

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

|   |  |                               |                   |
|---|--|-------------------------------|-------------------|
| <b>ΣΧΟΛΗ</b>  | ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ                            |                               |                   |
| <b>ΤΜΗΜΑ</b>  | ΦΥΣΙΚΗΣ                                      |                               |                   |
| <b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>  | Μεταπτυχιακό                                 |                               |                   |
| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>  | <b>M129</b>                                  | <b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>        | <b>2 (εαρινό)</b> |
| <b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>   | Ατομική και Μοριακή Φυσική                   |                               |                   |
| <b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b><br><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<br/>ΩΡΕΣ<br/>ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> | <b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ<br/>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><br><i>γενικού υποβάθρου,<br/>ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης<br/>γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>   | Ειδίκευση Γενικών Γνώσεων                    |                               |                   |
| <b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>   |  |                               |                   |
| <b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και<br/>ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>  | Ελληνική                                     |                               |                   |
| <b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ<br/>ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>  | Ναι  |                               |                   |
| <b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ<br/>ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>   |  |                               |                   |

## (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 της δομής και των ιδιοτήτων των ατομικών και μοριακών συστημάτων καθώς και της αλληλεπίδρασης αυτών με εξωτερικά στατικά ομογενή ηλεκτρικά, μαγνητικά πεδία, καθώς και χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής /τρια θα είναι σε θέση:

- Να κατανοεί την φύση των προσεγγίσεων που υπεισέρχονται στην κβαντική περιγραφή ατομικών και μοριακών συστημάτων.
- Να δύναται να εφαρμόσει τις προσεγγιστικές τεχνικές που εμπλέκονται στους υπολογισμούς που αφορούν σε ενεργειακές διορθώσεις ενεργειακών επιπέδων, στοιχείων πίνακα μεταβάσεων κλπ.
- Να κατανοεί τη φύση των προσεγγίσεων που υπεισέρχονται στην κβαντική περιγραφή ενός ατομικών και μοριακών συστημάτων.
- Να κατανοεί τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του ατόμου του Υδρογόνου και των πολυηλεκτρονιακών ατόμων ενός ηλεκτρονίου σθένους, καθώς και του ατόμου του Ηλίου και των πολυηλεκτρονιακών ατόμων δύο ηλεκτρονίων σθένους.
- Να κατανοεί το φαινόμενο του αυτοϊονισμού.
- Να εξάγει συμπεράσματα για την ατομική και μοριακή δομή στη βάση πειραματικών δεδομένων.
- Να κατανοεί την φύση (ιδιοτήτων) των μορίων και των διάφορων εσωτερικών βαθμών ελευθερίας αυτών.
- Να δύναται να εφαρμόσει την Θεωρία Ομάδων για τον προσδιορισμό της συμμετρίας καταστάσεων και την εξαγωγή των κανόνων επιλογής στις μεταβάσεις.
- Να κατανοεί την αλληλεπίδραση ατόμων με στατικά και ομογενή ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.
- Να κατανοεί την αλληλεπίδραση ατόμων και μορίων με Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την αναμενόμενη εξέλιξη αυτών.
- Να κατανοεί τον δυναμικό χαρακτήρα των μοριακών διεγέρσεων.

### 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

Υδρογονοειδή άτομα: Κυματοσυναρτήσεις δέσμιου και συνεχούς φάσματος. Θεωρία διαταραχών εκφυλισμένων καταστάσεων. Σχετικιστικές ενεργειακές διορθώσεις. Πολυηλεκτρονικά άτομα: Αρχή του Pauli. Φλοιοί, υποφλοιοί, διατάξεις. Μέσες ενέργειες διατάξεων, θεωρία αυτοσυνεπούς πεδίου (Hartree). Ορίζουσες Slater. Περιοδικός Πίνακας. Υπόλοιπο δυναμικό Coulomb, σύζευξη σπιν-τροχιάς. Σχήματα σύζευξης (LS, jj και ενδιάμεση). Άτομα Αλκαλίων: Ηλεκτρόνιο σθένους υπό την επίδραση παραμετρικού δυναμικού. Σύζευξη σπιν-τροχιάς. Καταστάσεις Rydberg, κβαντική ατέλεια (εισχώρησης στο ιόν, πόλωσης του ιόντος). Ηλιοειδή άτομα: Όρος αλληλεπίδρασης των δύο ηλεκτρονίων σθένους ( $1/r_{12}$ ) και προσέγγιση ασύζευκτων ηλεκτρονίων. Ενεργειακές διορθώσεις δέσμιων καταστάσεων (θεωρία διαταραχών πρώτης τάξης ολοκληρώματα J και K, θεωρία μεταβολών). Το πολυπολικό ανάπτυγμα. Ανάμειξη διατάξεων. Αυτοϊονισμός. Διπλά διεγερμένες καταστάσεις του He, θεμελιώδης κατάσταση του ιόντος H-. Αλληλεπίδραση ατόμων με χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρομαγνητικά πεδία: Προσέγγιση ηλεκτρικής διπολικής ροπής. Χρονοεξαρτημένη θεωρία διαταραχών. Μονοφωτονικές ατομικές μεταβάσεις. Θεώρημα Wigner-Eckart. Πολυφωτονικές μεταβάσεις (μέθοδος Dalgarno-Lewis). Ιονισμός. Κανόνες Επιλογής. Δυναμική μετατόπιση Stark. Αλληλεπίδραση ατόμων με στατικά ομογενή ηλεκτρικά πεδία: Άτομο Υδρογόνου, θεωρία διαταραχών πρώτης τάξης (διεγερμένες καταστάσεις) και δεύτερης τάξης (θεμελιώδης). Πολυηλεκτρονικά άτομα, θεωρία διαταραχών δεύτερης τάξης. Αλληλεπίδραση ατόμων με στατικά ομογενή μαγνητικά πεδία: Φαινόμενα Zeeman και Paschen-Back. Κβαντική περιγραφή Μοριακού Συστήματος. Η προσέγγιση Born-Oppenheimer. Θεωρία μεταβολών, προσέγγιση MO, τεχνικές υπολογισμού των MO. Μοριακές καταστάσεις και μοριακή ενέργεια. Μοριακή συμμετρία και Θεωρία Ομάδων σημείου. Περιστροφική κίνηση, είδη περιστροφικών, μεταβάσεις, κανόνες επιλογής. Περιστροφικά φάσματα. Δονητική κίνηση, κανόνες επιλογής, μεταβάσεις. Δονητικά Φάσματα. Αλληλεπίδραση δονητικών/περιστροφικών καταστάσεων, δονητικο-περιστροφικές καταστάσεις. Ηλεκτρονιακές μεταβάσεις, συντελεστές Franck-Condon, κανόνες επιλογής. Ακτινοβολητική Αποδιέγερση (φθορισμός, φωσφορισμός). Ιονισμός μορίων. Μοριακή διάσπαση. Πολυφωτονικές συντονιστικές (και μη) διαδικασίες διέγερσης. Μη-ακτινοβολητικές διαδικασίες αποδιέγερσης. Κατάρρευση της προσέγγισης Born-Oppenheimer: Κωνικές διατομές. Φασματοσκοπικές τεχνικές (Raman, MPI, Mass spectrometry, photoelectron, pump/probe, κλπ).

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

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
| <b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b><br><i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>   | Διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο.   |                                 |
| <b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b><br><i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>   | Χρησιμοποιείται ιστοσελίδα του Εργαστηρίου Ατομικής και Μοριακής Φυσικής:<br>( <a href="http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm">http://www1.physics.uoi.gr/atomol/index_files/Page3239.htm</a> )   |                                 |
| <b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b><br><i>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.</i><br><br><i>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</i> | <b>Δραστηριότητα</b>   | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b> |
|  | Διαλέξεις  | 52                              |
|  | Ασκήσεις   | 26                              |
|  | Μελέτη βιβλιογραφίας   | 47                              |
|  | Μη καθοδηγούμενη μελέτη  | 47                              |
|  | Εξετάσεις  | 3                               |
|  | Σύνολο Μαθήματος   | <b>175</b>                      |
| <b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b><br><i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</i><br><br><i>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</i><br><br><i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>                      | 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. |                                 |

#### (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>-Introduction to Molecular Spectroscopy, G. M. Barrow, McGraw Hill (1962)</li><li>-Molecular Physics: theoretical principles and experimental methods, Demtröder W., Wiley VCH (2005)</li><li>-Light-Matter Interaction, Wendell T. Hill, Chi H. Lee, Wiley VCH (2007)</li><li>-Φυσικοχημεία, Peter Atkins, J. De Paula, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (2014).</li><li>-Molecular quantum mechanics, Peter Atkins, Ronald Friedman (Oxford University Press)</li><li>-Review papers</li><li>-"Κβαντομηχανική II", Σ. Τραχανάς, Παν/κές Εκδόσεις Κρήτης (2008)</li><li>-"Quantum Mechanics of one- and two electron atoms" Bethe H.A. Dover (2008)</li><li>-"Light, Vol2, Laser Light Dynamics" H. Haken, North Holland (1986)</li><li>-"The theory of atomic structure and Spectra" Univ. of California Press (1981)</li></ul> |
|--|