

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΦΥΣΙΚΗΣ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	Μεταπτυχιακό		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>M145</b>	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	<b>2 (εαρινό)</b>
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Κβαντική Οπτική και Lasers		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <i>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</i>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
	4	7	
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).</i>			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευση Γενικών Γνώσεων		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>			
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνική		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	Ναι		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	<a href="http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm">http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm</a>		

## (2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Μαθησιακά Αποτελέσματα

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.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β
- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Το μάθημα αποσκοπεί στην κατανόηση θεμάτων που αφορούν στην κβαντική οπτική, τις σύμφωνες οπτικές διαδικασίες, τα lasers και την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου με την ύλη. Συζητούνται φαινόμενα που δεν μπορούν να ερμηνευθούν με την κλασική περιγραφή του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Επίσης, αντιμετωπίζονται θέματα όπως σύμφωνες και 'συμπιεσμένες' καταστάσεις φωτός, μη-γραμμικά οπτικά φαινόμενα, ανίχνευση φωτός και θόρυβος καθώς και ορισμένα από τα σύγχρονα πειράματα κβαντικής οπτικής.

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής /τρια θα είναι σε θέση:

- να περιγράφει οπτικά φαινόμενα στα πλαίσια του φορμαλισμού της κβαντικής θεωρίας
- να κατανοεί τη γέννηση και ανίχνευση φωτονίων και τον κβαντικό θόρυβο
- να μπορεί να περιγράφει στα πλαίσια της κβαντικής θεωρίας φαινόμενα μερικής και ολικής συμφωνίας και κβαντικής συσχέτισης.
- να κατανοεί θέματα συμβολομετρίας (διαφόρων τύπων)
- να κατανοεί τις αρχές λειτουργίας των lasers και τα χαρακτηριστικά αυτών
- να κατανοεί την αλληλεπίδραση φωτός με ύλη στα πλαίσια της ημικλασικής και της κβαντικής θεωρίας (σύστημα 2 ή 3 ενεργειακών επιπέδων και αλληλεπίδραση με δέσμες laser)
- να κατανοεί πειράματα κβαντικής οπτικής που θεωρούνται πλέον χαρακτηριστικά του πεδίου
- να μπορεί να κάνει ποσοτικούς υπολογισμούς για τα αναμενόμενα αποτελέσματα πειραμάτων κβαντικής οπτικής

### 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

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  
.....  
Άλλες...  
.....

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των

απαραίτητων τεχνολογιών.

Αυτόνομη εργασία, Ομαδική εργασία, Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον.

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

-Σύνοψη κλασσικής οπτικής: ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, πόλωση, περίθλαση, συμβολή, συμφωνία, μη-γραμμική επιδεκτικότητα, εναρμόνιση φάσης

-Αλληλεπίδραση κβαντικού συστήματος με' κλασσική' ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία: αλληλεπίδραση συστήματος 2-ενεργειακών επιπέδων με μη-σύμφωνη ακτινοβολία, συντελεστές Einstein, θεωρία διαταραχών υψηλής τάξης, πολυφωτονική απορρόφηση, μη-συντονιστική διαταραχή, επαγόμενες ταλαντώσεις ατομικού δίπολου, μίξη συχνοτήτων, αλληλεπίδραση συστήματος 2-ενεργειακών επιπέδων με σύμφωνο φως σε συντονισμό, σύμφωνες και μη διαδικασίες.

- Θεωρία των lasers: θεμελιώδης εξίσωση, ανάλυση σταθερότητας, κατώφλι λειτουργίας laser, φασματικό εύρος ακτινοβολίας laser.

-Κβάντωση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου: εξίσωση Schrodinger για πεδία ενός ρυθμού, τελεστές δημιουργίας και καταστροφής, χρονικά εξαρτώμενη εξίσωση Schrodinger για πεδίο με ένα ρυθμό, κυματοπακέτα, σύμφωνες καταστάσεις, εικόνα Heisenberg, επαγόμενες ταλαντώσεις στα πλαίσια της εικόνας Heisenberg, κβάντωση φωτός, οι σχέσεις αβεβαιότητας και τα όρια στην μέτρηση.

-Δεύτερη κβάντωση

-Αλληλεπίδραση φωτός/ύλης: αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου με ηλεκτρονικό κύμα, αναπαράσταση αλληλεπίδρασης, διπολική προσέγγιση, απορρόφηση, αυθόρμητη και εξαναγκασμένη εκπομπή, θεωρία διαταραχών, μετατόπιση Lamb, δυναμικό φαινόμενο Stark.

-Κβαντική θεωρία της συμφωνίας: κβαντομηχανικές συναρτήσεις συμφωνίας, ιδιότητες συμφωνίας αυθόρμητα εκπεμπόμενου φωτός, κβαντικά διακροτήματα, συμπιεσμένες καταστάσεις, κβαντικός θόρυβος ενισχυτών.

- Ειδικά θέματα: ψύξη και παγίδευση ατόμων με laser, συστήματα ψυχρών ατόμων, κβαντικός διαχωριστής δέσμης, συμβολόμετρο Hanbury Brown και Twiss, διφωτονικό συμβολόμετρο....

### (4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο.</p>															
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<p>Χρησιμοποιείται ιστοσελίδα του Εργαστηρίου Ατομικής και Μοριακής Φυσικής: (<a href="http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm">http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm</a>)</p>															
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. 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.  Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="708 405 1099 472">Δραστηριότητα</th> <th data-bbox="1099 405 1372 472">Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="708 472 1099 510">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1099 472 1372 510">52</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 510 1099 548">Ασκήσεις</td> <td data-bbox="1099 510 1372 548">26</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 548 1099 586">Μελέτη βιβλιογραφίας</td> <td data-bbox="1099 548 1372 586">47</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 586 1099 624">Μη καθοδηγούμενη μελέτη</td> <td data-bbox="1099 586 1372 624">47</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 624 1099 663">Εξετάσεις</td> <td data-bbox="1099 624 1372 663">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 663 1099 701">Σύνολο Μαθήματος</td> <td data-bbox="1099 663 1372 701">175</td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	52	Ασκήσεις	26	Μελέτη βιβλιογραφίας	47	Μη καθοδηγούμενη μελέτη	47	Εξετάσεις	3	Σύνολο Μαθήματος	175	
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου															
Διαλέξεις	52															
Ασκήσεις	26															
Μελέτη βιβλιογραφίας	47															
Μη καθοδηγούμενη μελέτη	47															
Εξετάσεις	3															
Σύνολο Μαθήματος	175															
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης  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  Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<p>Γραπτές Εξετάσεις στο τέλος του μαθήματος οι οποίες αφορούν έλεγχο θεωρητικών γνώσεων και επίλυση προβλημάτων. Παρουσίαση των λύσεων σειράς ασκήσεων που επιλέγονται από τον διδάσκοντα. Εκπόνηση και παρουσίαση εργασίας, με επιλογή του θέματος από κατάλογο που διαμορφώνεται από τον διδάσκοντα.</p>															

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<p>-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία : -Συναφή επιστημονικά περιοδικά:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Haken, Light, Vol. 1 &amp; 2, North Holland (1981)</li> <li>2. R. Loudon, Quantum Theory of Light (3<sup>rd</sup> edition), Oxford University Press (2000)</li> <li>3. M. Fox, Quantum Optics: An introduction, Oxford University press (2006)</li> <li>4. S. Haroche, J. M. Raimond, Exploring the Quantum, Oxford University Press (2006)</li> <li>5. H.A. Bachor, T. C. Ralph, A Gide to experiments in quantum optics, Wiley-VCH (2004)</li> <li>6. P. Meyster, M. Sergent III, Elements of Quantum Optics, Springer-Verlag(1991)</li> <li>7. M. O. Scully, M. S. Zubairy, Quantum Optics, Cambridge University Press (1997)</li> <li>8. D.F. Walls, G.J. Milburn, Qunatum optics , Springer-Verlag (1995)</li> <li>9. M. Fox, Κβαντική Οπτική: μία εισαγωγή, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (2015)</li> <li>10. J. Wilson, J. Hawkes, Οπτοηλεκτρονική: μία εισαγωγή, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. (2007)</li> </ol> <p>Review papers</p>
--