



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ

ΔΡ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΠΙΝΑΣ

Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Email: binasbill@iesl.forth.gr

Thl. 1269

Crete Center for Quantum Complexity and
Nanotechnology

Department of Physics, University of Crete

Transparent Conductive Materials

Institute of Electronic Structure & Laser – IESL

Foundation for Research and Technology - FORTH



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

Το Περιεχόμενο του μαθήματος της **Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας** θα χωρίζεται σε τρία βασικά μέρη και ένα προαιρετικό.

Το **Μέρος Α** θα περιλαμβάνει βασικές γενικές αρχές και έννοιες της ΗΜ (Γεωμετρική και φυσική οπτική), εξέλιξη ηλεκτρονικών μικροσκοπίων, συστήματα κενού και θεωρία κενού.

Το **Μέρος Β** θα περιλαμβάνει γενικές αρχές (δομή, λειτουργία) Ηλεκτρονικών Μικροσκοπίων Διέλευσης, Σάρωσης και Μικροσκοπία Σάρωσης με ακίδα.

Τέλος, το **Μέρος Γ** θα περιλαμβάνει κεφάλαια ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, περίθλαση ηλεκτρονίων και μεθόδου ΖΑΦ.

Επιπλέον, στα πλαίσια το μαθήματος θα γίνουν 2 Εργαστήρια άσκησης και εφαρμογές σε τεχνικές προετοιμασίας δειγμάτων για την παρατήρηση με SEM (Μέρος Δ).

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα **Τετάρτη**, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Α

- **Γενικές αρχές:** Μονάδες Μήκους και Ονοματολογία, Γεωμετρική και Φυσική Οπτική, Γυάλινοι και Ηλεκτρονικοί Φακοί, Διαδρομές Ακτίνων, Είδωλα, Απλό και Σύνθετο Μικροσκόπιο, Κροσσοί Fresnel, Δίσκοι Airy, Περιοριστικά Διαφράγματα και Διαφράγματα Πεδίου / Διακριτική Ικανότητα
- **Εξέλιξη Μικροσκοπίου:** Η/Μ Ακτινοβολία – Μικροσκόπιο ακτίνων Χ, Ηλεκτρόνιο ως Κύμα – Ιδέα για την Κατασκευή Η/Μ
- **Είδη ηλεκτρονικών μικροσκοπίων:** Αλληλεπίδραση ηλεκτρονίου – Ύλης, Είδη Ηλεκτρονικών Μικροσκοπίων

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Α

- **Ιδιότητες Μαγνητικών Φακών:** Δομή Μαγνητικών Φακών, Φαινόμενο Υστέρησης, Εκτροπές φακών, Βάθος Πεδίου και Βάθος εστίασης
- **Σχηματισμός Ειδώλου και αντίθεση:** Προετοιμασία Δείγματος, Διαδικασία σχηματισμού ειδώλου, σκέδαση, πυκνότητα μάζας, διαφράγματα, θόρυβος
- **Σύστημα Κενού:** Μονάδες και Ονοματολογία, Δημιουργία Κενού, Όργανα Μέτρησης Κενού, Σχεδιασμός συστήματος κενού
- **Θεωρία Κενού:** Βασικές παραδοχές τις κινητικής θεωρίας των αερίων, Εφαρμογές Κινητικής Θεωρίας, Αρχή Λειτουργίας αντλιών, Τεχνολογία Κενού

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Β

- **Σύγχρονο Η.Μ. Διέλευσης:** Γενικά εισαγωγικά, Βασικές Αρχές, Δημιουργία εικόνας, Ανατομία Η.Μ.Δ., Εφαρμογές, Η.Μ. Διέλευσης στην πράξη
- **Σύγχρονο Η.Μ. Σάρωσης:** Γενικά εισαγωγικά, Βασικές Αρχές, Δημιουργία εικόνας, Ανατομία Η.Μ.Σ., Εφαρμογές, Η.Μ. Σάρωσης στην πράξη
- **Μικροσκοπία Σάρωσης με Ακίδα:** Γενικά εισαγωγικά, Βασικές Αρχές, Αρχή και τρόποι λειτουργίας, Γεωμετρία ακίδας και μορφολογίας της επιφάνειας, Εφαρμογές, Μ.Σ.Α. στην πράξη

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, *ΑΜΦ Β*
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Γ

- **Δομή Κρυστάλλων:** Μελέτη Δομών, Σύστημα κρυστάλλωσης Bravais, Δείκτες Miller, Αντίστροφα πλέγματα, Ατέλειες
- **Περίθλαση ηλεκτρονίων:** Νόμος Bragg, Μέθοδοι απεικόνισης και ανάλυσης, Προσδιορισμός δομών
- **Εισαγωγή στην Μικροανάλυση ακτίνων - Χ:** Αρχές και παραγωγή ακτίνων – Χ, Χαρακτηριστικές γραμμές
- **Ανίχνευση ακτίνων Χ (WDS, EDS):** Διαδικασία ανάλυσης και προβλήματα
- **Ποιοτική και ποσοτική μικροανάλυση (μέθοδος ZAF)** Ενεργειακά φάσματα, Παράγοντες ka, kz, kf, μέθοδος ZAF, Εφαρμογές

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Δ – Προαιρετικό

Το μάθημα θα ολοκληρωθεί με **(2) Εργαστήρια άσκησης** σε τεχνικές προετοιμασίας δειγμάτων και παρατήρηση με Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM). Αναλυτικά φαίνεται το πρόγραμμα των εργαστηριακών ασκήσεων στο Παράρτημα.

Το συγκεκριμένο μέρος είναι προαιρετικό και δεν είναι υποχρεωτικό για όλους τους φοιτητές. Θα τηρηθεί σειρά προτεραιότητας στους φοιτητές που παρακολουθούν τις διαλέξεις και ο αριθμός των φοιτητών θα είναι ~ 30. Στόχος του συγκεκριμένου προαιρετικού μέρους Δ είναι να αποκτήσουν μία επαφή στην πράξη βλέποντας διαφορετικών τύπου Ηλεκτρονικά Μικροσκόπια.

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα **Τετάρτη**, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

ΜΕΡΟΣ Δ – Προαιρετικό

Το εργαστηριακό Μάθημα της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας θα έχει διάρκεια 4 ωρών και θα πραγματοποιείται τις ώρες του Μαθήματος στο Εργαστήριο της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Πανεπιστημίου Κρήτης (τμήμα Βιολογίας). Για την καλύτερη διευκόλυνση οι συμμετέχοντες φοιτητές θα χωριστούν σε 2 group των 15 ατόμων.

Περιγραφή Εργαστηριακού Μαθήματος Μικροσκοπίας

Μέρος 1ο (Διάρκεια 2 ώρες)

- Βασικές Αρχές Λειτουργίας Οπτικού Μικροσκοπίου και Στερεοσκοπίου
- Παρασκευή Δειγμάτων (ανόργανα και ξερά υλικά, βιολογικά υλικά)
- Παρατήρηση δειγμάτων στο Ο.Μ. και στο Στερεοσκόπιο
- Sputtering / Λειτουργία συστήματος επικάλυψης μη αγώγιμων δειγμάτων
- Βασικές Αρχές και Λειτουργία συστήματος ion Milling και Αντλιών

Μέρος 2ο (Διάρκεια 2 ώρες)

- Παρατήρηση των δειγμάτων στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης SEM
- Ποιοτική Μικροανάλυση ακτίνων Χ (EDS)
- Ξενάγηση στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Διέλευσης (TEM)

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ, Φ-277



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα **Τετάρτη**, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

Βιβλιογραφία – Εγχειρίδια

Η Βιβλιογραφία που θα χρησιμοποιηθεί για το μάθημα της Μικροσκοπίας θα είναι η παρακάτω:

- **Σημειώσεις «Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική Μικροσκοπία»** - Γεώργιος Κυριακίδης, Βασίλειος Μπίνας
- **«Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM»** - Ray Egerton (2005)
- **«Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science»** - D.B. Williams, C.B. Carter - Plenum Press, New York, (1996)

<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>



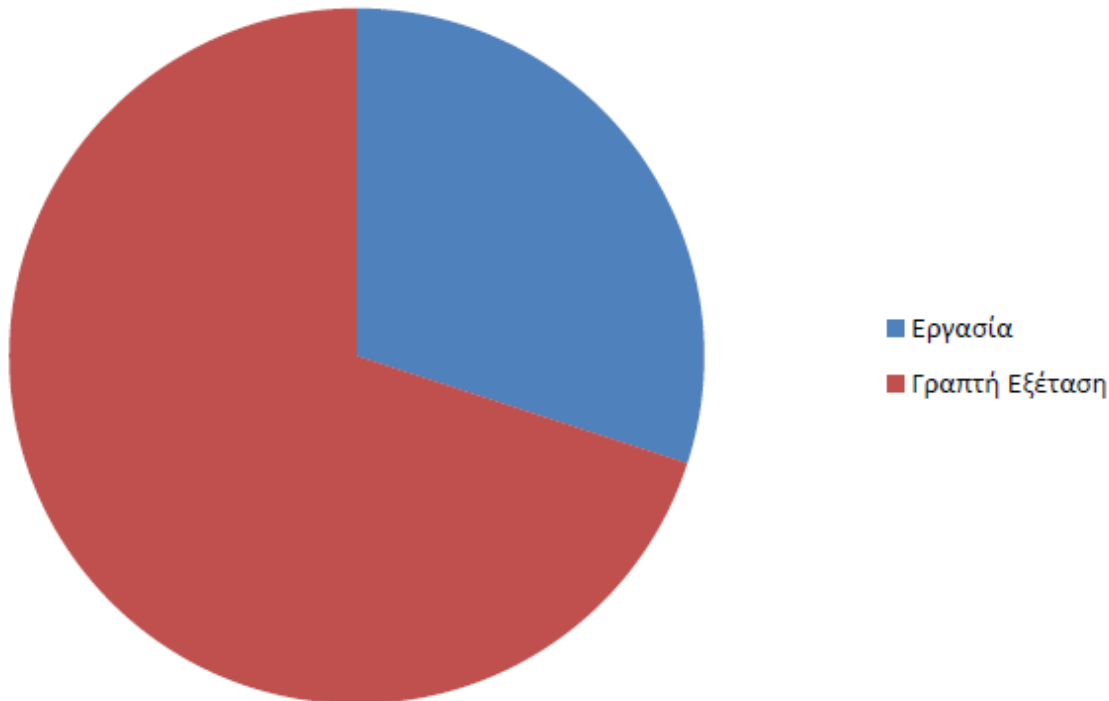
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πρόγραμμα *Τετάρτη*, 09:00-11:00, **ΑΜΦ Β**
Παρασκευή, 14:00-16:00

Τρόπος Εξέτασης

Ο βαθμός του μαθήματος θα καθοριστεί από την γραπτή τελική εξέταση σε ποσοστό 70% και από μία εργασία που θα δοθεί κατά την διάρκεια του εξαμήνου σε ποσοστό 30%.

Τελικός Βαθμός: Τελικής Εξέτασης 70% + Εργασία 30%



<http://ph277.edu.physics.uoc.gr>