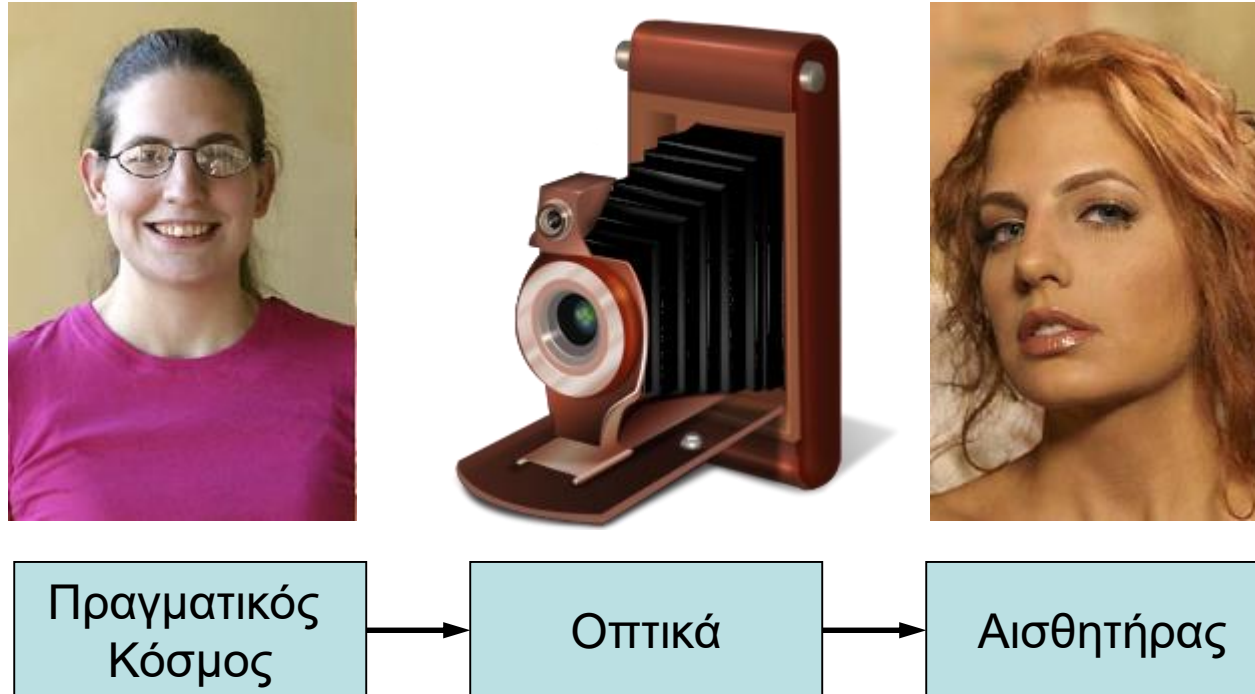


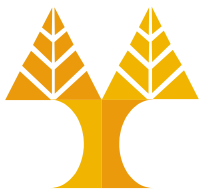
HMY 370

Εισαγωγή στη Βιοϊατρική Μηχανική

Βιοϊατρική Οπτική



Ενδοσκόπηση



- **Ενδοσκόπηση**

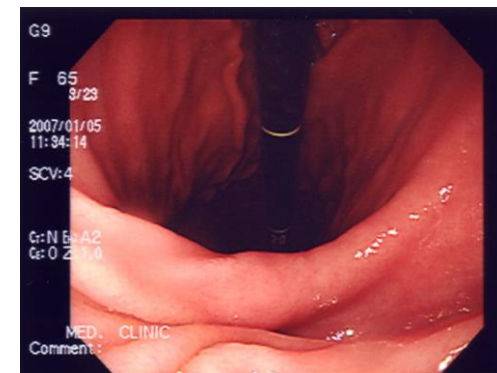
- Ελάχιστα επεμβατική διαγνωστική ιατρική διαδικασία
- Απεικόνιση των εσωτερικών κοιλότητων του σώματος
 - Χρησιμοποιώντας ένα εξειδικευμένο ιατρικό εργαλείο → ενδοσκόπιο
 - Εισάγεται στο σώμα μέσω ενός ανοίγματος του σώματος (όπως το στόμα ή ο πρωκτός), ή μιας μικρής τομής στο δέρμα.
- Εκτελείται υπό
 - Ενσυνείδητη καταστολή, ή
 - Ολική Αναισθησία

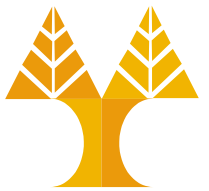
- **Οι γιατροί χρησιμοποιούν ενδοσκόπηση για**

- Διάγνωση
- Παρακολούθηση
- Συλλογή δείγματος ιστού
- Χειρουργική θεραπεία διαφόρων ιατρικών προβλημάτων

- **Επιπλοκές της ενδοσκόπησης**

- Ελάχιστες (πολύ ασφαλής)



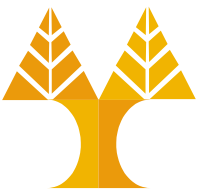


- **Το ενδοσκόπιο**

- Ένα λεπτός, εύκαμπτος ή άκαμπτος σωλήνας
- Εξοπλισμένος με φακούς και μια πηγή φωτός που μεταδίδει φως μέσω μιας δέσμης οπτικών ινών (δέσμη φωτισμού)
- Κάμερα CCD χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει βίντεο στην οθόνη
- Μέσω των συμπληρωματικών καναλιών παρέχεται νερό και αέρας που πλένουν και στεγνώνουν το χειρουργικό πεδίο.

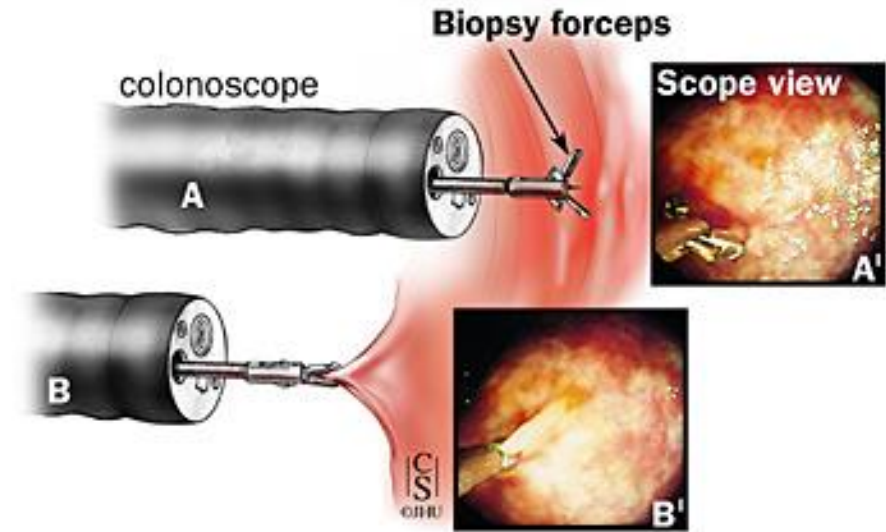


Εύκαμπτο Ενδοσκόπιο

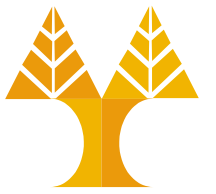


- **Το ενδοσκόπιο**

- Επίσης, υπάρχει κανάλι μέσω του οποίου οι χειρουργοί μπορούν να χειριστούν μικροσκοπικά εργαλεία,
 - Μια ποικιλία μέσων που μπορούν να εφαρμοστούν στο ενδοσκόπιο για διαφορετικούς σκοπούς
 - Π.χ. λαβίδες, χειρουργικά ψαλίδια, συσκευές αναρρόφησης, κλπ



Εύκαμπτη Ενδοσκόπηση

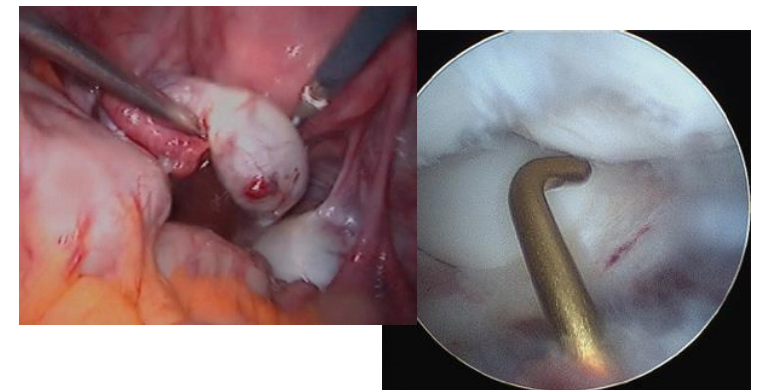
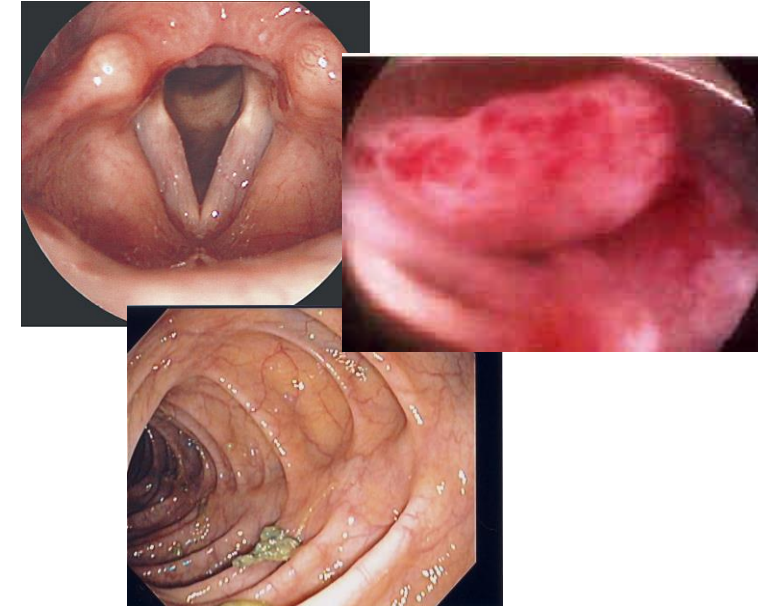


- **Διάφορα όργανα**

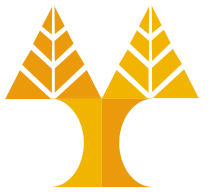
- Ανάλογα με το μέρος του σώματος, κάθε τύπος ενδοσκόπησης έχει τη δική της ειδική ονομασία της, π.χ.
 - Λαρυγγοσκόπηση (φωνητικές χορδές)
 - Βρογχοσκόπηση (πνεύμονες)
 - Κολονοσκόπηση (παχύ έντερο)
 - Οισοφαγοσκόπηση (οισοφάγος)
 - Γαστροσκόπηση (στομάχι)
 - Υστεροσκόπηση (μήτρα)
 - Κλπ

- **Επεμβατικές / Χειρουργικές**

- Αρθροσκόπηση (Κλειδώσεις)
- Λαπαροσκόπηση (δηλ. εγχείρηση μέσω ενδοσκοπίου)
 - Πολλές χειρουργικές εφαρμογές (γαστρεκτομή, νευροχειρουργική, ... κλπ).



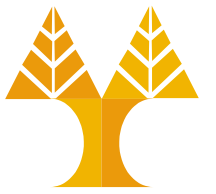
Λαπαροσκοπική Χειρουργική



- Μια χειρουργική επέμβαση με ελάχιστη πρόσβαση
 - Εκτέλεση των χειρουργικών θεραπευτικών διαδικασιών μέσω μικρών τομών (3-4)
 - Ελάχιστα σωματικά και ψυχολογικά τραύματα
- Ένα άκαμπτο ενδοσκόπιο εισάγεται μέσω ενός ανοίγματος στην περιτοναϊκή κοιλότητα
- Η κοιλιακή χώρα φουσκώνεται με διοξείδιο του άνθρακα
- Περαιτέρω ανοίγματα (συνήθως ακόμα 2-3) καταστούν δυνατή την πρόσβαση στο όργανο και εισαγωγή χειρουργικών εργαλείων
- Παραδείγμα
 - Λαπαροσκοπική χολυκεστεκτομή
 - Η συνήθης πρακτική στη διαχείριση χολολιθίασης χωρίς επιπλοκές



Λαπαροσκοπική Χειρουργική

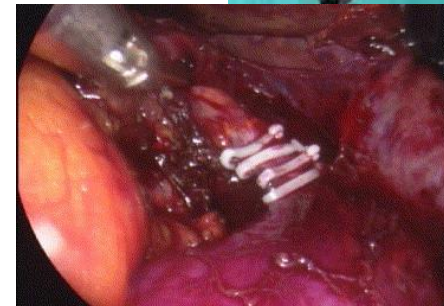


• Προτερήματα

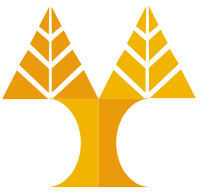
- + Μικρότερες τομές
- + Βελτιωμένη αισθητική
- + Μειωμένη πιθανότητα μόλυνσης
- + Μειωμένος μετεγχειρητικός πόνος
- + Μειωμένη απώλεια αίματος
- + Γρηγορότερη επιστροφή στο σπίτι
- + Γρηγορότερη επιστροφή στην εργασία

• Μειονεκτήματα

- Εξ αποστάσεως θέαση και λειτουργία
- Απώλεια απτικής ανάδρασης
- Εξαρτάται από το συντονισμό χεριού-ματιού του χειρουργού
- Δυσκολία στην αιμόσταση
- Δύσκολη η αφαίρεση μεγάλων δειγμάτων
- Εξαρτάται από νέες τεχνολογίες (λιγότερη εμπειρία)



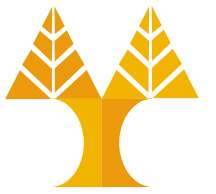
Χειρουργικό Σύστημα Da Vinci



- Στην πραγματικότητα **ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ** ένα ρομπότ!
 - Σύστημα Κύριου-Ακόλουθου (Master-slave)
 - Ο χειρουργός ελέγχει άμεσα όλες τις κινήσεις των ρομποτικών εργαλείων σε πραγματικό χρόνο
- **Πρωτότυπο, δεκαετία του 1980**
 - Χρηματοδοτήθηκε από το στρατό των ΗΠΑ → χειρουργική επέμβαση σε μάχες εξ αποστάσεως από έναν χειρουργό στα ασφαλή μετόπισθεν
 - Το FDA ενέκρινε ανθρώπινη χρήση το 2000
- **Απεικόνιση**
 - Διπλό λαπαροσκόπιο
 - 3D, ψηλής ευκρίνειας, διοπτρικό (stereo)
 - 10-15X μεγέθυνση
- **Δεξιότητες**
 - Τα εργαλεία έχουν 6 βαθμούς ελευθερίας
 - Φιλτράρισμα αφαιρεί τρόμο από το χέρι
 - Μικραίνει το εύρος των κινήσεων 1-5X



Χειρουργικό Σύστημα Da Vinci



- **Το DaVinci προσφέρει**

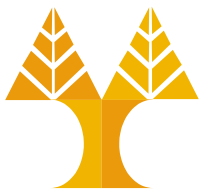
- + Βελτιωμένη δεξιότητα
- + Καλύτερο έλεγχο
- + Βελτιωμένη ακρίβεια
- + Βελτιωμένη εργονομία - μειωμένη κούραση και πίεση
- + Μειωμένη παραμονή στο νοσοκομείο
- + Μόνοι επιλογή για κάποιους ασθενείς ψηλού κινδύνου
- + Απαιτείται λιγότερο προσωπικό

- **Περιορισμοί**

- Το κόστος του εξοπλισμού (\$ 1 εκατομμύριο)
- Δύσκολη αρχική εκμάθηση για τους χειρουργούς
- Οι γιατροί νοιώθουν περιορισμένοι από την έλλειψη απτικής ανάδρασης (“αίσθησης” του ιστού)
- Χειρουργική με το σύστημα αυτό διαρκεί 40-50 λεπτά περισσότερο από ότι η συνήθης διαδικασία



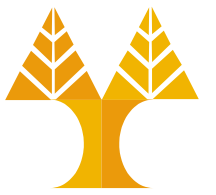
Ενδοσκόπηση με Κάψουλα



- **Ενδοσκόπηση με κάψουλα**
 - Πρώτη χρήση στον άνθρωπο το 1999.
- **Κάψουλες από δύο κύριες εταιρίες**
 - Given Imaging (PillCam)
 - Olympus (EndoCapsule)
- **Καινούργιες κάψουλες**
 - Μέγεθος 26x11 mm
 - Ικανές να μεταδίδουν 50 000 έγχρωμες εικόνες κατά τη μετάβαση τους διαμέσου του πεπτικού συστήματος του ασθενούς
- **Μέρη της Κάψουλας**
 1. Οπτικός θόλος
 2. Βάση του φακού
 3. Φακός
 4. LED φωτισμού
 5. Αισθητήρας απεικόνισης CMOS
 6. Μπαταρίες
 7. Πομπός ASIC
 8. Κεραίες



Ενδοσκόπηση με Κάψουλα

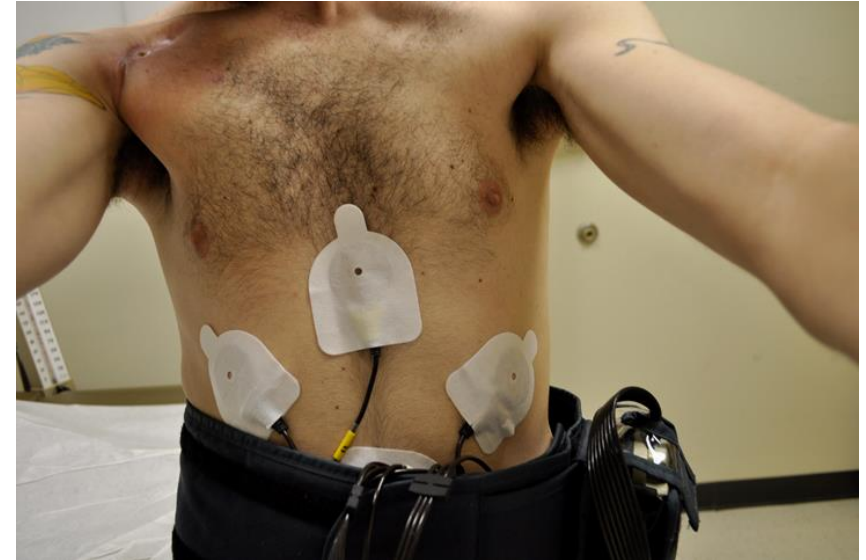


- **Πώς λειτουργεί η ενδοσκόπηση με κάψουλα**

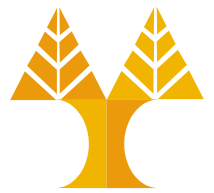
- Ο ασθενής καταπίνει την κάψουλα όπως ένα χάπι.
- Η κάψουλα παίρνει εικόνες καθώς προωθείται προς τα εμπρός από τις περισταλτικές κινήσεις του εντέρου
- Ένα ασύρματος δέκτης, που φορά ο ασθενής εξωτερικά στη ζώνη, λαμβάνει τις εικόνες που μεταδίδονται.
- Ένας υπολογιστής επεξεργάζεται τα δεδομένα και παράγει μια σειρά από στατικές εικόνες.

- **Χρήσεις**

- Όγκοι του λεπτού εντέρου και αγγειακές διαταραχές.
- Ελκώδης Κολίτιδα και Νόσος του Crohn.
- Διαταραχές δυσαπορρόφησης.
- Τραυματισμός του λεπτού εντέρου



Ενδοσκόπηση με Κάψουλα



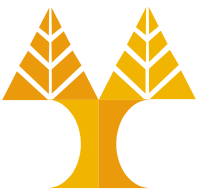
- **Πλεονεκτήματα**

- + Απεικόνιση λεπτού εντέρου
- + Ανώδυνη, δεν έχει παρενέργειες ή επιπλοκές.
- + Μικρό μέγεθος → Κινείται εύκολα μέσα από το πεπτικό σύστημα.
- + Ακριβής και αποτελεσματική → εικόνες υψηλής ποιότητας

- **Μειονεκτήματα**

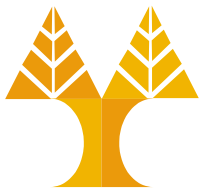
- Ανατομικοί Περιορισμοί
 - Αργή γαστρική / εντερική κινητικότητα
 - Στένωση ή απόφραξη
 - Σε κάποιες περιπτώσεις παρεμποδίζεται η θέα
 - Υπερβολικά παχύσαρκοι ασθενείς
- Τεχνικοί περιορισμοί
 - Φτωχότερη ποιότητα εικόνων σε σύγκριση με τα ενδοσκόπια
 - Η θέση και η γωνία θέασης της κάψουλας δεν ελέγχονται
 - Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων εξαρτάται πολύ από τον παρατηρητή
 - Αδυναμία εκτέλεσης βιοψίας ή θεραπείας





- **Ορισμός**
- *Η επιτόπια (in situ) ανάλυση ή απεικόνιση της μικροδομής του ιστού με ευκρίνεια που προσεγγίζει εκείνη της ιστολογίας, αλλά χωρίς την ανάγκη για βιοψία ή εκτομή και επεξεργασία των ιστών*
- **Διάφορες τεχνολογίες**
 - Φασματοσκοπίες
 - Μέτρηση και ανάλυση του φάσματος
 - Απεικόνιση με λέιζερ (δεν θα την καλύψουμε)





- **“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”**

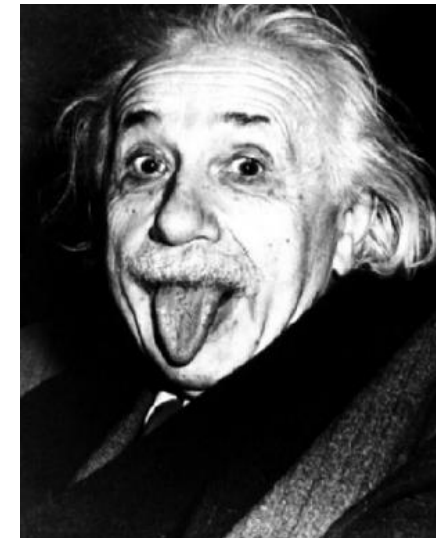
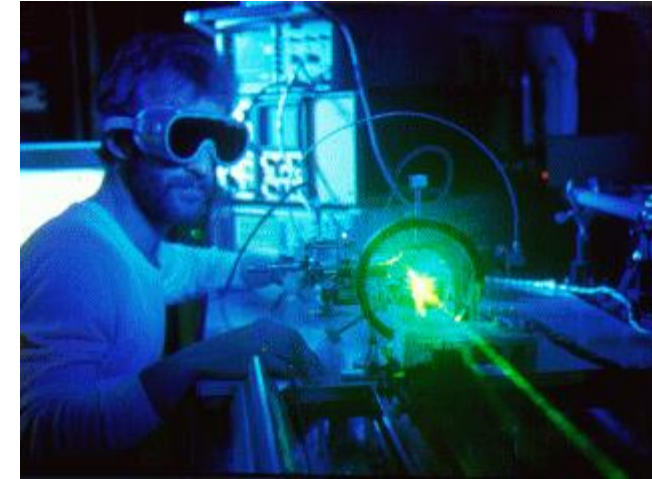
- “Ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας”
- Ένας ενισχυτή φωτός
- **Einstein, 1917**

- **Βασικές αρχές λειτουργίας**

- Charles Townes και Arthur Schalow,
 - Bell Telephone Laboratories to 1958
- G. Gould
 - Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, 1970

- **Πρώτο πραγματικό λέιζερ**

- Κρύσταλλο ρουβιδίου (Ruby)
 - Theodor Maiman, Hughes Research Laboratories, 1960



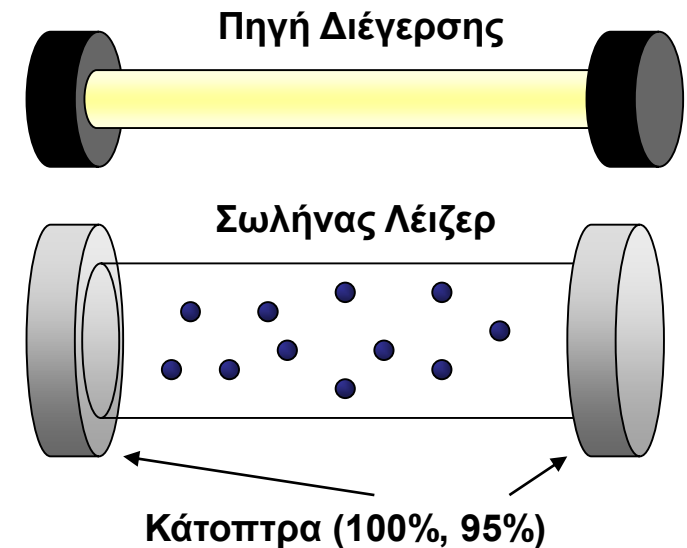


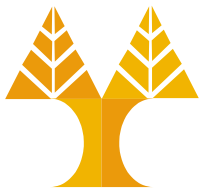
- **Εξαναγκασμένη εκπομπή (Stimulated emission)**

- Φωτόνιο προκαλεί μετάπτωση διεγερμένου ηλεκτρονίου
→ εκπέμπεται φωτόνιο με ακριβώς το ίδιο μήκος κύματος, την ίδια κατεύθυνση, και την ίδια φάση (σύμφωνη (coherent) ακτινοβολία) → ενίσχυση

- **Το λέιζερ αποτελείται από**

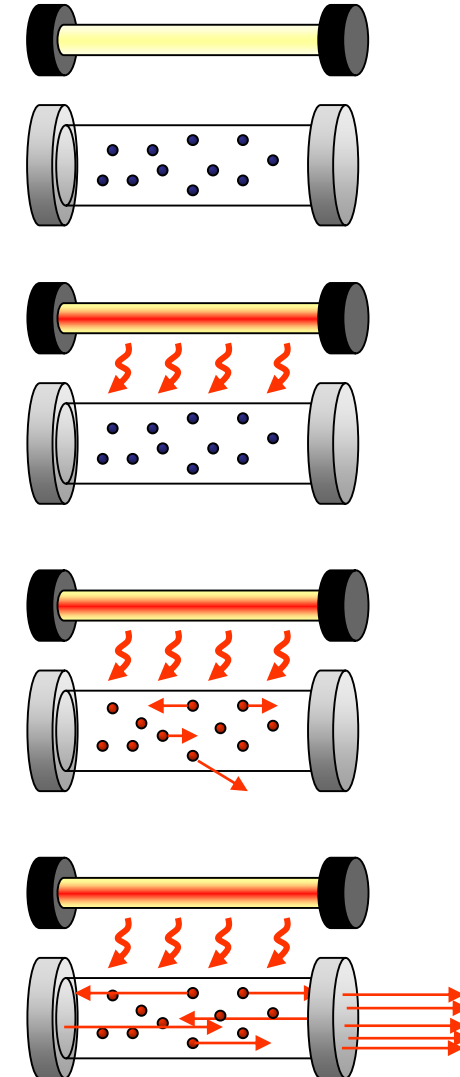
- Μία κοιλότητα κυλινδρικής μορφής, το λεγόμενο σωλήνα λέιζερ, που περιέχει μια ουσία στερεά, υγρή ή αέρια, το υλικό λέιζερ
- Στα άκρα, δύο παράλληλα κάτοπτρα, το ένα ολικής (100%) και το άλλο μερικής (90-98%) ανάκλασης.
- Στο εξωτερικό του σωλήνα, μια διάταξη διέγερσης του ενεργού υλικού, η οποία λειτουργεί, ανάλογα με τον τύπο του λέιζερ (δι' εκκένωσης, δι' αναλαμπών ή δια της εισαγωγής φορτίων)





• Λειτουργία

- Η πηγή διέγερσης προκαλεί την εκπομπή φωτονίων
- Ανακλώνται επανειλημμένα ανάμεσα στα δύο κάτοπτρα
- Προκαλούν την εκπομπή ακόμα περισσότερων φωτονίων
- Όταν τα φωτόνια αυξηθούν αρκετά, τότε μερικά ξεφεύγουν από το κάτοπτρο μερικής ανάκλασης → Ακτίνα λέιζερ





- **Το μέγεθος και η μορφή των λείζερ ποικίλει**

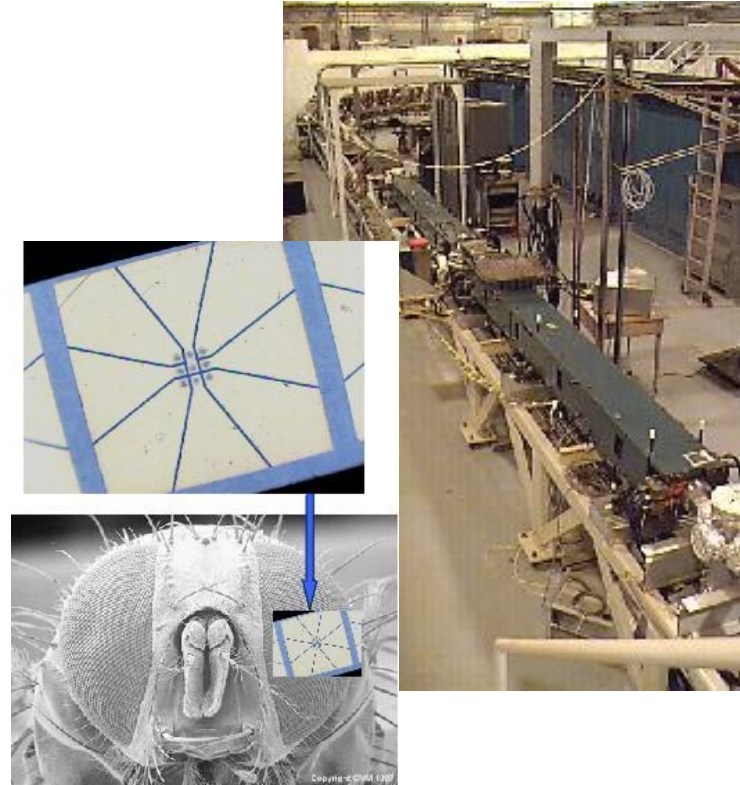
- μινιατούρες λείζερ
 - καρδιά των οπτικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- μετρίου μεγέθους
 - μήκος οπτικού από cm ως m
- μεγάλων διαστάσεων
 - > 10m μήκους

- **Χιλιάδες τύποι λείζερ υπάρχουν σήμερα**

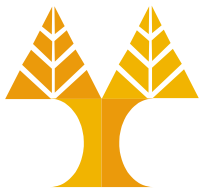
- Συμπεριλαμβανομένου του φαγώσιμου λείζερ από ζελέ (“Jello” laser)

- **Μπορούμε να τα κατατάξουμε σε κατηγορίες σύμφωνα με**

- το είδος του ενεργού τους υλικού
- την περιοχή εκπομπής τους
- την ισχύ της δέσμης τους

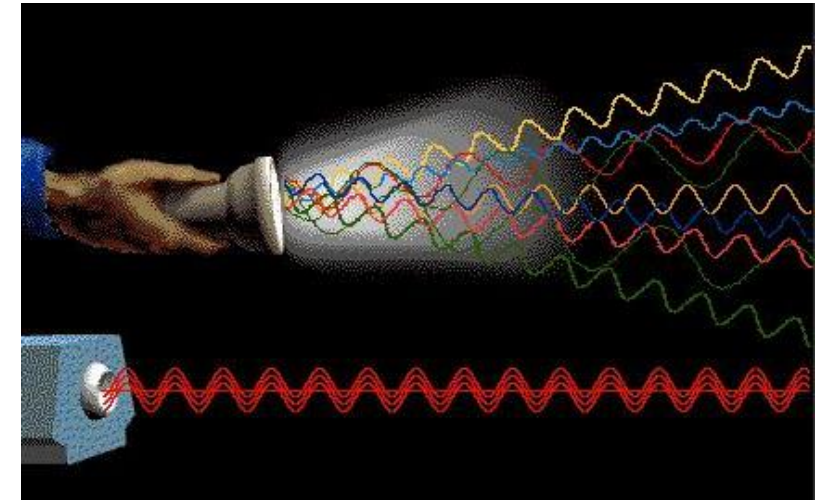


- **Μικρότερο λείζερ στον κόσμο**
 - Διάμετρος 50 μm
- **Μεγαλύτερο λείζερ στον κόσμο**
 - λείζερ ηλεκτρονίων
 - μπορεί να φτάσει περίπου τα 60 μέτρα



- **Μοναδικές ιδιότητες της ακτινοβολίας τους**

- Μονοχρωματικότητα
 - Ένα μήκος κύματος
 - Καλύτερη υπαρκτή προσέγγιση προς το ιδανικό μονοχρωματικό φως.
- Κατευθυντικότητα
 - Απόκλιση $\sim 1\text{mrad}$
 - Αύξηση της διαμέτρου της δέσμης κατά 1mm ανά μέτρο διαδρομής
- Λαμπρότητα
 - Πηγές μεγάλης έντασης ακτινοβολίας
- Συμφωνία
 - Απόλυτη και σταθερή συσχέτιση μεταξύ των μεταβολών του ηλεκτρικού πεδίου
 - Ψηλότερος δυνατός βαθμός συμφωνίας
- Πόλωση
 - Πολλά λέιζερ παράγουν πολωμένο φως





• Οι εφαρμογές των λείζερ

- Επικοινωνίες
 - Οπτική επικοινωνία
 - CD, DVD, BlueRay, κλπ
 - Φωτογραφίζεται ή λαμβάνεται μικροφωτογραφία ή το ολογράφημα ενός αντικειμένου.
- Χημικές Εφαρμογές
 - Προσδιορίζεται το φάσμα απορρόφησης ή εκπομπής ενός υλικού ή προκαλείται μια συγκεκριμένη χημική, βιολογική ή φωτοχημική αντίδραση.
- Βιομηχανικές Εφαρμογές
 - Προσδιορίζονται τα σφάλματα σε μια κατασκευή ή σε ένα βιομηχανικό προϊόν
 - Επιρρίπτεται σε τμήμα ενός υλικού, για να το λειώσει, να το κατεργαστεί, να το συγκολλήσει, να το φωτίσει, ή να το καταστρέψει
- Στρατιωτικές
 - Μετρίεται η απόσταση ή ταχύτητα ή προσδιορίζεται η διεύθυνση επίγειων στόχων ή μετρίεται το βάθος υποθαλάσσιων στρωμάτων, υποβοηθάτε η κατασκευή μεγάλων έργων





• Θεραπευτική Χρήση Λείζερ

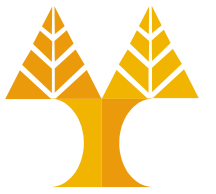
- Αγγειολογία
 - Κιρσώδεις φλέβες
 - Αραχνοειδής φλέβες
- Δερματολογία – Αισθητική
 - Σημάδια Τεντώματος
 - Κυτταρίτιδα
 - Ρυτίδες
 - Αναζωογόνηση δέρματος
 - Ουλές από ακμή
 - Ουλές από τραύματα
- Γυναικολογία
 - Φλεγμονή τραχήλου μήτρας
 - Κονδυλώματα
 - Δυσπλασία
- Δερματολογία – Πλαστική Χειρουργική
 - Τελεαγγειεκτάσεις
 - Σπύλοι (κοινώς “ελιές”)
 - Κρεατοελιές
 - Δερματοστιγμές
 - Αιμαγγειώματα
 - Αγγειακές δυσπλασίες
 - Αναδιαμόρφωση βλεφάρων
 - Τατουάζ
 - Τριχοφυΐα

- Οδοντιατρική
 - Διάγνωση τερηδόνας, αφαίρεση τερηδόνας
 - Συγκολλήσεις μετάλλων
 - Αποκάλυψη εμφυτευμάτων
 - Ουλοπλαστική
 - Καταστροφή μικροβίων
 - Διάνοιξη κοιλότητας για σφράγισμα
 - Φωτοπολυμερισμός
 - Αφαίρεση ογκιδίων στο στόμα
- Ορθοπαιδική
 - Αυχενικοί πόνου
 - Ισχιαλγία
 - Οσφυαλγία
 - Αρθρίτιδα
 - Καρπικό σύνδρομο
 - Ουλές
 - Αθλητικοί τραυματισμοί
- Νευραλγίες
 - Τριεμβρική νευραλγία
 - Μετά-ερπητική νευραλγία
- Οφθαλμολογία
 - Γλαύκωμα
 - Διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια
 - Αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς
 - Καταρράκτης
 - Διόρθωση αμετρωπειών

• Χειρουργική Χρήση Λείζερ

- Αρθροσκοπική Χειρουργική
 - Σχάσης μηνίσκων
 - Διάστρεμμα συνδέσμων
- Γαστρεντερολογία
 - Αιμορραγίες στομάχου
 - Πολύποδες
 - Όγκοι.
- Γενική Χειρουργική
 - Αιμορροΐδες, Συρίγγια
 - Δεσμοειδής κύστη
 - Αιμορραγίες
- Λαπαροσκοπική Χειρουργική
 - Λύση προσκολλήσεων
 - Χολοκυστεκτομή
 - Ωθητικές κύστεις
 - Ινώματα
- Ορθοπαιδική Χειρουργική
 - Διαδερματικό δισκεκτομή
 - Καρπικό σύνδρομο
- Ουρολογία
 - Προστατεκτομή
 - Κονδυλώματα
- Παιδιατρική Χειρουργική
 - Αιμαγγειώματα
- Πνευμονολογία
 - Όγκοι
- Ωτορινολαρυγγολογία
 - Ροχαλητό, Ρινίτιδα
 - Αμυγδαλεκτομή
 - Εκτομή αναβολέα

Αλληλεπίδραση φωτός και ιστών

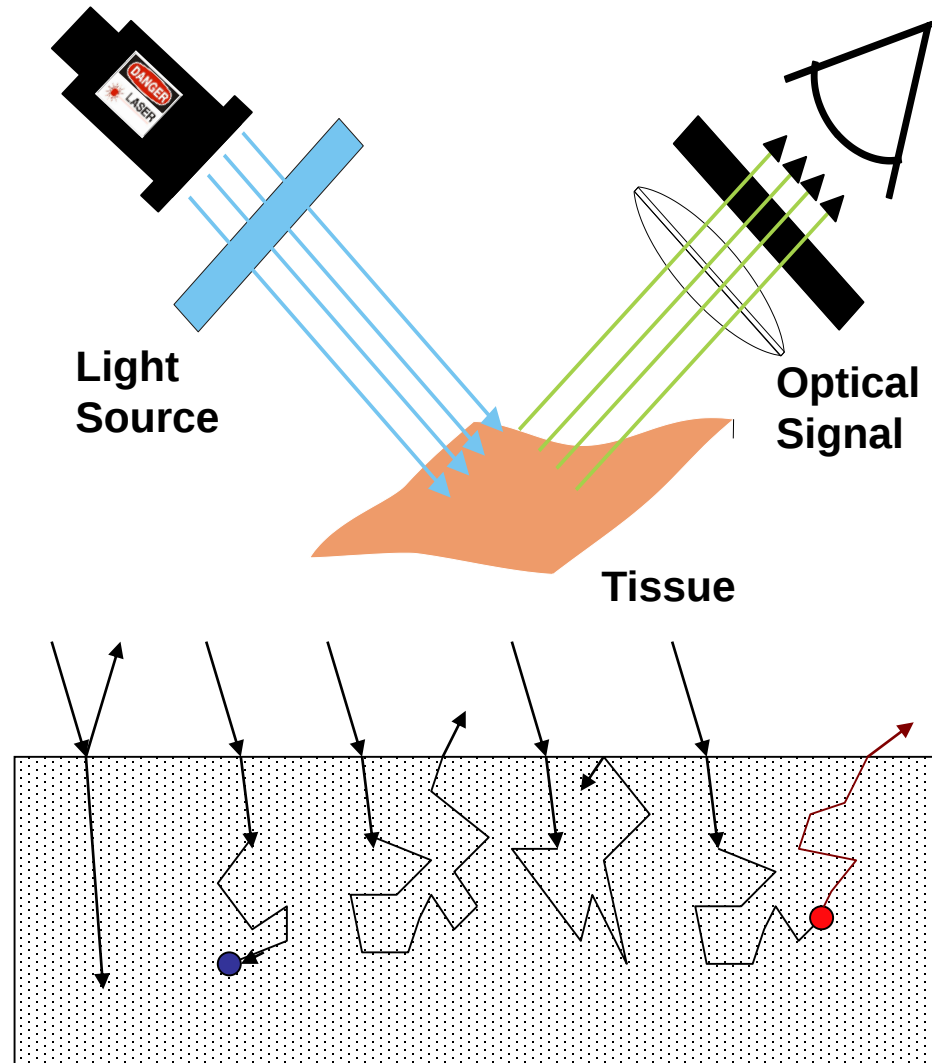


- **Αλληλεπίδραση φωτός και ιστών**

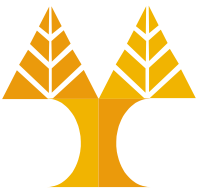
- Ανάκλαση (Reflection)
- Διάθλαση (Refraction)
- Απορρόφηση (Absorption)
- Σκέδαση (Scattering)
- Φθορισμός (Fluorescence)

- **Εξαρτάται από**

- Τα συστατικά του ιστού
- Οπτικές ιδιότητες του ιστού
- Διάδοση του φωτός

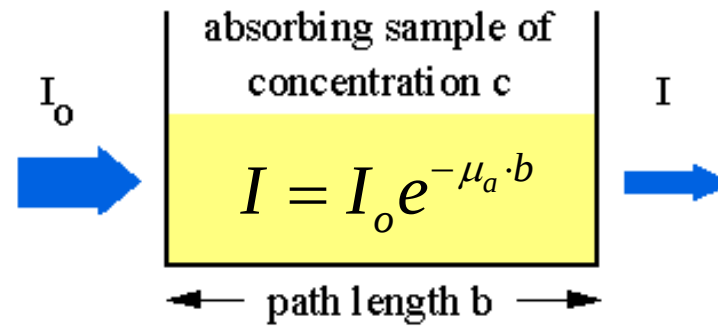


Απορρόφηση (Absorption)



- Μεταφορά ενέργειας από το φως προς κάποια μόρια

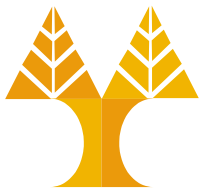
Νόμος Lambert-Beer:



- **Απορρόφηση**

- Τα ηλεκτρόνια του μορίου απορροφούν την ενέργεια του φωτός και τη μετατρέπουν σε δονητική (vibrational) κίνηση
- Τα ηλεκτρόνια αλληλοεπιδρούν με τα γειτονικά άτομα $\rightarrow$ μετατρέπουν δονητική ενέργεια σε θερμική ενέργεια

Απορρόφηση: Παλμικό Οξύμετρο



- **Χρήση:**

- Μέτρηση κορεσμού αρτηριακού αίματος

- **Πλεονεκτήματα:**

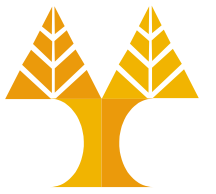
- Μη επεμβατικό
- Εξαιρετικά φορητό
- Συνεχής παρακολούθηση
- Φτηνό
- Αξιόπιστο

- **Περιορισμοί:**

- Αξιόπιστο όταν ο κορεσμός O_2 είναι πάνω από 70%
- Δεν είναι πολύ αξιόπιστο όταν η ροή επιβραδύνεται
- Μπορεί να επηρεαστεί από την κίνηση και τις διαφοροποιήσεις στο φωτισμό του δωματίου
- Δεν παρέχει ένδειξη του επιπέδου οξυγόνωσης του ιστού

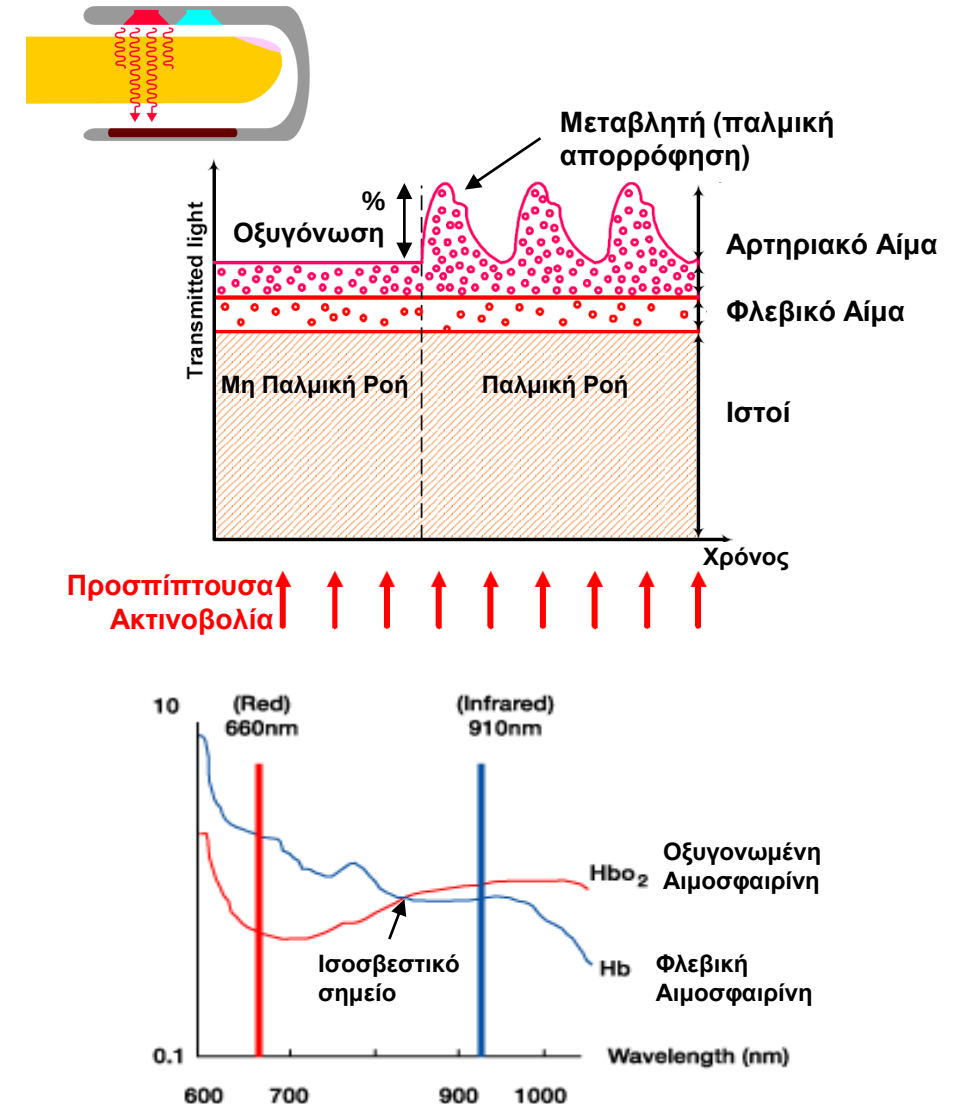


Απορρόφηση: Παλμικό Οξύμετρο

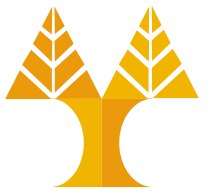


• Λειτουργία:

- Μέτρηση του οπτικού σήματος που μεταδίδεται μέσα από το δάχτυλο
- Το φως περνά από στρώματα ιστών (διαφορετικό πάχος), φλέβες και αρτηρίες
 - Σταθερή απορρόφηση
 - Παλμική απορρόφηση (μόνο λόγω παλμικής ροής αίματος)
- Φωτισμός σε 2 μήκη κύματος
 - Αμφίπλευρα του ισοσβεστικού σημείου (π.χ. 660 και 940 nm)
 - Ισοσβεστικό σημείο: μήκος κύματος όπου διασταυρώνονται τα φάσματα Hb και HbO₂.



Σκέδαση (Scattering)



- Αλλαγή της κατεύθυνσης της διάδοσης του φωτός από κάποια μόρια ή σωματίδια

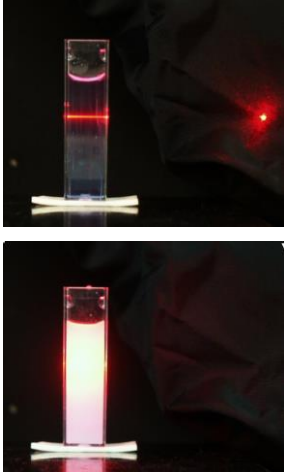
Rayleigh Scattering



Mie Scattering



Direction of incident light



Νόμος Lambert-Beer:

absorbing sample of concentration c

$$I = I_0 e^{-\mu_t \cdot b}$$
$$I = I_0 e^{-[(1-g)\mu_s + \mu_a] \cdot b}$$

path length b

I_0 → I

$$g = \begin{cases} -1 & \text{Εξολοκλήρου οπίσθια σκέδαση} \\ 0 & \text{Ισοτροπική σκέδαση} \\ 1 & \text{Εξολοκλήρου πρόσθια σκέδαση} \end{cases}$$

Βιολογικοί Ιστοί: $0.65 < g < 0.95$

- **Σκέδαση Rayleigh**

- Σκέδαση από πολύ μικρά σωματίδια (διάμετρος $\leq \lambda/10$)

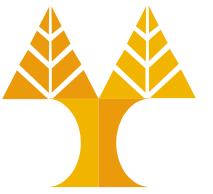
$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

λ είναι το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός
 I είναι η ένταση του σκεδασμένου φωτός

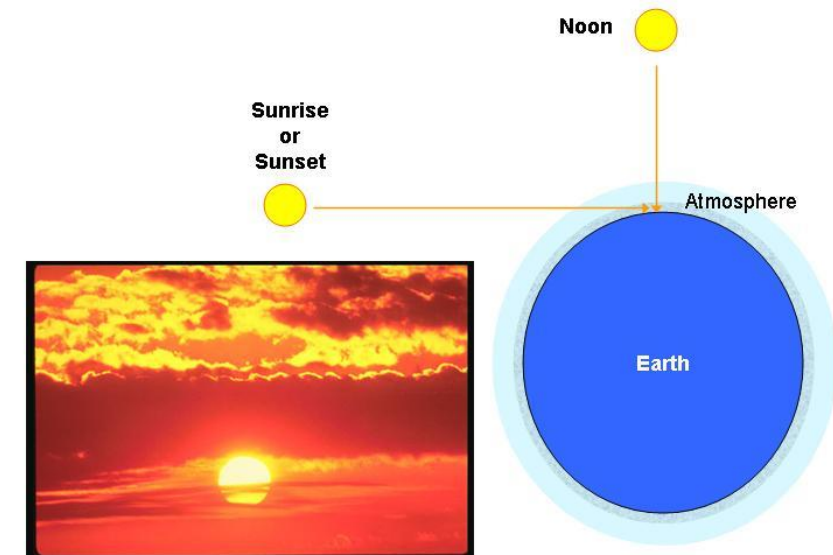
- **Σκέδαση Mie**

- Σκέδαση από σωματίδια της τάξης ή και μεγαλύτερα από το μήκος κύματος
- Εμπρόσθια κατεύθυνση σκέδασης (forward scattering)

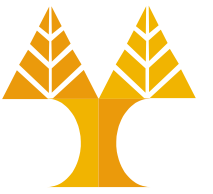
Σκέδαση (Scattering)



- **Γιατί ο ουρανός είναι μπλε, λευκά τα σύννεφα και το ηλιοβασίλεμα κόκκινο;**
 - Ο μπλε ουρανός είναι αποτέλεσμα της σκέδασης των μικρότερων μήκων κύματος
 - Το ορατό φως (μοβ και μπλε) σκεδάζεται επιλεκτικά από το O_2 και N_2
 - Σκεδάζεται ξανά και ξανά
 - Όταν το φως συναντά μεγαλύτερα σωματίδια (νέφωση, ομίχλη), παρουσιάζει σκέδαση Mie
 - Σκέδαση Mie → πολλά μήκη κύματος → φαίνονται λευκά
 - Όπως και ο καπνός του τσιγάρου
 - Στη δύση του ηλίου
 - Το φως αναγκάζεται να ταξιδέψει σε μεγαλύτερη διαδρομή μέσα από την ατμόσφαιρα
 - Το μπλε/πράσινο σκεδάζεται μακριά και μόνο το κόκκινο/πορτοκαλί (λιγότερη σκέδαση) φτάνει τα μάτια μας

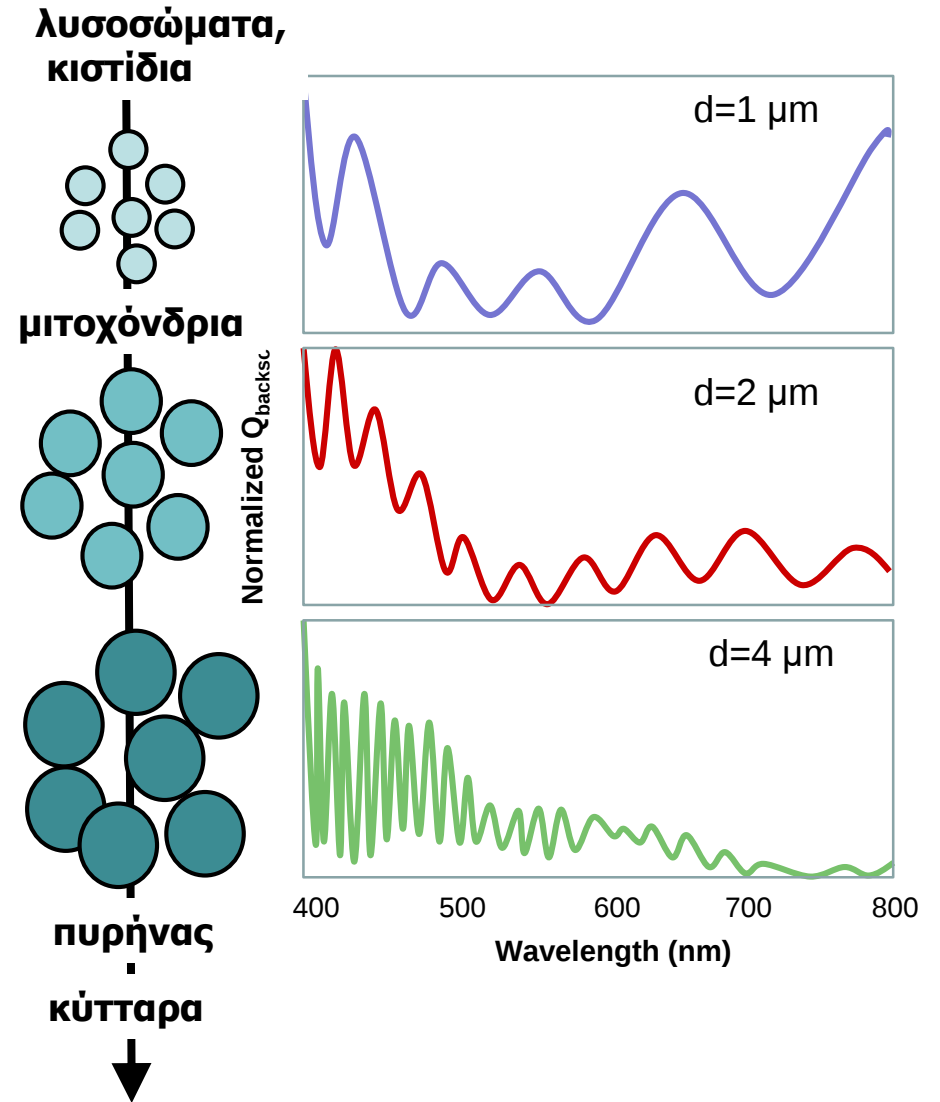
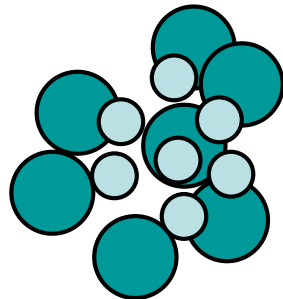


Σκέδαση (Scattering)



- Εξάρτηση σκέδασης Mie ως προς μήκος κύματος

- Όταν $d \uparrow \rightarrow$ περίοδος $\downarrow$
- Χαρακτηριστικά
 - Περίοδος κορυφών $\rightarrow$ μέγεθος σκεδαστή
 - Πλάτος διαμόρφωσης $\rightarrow$ αριθμός των σκεδαστών
- Πιο συχνά $\rightarrow$ μείγμα από σκεδαστές
 - Υπέρθθεση (Superposition) φασμάτων



Φασματοσκοπία Οπτικής Σκέδασης

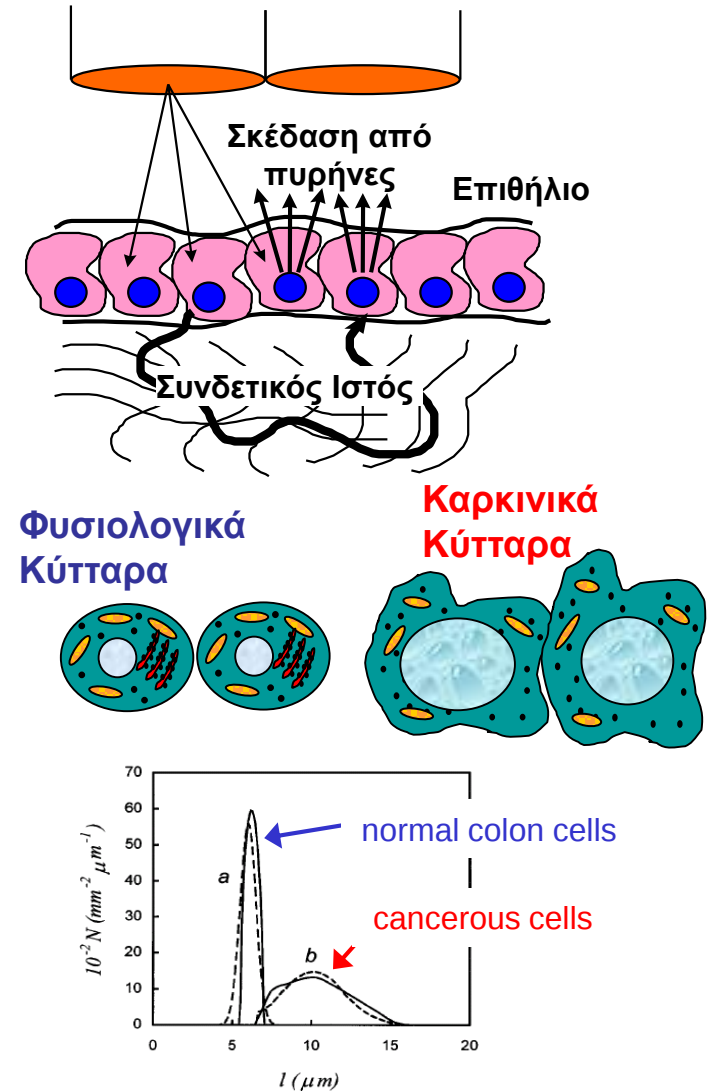


- Πληροφορία από το φάσμα της σκέδασης

- Σκέδαση Mie → Φασματική εξάρτηση του φωτός από το μέγεθος και τη δομή των σωματιδίων της σκέδασης

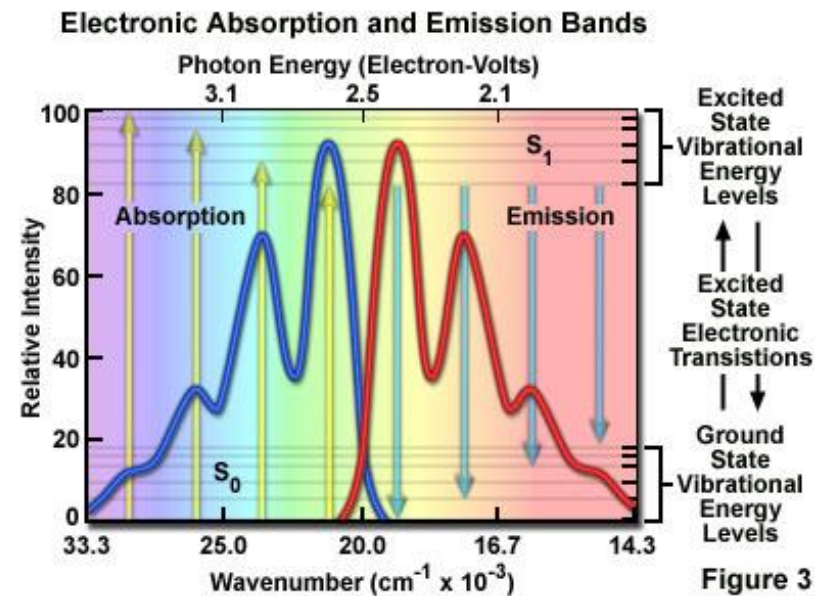
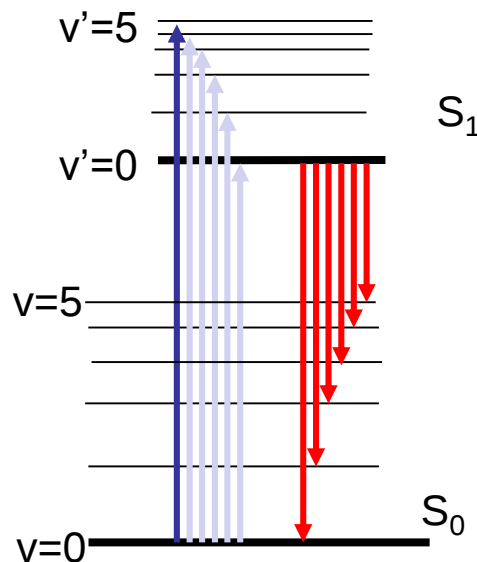
- Διαγνωστικά χρήσιμη

- “Βλέπει” ότι βλέπουν οι ιστοπαθολόγοι;
 - Δομικές (Architectural) αλλαγές
 - Χαρακτηριστικά των κυττάρων
 - Πυκνότητα και κατανομή
 - Σχήμα
 - Σχήμα του πυρήνα (nucleus)
 - Λόγος πυρήνα ως προς τον ολικό όγκο του κυττάρου
 - Κατανομή της χρωματίνης (Chromatin)
 - Δομή των οργανιδίων
 - Πολυμορφισμό (ποικιλομορφία στο πυρηνικό μέγεθος) και την πυκνότητα του DNA)
 - Όλα τα πιο πάνω επηρεάζουν (και αλλάζουν) το φάσμα του σκεδαζόμενου φωτός

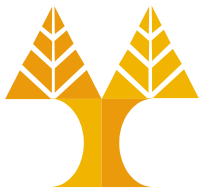




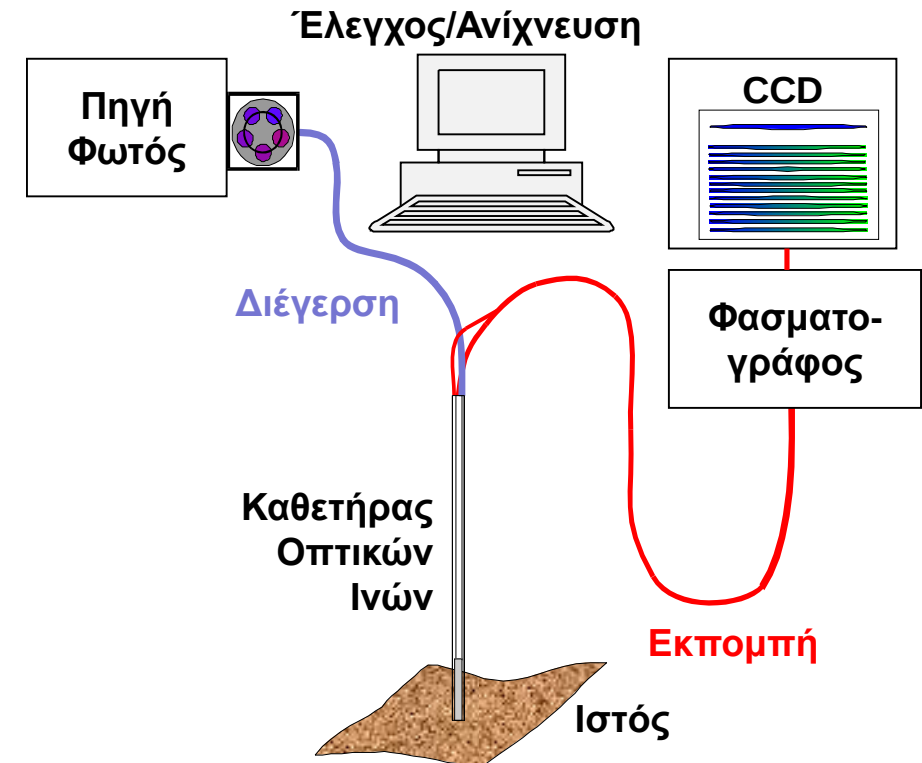
- **Εκπομπή μετά από απορρόφηση**
 - Εκπομπή σε μεγαλύτερο μήκος κύματος (λιγότερη ενέργεια)
 - Φθορισμός ή Φωσφορισμός
 - Η εκπομπή φθορισμού είναι πολύ πιο γρήγορη από ότι του φωσφορισμού
- **Απορρόφηση και εκπομπή σε πολλά πιθανά μήκη κύματος**
 - Λόγω των δονητικών ενεργειακών επιπέδων
 - Φάσμα απορρόφησης (μήκη κύματος όπου υπάρχει απορρόφηση)
 - Φάσμα εκπομπής (μήκη κύματος όπου υπάρχει εκπομπή)

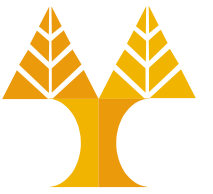


Φασματοσκοπία Φθορισμού

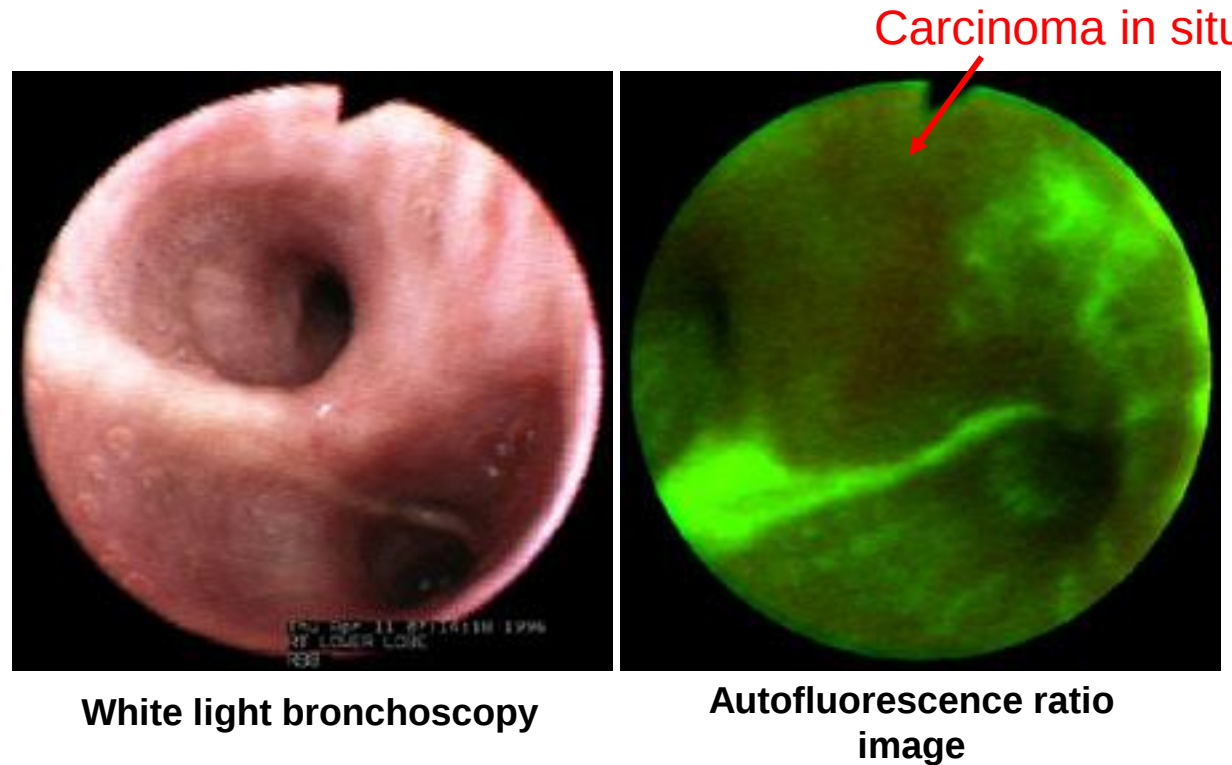


- Ο φθορισμός είναι μία άκρως ευαίσθητη μέθοδος
 - Μπορεί να μετρήσει συγκεντρώσεις αναλύτη από 10^{-8} M
- Κυριότερα μέρη εξοπλισμού φασματοσκοπίας φθορισμού
 - Πηγή φωτός
 - Μονοχρωματική (LED, laser, ή άλλη με φίλτρο)
 - Μεταφορά του φωτός στο δείγμα
 - Φακοί/Κάτοπτρα
 - Οπτικές Ίνες
 - Διαχωρισμός μηκών κύματος της εκπομπής
 - Φίλτρα ή συνήθως Φασματογράφος
 - Ανιχνευτής
 - Κάμερα CCD ή Φωτοπολλαπλασιαστής για αδύναμο φθορισμό

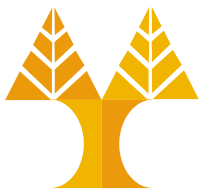




- Επιτόπια (in situ) ανίχνευση καρκίνου του πνεύμονα με το σύστημα απεικόνισης LIFE
 - Ο αυτοφθορισμός βελτιώνει την ικανότητα να εντοπιστούν μικρές προ-καρκινικές αλλοιώσεις



Άλλες μέθοδοι



- **Φασματοσκοπία**

- Ράμαν (Βιοχημική σύσταση)
- Φασματοσκοπία “Αντλίας – Ανιχνευτή” (Pump-Probe)

- **Απεικόνιση**

- Μικροσκοπία
- Οπτική Τομογραφία Συνοχής
- Μοριακή Απεικόνιση
- Οπτική Τομογραφία Διάχυσης
- Υπερφασματική Απεικόνιση
- Φωτοακουστική Απεικόνιση

