

## MAS\_476 Οπτικά και Οπτοηλεκτρονικά Υλικά

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

|  |   |                           |                |
|--|---|---------------------------|----------------|
| <b>ΣΧΟΛΗ</b>   | ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ   |                           |                |
| <b>ΤΜΗΜΑ</b>   | ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ  |                           |                |
| <b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>   | ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ   |                           |                |
| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>   | MAS_476   | <b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>    | 7 <sup>ο</sup> |
| <b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>  | <b>Οπτικά και Οπτοηλεκτρονικά Υλικά</b>   |                           |                |
| <b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b><br>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων | <b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>  | <b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b> |                |
|  | <b>3</b>  | <b>5</b>                  |                |
| <i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.</i>   |   |                           |                |
| <b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b><br><i>Υποβάθρου, Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων</i>  | Επιστημονικής Περιοχής  |                           |                |
| <b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>  | Φυσική II, Επιστήμη των Υλικών II   |                           |                |
| <b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>   | Ελληνικά  |                           |                |
| <b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>   | Όχι   |                           |                |
| <b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>  | <a href="http://www.matersci.upatras.gr/el/studies/undergraduate/curriculum/courses">http://www.matersci.upatras.gr/el/studies/undergraduate/curriculum/courses</a> |                           |                |

### 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

|  |
|--|
| <b>Μαθησιακά Αποτελέσματα</b>  |
| <i>Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.</i>  |
| <i>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α (ξεχωριστό αρχείο στο e-mail)</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης</li> <li>• Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 &amp; 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης</li> </ul> |
| <i>και Παράρτημα Β</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων</li> </ul>   |
| Μαθησιακά Αποτέλεσμα :   |
| Οι στόχοι αυτού του μαθήματος είναι:   |
| A. Να δώσει μια εκτενή περιγραφή στα οπτικά υλικά και στα γραμμικά οπτικά φαινόμενα.   |
| B. Να δώσει μια εκτενή περιγραφή στις οπτικές ιδιότητες σε διάφορες κατηγορίες υλικών.   |
| Γ. Να εισάγει τον φοιτητή σε μη γραμμικές οπτικές διαδικασίες και μη γραμμικά οπτικά υλικά.  |

Δ. Να εισάγει τον φοιτητή σε θεματικά πεδία όπως της πλασμονικής, των πολαριτονίων και των αριστερόστροφων μεταλλικών.  
Το μάθημα σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων Διά Βίου Μάθησης είναι επιπέδου 6 ως μάθημα πρώτου κύκλου σπουδών.

#### Γενικές Ικανότητες

*Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα.:*

*Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών*

*Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις*

*Λήψη αποφάσεων*

*Αυτόνομη εργασία*

*Ομαδική εργασία*

*Εργασία σε διεθνές περιβάλλον*

*Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον*

*Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών*

*Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών*

*Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις*

*Αυτόνομη εργασία*

*Ομαδική εργασία*

*Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών*

*Σχεδιασμός και διαχείριση έργων*

*Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα*

*Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον*

*Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής*

*υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου*

*Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής*

*Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης*

*Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης*

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κατηγοριοποίηση οπτικών ιδιοτήτων. Εξισώσεις Maxwell για περιγραφή της διάδοσης φωτός στην ύλη. Κυματική εξίσωση σε υλικά. Σχέσεις διασποράς. Μιγαδική διηλεκτρική σταθερά, μιγαδικός δείκτης διάθλασης, συντελεστής απορρόφησης και φθίνοντα κύματα. Περιγραφή γραμμικών οπτικών ιδιοτήτων με κλασικό μοντέλο ταλαντωτή. Τοπικό πεδίο, σχέσεις Clausius-Mossotti και Lorentz-Lorentz. Οριακές συνθήκες σε διεπιφάνεια. Σχέσεις Kramers-Kronig.

Άμεσες και έμμεσες μεταβάσεις (μεταπτώσεις). Επιτρεπτές και απαγορευμένες μεταβάσεις. Παραδείγματα σε διαζωνικές μεταβάσεις σε ημιαγωγούς.

Εξιτόνια. Εξιτόνια Wannier-Mott. Ελεύθερα εξιτόνια και απορρόφηση εξιτονίου. Εξιτόνια Frenkel.

Μοντέλο ελεύθερων ηλεκτρονίων. Εφαρμογή σε μέταλλα. Συμπεριφορά των οπτικών ιδιοτήτων σε διάφορες περιοχές συχνοτήτων. Εφαρμογή σε εμπλουτισμένους ημιαγωγούς. Εγκάρσιοι και διαμήκεις τρόποι ταλάντωσης ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Ταλαντώσεις πλέγματος – οπτικές ιδιότητες φωνονίων. Ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο και απορρόφηση σε πολικά στερεά – μοντέλο κλασικού ταλαντωτή. Πρότυπα υπολογισμού καμπυλών διασποράς. Πολαριτόνια.

Οπτικά φαινόμενα σε διεπιφάνειες. Ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα σε επιφάνειες και διεπιφάνειες διηλεκτρικών. Επιφανειακά πολαριτόνια και πολαριτόνια όγκου. Επιφανειακά πλασμονικά πολαριτόνια και εντοπισμένα επιφανειακά πολαριτόνια.

Υλικά με αρνητικό δείκτη διάθλασης - αριστερόστροφα μεταλλικά. Εισαγωγικά στοιχεία και βασικές ιδιότητες.

Μη-γραμμικά οπτικά υλικά και διαδικασίες. Μη-γραμμική οπτική επιδεκτικότητα και μη-γραμμικός ταυυστής. Το μοντέλο του αναρμονικού ταλαντωτή. Υλικά για μη-γραμμικές οπτικές διαδικασίες δεύτερης και τρίτης τάξης. Κυματική περιγραφή γένεσης δεύτερης αρμονικής. Ταίριασμα φάσης. Οπτικό φαινόμενο Kerr και φαινόμενα που εμφανίζονται σε υλικά που εμφανίζουν το οπτικό φαινόμενο Kerr.

Υπολογιστικά εργαστήρια

Θα παρουσιαστούν διάφορα έτοιμα υπολογιστικά προγράμματα στους φοιτητές (που είτε υπάρχουν ελεύθερα διαθέσιμα ή με συνδρομή που έχει πρόσβαση ο διδάσκων ή προγράμματα που έχει γράψει ο διδάσκων) για τον υπολογισμό οπτικών ιδιοτήτων υλικών.

#### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

| <p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b><br/>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>   | <p>Πρόσωπο με πρόσωπο</p>  |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
|---|--|----------------------|---------------------------------|-----------|----|---|----|----------------------------------|-----|-------------------------|------------|--|
| <p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b><br/>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>   | <p>Η διδασκαλία του μαθήματος γίνεται με την χρήση πίνακα όπου αναλύεται διεξοδικά η θεωρία.</p>   |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| <p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b><br/>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.<br/>Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.<br/><br/>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="821 438 1153 520"><i>Δραστηριότητα</i></th> <th data-bbox="1166 438 1433 520"><i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="821 529 1159 569">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1166 529 1433 569">26</td> </tr> <tr> <td data-bbox="821 577 1159 701">Εργαστηριακή άσκηση (υπολογιστική) και επίλυση ασκήσεων από το διδάσκοντα</td> <td data-bbox="1166 577 1433 701">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="821 709 1159 770">Μελέτη και ανάλυση βιβλιογραφίας</td> <td data-bbox="1166 709 1433 770">111</td> </tr> <tr> <td data-bbox="821 779 1159 810"><b>Σύνολο Μαθήματος</b></td> <td data-bbox="1166 779 1433 810"><b>150</b></td> </tr> </tbody> </table> | <i>Δραστηριότητα</i> | <i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i> | Διαλέξεις | 26 | Εργαστηριακή άσκηση (υπολογιστική) και επίλυση ασκήσεων από το διδάσκοντα | 13 | Μελέτη και ανάλυση βιβλιογραφίας | 111 | <b>Σύνολο Μαθήματος</b> | <b>150</b> |  |
| <i>Δραστηριότητα</i>  | <i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i>  |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| Διαλέξεις   | 26   |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| Εργαστηριακή άσκηση (υπολογιστική) και επίλυση ασκήσεων από το διδάσκοντα   | 13   |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| Μελέτη και ανάλυση βιβλιογραφίας  | 111  |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| <b>Σύνολο Μαθήματος</b>   | <b>150</b>   |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |
| <p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b><br/>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης<br/>Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες<br/><br/>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές;</p>   | <p>Η αξιολόγηση των φοιτητών θα γίνεται με συνδυασμό των παρακάτω. Ασκήσεις κατά τη διάρκεια του έτους και παράδοση τους σε τακτά χρονικά διαστήματα και κατάθεση σχετικής γραπτής εργασίας. Επίσης, τελική γραπτή εξέταση με ασκήσεις και ερωτήσεις κρίσεως. Εναλλακτικά, μπορεί να επιλεγεί μόνο τελική εξέταση με ασκήσεις και ερωτήσεις κρίσεως.</p>   |                      |                                 |           |    |   |    |                                  |     |                         |            |  |

#### 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

|   |
|---|
| <p><b>-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :</b><br/><b>-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Fox, Optical Properties of Solids, 2<sup>nd</sup> edition, Oxford University Press, 2010</li> <li>• Οπτικές Ιδιότητες Στερεών, Σ. Βεσ, Εκδόσεις Κριτική, 2020</li> <li>• Optical Materials, J. H. Simmons and K. S. Potter, Academic Press, 2000</li> <li>• Introduction to Nanophotonics, S. V. Gaponenko, Cambridge University Press, 2010</li> </ul> |
|---|