

# ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΦΥΤΟΥ

ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΪΒΑΛΑΚΙΣ, Αν. Καθηγητής  
ΓΙΩΡΓΟΣ ΚΑΡΑΜΠΟΥΡΝΙΩΤΗΣ, Καθηγητής  
ΚΩΣΤΑΣ ΦΑΣΣΕΑΣ, Καθηγητής

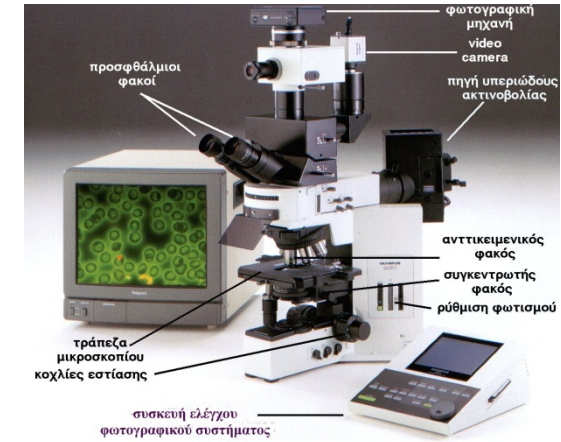
Πληροφορίες για εμένα, το Μάθημα της  
Ανατομίας Φυτού και το Εργαστήριο  
Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας θα βρείτε στην  
Ιστοσελίδα:

[www.aua.gr/fasseas](http://www.aua.gr/fasseas)

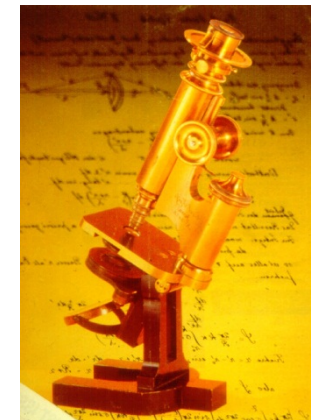
Η ιστορία της **μορφολογίας**, και κυρίως της **ανατομίας** των φυτών είναι αδιάρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη των μικροσκοπίων και επομένως και την εξέλιξη της οπτικής ως επιστήμης.



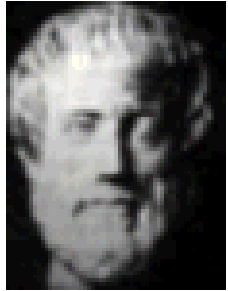
Το μικροσκόπιο  
είναι ένα από  
τα πιο  
συναρπαστικά  
εργαλεία του  
ανθρώπου.



# Τα μικροσκόπια και η ιστορία τους



Αριστοτέλης



# Οι αρχαίοι Έλληνες

Δημόκριτος



Αν και ο Δημόκριτος, με την ατομική θεωρία του, υποστήριξε την ιδέα των σωματιδίων που είναι άορατα με το μάτι, οι σύγχρονοί του «σοφοί», όπως ο Ιπποκράτης, ο Αριστοτέλης, ο Θεόφραστος και άλλοι, δεν υποψιάστηκαν ότι μπορεί να υπάρχουν δομές τόσο μικρές που δεν μπορεί να τις διακρίνει το ανθρώπινο μάτι!



Ιπποκράτης



Ο Αριστοφάνης, Αθηναίος κωμικός ποιητής του 5ου αιώνα (περίπου 450 - 385 π.Χ.) γράφει στο έργο του "Νεφέλες" τα εξής (σε μετάφραση του Γεώργιου Σουρή):

**Στρεψιάδης**

ήρηνκ' αφάνισιν τῆς δίκης σοφωτάτην,  
ὡστ' αὐτόν ομολογεῖν σέ μοι.

**Σωκράτης**

ποιάν τινά;

**Στρεψιάδης**

ἤδη παρά τοῖσι φαρμακοπώλαις τήν λίθον  
ταύτην εὐρακας, τήν καλήν, τήν διαφανή,  
αφ' ἧς τό πύρ ἀπτουσι;

**Σωκράτης**

τήν ὕαλον λέγεις;

**Στρεψιάδης**

έγωγε.

**Σωκράτης**

φέρε, τί δήτ' άν,

**Στρεψιάδης**

ει ταύτην λαβών, ὁπότε γράφοιτο τήν δίκην  
ο γραμματεὺς, ἀπωτέρω στάς ὡδε πρὸς τόν  
ἥλιον τά γράμματ' ἐκτῆξαιμι τῆς ἐμῆς δίκης;

**Σωκράτης**

σοφῶς γε νή τὰς Χάριτας.

**Στρεψιάδης**

Βρήκα μια σπουδαία λύσι να ξεφύγω μ'  
ευκολία, που και συ θα συμφωνήσεις...

**Σωκράτης**

ποια είναι;

**Στρεψιάδης**

Μέσ' στα φαρμακοπωλεία έτυχε να δεις  
την πέτρα την γυαλιστερή, που μ' αυτήν το  
φως ανάβουν;

**Σωκράτης,**

Το γυαλί μου λες;

**Στρεψιάδης**

ναι

**Σωκράτης**

φέρτην λοιπόν

**Στρεψιάδης**

Αν λοιπόν μια τέτοια πάρω, κι όταν ο  
Γραμματικός γράφει την δική μου δίκη,  
τότ' εγώ προσεκτικός μακριά του κι εδώ  
πέρα προς τον ήλιο σταματήσω, και τα  
γράμματα της δίκης τού τα λιώσω, του τα  
σβήσω;

**Σωκράτης**

Μα τας Χάριτας ωραίων.

Αυτό το κείμενο μας λέει, εκτός του ότι τέτοιες απάτες γινόντουσαν και τότε, ότι τον 5<sup>ο</sup> πΧ αιώνα στα μαγαζιά της εποχής πουλούσαν γυάλινες σφαίρες που τις χρησιμοποιούσαν για να ανάβουν φωτιά, εστιάζοντας τις ακτίνες του ήλιου ή για να σβήνουν γράμματα που είχαν χαραχτεί σε πλάκα επιστρωμένη με κερί (κάτι σαν blanco!).

- Πολλοί, έμμεσα συμπεραίνουν ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν ανακαλύψει το μεγεθυντικό φακό εφόσον μπορούσαν να χαράξουν νομίσματα των οποίων οι λεπτομέρειες ξεπερνούν τη διακριτική ικανότητα του ανθρώπινου ματιού.
- Το συμπέρασμα είναι απόλυτα σωστό αν και δεν έχει βρεθεί ακόμα τέτοιος φακός.
- Η επεξεργασία του γυαλιού ήταν μεν γνωστή στην αρχαιότητα, η τεχνολογία όμως του γυαλιού δεν ήταν αναπτυγμένη σε τέτοιο βαθμό που να μπορούν να παράγουν απόλυτα διαφανές γυαλί.
- Το πιθανότερο είναι να χρησιμοποιούσαν γυάλινες σφαίρες γεμάτες νερό, όπως άλλωστε αναφέρει και ο Σενέκας (βλέπε πιο κάτω).

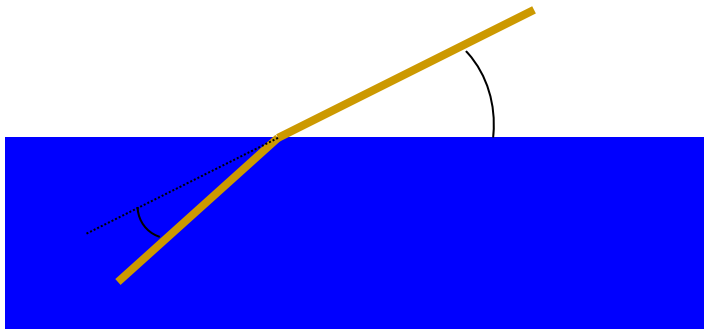


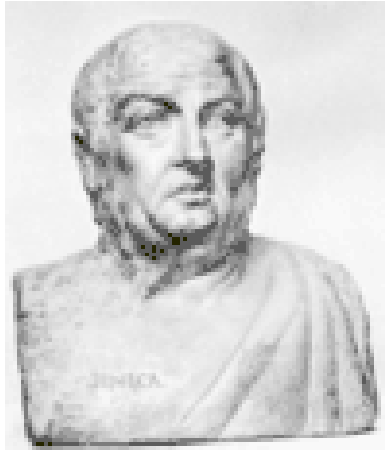
- Αυτά τα ερωτήματα έχουν προβληματίσει πολλούς μελετητές και τα βρίσκουμε ακόμα και σε βιβλία μικροσκοπίας του 1850.
- Σ' ένα από αυτά με τίτλο: THE MICROSCOPE: HISTORY, CONSTRUCTION, AND APPLICATION με συγγραφέα τον JABEZ HOGG, 1854, σε ελεύθερη μετάφραση αναφέρεται ότι ο Κικέρωνας αναφέρει για κάποια Ιλιάδα που ήταν γραμμένη σε περγαμηνή μέσα σ' ένα όστρακο και ότι ο Πλίνιος αναφέρει ότι ο Μυρμικίδης ο Μιλήσιος κατασκεύασε σε ελεφαντόδοντο μια τετράγωνη εικόνα την οποία μπορούσε να καλύψει μια μύγα με τα φτερά της.
- Το σχόλιο του συγγραφέα είναι ότι ή οι προγονοί μας είχαν πολύ καλύτερη όραση από εκείνη που έχουν σήμερα οι καλλιτέχνες ή ότι οι Αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι γνώριζαν τις μεγεθυντικές ιδιότητες των φακών.
- Εκτός βέβαια, συμπληρώνω εγώ, αν τα όστρακα και οι μύγες στην αρχαιότητα ήταν πολύ μεγάλα!

- Ο όρος "Μικροσκόπιο" δεν υπήρχε στην αρχαία Ελληνική γλώσσα αλλά λέγεται ότι προτάθηκε για τη συγκεκριμένη συσκευή από τον διακεκριμένο Έλληνα φιλόσοφο και θεολόγο Ιωάννη Δημησιάνο, ο οποίος γεννήθηκε στην Κεφαλονιά το 1574, ήταν μέλος της Ιταλικής Ακαδημίας Επιστημών και πέθανε στο Παρίσι το 1618.
- Ήταν σύγχρονος του Γαλιλαίου και ενέκρινε τους όρους Ηλιοσκοπία και Τηλεσκόπιο που χρησιμοποιούσε ο Γαλιλαίος.



- Τον 2ο π.Χ. αιώνα ο Κλαύδιος Πτολεμαίος περιγράφει ότι ένα κομμάτι ξύλο, φαίνεται λυγισμένο μέσα στο νερό και υπολόγισε με ακρίβεια  $1/2$  βαθμού τις γωνίες που σχηματίζονται ενώ υπολόγισε και το δείκτη διαθλάσεως του νερού.





Τον 1ο π.Χ. αιώνα ο τραγωδός Σενέκας, αναφέρει ότι διάβασε «όλα τα βιβλία της Ρώμης» κοιτάζοντας μέσα από μια γυάλινη σφαίρα γεμάτη με νερό.

Συγκεκριμένα γράφει: "Γράμματα, όσο μικρά και δυσδιάκριτα και αν είναι, φαίνονται μεγεθυσμένα και καθαρά μέσα από μια γυάλινη σφαίρα γεμάτη με νερό".

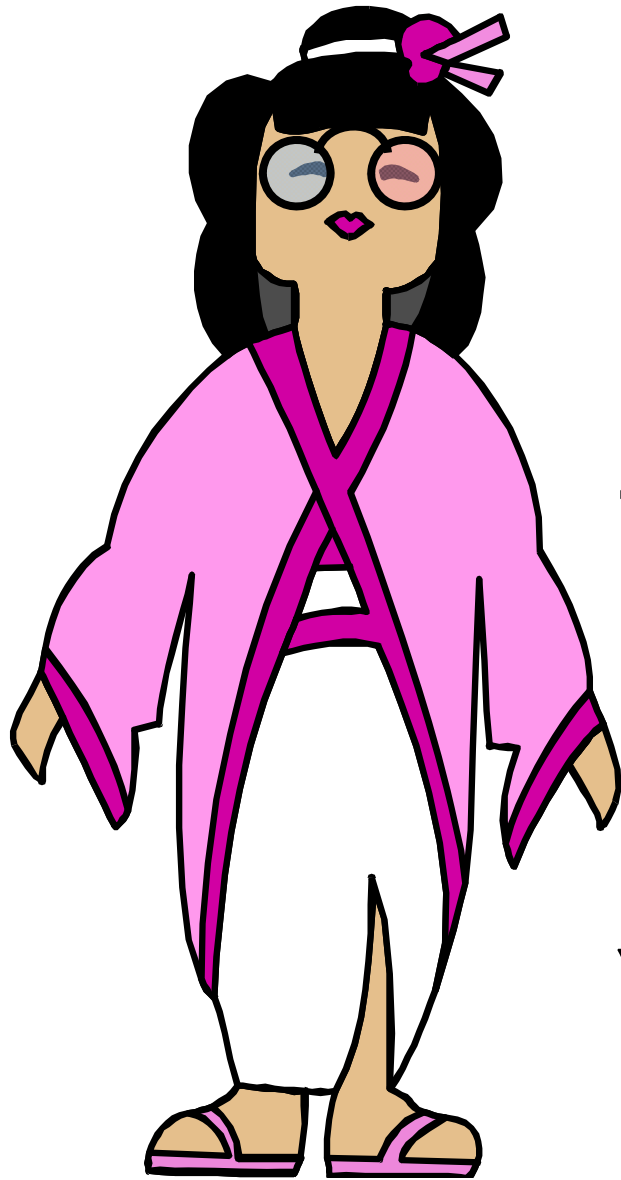


- Το πότε κατασκευάστηκε ο πρώτος φακός και χρησιμοποιήθηκε ως μεγεθυντική συσκευή είναι ένα μυστήριο. Φαίνεται όμως ότι δεν είναι τόσο παλιά εφεύρεση όπως αρχικά πιστεύαμε.
- Απ' ότι φαίνεται οι αρχαίοι Έλληνες, Αιγυπτιοί ή Ρωμαίοι δεν χρησιμοποιούσαν φακούς για βελτίωση της όρασης.



- Ο περίφημος "Φακός Lanyard", ανακαλύφθηκε από τον Lanyard στο Nimrod (στον τάφο του Nimrod, στη Νινεβιά της Μεσοποταμίας) και χρονολογείται από το 721 –705 π.Χ. Για πολλά χρόνια είχε θεωρηθεί ως το πρώτο παράδειγμα επιπεδόκυρτου φακού. Σήμερα όμως πιστεύεται ότι αυτό το κομμάτι από γυαλί, ήταν μόνο για διακόσμηση και ότι οι φακοί είναι πιο πρόσφατα κατασκευάσματα.



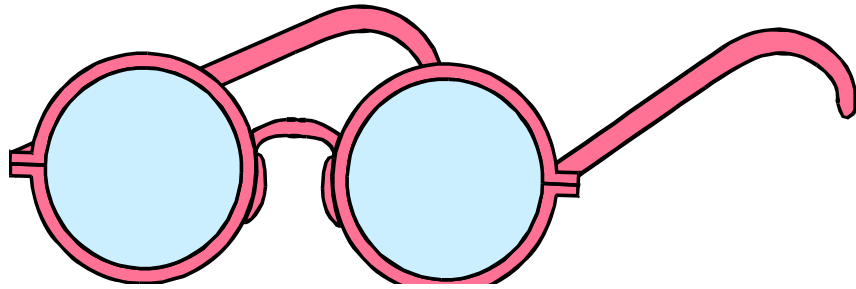


Οι κινέζοι φορούσαν πολύχρωμα γυαλιά πριν από εκατοντάδες χρόνια, αλλά απ' ότι φαίνεται, ήταν μόνο για κοσμητικούς λόγους ή για να προστατεύουν τα μάτια τους από τις δυνάμεις του κακού!

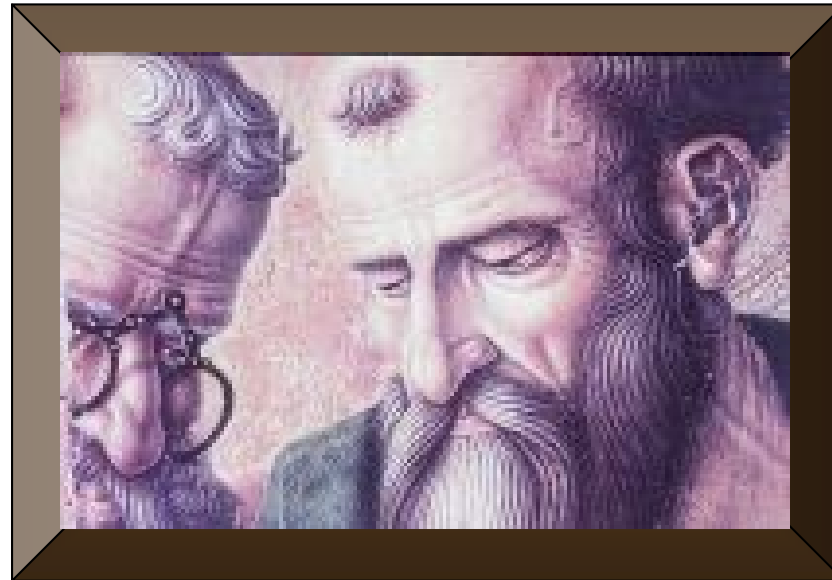


Ο Νέρων

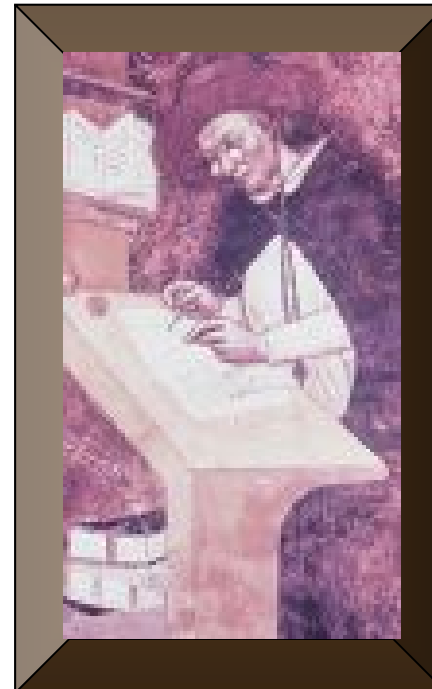
- Η παλαιότερη αναφορά που γίνεται σχετικά με τη χρήση φακών για διευκόλυνση της όρασης, είναι από τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο, ο οποίος αναφέρει ότι το 23–79 μ.Χ ο Νέρωνας παρακολουθούσε τις μάχες των μονομάχων κοιτάζοντας μέσα από ένα σμαράγδι.
- Ο Νέρωνας όμως μάλλον χρησιμοποιούσε το σμαράγδι, που είναι πράσινο, είτε για να προστατεύει τα μάτια του απ' τις ακτίνες του ήλιου, είτε και το πιο πιθανό λόγω του ότι ήταν πολύ εκκεντρικός.



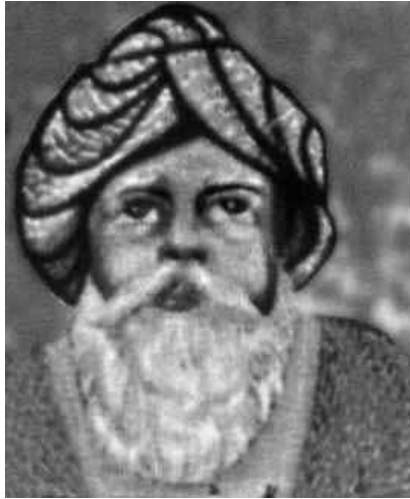
- Η επόμενη αναφορά για τη χρήση γυαλιών γίνεται δώδεκα αιώνες αργότερα περίπου το 1280 – 1285 μ.Χ., όταν στη Φλωρεντία της Ιταλίας άρχισαν να διαδίδονται τα γυαλιά, χωρίς όμως να γίνει ποτέ γνωστό ποιος ήταν, και αν ήταν ένας ο εφευρέτης τους.



- Το πρώτο πορτραίτο που παρουσιάζει κάποιον να φοράει γυαλιά είναι του Tomasso da Modena το 1352.



- Όσο για τους φακούς επαφής, η ιδέα ξεκίνησε το 1845 από τον Sir John Herschel ενώ μέχρι το τέλος του αιώνα οι φακοί επαφής, που ήταν βέβαια φτιαγμένοι από γυαλί, χρησιμοποιούντουσαν από αρκετούς.



- 962 – 1038 μ.Χ. Ο Άραβας Alhazen (Abu Ali Hasan Ibn al-Haitham), έγραψε την πρώτη του εργασία "*Opticae Thesaurus*" όπου όχι μόνο αναπτύσσει τις αρχές της Οπτικής, αλλά περιγράφει την ανατομία του ανθρώπινου ματιού και πώς ο φακός του ματιού εστιάζει μια εικόνα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.





Roger Bacon

- Το 1267 μ.Χ. ο Roger Bacon, ένας Άγγλος φιλόσοφος, στο έργο του "Perspectiva" αναφέρει ότι μικρά αντικείμενα μπορούν να παρατηρηθούν μεγεθυσμένα μέσα από ένα τμήμα γυάλινης σφαίρας. Κάτι που όμως είχε ήδη αναφέρει ο Σενέκας πριν από περίπου 1300 χρόνια, τον 1<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ.

# Υπάρχει εφευρέτης του μικροσκοπίου;

Είναι δύσκολο να δοθεί μια απάντηση.

Είναι γεγονός ότι ήταν πολλοί εκείνοι που ανεξάρτητα από άλλους, πειραματίστηκαν με το συνδυασμό φακών για να πετύχουν μεγαλύτερες μεγεθύνσεις.



Anton Von  
Leeuwenhoek

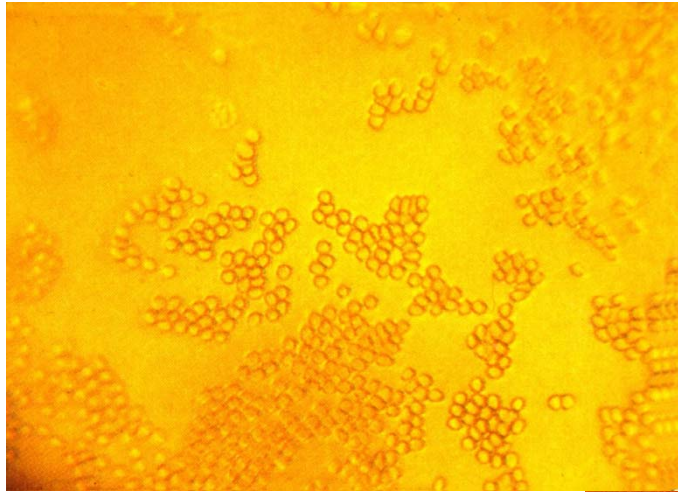


Zacharias Jansen

- Ο Leeuwenhoek αναφέρεται από πολλούς ως ο εφευρέτης του μικροσκοπίου το 1670, κάτι όμως που φαίνεται να μην αληθεύει αφού ο Zacharias Jansen κατασκεύαζε μικροσκόπια και φαίνεται ότι το ίδιο έκανε και ο πατέρας του Hans, πριν το 1595.



Διάφορες μικροσκοπικές δομές όπως τις έβλεπε  
ο Van Leewenhoek με το μικροσκόπιό του.

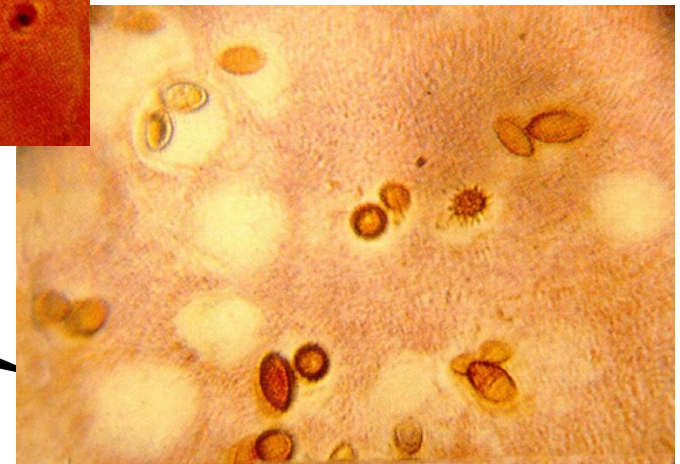


Ερυθρά  
αιμοσφαίρια

Βακτήρια ή  
animalcules,  
όπως ο ίδιος  
τα ονόμασε



γυρέόκοκκοι





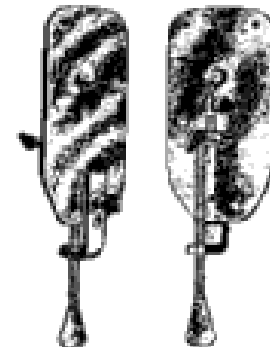
Γαλιλαίος

- Άλλοι πάλι θέλουν το Γαλιλαίο ως τον εφευρέτη του μικροσκοπίου αφού κατασκεύασε το τηλεσκόπιο, κάτι όμως που έγινε μετά το 1607.

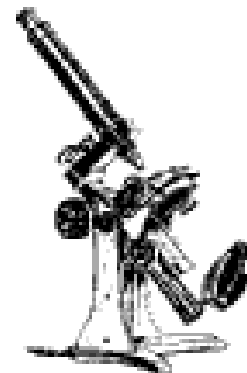
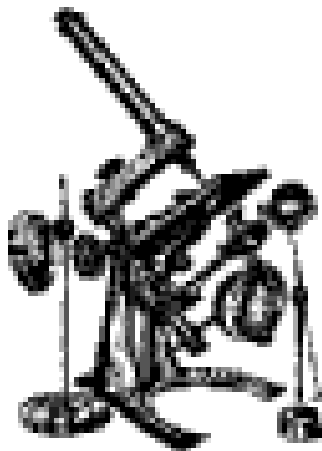
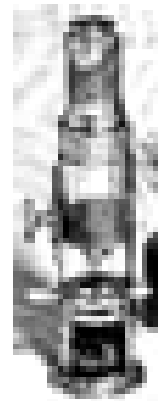
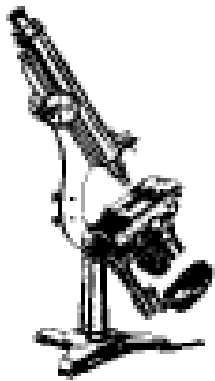


- Από τα λίγα στοιχεία που έχουμε και από τα λιγοστά μικροσκόπια που έχουν βρεθεί σε συλλογές και μουσεία, φαίνεται ότι το σύνθετο μικροσκόπιο αναπτύχθηκε κατά το τέλος του 15<sup>ου</sup> και κατά τον 16<sup>ο</sup> αιώνα. Τους επόμενους αιώνες έγιναν πολλές βελτιώσεις στα οπτικά και μηχανικά μέρη των μικροσκοπίων. Το 19<sup>ο</sup> αιώνα έγιναν πολλές βελτιώσεις που αφορούσαν τη διόρθωση των χρωματικών και σφαιρικών σφαλμάτων των φακών.

# Μερικά από τα μικροσκόπια του 17<sup>ου</sup> αιώνα

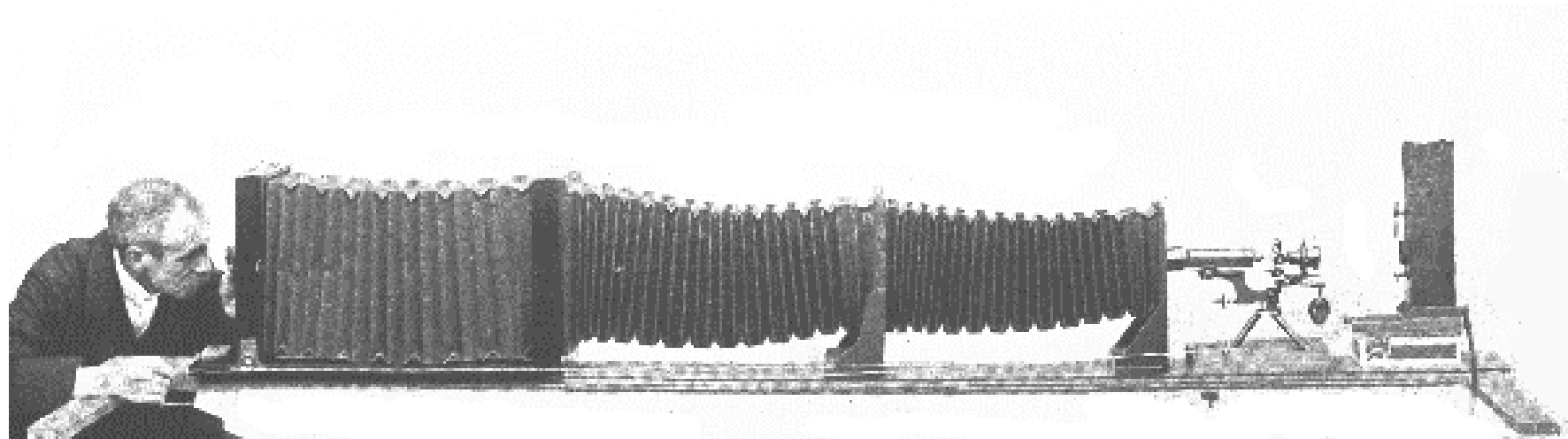


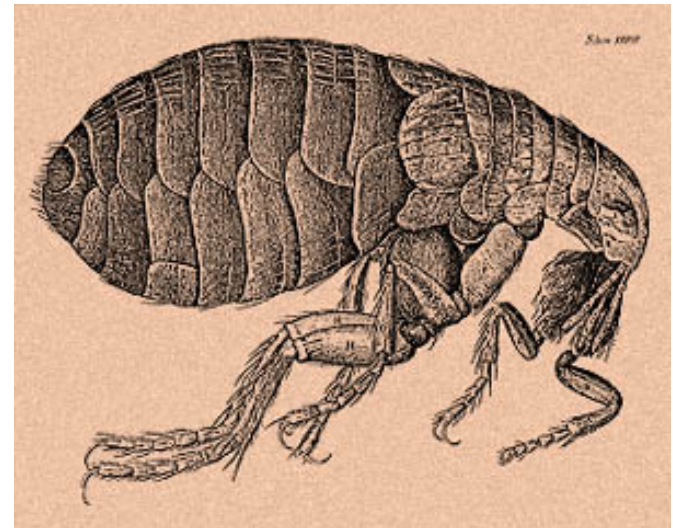
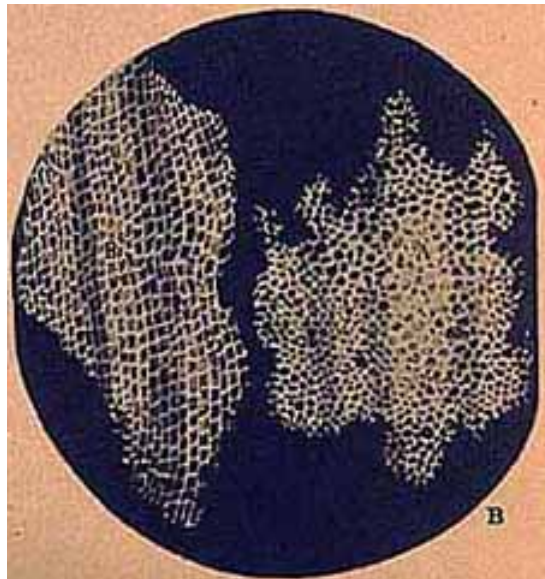
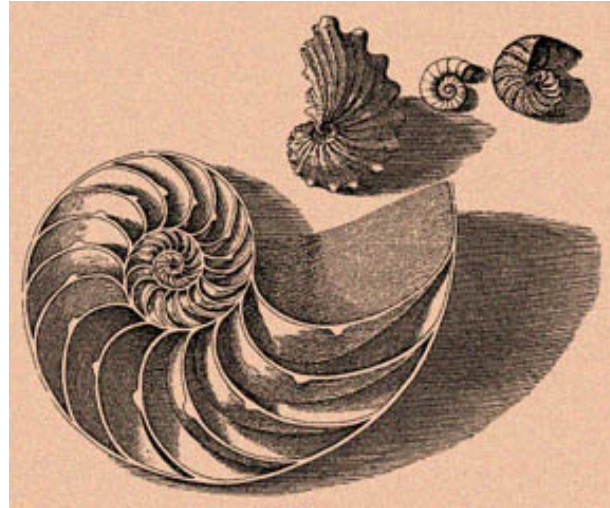
# Μερικά από τα μικροσκόπια του 19<sup>ου</sup> αιώνα





Πως γινόταν η φωτογράφιση από το  
μικροσκόπιο το 1904!





Φορητό μικροσκόπιο τσέπης σε κασετίνα με αντικειμενοφόρους πλάκες και βοηθητικό φακό που βρέθηκε σε παζάρι των Βρυξελών. Το μικροσκόπιο αυτό θα πρέπει να κατασκευάστηκε γύρω στο 1850, κρίνοντας από την τεχνολογία κατασκευής, το μέγεθος μέγεθος και τη διακόσμηση των αντικειμενοφόρων.







Σύνθετο οπτικό μικροσκόπιο  
κατασκευασμένο στο Παρίσι  
το 1856 από τον G.  
Oberhouser κρίνοντας από  
τον αριθμό πλαισίου  
(S/N:3680) (προσωπική  
συλλογή Κ. Φασσέα).

# Τι θα μπορούσαμε να ορίσουμε σήμερα ως μικροσκόπιο.

- Οποιαδήποτε συσκευή που μπορεί να δώσει καλύτερη διακριτική ικανότητα από το ανθρώπινο μάτι που είναι  $d=0.2 \text{ mm}$ .
- Τέτοιες συσκευές είναι εκτός από τα κλασικά πλέον οπτικά και ηλεκτρονικά μικροσκόπια και διάφορες διατάξεις ψηφιοποίησης εικόνας, πολλές από τις οποίες έχουμε στο σπίτι μας, όπως ένας σαρωτής ή μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή υψηλής ανάλυσης.

Μερικά από τα νέας τεχνολογίας  
μικροσκόπια που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

