

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

|   |   |                               |          |
|---|---|-------------------------------|----------|
| <b>ΣΧΟΛΗ</b>  | Θετικών Επιστημών   |                               |          |
| <b>ΤΜΗΜΑ</b>  | Φυσικής   |                               |          |
| <b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>  | Προπτυχιακό   |                               |          |
| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>  | <b>10ΕΛΕ02</b>  | <b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>        | <b>8</b> |
| <b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>   | Στοχαστικές Διεργασίες στη 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> |          |
| Διαλέξεις και Φροντιστήριο  | 4   | 6                             |          |
| <b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b><br><i>γενικού υποβάθρου,<br/>ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης<br/>γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>   | Γενικού γνώσεων   |                               |          |
| <b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>   | Όχι   |                               |          |
| <b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και<br/>ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>  | Ελληνική (κατά περίπτωση αγγλική για φοιτητές Erasmus)                                      |                               |          |
| <b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ<br/>ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>  | Ναι   |                               |          |
| <b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ<br/>ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>   | <a href="https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS246/">https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS246/</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

Ο σκοπός του μαθήματος είναι να εισάγει το φοιτητή στις στοχαστικές διαδικασίες και τη σημασία τους στην εξήγηση των φυσικών φαινομένων. Μετά από μία εισαγωγή στις πιθανότητες και τη θεωρία εκτιμήσεων, ο φοιτητής έρχεται σε επαφή με την έννοια των τυχαίων περιπάτων, όπου η ανάλυση εστιάζει στις ιδιότητές τους, και στη σημασία της διάστασης στην οποία βρίσκονται. Παίρνοντας το συνεχές όριο εισάγεται η έννοια της κίνησης Brown. Αναλύονται οι ιδιότητες της κάνοντας χρήση στοχαστικών διαφορικών εξισώσεων και της αντίστοιχης εξίσωσης Fokker-Planck. Τέλος, εισάγονται τα ολοκληρώματα δρόμου και αναλύεται η σχέση τους με την κβαντομηχανική.

Με την επιτυχή παρακολούθηση και ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια είναι σε θέση:

- να καταλαβαίνει βασικές έννοιες πιθανοτήτων και θεωρίας εκτίμησης,
- να κατανοεί τις έννοιες πίσω από το κεντρικό οριακό θεώρημα καθώς και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες δεν ισχύει
- να εξηγεί το ρόλο της διάστασης στις ιδιότητες των τυχαίων περιπάτων
- να κατανοεί την έννοια της κίνησης Brown και των εφαρμογών της
- να χρησιμοποιεί εργαλεία και μεθοδολογία της κίνησης Brown για να λύσει πρχωρημένα προβλήματα εφαρμόζοντας πρώτα τις κατάλληλες διαφορικές εξισώσεις και κατόπιν λύνοντάς τις.
- να κατανοεί την έννοια των Brownian ολοκληρωμάτων δρόμου και των εφαρμογών τους
- να λύνει απλά προβλήματα στις πιθανότητες και θεωρία εκτιμήσεων
- να λύνει προβλήματα εύρεσης χρόνου πρώτης έλευσης χρησιμοποιώντας την εξίσωση διάχυσης με διάφορες συνοριακές συνθήκες
- να εφαρμόζει τεχνικές από τις στοχαστικές διεργασίες σε ευρύ φάσμα προβλημάτων
- να εφαρμόζει τις μεθόδους, γλώσσα και συμβάσεις των στοχαστικών διεργασιών για να ελέγξει και να μεταδώσει ιδέες και εξηγήσεις όχι μόνο στη Φυσική αλλά και σε άλλα πεδία.

### 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...  
.....

Με την επιτυχή παρακολούθηση και ολοκλήρωσή του, το μάθημα αποσκοπεί στο να έχει αποκτήσει ο φοιτητής τις παρακάτω ικανότητες:

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών.
- Αυτόνομη εργασία.
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.
- Αναλυτική και συνθετική σκέψη.
- Επίλυση προβλημάτων.
- Ικανότητα να παρουσιάζει με πειθώ ένα τεχνικό θέμα και να μπορεί να απαντάει σε έρωτήσεις πάνω στην παρουσίαση.

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Εισαγωγή: Τυχαίες μεταβλητές, κατανομές, ροπές, ροπογεννήτρια συνάρτηση, Θεώρημα Bayes.
- Θεωρία εκτίμησης: Τεστ υποθέσεων, εκτίμηση μεταβλητών χρησιμοποιώντας το κριτήριο ελάχιστου τετραγωνικού σφάλματος, και μέγιστης πιθανοφάνειας
- Κεντρικό οριακό θεώρημα: απόδειξη, παραδείγματα όπου αποτυγχάνει
- Διακριτοί τυχαίοι περίπατοι: Θεμελιώδης εξίσωση, Θεώρημα Polya, μέσος αριθμός διαφορετικών σημείων επίσκεψης
- Διαδικασίες Levy
- Εξίσωση διάχυσης: Ιδιότητες, ρεύμα πιθανότητας, συνοριακές συνθήκες, υπολογισμός χρόνου πρώτης προσέγγισης
- Συνάρτηση Green
- Κίνηση Brown: Ιδιότητες, μη-παραγωγισμότητα.
- Στοχαστικές διαφορικές εξισώσεις κατά Ito – Stratonovich
- Εξίσωση Fokker Planck: Ιδιότητες
- Διαδικασία Ornstein-Uhlenbeck – Εξίσωση Langevin
- Κλασσικό μοντέλο Caldeira – Leggett
- Εισαγωγή σε ολοκληρώματα δρόμων Brown: Εξίσωση Feynman – Kac, απόδειξη, εφαρμογές

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

| <b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b><br><i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>  | 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>  | Ναι<br><br>Ηλεκτρονική επικοινωνία με φοιτητές με χρήση Τ.Π.Ε.<br>Υποστήριξη διδασκαλίας με χρήση Η/Υ, βίντεο-προβολέα.<br>Πλατφόρμα e-class  |                                 |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
| <b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b><br><i>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 σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</i> | <table border="1"><thead><tr><th><b>Δραστηριότητα</b></th><th><b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b></th></tr></thead><tbody><tr><td>Διαλέξεις/ Φροντιστήριο</td><td>52</td></tr><tr><td>Μελέτη βιβλιογραφίας</td><td>48</td></tr><tr><td>Μη καθοδηγούμενη μελέτη</td><td>50</td></tr><tr><td><b>Σύνολο Μαθήματος</b></td><td><b>150</b></td></tr></tbody></table> | <b>Δραστηριότητα</b>            | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b> | Διαλέξεις/ Φροντιστήριο | 52 | Μελέτη βιβλιογραφίας | 48 | Μη καθοδηγούμενη μελέτη | 50 | <b>Σύνολο Μαθήματος</b> | <b>150</b> |
|   | <b>Δραστηριότητα</b>  | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b> |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
|   | Διαλέξεις/ Φροντιστήριο   | 52                              |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
|   | Μελέτη βιβλιογραφίας  | 48                              |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
|   | Μη καθοδηγούμενη μελέτη   | 50                              |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
| <b>Σύνολο Μαθήματος</b>   | <b>150</b>  |                                 |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |
| <b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b><br><i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης<br/><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</i><br><br><i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>                          | Επίλυση ασκήσεων στο σπίτι<br>Παρουσίαση μιας εφαρμογής των στοχαστικών διεργασιών σε κάποιο ερευνητικό αντικείμενο της επιλογής του κάθε φοιτητή   |                                 |                                 |                         |    |                      |    |                         |    |                         |            |

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Παπούλης, «Πιθανότητες, Τυχαίες Μεταβλητές και Στοχαστικές Διαδικασίες», McGraw Hill.
- Itzykson, Drouffe, "Statistical Field Theory", Cambridge University Press
- H. Risken, "The Fokker-Planck Equation", Springer Verlag
- D. Leons, "Introduction to Stochastic Processes in Physics", J. Hopkins University Press
- W. Paul, J Baschnagel, "Stochastic Processes, from Physics to Finance", Springer Verlag
- Επιλεγμένα επιστημονικά άρθρα