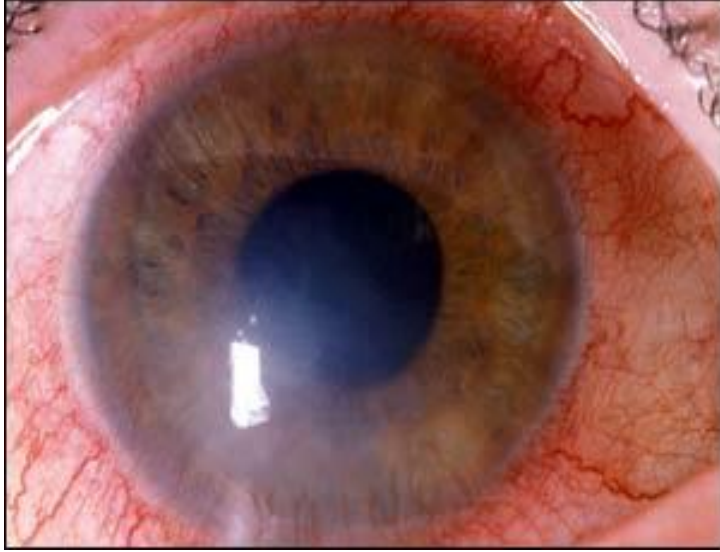
Οφθαλμικές βλάβες από την ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι παράγοντας κινδύνου για:

- Φωτοκερατίτιδα
- Καταρράκτη
- Εκφύλιση της ωχράς κηλίδας
- Πτέρυγιο
- Καρκίνους βλεφάρων και επιπεφυκότα



Φωτοκερατίτιδα



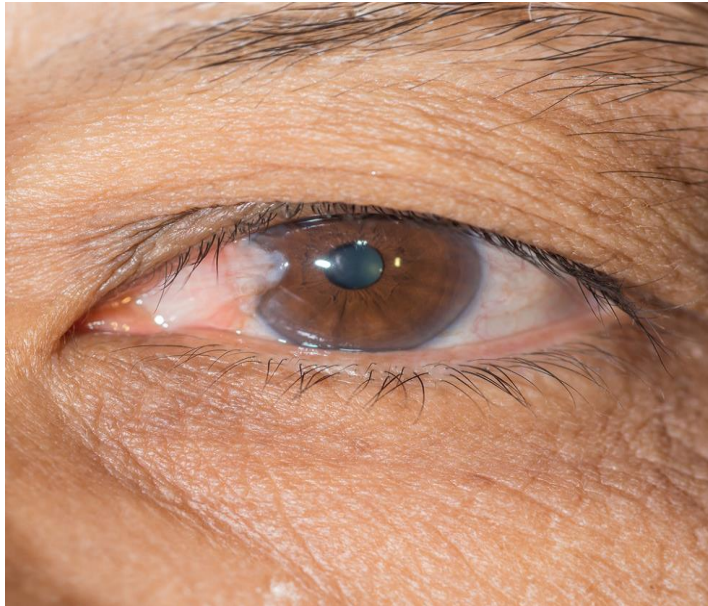
Καταρράκτης



Εκφύλιση της ωχράς κηλίδας



Πτερύγιο



Καρκίνος βλεφάρων



Καρκίνος επιπεφυκότα



Οφθαλμικές βλάβες από την ηλιακή ακτινοβολία

Συμπτώματα

- Θολή όραση
- Κνησμός
- Αίσθημα ξένου σώματος
- Δακρύρροια
- Ερυθρότητα
- Πόνος
- Φωτοευαισθησία
- Φωτοστέφανα (halos, δακτύλιοι γύρω από το φως)
- Οίδημα

