



# ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

29 Ιουνίου 2023

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 4176

## ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. απόφ. 1518/14-06-2023

**Τροποποίηση Κανονισμού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με τίτλο «Φυσική» («Physics»).**

Η ΣΥΓΚΛΗΤΟΣ  
ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΥ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του ν. 4957/2022 «Νέοι Ορίζοντες στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα: Ενίσχυση της ποιότητας, της λειτουργικότητας και της σύνδεσης των Α.Ε.Ι. με την κοινωνία και λοιπές διατάξεις» (Α' 141), και ειδικότερα τα άρθρα 79 έως και 88.

2. Την υπό στοιχεία 135557/Ζ1/1-11-2022 εγκύκλιο του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων «Εφαρμογή των διατάξεων του ν. 4957/2022 "Νέοι ορίζοντες στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα: Ενίσχυση της ποιότητας, της λειτουργικότητας και της σύνδεσης των ΑΕΙ με την κοινωνία και λοιπές διατάξεις" (Α' 141) για την οργάνωση και λειτουργία προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών και λοιπά θέματα».

3. Τις διατάξεις του ν. 4386/2016 «Ρυθμίσεις για την έρευνα και άλλες διατάξεις» (Α' 83), όπως τροποποιήθηκαν.

4. Το π.δ. 85/2013 «Ίδρυση, μετονομασία, ανασυγκρότηση Σχολών και ίδρυση Τμήματος στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών» (Α' 124).

5. Τις διατάξεις του ν. 3374/2005 και ιδίως τα άρθρα 14 και 15 «Διασφάλιση της ποιότητας στην ανώτατη εκπαίδευση. Σύστημα μεταφοράς και συσσώρευσης πιστωτικών μονάδων - Παράρτημα διπλώματος» (Α' 189), όπως τροποποιήθηκε.

6. Την υπό στοιχεία Φ5/89656/Β3/13-8-2007 «Εφαρμογή του Συστήματος Μεταφοράς και Συσσώρευσης Πιστωτικών Μονάδων (Β' 1466).

7. Την υπ' αρ. 1432/20-01-2023 απόφαση της Συγκλήτου του ΕΚΠΑ με την οποία εγκρίθηκε ο Κανονισμός Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών Σπουδών του ΕΚΠΑ (Β' 392).

8. Την υπ' αρ. 688/8-5-2018 απόφαση Συγκλήτου του ΕΚΠΑ με την οποία επανιδρύθηκε το Π.Μ.Σ. «Φυσική» του Τμήματος Φυσικής (Β' 2060).

9. Την υπ' αρ. 763/22-6-2018 απόφαση Συγκλήτου του ΕΚΠΑ με την οποία εγκρίθηκε ο Κανονισμός του Π.Μ.Σ. «Φυσική» του Τμήματος Φυσικής (Β' 2989).

10. Τη διόρθωση σφάλματος στην υπ' αρ. 763/22-6-2018 απόφαση της Συγκλήτου του ΕΚΠΑ (Β' 2989) που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Β' 713/2019.

11. Το απόσπασμα πρακτικού της Συνέλευσης του Τμήματος Φυσικής του ΕΚΠΑ (συνεδρίαση 20-03-2023).

12. Το απόσπασμα πρακτικού της Συγκλήτου του ΕΚΠΑ (11η συνεδρία 30-05-2023).

13. Το γεγονός ότι με την παρούσα δεν προκαλείται δαπάνη εις βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζει:

την τροποποίηση του Κανονισμού του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Φυσικής του ΕΚΠΑ με τίτλο «Φυσική» («Physics»), από το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 4957/2022 και τον Κανονισμό Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών Σπουδών του ΕΚΠΑ, ως ακολούθως:

### Άρθρο 1.

#### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ-ΣΚΟΠΟΣ

1.1 Σκοπός του Π.Μ.Σ. «Φυσική» είναι η παροχή υψηλού επιπέδου μεταπτυχιακής εκπαίδευσης σε επιστημονικά πεδία της Φυσικής.

1.2 Το Π.Μ.Σ. οδηγεί στην απονομή Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη «Φυσική», μετά την πλήρη και επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών με βάση το πρόγραμμα σπουδών, στις εξής ειδικεύσεις:

1. Φυσική των Υλικών (Physics of Materials)

2. Πυρηνική Φυσική και Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων (Nuclear and Particle Physics)

3. Αστροφυσική (Astrophysics)

1.3 Οι τίτλοι απονέμονται από το Τμήμα Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

1.4 Στα πλαίσια του Π.Μ.Σ. «Φυσική» παρέχεται ολοκληρωμένη και υψηλού επιπέδου εξειδικευμένη, θεωρητική και εργαστηριακή, εκπαίδευση στη Φυσική των Υλικών, στην Πυρηνική Φυσική και Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων και στην Αστροφυσική, προσφέροντας στους απο-

φοίτους τους τη δυνατότητα ευελιξίας και προσαρμογής στις τρέχουσες εξελίξεις στους αντίστοιχους τομείς της ταχέως εξελισσόμενης επιστήμης της φυσικής, όπου η επιστημονική εξειδίκευση εναλλάσσεται διαρκώς με τη διαθεματικότητα νέων επιστημονικών αντικειμένων. Βασικοί στόχοι του προγράμματος είναι η εμφάνιση γνώσεων για την προαγωγή πρωτότυπης θεωρητικής και εφαρμοσμένης έρευνας καθώς και η εξειδίκευση νέων επιστημόνων ώστε να μπορούν να προχωρήσουν σε σπουδές τρίτου κύκλου (διδακτορικές σπουδές) αλλά και να απασχοληθούν επαγγελματικά στην έρευνα και ανάπτυξη, στην εκπαίδευση και στη στελέχωση ερευνητικών κέντρων και ακαδημαϊκών μονάδων, καθώς και ως στελέχη Δημοσίων και Ιδιωτικών Επιχειρήσεων και Οργανισμών.

Με την επιτυχή παρακολούθηση και ολοκλήρωσή του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών, οι απόφοιτοι του Π.Μ.Σ. «Φυσική»:

- Αποκτούν αποδεδειγμένη γνώση και κατανόηση που βασίζεται και ενισχύει όσα σχετίζονται με τον πρώτο κύκλο σπουδών τους, και, συγχρόνως, τους παρέχει τη βάση ή την ευκαιρία για πρωτοτυπία στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή ιδεών, συχνά στο πλαίσιο ερευνητικής δραστηριότητας σε έναν εξειδικευμένο τομέα της επιστήμης της φυσικής.

- Έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν και να συνδυάζουν τις γνώσεις και τις ικανότητές τους στο χειρισμό πολύπλοκων θεμάτων και την επίλυση προβλημάτων σε ένα νέο ή άγνωστο περιβάλλον, εντός ευρύτερου (ή διεπιστημονικού) πλαισίου, συναφούς προς το γνωστικό τους πεδίο.

- Είναι σε θέση να κοινοποιούν με σαφήνεια τις γνώσεις, τα συμπεράσματά τους αλλά και τις λογικές παραδοχές στα οποία στηρίζονται, τόσο σε εξειδικευμένο όσο και σε μη εξειδικευμένο κοινό.

Οι γενικές ικανότητες που αναμένεται να αποκτήσει κάθε απόφοιτος περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων: ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών με τη χρήση των απαραίτητων τεχνολογιών, λήψη αποφάσεων, αυτόνομη και ομαδική εργασία, εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον, παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών, προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής σκέψης, συνθετική και κριτική σκέψη, διαχείριση χρόνου, προγραμματισμός, εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες, αποτελεσματική ανταπόκριση σε προθεσμίες, εκμάθηση υπολογιστικών πακέτων επεξεργασίας μετρήσεων και κειμένου, επίλυση σύνθετων προβλημάτων.

## Άρθρο 2.

### ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ ΤΟΥ Π.Μ.Σ.

Αρμόδια όργανα για τη λειτουργία του Π.Μ.Σ. σύμφωνα με τον ν. 4957/2022 είναι:

2.1 Σε επίπεδο Ιδρύματος αρμόδια όργανα είναι η Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών και η Σύγκλητος.

2.2 Σε επίπεδο Τμήματος αρμόδια όργανα είναι:

2.2.1 Η Συνέλευση του Τμήματος. Αρμοδιότητες της Συνέλευσης είναι να:

- α) εισηγείται στη Σύγκλητο διά της Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών την αναγκαιότητα ίδρυσης/τροπο-

ποίησης Π.Μ.Σ., καθώς και την παράταση της διάρκειας του Π.Μ.Σ.,

- β) ορίζει τον/ην Διευθυντή/τρια και τα μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής κάθε Π.Μ.Σ. του Τμήματος,

- γ) εισηγείται εκπροσώπους για τον ορισμό των Επιτροπών Προγραμμάτων Σπουδών των Δ.Π.Μ.Σ. στα οποία συμμετέχει το Τμήμα,

- δ) συγκροτεί Επιτροπές για την αξιολόγηση των αιτήσεων των υποψήφιων μεταπτυχιακών φοιτητών και εγκρίνει την εγγραφή αυτών στο Π.Μ.Σ.,

- ε) αναθέτει το διδακτικό έργο μεταξύ των διδασκόντων του Π.Μ.Σ. και δύναται να αναθέτει επικουρικό διδακτικό έργο σε Π.Μ.Σ. στους υποψήφιους διδάκτορες του Τμήματος, υπό την επίβλεψη διδάσκοντος του Π.Μ.Σ.

- στ) συγκροτεί εξεταστικές επιτροπές για την εξέταση των διπλωματικών εργασιών των μεταπτυχιακών φοιτητών και ορίζει τον επιβλέποντα ανά εργασία,

- ζ) διαπιστώνει την επιτυχή ολοκλήρωση της φοίτησης και απονέμει το Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών,

- η) εγκρίνει τον απολογισμό του Π.Μ.Σ., κατόπιν εισήγησης της Συντονιστικής Επιτροπής (Σ.Ε.),

- θ) αναθέτει σε μεταπτυχιακούς φοιτητές/τριες τη διεξαγωγή επικουρικού διδακτικού έργου σε προγράμματα σπουδών πρώτου κύκλου σπουδών του Τμήματος,

- ι) ασκεί κάθε άλλη νόμιμη αρμοδιότητα.

Με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος οι αρμοδιότητες των περ. δ) και στ) δύναται να μεταβιβάζονται στη Σ.Ε. του Π.Μ.Σ.

#### 2.2.2 Η Συντονιστική Επιτροπή (Σ.Ε.)

Η Σ.Ε. αποτελείται από τον/την Διευθυντή/ντρια του Π.Μ.Σ. και τέσσερα (4) μέλη Δ.Ε.Π. του Τμήματος, που έχουν συναφές γνωστικό αντικείμενο με αυτό του Π.Μ.Σ. και αναλαμβάνουν διδακτικό έργο στο Π.Μ.Σ. Τα μέλη της Σ.Ε. καθορίζονται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Σ.Ε. είναι αρμόδια για την παρακολούθηση και τον συντονισμό της λειτουργίας του προγράμματος και ιδίως:

- α) καταρτίζει τον αρχικό ετήσιο προϋπολογισμό του Π.Μ.Σ. και τις τροποποιήσεις του, εφόσον το Π.Μ.Σ. διαθέτει πόρους, και εισηγείται την έγκρισή του προς την Επιτροπή Ερευνών του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων Έρευνας (Ε.Λ.Κ.Ε.),

- β) καταρτίζει τον απολογισμό του προγράμματος και εισηγείται την έγκρισή του προς τη Συνέλευση του Τμήματος,

- γ) εγκρίνει τη διενέργεια δαπανών του Π.Μ.Σ.,

- δ) εισηγείται προς τη Συνέλευση του Τμήματος την κατανομή του διδακτικού έργου, καθώς και την ανάθεση διδακτικού έργου,

- ε) εισηγείται προς τη Συνέλευση του Τμήματος την πρόσκληση Επισκεπτών Καθηγητών για την κάλυψη διδακτικών αναγκών του Π.Μ.Σ.,

- στ) καταρτίζει σχέδιο για την τροποποίηση του προγράμματος σπουδών, το οποίο υποβάλλει προς τη Συνέλευση του Τμήματος,

- ζ) εισηγείται προς τη Συνέλευση του Τμήματος την ανακατανομή των μαθημάτων μεταξύ των ακαδημαϊκών εξαμήνων, καθώς και θέματα που σχετίζονται με την ποιοτική αναβάθμιση του προγράμματος σπουδών.

### 2.2.3 Ο/Η Διευθυντής/τρια του Π.Μ.Σ.

Ο/Η Διευθυντής/τρια του Π.Μ.Σ. προέρχεται από τα μέλη Δ.Ε.Π. του Τμήματος κατά προτεραιότητα βαθμίδας Καθηγητή ή Αναπληρωτή Καθηγητή και ορίζεται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος για διετή θητεία, με δυνατότητα ανανέωσης χωρίς περιορισμό.

Ο/Η Διευθυντής/τρια του Π.Μ.Σ. έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

α) προεδρεύει της Σ.Ε., συντάσσει την ημερήσια διάταξη και συγκαλεί τις συνεδριάσεις της,

β) εισηγείται τα θέματα που αφορούν στην οργάνωση και τη λειτουργία του Π.Μ.Σ. προς τη Συνέλευση του Τμήματος,

γ) εισηγείται προς τη Σ.Ε. θέματα σχετικά με την αποτελεσματική λειτουργία του Π.Μ.Σ.,

δ) είναι Επιστημονικός Υπεύθυνος/η του προγράμματος και ασκεί τις αντίστοιχες αρμοδιότητες,

ε) παρακολουθεί την υλοποίηση των αποφάσεων των οργάνων του Π.Μ.Σ. και του Εσωτερικού Κανονισμού μεταπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών, καθώς και την παρακολούθηση εκτέλεσης του προϋπολογισμού του Π.Μ.Σ.,

στ) ασκεί οποιαδήποτε άλλη αρμοδιότητα, η οποία ορίζεται στην απόφαση ίδρυσης του Π.Μ.Σ.

Ο/Η Διευθυντής/τρια του Π.Μ.Σ., καθώς και τα μέλη της Σ.Ε. δεν δικαιούνται αμοιβής ή οιασδήποτε αποζημίωσης για την εκτέλεση των αρμοδιοτήτων που τους ανατίθενται και σχετίζεται με την εκτέλεση των καθηκόντων τους.

### 2.3 Γραμματειακή υποστήριξη Π.Μ.Σ.

α) Η Γραμματεία του Τμήματος είναι αρμόδια για τη γραμματειακή και διοικητική υποστήριξη του Π.Μ.Σ.

β) Ο/Η Γραμματέας της Σχολής/του Τμήματος ορίζει υπάλληλο ή υπαλλήλους -ανάλογα με τον αριθμό των Π.Μ.Σ. και τον φόρτο εργασίας- ως αρμόδιο/ους για τα Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος.

### Άρθρο 3.

#### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΚΤΕΩΝ

3.1 Στο Π.Μ.Σ. γίνονται δεκτοί πτυχιούχοι πανεπιστημίων των Τμημάτων Φυσικής και συναφών Τμημάτων της ημεδαπής ή Τμημάτων αναγνωρισμένων ομοταγών ιδρυμάτων της αλλοδαπής, καθώς και πτυχιούχοι Τ.Ε.Ι. συναφούς γνωστικού αντικείμενου.

3.2 Ο ανώτατος αριθμός των εισακτέων φοιτητών/τριών στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ορίζεται σε είκοσι (20) ανά ειδικευση, εξήντα (60) συνολικά. Ο ανώτατος αριθμός εισακτέων προσδιορίζεται σύμφωνα με τον αριθμό των διδασκόντων του Π.Μ.Σ. και την αναλογία φοιτητών-διδασκόντων, την υλικοτεχνική υποδομή, τις αίθουσες διδασκαλίας, την απορρόφηση των διπλωματούχων από την αγορά εργασίας.

3.3 Επιπλέον του αριθμού εισακτέων γίνεται δεκτό ένα (1) μέλος των κατηγοριών Ε.Ε.Π., Ε.ΔΙ.Π. και Ε.Τ.Ε.Π. κατ'έτος, εφόσον το έργο που επιτελεί στο Ίδρυμα είναι συναφές με το γνωστικό αντικείμενο του Π.Μ.Σ.

3.4 Οι υπότροφοι του ΙΚΥ, οι αλλοδαποί υπότροφοι του ελληνικού κράτους, για το ίδιο ή συναφές γνωστικό αντικείμενο με αυτό του Π.Μ.Σ., εισάγονται χωρίς εξετάσεις.

### Άρθρο 4.

#### ΤΡΟΠΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

4.1 Η επιλογή των φοιτητών/τριών γίνεται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, τον Κανονισμό Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών Σπουδών ΕΚΠΑ και τις προβλέψεις του παρόντος Κανονισμού.

4.2 Κατά την περίοδο Απριλίου-Μαΐου, με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α., δημοσιεύεται και αναρτάται στην ιστοσελίδα του Τμήματος και του Ιδρύματος προκήρυξη για την εισαγωγή μεταπτυχιακών φοιτητών/τριών στο Π.Μ.Σ. Οι σχετικές αιτήσεις μαζί με τα απαραίτητα δικαιολογητικά κατατίθενται στη Γραμματεία του Π.Μ.Σ., σε προθεσμία που ορίζεται κατά την προκήρυξη και μπορεί να παραταθεί με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος.

4.3 Η Συνέλευση του Τμήματος ορίζει επιτροπές επιλογής εισακτέων ανά ειδικευση, οι οποίες αποτελούνται από τρία (3) μέλη Δ.Ε.Π. με γνωστικό αντικείμενο συναφές με την ειδικευση, τα οποία έχουν αναλάβει διδακτικό έργο στο Π.Μ.Σ.

Απαραίτητα δικαιολογητικά είναι:

- Αίτηση συμμετοχής
- Βιογραφικό σημείωμα
- Φωτοτυπία δύο όψεων της αστυνομικής ταυτότητας
- Αντίγραφο πτυχίου ή βεβαίωση περάτωσης σπουδών
- Αναλυτική βαθμολογία προπτυχιακών μαθημάτων
- Επικυρωμένο Πιστοποιητικό γλωσσομάθειας αγγλικής γλώσσας, επιπέδου B2
- Συστατικές επιστολές
- Επιστημονικές δημοσιεύσεις, εάν υπάρχουν
- Αποδεικτικά επαγγελματικής ή ερευνητικής δραστηριότητας, εάν υπάρχουν
- Πιστοποιητικό ελληνομάθειας ή επαρκούς, διαπιστωμένη από την Επιτροπή Επιλογής Εισακτέων του Π.Μ.Σ., γνώση της ελληνικής γλώσσας για τους αλλοδαπούς υποψήφιους
- Αναγνώριση ακαδημαϊκού τίτλου σπουδών της αλλοδαπής

4.5 Για τους/ις φοιτητές/τριες από ιδρύματα της αλλοδαπής, που δεν προσκομίζουν πιστοποιητικό αναγνώρισης ακαδημαϊκού τίτλου σπουδών από τον Δ.Ο.Α.Τ.Α.Π., ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία:

Η Συνέλευση του Τμήματος ορίζει επιτροπή αρμόδια να διαπιστώσει εάν ένα ίδρυμα της αλλοδαπής ή ένας τύπος τίτλου ιδρύματος της αλλοδαπής είναι αναγνωρισμένα. Προκειμένου να αναγνωρισθεί ένας τίτλος σπουδών πρέπει:

- το ίδρυμα που απονέμει τους τίτλους να συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο των αλλοδαπών ιδρυμάτων, που τηρεί και επικαιροποιεί ο Δ.Ο.Α.Τ.Α.Π.,
- ο/η φοιτητής/τρια να προσκομίσει βεβαίωση τόπου σπουδών, η οποία εκδίδεται και αποστέλλεται από το πανεπιστήμιο της αλλοδαπής. Αν ως τόπος σπουδών ή μέρος αυτών βεβαιώνεται η ελληνική επικράτεια, ο τίτλος σπουδών δεν αναγνωρίζεται, εκτός αν το μέρος σπουδών που έγιναν στην ελληνική επικράτεια βρίσκεται σε δημόσιο Α.Ε.Ι.

4.6 Η αξιολόγηση των υποψηφίων και η επιλογή των εισακτέων γίνεται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:



- Βαθμός πτυχίου
  - Βαθμός σε προπτυχιακά μαθήματα συναφούς γνωστικού αντικείμενου με το Π.Μ.Σ.
  - Βαθμός της πτυχιακής ή διπλωματικής εργασίας (εάν υπάρχει)
  - Συνάφεια του πτυχίου ΑΕΙ και των γνώσεων του υποψηφίου με το γνωστικό αντικείμενο του Π.Μ.Σ.
  - Πιστοποιημένη γνώση αγγλικής γλώσσας
  - Γνώση άλλων ξένων γλωσσών
  - Επιστημονικές δημοσιεύσεις, συμμετοχή σε συνέδρια
  - Συστατικές επιστολές
  - Σχετική ερευνητική ή επαγγελματική δραστηριότητα
  - Κατοχή μεταπτυχιακού ή διδακτορικού διπλώματος
- Επιπροσθέτως, ανάλογα με τον αριθμό υποψηφίων, οι επιτροπές επιλογής αποφασίζουν κάθε έτος για γραπτή εξέταση ή προφορική συνέντευξη των υποψηφίων.

4.7 Με βάση τα συνολικά κριτήρια, οι επιτροπές επιλογής καταρτίζουν τον πίνακα αξιολόγησης των φοιτητών/τριών και τον καταθέτουν προς έγκριση στη Συνέλευση.

Οι επιτυχόντες/ουσες θα πρέπει να εγγραφούν στη Γραμματεία του Π.Μ.Σ. εντός τριάντα (30) ημερών από την απόφαση της Συνέλευσης.

Σε περίπτωση ισοβαθμίας (με μαθηματική στρογγυλοποίηση στην ακέραιη μονάδα της κλίμακας 100), εισάγονται οι ισοβαθμήσαντες υποψήφιοι, σε ποσοστό που δεν υπερβαίνει το 10% του ανώτατου αριθμού εισακτέων.

Σε περίπτωση μη εγγραφής ενός ή περισσότερων φοιτητών/τριών, θα κληθούν να εγγραφούν στο Π.Μ.Σ. οι επιλαχόντες/ουσες (αν υπάρχουν), με βάση τη σειρά τους στον εγκεκριμένο αξιολογικό πίνακα.

#### Άρθρο 5.

##### ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΙΤΗΣΗΣ

5.1 Η χρονική διάρκεια φοίτησης στο Π.Μ.Σ. που οδηγεί στη λήψη Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Μ.Σ.) ορίζεται σε τρία (3) ακαδημαϊκά εξάμηνα και έξι (6) ακαδημαϊκά εξάμηνα στην περίπτωση μερικής φοίτησης, στα οποία περιλαμβάνεται και ο χρόνος εκπόνησης διπλωματικής εργασίας. Οι φοιτητές/τριες πλήρους φοίτησης πρέπει να έχουν εξετασθεί επιτυχώς σε όλα τα μαθήματα τον Ιούνιο ή τον Σεπτέμβριο του πρώτου 1ου έτους, ενώ οι φοιτητές μερικής φοίτησης πρέπει να έχουν εξετασθεί επιτυχώς σε όλα τα μαθήματα τον Ιούνιο ή τον Σεπτέμβριο του δεύτερου 2ου έτους.

5.2 Η δυνατότητα μερικής φοίτησης παρέχεται έπειτα από αιτιολογημένη αίτηση του φοιτητή και έγκριση από τη Συνέλευση του Τμήματος.

Δικαίωμα υποβολής αίτησης για μερική φοίτηση έχουν:

- α) οι φοιτητές που αποδεδειγμένα εργάζονται τουλάχιστον είκοσι (20) ώρες την εβδομάδα,
- β) οι φοιτητές με αναπηρία και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες,
- γ) οι φοιτητές που είναι παράλληλα αθλητές και κατά τη διάρκεια των σπουδών τους ανήκουν σε αθλητικά σωματεία εγγεγραμμένα στο ηλεκτρονικό μητρώο αθλητικών σωματείων του άρθρου 142 του ν. 4714/2020 (Α' 148), που τηρείται στη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού (Γ.Γ.Α.) υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

γα) για όσα έτη καταλαμβάνουν διάκριση 1ης έως και 8ης θέσης σε πανελλήνια πρωταθλήματα ατομικών αθλημάτων με συμμετοχή τουλάχιστον δώδεκα (12) αθλητών και οκτώ (8) σωματείων ή αγωνίζονται σε ομάδες των δύο (2) ανώτερων κατηγοριών σε ομαδικά αθλήματα ή συμμετέχουν ως μέλη εθνικών ομάδων σε πανευρωπαϊκά πρωταθλήματα, παγκόσμια πρωταθλήματα ή άλλες διεθνείς διοργανώσεις υπό την Ελληνική Ολυμπιακή Επιτροπή, ή

γβ) συμμετέχουν έστω άπαξ, κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους στο πρόγραμμα σπουδών για το οποίο αιτούνται την υπαγωγή τους σε καθεστώς μερικής φοίτησης, σε ολυμπιακούς, παραολυμπιακούς αγώνες και ολυμπιακούς αγώνες κωφών. Οι φοιτητές της παρούσας υποπερίπτωσης δύνανται να εγγράφονται ως φοιτητές μερικής φοίτησης, μετά από αίτησή τους που εγκρίνεται από την Κοσμητεία της Σχολής.

Η διάρκεια της μερικής φοίτησης δεν υπερβαίνει το διπλάσιο της διάρκειας της κανονικής φοίτησης.

5.3 Υπάρχει δυνατότητα παράτασης ενός εξαμήνου, έπειτα από αιτιολογημένη αίτηση του φοιτητή και έγκριση από τη Συνέλευση. Έτσι, ο ανώτατος επιτρεπόμενος χρόνος ολοκλήρωσης των σπουδών ορίζεται στα τέσσερα (4) ακαδημαϊκά εξάμηνα και οκτώ (8) ακαδημαϊκά εξάμηνα στην περίπτωση μερικής φοίτησης.

5.4 Οι φοιτητές/τριες που δεν έχουν υπερβεί το ανώτατο όριο φοίτησης, έπειτα από αιτιολογημένη αίτησή τους προς τη Συνέλευση του Τμήματος, δύνανται να διακόψουν τη φοίτησή τους για χρονική περίοδο που δεν υπερβαίνει τα δύο (2) συνεχόμενα εξάμηνα. Αναστολή φοίτησης χορηγείται για σοβαρούς λόγους (στρατιωτική θητεία, ασθένεια, λοχεία, απουσία στο εξωτερικό κ.ά.).

Η αίτηση πρέπει να είναι αιτιολογημένη και να συνοδεύεται από όλα τα σχετικά δικαιολογητικά αρμόδιων δημόσιων αρχών ή οργανισμών, από τα οποία αποδεικνύονται οι λόγοι αναστολής φοίτησης. Η φοιτητική ιδιότητα αναστέλλεται κατά τον χρόνο διακοπής της φοίτησης και δεν επιτρέπεται η συμμετοχή σε καμία εκπαιδευτική διαδικασία. Τα εξάμηνα αναστολής της φοιτητικής ιδιότητας δεν προσμετρώνται στην προβλεπόμενη ανώτατη διάρκεια κανονικής φοίτησης.

Τουλάχιστον δύο (2) εβδομάδες πριν από το πέρας της αναστολής φοίτησης, ο/η φοιτητής/τρια υποχρεούται να επανεγγραφεί στο πρόγραμμα για να συνεχίσει τις σπουδές του/της με τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του/της ενεργού φοιτητή/τριας. Οι φοιτητές/τριες δύνανται με αίτησή τους να διακόψουν την αναστολή φοίτησης και να επιστρέψουν στο Πρόγραμμα μόνο στην περίπτωση που έχουν αιτηθεί αναστολή φοίτησης για δύο συνεχόμενα ακαδημαϊκά εξάμηνα. Η αίτηση διακοπής της αναστολής φοίτησης πρέπει να κατατίθεται το αργότερο δύο εβδομάδες πριν από την έναρξη του δεύτερου εξαμήνου της αναστολής.

5.5 Η διάρκεια αναστολής ή παράτασης του χρόνου φοίτησης συζητείται και εγκρίνεται κατά περίπτωση από τη Σ.Ε., η οποία και εισηγείται στη Συνέλευση του Τμήματος.

## Άρθρο 6.

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

6.1 Το Π.Μ.Σ. ξεκινά το χειμερινό εξάμηνο εκάστου ακαδημαϊκού έτους.

6.2 Για την απόκτηση διπλώματος του Π.Μ.Σ. απαιτούνται συνολικά ενενήντα (90) πιστωτικές μονάδες (ECTS). Όλα τα μαθήματα διδάσκονται εβδομαδιαίως και, κατά περίπτωση, περιλαμβάνουν εργαστηριακές ασκήσεις και εργασίες.

6.3 Η γλώσσα διδασκαλίας και συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η ελληνική ή η αγγλική.

6.4 Κατά τη διάρκεια των σπουδών, οι μεταπτυχιακοί φοιτητές/τριες υποχρεούνται σε παρακολούθηση και επιτυχή εξέταση μεταπτυχιακών μαθημάτων καθώς και

σε εκπόνηση μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.

6.5 Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται στο τρίτο εξάμηνο σπουδών και πιστώνεται με τριάντα (30) ECTS.

6.6 Η διδασκαλία των μαθημάτων γίνεται διά ζώσης.

6.7 Το ενδεικτικό πρόγραμμα των μαθημάτων ανά ειδίκευση διαμορφώνεται ως εξής:

1. Ειδίκευση στη Φυσική των Υλικών. Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στα δύο πρώτα εξάμηνα, δύο (2) μαθήματα Κορμού από τα πέντε (5) προσφερόμενα, δύο (2) υποχρεωτικά μαθήματα Ειδίκευσης και να επιλέξουν και άλλα δύο (2) μαθήματα Ειδίκευσης από τα υπόλοιπα προσφερόμενα (Πίνακας 1). Στο τρίτο εξάμηνο εκπονούν τη Διπλωματική Εργασία.

Όλα τα μαθήματα έχουν 4 ώρες διδασκαλίας την εβδομάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Μαθήματα Π.Μ.Σ. Φυσικής με Ειδίκευση στη Φυσική των Υλικών.

| Α' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                |             | Β' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| ΔΥΟ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                       | ECTS (2x10) |                                                                     |             |
| Ηλεκτρονική Δομή και Ιδιότητες της Ύλης                   | 10          |                                                                     |             |
| Προχωρημένο Εργαστήριο                                    | 10          |                                                                     |             |
| ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                     | ECTS (1x10) | ΤΡΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                            | ECTS (3x10) |
| Κβαντική Φυσική (Κορμού)                                  | 10          | Ηλεκτρομαγνητισμός (Κορμού)                                         | 10          |
| Μηχανική (Κορμού)                                         | 10          | Στατιστική Φυσική (Κορμού)                                          | 10          |
| Μαθηματική Φυσική (Κορμού)                                | 10          | Φυσική του Στερεού Φλοιού της Γης (Ειδίκευσης)                      | 10          |
| Θερμοδυναμική των Πλεγματικών Ατελειών (Ειδίκευσης)       | 10          | Φυσική Ημιαγωγικών Διατάξεων (Ειδίκευσης)                           | 10          |
| Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Χαρακτηρισμού Υλικών (Ειδίκευσης) | 10          | Φυσική και Τεχνολογία Υλικών (Ειδίκευσης)                           | 10          |
|                                                           |             | Νανοδομές και Βιοϋλικά (Ειδίκευσης)                                 | 10          |
|                                                           |             | Ειδικά Θέματα Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης (Ειδίκευσης - Ειδικό Θέμα) | 10          |
| ΣΥΝΟΛΟ ECTS Α' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                   | 30          | ΣΥΝΟΛΟ ECTS Β' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                             | 30          |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                |             |                                                                     |             |
| Διπλωματική Εργασία                                       | 30          | ΣΥΝΟΛΟ ECTS                                                         | 90          |
| ΣΥΝΟΛΟ Γ' ECTS ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                   | 30          |                                                                     |             |

2. Ειδίκευση στην Πυρηνική Φυσική και στη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων.

Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στα δύο πρώτα εξάμηνα δύο (2) υποχρεωτικά μαθήματα Κορμού, ένα (1) μάθημα από τα δύο (2) υποχρεωτικά μαθήματα Ειδίκευσης που προσδιορίζονται στον Πίνακα 2 και να επιλέξουν και άλλα τρία (3) μαθήματα εκ των οποίων ένα (1) Κορμού και δύο (2) Ειδίκευσης από τα προσφερόμενα στον Πίνακα 2 (εκ των οποίων το ένα μπορεί να προσφέρεται στα πλαίσια άλλης ειδίκευσης του Π.Μ.Σ. Φυσικής). Στο τρίτο εξάμηνο εκπονούν τη Διπλωματική Εργασία.

Όλα τα μαθήματα έχουν 4 ώρες διδασκαλίας την εβδομάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Μαθήματα Π.Μ.Σ. Φυσικής με Ειδίκευση στην Πυρηνική Φυσική και στη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων.

| Α' ΕΞΑΜΗΝΟ                                  |             | Β' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                            |             |
|---------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|
| ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΚΟΡΜΟΥ                   | ECTS (1x10) | ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΚΟΡΜΟΥ                                             | ECTS (1x10) |
| Κβαντική Φυσική (Κορμού)                    | 10          | Ηλεκτρομαγνητισμός (Κορμού)                                           | 10          |
| ΔΥΟ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή   | ECTS (2x10) | ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΑ                                    | ECTS (1x10) |
|                                             |             |                                                                       |             |
| ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                                  |             | ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                                                |             |
| Μηχανική (Κορμού)                           | 10          | Στοιχειώδη Σωματίδια (Υποχρεωτικό Ειδίκευσης)                         | 10          |
| Μαθηματική Φυσική (Κορμού)                  | 10          | Πυρηνική Φυσική (Υποχρεωτικό Ειδίκευσης)                              | 10          |
| Κβαντική Θεωρία Πεδίων (Ειδίκευσης)         | 10          | ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΑ                    | ECTS (1x10) |
| Πειραματικές Μέθοδοι Φυσικής (Ειδίκευσης)   |             | Στατιστική Φυσική (Κορμού)                                            | 10          |
| Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (Ειδίκευσης) |             | Στοιχειώδη Σωματίδια (Ειδίκευσης)                                     | 10          |
| Κοσμική Ακτινοβολία (Ειδίκευσης)            |             | Πυρηνική Φυσική (Ειδίκευσης)                                          | 10          |
|                                             | 10          | Υπολογιστική Φυσική (Ειδίκευσης)                                      | 10          |
|                                             | 10          | Κβαντικοί Υπολογιστές (Ειδίκευσης)                                    | 10          |
|                                             |             | Προχωρημένα Θέματα Κβαντικής Θεωρίας Πεδίων (Ειδίκευσης) <sup>1</sup> | 10          |
|                                             |             | Κοσμολογία (Ειδίκευσης)                                               | 10          |
| ΣΥΝΟΛΟ ECTS Α' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                     | 30          | ΣΥΝΟΛΟ ECTS Β' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                               | 30          |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ                                  |             |                                                                       |             |
| Διπλωματική Εργασία                         | 30          | ΣΥΝΟΛΟ ECTS                                                           | 90          |
| ΣΥΝΟΛΟ ECTS Γ' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                     | 30          |                                                                       |             |

### 3. Ειδίκευση στην Αστροφυσική

Οι φοιτητές υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στα δύο πρώτα εξάμηνα ένα (1) υποχρεωτικό μάθημα Ειδίκευσης, δύο (2) μαθήματα Κορμού από τα πέντε (5) προσφερόμενα και να επιλέξουν και άλλα τρία (3) μαθήματα Ειδίκευσης από τα υπόλοιπα προσφερόμενα (εκ των οποίων το ένα μπορεί να προσφέρεται στα πλαίσια άλλης ειδίκευσης του Π.Μ.Σ. Φυσική), ή από τα Ειδικά Θέματα. Στο τρίτο εξάμηνο εκπονούν τη Διπλωματική Εργασία (Πίνακας 3).

Όλα τα μαθήματα έχουν 4 ώρες διδασκαλίας την εβδομάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Μαθήματα Π.Μ.Σ. Φυσικής με Ειδίκευση στην Αστροφυσική.

| Α' ΕΞΑΜΗΝΟ                                           |             | Β' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                                    |             |
|------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                        | ECTS (1x10) | ΤΡΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ                         | ECTS (3x10) |
| Βασικά Θέματα Αστροφυσικής (Ειδίκευσης)              | 10          | Ηλεκτρομαγνητισμός (Κορμού)                                                   | 10          |
| ΔΥΟ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΑ ΚΟΡΜΟΥ Ή ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ | ECTS (2x10) | Στατιστική Φυσική (Κορμού)                                                    | 10          |
| Κβαντική Φυσική (Κορμού)                             | 10          | Τεχνικές Παρατήρησης και Επεξεργασίας Δεδομένων στην Αστροφυσική (Ειδίκευσης) | 10          |

<sup>1</sup> Το Μάθημα προσφέρεται σε μεταπτυχιακούς φοιτητές οι οποίοι έχουν παρακολουθήσει το μάθημα «Κβαντική Θεωρία Πεδίων»

|                                                           |    |                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|----|
| Μηχανική (Κορμού)                                         | 10 | Διαστημικά Συστήματα και Διαστημικός Καιρός (Ειδίκευσης)  | 10 |
| Μαθηματική Φυσική (Κορμού)                                | 10 | Αστροφυσική Υψηλών Ενεργειών (Ειδίκευσης)                 | 10 |
| Διαστημική Φυσική (Ειδίκευσης)                            | 10 | Αστροφυσική Πλάσματος (Ειδίκευσης)                        | 10 |
| Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (Ειδίκευσης)               | 10 | Ηλιακή Φυσική (Ειδίκευσης)                                | 10 |
| Γαλαξιακή και Εξωγαλαξιακή Αστρονομία (Ειδίκευσης)        | 10 | Κοσμολογία (Ειδίκευσης)                                   | 10 |
| Υπολογιστική Αστροφυσική (Ειδίκευσης)                     | 10 | Αστρική δομή και πυρηνοσύνθεση (Ειδίκευσης)               | 10 |
| Θέματα Σύγχρονης Παρατηρησιακής Αστροφυσικής (Ειδίκευσης) | 10 | Δυναμική Αστρονομία (Ειδίκευσης - Ειδικό Θέμα)            | 10 |
| Ειδικά Θέματα Αστροφυσικής (Ειδίκευσης - Ειδικό Θέμα)     | 10 | Μη Γραμμικά Δυναμικά Συστήματα (Ειδίκευσης - Ειδικό Θέμα) | 10 |
| ΣΥΝΟΛΟ ECTS Α' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                   | 30 | ΣΥΝΟΛΟ ECTS Β' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                   | 30 |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ                                                |    |                                                           |    |
| Διπλωματική Εργασία                                       | 30 | ΣΥΝΟΛΟ ECTS                                               | 90 |
| ΣΥΝΟΛΟ ECTS Γ' ΕΞΑΜΗΝΟΥ                                   | 30 |                                                           |    |

#### Περιεχόμενο/Περιγραφή μαθημάτων

Προσφερόμενα Μαθήματα Κορμού (κοινά και στις τρεις Ειδικεύσεις):

##### ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Χρονοανεξάρτητη θεωρία διαταραχών χωρίς και με εκφυλισμό. Λεπτή και υπέρλεπτη υφή. Φαινόμενα Stark και Zeeman. Χρονοεξαρτημένη θεωρία διαταραχών. Χρυσός Κανόνας του Fermi. Αδιαβατική εξέλιξη. Συστήματα δύο καταστάσεων. Σκέδαση. Ανάλυση σε μερικά κύματα - Οπτικό θεώρημα - Συντονισμός. Αυθόρμητη εκπομπή. Δεύτερη κβάντωση. Ολοκληρώματα διαδρομών. Σχετικιστική Κβαντική Μηχανική. Εξίσωση Klein-Gordon - Εξίσωση Dirac.

##### ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Θεμελιώδεις ιδέες της κλασικής μηχανικής και σύνδεση αυτών με σύγχρονα ερευνητικά θέματα και εφαρμογές: Εξισώσεις Euler-Lagrange, σημασία των αρχών μεταβολών (variational principles), συμμετρίες και αρχές διατήρησης, Θεώρημα Noether, διατηρούμενα μεγέθη, εξισώσεις Χάμιλτον, δυναμική στον χώρο των φάσεων, θεώρημα Liouville. Επιλεκτικά παρουσιάζονται κάθε χρόνο κάποιο/α αντικείμενα Εφαρμογών της Μηχανικής (όπως στην ουράνια μηχανική, κβαντική μηχανική, θεωρία μικρών ταλαντώσεων, κλασική θεωρία πεδίου, δυναμική συνεχών μέσων και υδροδυναμική, μηχανική στερεού σώματος, στοχαστική δυναμική, κίνηση στερεού σώματος).

##### ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Ειδικές συναρτήσεις και ορθογώνια πολυώνυμα. Ανάπτυγμα σε ιδιοσυναρτήσεις. Εξισώσεις Laplace, διάχυση, Helmholtz, Poisson. Μετασχηματισμός Hilbert. Σχέσεις διασποράς. Προχωρημένες τεχνικές μιγαδικής ολοκλήρωσης και εφαρμογές τους. Προσεγγίσεις σαγματικών σημείων και στάσιμης φάσης. Ασυμπτωτικά αναπτύγματα. Συναρτήσεις Green: Κατασκευή των συναρτήσεων

Green για τις εξισώσεις Helmholtz, Poisson, Laplace και για την κυματική εξίσωση. Προβλήματα σε καρτεσιανές, σφαιρικές και κυλινδρικές συντεταγμένες με ομογενείς και μη ομογενείς συνοριακές συνθήκες. Ανάπτυξη σε ορθογώνια πολυώνυμα. Η σημασία του διαδότη και της συνάρτησης Green στην κβαντική μηχανική. Ολοκληρωτικές εξισώσεις: Εξισώσεις Fredholm και Volterra. Σχέση με εξισώσεις Green. Τεχνικές ακριβούς επίλυσης μέσω ανάπτυξης σε ορθογώνια πολυώνυμα και μέσω ολοκληρωτικών μετασχηματισμών (Fourier, Laplace, Mellin, Hankel). Επίλυση μέσω επαναληπτικών προσεγγίσεων.

##### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Ηλεκτροστατική-μαγνητοστατική επιλεγμένα θέματα: Εξισώσεις Laplace Poisson, μοναδικότητα των λύσεων (συνθήκες Dirichlet, Neumann). Συναρτήσεις Green μέθοδοι εύρεσης των συναρτήσεων Green, προβλήματα συνοριακών τιμών. Σύμμορφοι μετασχηματισμοί. Εισαγωγή στη μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών στο πεδίο του χρόνου (FDTD). Εξισώσεις Maxwell: Συναλλοίωτο σε μετασχηματισμούς Lorentz, ομοτιμία, αντιστροφή χρόνου. Συμμετρία διύσμου, μαγνητικό μονόπολο, κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου. Μετασχηματισμοί βαθμίδας. Κυματικές εξισώσεις, επίπεδα κύματα, πόλωση. Ανάκλαση, διάθλαση σε επίπεδο σύνορο. Μεταλλικοί κυματοδηγοί. Στοιχεία θεωρίας διηλεκτρικών κυματοδηγών. Ειδική θεωρία της σχετικότητας και ηλεκτρομαγνητισμός: Λαγκρανζιανή περιγραφή του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και κίνησης φορτισμένων σωματιδίων σε εξωτερικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Συμμετρίες, νόμοι διατήρησης, τανυστής ενέργειας ορμής, ελκτικότητα του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Κίνηση σημειακού φορτίου σε ομογενές ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Αναλλοίωτες συναρτήσεις Green. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινούμενων φορτίων και εντοπισμένων πηγών: Δυναμικά Lienard-Wierchert. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και ακτινο-



βολία κινουμένου φορτίου. Συνολικά ακτινοβολούμενη ενέργεια, σχέση Larmor. Γωνιακή κατανομή και κατανομή ως προς την συχνότητα της ακτινοβολούμενης ενέργειας. Ακτινοβολία synchrotron, ακτινοβολία Cerenkov. Σκέδαση Thomson, ακτινοβολία πέδης. Ακτινοβολία εντοπισμένων πηγών. Ακτινοβολία διπόλου, πλειονόπολα. Απλές κεραίες. Στοιχεία πλάσματος και μοντέλα ισοδύναμων υλικών: Βασικά χαρακτηριστικά, ταλαντώσεις πλάσματος. Πλάσμα σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Κύματα Alfven. Μοντέλα Drude και Lorentz, διασπορά σε μέσα Drude και Lorentz, ταχύτητα φάσης και ομάδας σε μέσα Drude και Lorentz, σχέσεις Kramers-Kronig. Μαγνητικά, διηλεκτρικά, και αρνητικού δείκτη διάθλασης μεταλλικά: Ισοδύναμη διηλεκτρική σταθερά ( $\epsilon$ ), μαγνητική σταθερά ( $\mu$ ), και δείκτη διάθλασης ( $n$ ), πρόσημο δείκτη διάθλασης όταν  $\epsilon < 0$  και  $\mu < 0$ , μιγαδικός δείκτης διάθλασης, τεχνητά υλικά με  $\epsilon < 0$  ή  $\mu < 0$ , 'μαγνητικό' πλάσμα, μεταλλικά αρνητικού δείκτη διάθλασης, στοιχεία νανοπλασματικής, φράγμα παράθλασης, κοντινό πεδίο, 'τέλεια' εστίαση φωτός σε μεταλλικά αρνητικού δείκτη διάθλασης. Νανοπλασματικά και νανοφωτονικά κυκλώματα. 'Γρήγορο' και 'αργό' φως. Βασική θεωρίας laser. Μέθοδος συζευγμένων ρυθμών στο πεδίο του χρόνου (temporal coupled-mode theory).

#### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Φασικός Χώρος-Στατιστικές Κατανομές. Μικροκανονική Συλλογή. Κβαντική Στατιστική Μηχανική. Κανονική Συλλογή. Προσομοιώσεις. Κβαντικά Αέρια. Θερμοδυναμική του Στερεού Σώματος. Το Φερμιονικό αέριο. Θεωρία Μέσου Πεδίου-Το μοντέλο Ising. Κρίσιμα Φαινόμενα. Ολοκληρώματα διαδρομών. Φασικός χώρος—Στατιστικές κατανομές: Εισαγωγή στο φασικό χώρο και στις στατιστικές κατανομές πιθανότητας. Η έννοια της μακροσκοπικής κατάστασης και της θερμοδυναμικής ισορροπίας. Μικροκανονική Συλλογή: Εισαγωγή στην μικροκανονική συλλογή. Η έννοια της στατιστικής ανεξαρτησίας υποσυστημάτων. Η έννοια της εντροπίας και ο νόμος της αύξησης της εντροπίας. Έννοια της θερμοκρασίας. Κβαντική Στατιστική Μηχανική: Η στατιστική μήτρα πυκνότητας. Το "κβαντικό" θεώρημα του Liouville. Η μικροκανονική συλλογή. Η έννοια της εντροπίας. Κανονική Συλλογή: Η κανονική συλλογή. Υπολογισμός των θερμοδυναμικών ποσοτήτων με την κανονική συλλογή. Διακεκριμένα σωματίδια. Κλασική και κβαντική συνάρτηση επιμερισμού. Προσομοιώσεις: Η γενική ιδέα της προσομοίωσης Monte Carlo. Ο αλγόριθμος του Metropolis. Αλγόριθμος της Μοριακής Δυναμικής. Παραδείγματα. Κβαντικά Αέρια. Ταυτόσημα σωματίδια. Η στατιστική μήτρα πυκνότητας πιθανότητας για ελεύθερα σωματίδια. Η μεγαλοκανονική κατανομή. Στατιστικές κατανομές για μη αλληλεπιδρώντα μποζόνια και φερμιόνια. Συμπύκνωση Bose-Einstein. Εφαρμογές στο υγρό ήλιο και σε ψυχρά συμπυκνώματα ατόμων. Ακτινοβολία μελανού σώματος. Θερμοδυναμική του Στερεού Σώματος: Ατομικές ταλαντώσεις. Κλασική και κβαντική αντιμετώπιση. Κβάντωση του ελαστικού πεδίου. Φωνόνια. Θερμοδυναμική των φωνονίων. Θεωρία Μέσου Πεδίου-Μοντέλο Ising: Το μοντέλο του Ising. Ακριβής λύση σε μία διάσταση. Θεωρία (προσέγγιση) μέσου πεδίου. Εφαρμογή

στο μοντέλο του Ising σε υψηλές διαστάσεις. Ακριβής λύση σε δύο διαστάσεις. Κρίσιμα Φαινόμενα: Η έννοια της παραμέτρου τάξης. Παγκοσμιότητα και κρίσιμοι εκθέτες. Η θεωρία Landau-Ginsburg. Η ενεργός θεωρία και η ομάδα επανακανονικοποίησης. Γενική μεθοδολογία και συμπεράσματα. Ο ρόλος των μεγάλων μηκών κύματος. Θεωρία αλλαγής κλίμακος και ρόλος των πεπερασμένων συστημάτων. Ολοκληρώματα Διαδρομών: Ολοκληρώματα διαδρομών για πολλά σωματίδια που ακολουθούν α) τη στατιστική των φερμιονίων και β) τη στατιστική των μποζονίων. Ολοκληρώματα διαδρομών για κβαντικά συστήματα σπιν.

Μαθήματα προσφερόμενα στα πλαίσια της Ειδίκευσης στη Φυσική των Υλικών:

#### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Περιγραφή αλληλεπιδρώντων ηλεκτρονίων στα στερεά: Εισαγωγή. Αρχή μεταβολών Rayleigh-Ritz. Μέθοδοι Hartree και Hartree-Fock. Θεώρημα Koopmans. Οπή ανταλλαγής. Προσέγγιση Hartree-Fock για ελεύθερα ηλεκτρόνια. Δυναμικό Χα. Ομοιογενές αέριο ηλεκτρονίων με πόλωση σπιν. Θεωρία συναρτησιακού της πυκνότητας. Εξισώσεις Kohn-Sham. Προσέγγιση τοπικής πυκνότητας. Η σημασία των μονοηλεκτρονικών ιδιοτιμών. Χρόνος ζωής διηγεμένων καταστάσεων. Στοιχεία θεωρίας ομάδων: Ορισμός σημειακής ομάδας συμμετρίας. Αναπαραστάσεις ομάδας. Συζυγή στοιχεία και κλάσεις. Ορθογωνιότητα μη αναγωγίσιμων αναπαραστάσεων. Προβολικοί τελεστές. Επίλυση της εξίσωσης Schroedinger. Ευθύ γινόμενο αναπαραστάσεων. Κανόνες επιλογής. Η συνεχής ομάδα στροφών σε τρεις διαστάσεις. Άρση εκφυλισμού συμμετρίας λόγω διαταραχής. Κρυσταλλογραφικές σημειακές ομάδες. Ομάδες συμμετρίας χώρου. Καταστάσεις ηλεκτρονίων σε κρυστάλλους: Θεώρημα Bloch. Συμμετρία των καταστάσεων Bloch, ενεργειακές ζώνες. Μέθοδος επιπέδων κυμάτων. Πυκνότητα ενεργειακών καταστάσεων. Σημεία και γραμμές συμμετρίας στην πρώτη ζώνη Brillouin. Ονοματολογία ενεργειακών ζωνών με βάση τη θεωρία ομάδων. Ηλεκτρονική δομή μετάλλων, ημιαγωγών, μονωτών: Μέταλλα, ημιαγωγοί, μονωτές. Ηλεκτρονική δομή απλών μετάλλων. Η μέθοδος γραμμικού συνδυασμού ατομικών τροχιακών. Μέθοδοι από πρώτες αρχές, μεταβατικά μέταλλα. Σιδερομαγνητικά μέταλλα. Ημιαγωγοί. Σημειακές ατέλειες: Συνάρτηση Green. Εξίσωση Lippmann-Schwinger. Σχέση διασποράς. Πίνακας μετάβασης, εξίσωση Dyson. Συνάρτηση Green για ελεύθερα και ισχυρά δέσμια ηλεκτρόνια. Ενεργειακές καταστάσεις προσμίξεων σε κρύσταλλο. Εντοπισμένες καταστάσεις προσμίξεων σε απλά μέταλλα. Ηλεκτρονική δομή προσμίξεων σε απλά μέταλλα. Υλικά με αταξία: Μορφές αταξίας. Μελέτη μονοδιάστατου κράματος. Αυτοενέργεια. Προσέγγιση ισοδύναμου κρυστάλλου. Προσέγγιση μέσου πίνακα μετάβασης. Προσέγγιση σύμφωνου δυναμικού. Εντοπισμός λόγω αταξίας. Αγωγιμότητα με θερμική μεταπήδηση. Επιφάνειες: Δομή των επιφανειών. Δυναμικό κοντά σε επιφάνεια - έξοδος ηλεκτρονίων. Δομή μιγαδικών ζωνών. Καταστάσεις ηλεκτρονίων σε ημιάπειρο κρύσταλλο.



#### ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Υπεραγωγοί χαμηλής κρίσιμης θερμοκρασίας: θεωρία υπεραγωγιμότητας, υπεραγωγοί Τύπου I & II, πλέγμα φλαξονίων Abrikosov, διαγράμματα φάσης (H-T) της ύλης φλαξονίων, εφαρμογές. Υπεραγωγοί υψηλής κρίσιμης θερμοκρασίας: χημικές ενώσεις οξειδίων του χαλκού  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  και  $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ , ιδιότητες μονοκρυσταλλικών/ πολυκρυσταλλικών δειγμάτων, σύνθεση/επεξεργασία σε πολυκρυσταλλική μορφή των  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  με  $\delta \approx 0.05$  και  $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$  με  $y \approx 0.4$  και  $n \approx 3$ . Κρυσταλλική δομή: Κρυσταλλική περιθλαση από περιοδικές δομές, μελέτη πολυκρυσταλλικού δείγματος  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  ή  $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$  με περιθλασιμετρία σκόνης ακτίνων-X (XRPD) και με τη μέθοδο ανάλυσης Rietveld: ταυτοποίηση φάσεων και προσδιορισμός δομικών παραμέτρων. Μαγνητικές ιδιότητες: εναλλασσόμενη μαγνητική επιδεκτικότητα ( $1 \text{ Oe} \leq H_{ac} \leq 20 \text{ Oe}$ ,  $1 \text{ Hz} \leq f_{ac} \leq 1 \text{ kHz}$ ) των  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  με  $\delta \approx 0.05$  ( $H_{dc} = 0 \text{ Oe}$ ) και  $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$  με  $y \approx 0.4$  και  $n \approx 3$  ( $0 \text{ Oe} \leq H_{dc} \leq 1000 \text{ Oe}$ ), διάγραμμα φάσης και υποκείμενοι φυσικοί μηχανισμοί. Ηλεκτρικές ιδιότητες: ειδική ηλεκτρική αντίσταση ( $10 \mu\text{A} \leq I_{dc} \leq 10 \text{ mA}$ ) των  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  με  $\delta \approx 0.05$  ( $H_{dc} = 0 \text{ Oe}$ ) και  $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$  με  $y \approx 0.4$  και  $n \approx 3$  ( $0 \text{ Oe} \leq H_{dc} \leq 1000 \text{ Oe}$ ), κρίσιμο ρεύμα, διάγραμμα φάσης και υποκείμενοι φυσικοί μηχανισμοί. Ερευνητική εργασία: Συγγραφή ερευνητικής εργασίας, παρουσίαση της ερευνητικής εργασίας σε έναν κύκλο σεμιναριακών διαλέξεων.

#### ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΠΛΕΓΜΑΤΙΚΩΝ ΑΤΕΛΕΙΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Εισαγωγή: Θερμοδυναμικές συναρτήσεις. Συνθήκες ισορροπίας. Εξάρτηση των θερμοδυναμικών συναρτήσεων από τη θερμοκρασία και την πίεση στα στερεά. Ισοβαρής ιδανικός κρύσταλλος: Σχηματισμός κενών. Παράμετροι από τη σύγκριση του πραγματικού κρυστάλλου με τον ισοβαρή ιδανικό κρύσταλλο. Ισόχωρος ιδανικός κρύσταλλος: Σχηματισμός κενών. Παράμετροι από τη σύγκριση του πραγματικού κρυστάλλου με τον ισόχωρο ιδανικό κρύσταλλο. Υπολογισμός των ισόχωρων και ισοβαρών θερμοδυναμικών παραμέτρων: Σχέσεις μεταξύ ισόχωρων και ισοβαρών θερμοδυναμικών παραμέτρων. Θερμοδυναμική εποπτεία της ειδικής θερμότητας: Συνεισφορά των πλεγματικών κενών στη διαμόρφωση της ειδικής θερμότητας. Αυτοδιάχυση: Θερμοκρασιακή εξάρτηση του συντελεστή διάχυσης. Ανάλυση της ισόθερμης απεικόνισης  $\ln D$  συναρτήσει  $P$ . Το πρότυπο  $cB\Omega$ : Συσχέτιση εντροπίας και ενθαλπίας μέσω του προτύπου  $cB\Omega$ . Συσχέτιση της παραμέτρου του όγκου ενεργοποίησης (μετάβασης ή σχηματισμού) με την ενέργεια Gibbs μέσω του προτύπου  $cB\Omega$ . Ερμηνεία εμπειρικών νόμων. Η θεωρητική τεκμηρίωση του προτύπου  $cB\Omega$ .

#### ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Εισαγωγή στη φασματοσκοπία: Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με την ύλη. Πιθανότητες μετάβασης, διπολικές μεταβάσεις, κανόνες επιλογής. Επισκόπηση πειραματικών μεθόδων φασματοσκοπίας. Εισαγωγή στη δονητική φασματοσκοπία - Θεωρία: Κανονικοί τρόποι ταλάντωσης

μορίων-κρυστάλλων. Απορρόφηση υπερύθρου (IR). Σκέδαση Raman. Κλασσική και κβαντική ερμηνεία. Κανόνες επιλογής, ενεργοί και ανενεργοί τρόποι ταλάντωσης κατά Raman-IR. Συμμετρία-ιδιότητες πόλωσης. Φαινόμενο συντονισμού Raman. Πειραματικές τεχνικές-διατάξεις. Εφαρμογές δονητικής φασματοσκοπίας. Εργαστηριακή άσκηση: Συγκριτική μελέτη των δονητικών φασμάτων Raman-IR μοριακών ενώσεων, νανοσωλήνων άνθρακα, οξειδίων μετάλλων, υπεραγωγών υψηλών θερμοκρασιών και σημειακών ατελειών σε ημιαγωγούς με τη χρήση φασματομέτρων FT-IR και Raman. Εισαγωγή στη διηλεκτρική φασματοσκοπία - Θεωρία: Πόλωση. Διηλεκτρική αποκατάσταση και μοριακή δυναμική. Θεωρία Debye. Διπολικές συσχετίσεις. Μεσοσκοπικές φάσεις, αγωγιμότητα. Αταξία, συστήματα μακράν της ισορροπίας, αλώδης μετάβαση, δίκτυα διαφυγής και αλλαγές φάσεων. Πειραματικές μέθοδοι διηλεκτρικής φασματοσκοπίας στο πεδίο του χρόνου και των συχνοτήτων. Φασματοσκοπία στο πεδίο του χρόνου (TDDS), θερμικώς διεγειρόμενα ρεύματα (TSC) αποπώλωσης (TSDC). Πειραματικές τεχνικές-διατάξεις. Εφαρμογές διηλεκτρικής φασματοσκοπίας. Εργαστηριακή άσκηση: Μετρήσεις ευρυζωνικής διηλεκτρικής φασματοσκοπίας (BDS) σε πολυμερή, οργανικούς ημιαγωγούς, (νανο)σύνθετα υλικά και εγκλεισμένο ύδωρ υπό ισόθερμες και ισοστατικές συνθήκες, με συνδυασμένη χρήση κρυστατών υγρού ηλίου ή υγρού αζώτου ή διάταξης με κυψελίδα υδροστατικών πιέσεων. Ανάλυση πειραματικών αποτελεσμάτων και προσδιορισμός μικροσκοπικών μεγεθών.

#### ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΥ ΣΤΕΡΕΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Εισαγωγή στη θεωρία ελαστικότητας: Μηχανική τάση και παραμόρφωση. Η περιοχή ελαστικότητας σαν απαραίτητο όριο της θερμοδυναμικής ισορροπίας. Μέτρα Lamé. Εξισώσεις ελαστικότητας. Τα κύματα όγκου  $P$  και  $S$  σαν λύσεις των εξισώσεων αυτών με τα αντίστοιχα βαθμωτά και ανυσματικά δυναμικά. Εισαγωγή στη Φυσική των πετρωμάτων: Εισαγωγή στη Φυσική της Γης. Θεωρία Grüneisen. Αρμονικότητα-αναρμονικότητα. Τήξη. Πορώδη υλικά. Ετερογένεια και φαινόμενα μεταφοράς. Επίδραση της διήθησης ρευστών στις ελαστικές παραμέτρους των πετρωμάτων. Αντοχή, ατέλειες και θραύση κρυσταλλικών υλικών και πετρωμάτων: Επίδραση των σημειακών και γραμμικών ατελειών στην αντοχή των κρυσταλλικών υλικών και στις διαδικασίες θραύσης, θεωρητικά πρότυπα. Μηχανικές ιδιότητες των υλικών της Γης. Κρίσιμα φαινόμενα και δυναμική αστάθεια κατά τη διαδικασία της προετοιμασίας της θραύσης. Θεωρητικά πρότυπα που συσχετίζουν μηχανικές διαδικασίες που προηγούνται της θραύσης πετρωμάτων με την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών σημάτων ευρείας περιοχής συχνοτήτων. Σεισμικά κύματα και δομή του Στερεού Φλοιού της Γης: Σεισμικά κύματα. Δομή του Στερεού Φλοιού της Γης. Βαθμίδες πιέσεως και θερμοκρασίας στο εσωτερικό της Γης. Σεισμοί και τεκτονική των λιθοσφαιρικών πλακών, ρήγματα. Κύματα όγκου. Κύματα επιφανείας. Ταχύτητες σεισμικών κυμάτων. Σύσταση της Γης. Το πεδίο θερμοκρασίας στο Στερεό Φλοιό της Γης: Θεωρία Fourier. Το πρώτο επιστημονικό πρότυπο για τον υπολογισμό της

ηλικίας της Γης (Lord Kelvin 1862). Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στο Στερεό Φλοιό της Γης: Ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες των υλικών του Στερεού Φλοιού της Γης. Σχέσεις διασποράς. Η ημι-στατική προσέγγιση των εξισώσεων Maxwell για την εφαρμογή τους στο Στερεό Φλοιό της Γης. Μετάδοση ηλεκτρομαγνητικών διαταραχών στο Στερεό Φλοιό της Γης: Διάχυση-Διάδοση. Ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι διασκόπησης: Ηλεκτρικές μέθοδοι (DC resistivity method). Μαγνητοτελλουρική μέθοδος (MT method). Εισαγωγή στη Φυσική των Προσεισμικών Ηλεκτρικών Σημάτων: Η μέθοδος βραχείας πρόγνωσης σεισμών BAN. Φυσικές ιδιότητες των Προσεισμικών Ηλεκτρικών Σημάτων (Seismic Electric Signals, SES).

#### ΦΥΣΙΚΗ ΗΜΙΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Ημιαγωγοί σε ισορροπία. Φαινόμενα μεταφοράς. Επιπλέον φορείς σε κατάσταση μη ισορροπίας στους ημιαγωγούς. Επαφή p-n. Επαφή μετάλλου - ημιαγωγού (ωμική, Schottky). Ετεροεπαφές (κβαντικό πηγάδι και τρόποι δημιουργίας του). Επαφή MIS και MOS. Τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (JFET, MESFET). Τρανζίστορ MOSFET.

#### ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Διεπιφανείες: θερμοδυναμική επιφανειών, επιφανειακή τάση και ενέργεια, διαβροχή, προσρόφηση, εκρόφηση, ισόθερμες προσρόφησης. Επιφανειο-δραστικά μόρια, φάσεις μονομοριακών υμενίων. Εμπυρήνωση: ομογενής και ετερογενής εμπυρήνωση, κρίσιμη ακτίνα, έμβρυα, πυρήνες, ρυθμός πυρηνοποίησης, αποσύνθεση αιχμής, κρυστάλλωση, σύνθεση και ανάπτυξη νανοσωματιδίων, τρόποι επιταξιακής ανάπτυξης, γυαλιά. Υλικά χαλαρής ύλης: μονοδιάστατοι και τρισδιάστατοι χειρόμορφοι νηματικοί κρύσταλλοι, ηλεκτρο-οπτικές ιδιότητες, ανάκλαση Bragg από πλέγμα ατελειών, φωτονικό χάσμα. Υβριδικά υλικά, μικρογαλακτώματα, πολυμερή, ελαστομερή, υγροκρυσταλλικά ελαστομερή, τεχνητοί μύες. Σιδηρομαγνητικά/Πιεζομαγνητικά, Σιδηροηλεκτρικά/Πιεζοηλεκτρικά και Πολυφερροϊκά Υλικά: αυθόρμητη πόλωση, παράμετρος τάξης, σύζευξη διαφορετικών παραμέτρων τάξης, θεωρία Ginzburg-Landau, ανισοτροπικές ιδιότητες, εφαρμογές. Υπεραγώγιμα υλικά: θεωρία υπεραγωγιμότητας, υπεραγωγοί Τύπου I και II, πλέγμα φλαξονίων Abrikosov, μηχανισμοί υστέρησης, κρίσιμο ρεύμα, ρεύμα αποσύζευξης, διαγράμματα φάσης (H-T) της ύλης φλαξονίων, εφαρμογές. Υβριδικά υλικά μικρο/νανο-σκοπικών διαστάσεων: υβριδικά υλικά με συνδυασμό σιδηρομαγνητικών, αντισιδηρομαγνητικών, πιεζοηλεκτρικών, αγωγίων και υπεραγωγίων δομικών συστατικών, αντικρουόμενες παράμετροι τάξης και συνθήκες συνύπαρξής τους, εφαρμογές.

#### NANODOMES ΚΑΙ ΒΙΟΪΛΙΚΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Νανορευστότητα, εξίσωση των Navier-Stokes στο μικρόκοσμο, ροή Stokes, οριακές συνθήκες, συμμετρία της κίνησης και θεώρημα της αχιβάδας, κίνηση σε μικρούς αριθμούς Reynolds, τρόποι προώθησης στον βιολογικό μικρόκοσμο, συντελεστής απόδοσης της κίνησης τύπου Stokes. Στοχαστική κίνηση, εξίσωση του Langevin, χαρ-

κτηριστικοί χρόνοι, συνάρτηση συσχέτισης της κίνησης Brown, θεώρημα διακυμάνσεων-απόσβεσης, θεώρημα του Kubo, διάχυση με πηγή και πόλωση, εξίσωση των Fokker-Planck, θεωρία του Kramers, χρόνος πρώτης διέλευσης, ενδιάμεσες καταστάσεις. Μοριακές μηχανές, ενεργά συστήματα, μηχανο-χημική σύζευξη, κινητικές εξισώσεις, βιοχημικός κύκλος της κινησίνης, ιοντικά κανάλια, πολυμερισμός ακτίνης, ινίδια, μηχανικά μοντέλα κίνησης, μετάπτωση έλικας - σβόλου στο DNA. Ισχυρή Δέσμευση. Ηλεκτρονική δομή βάσεων νουκλεϊκών οξέων και παρομοίων μορίων: Ισχυρή Δέσμευση. Ηλεκτρονική δομή βάσεων νουκλεϊκών οξέων, ετεροκυκλικών μορίων, αναλυτικά, αριθμητικά. Διπολική ροπή μετάβασης, ιονισμός, διέγερση. Πολυσταθμικά, χρονοανεξάρτητα, χρονοεξαρτημένα. Διασπορά, ζώνες, υποζώνες, χάσματα, ενεργός μάζα, πυκνότητα καταστάσεων. Συνδυασμός ατομικών (βάσεις DNA) και μοριακών (ζεύγη βάσεων DNA) τροχιακών. Hückel, Harrison, Slater-Koster. Ολοκληρώματα αλληλεπιδράσεως μεταξύ ζευγών βάσεων ή βάσεων. Βενζόλιο, τριαζίνη με τροχιακά σθένους. Υβριδισμός. Μεταβίβαση φορτίου στο DNA και σε ατομικά σύρματα: Ηλεκτρονική δομή, μεταβίβαση φορτίου σε νουκλεϊκά οξέα, μακρομόρια, ατομικά σύρματα άνθρακα, άνθρακα-αζώτου. Πρότυπα ισχυρής δεσμεύσεως (σύρμα, κλίμακα, ψαροκόκκαλο). Φορμαλισμός 2ης κβάντωσης. Χαμηλοδιάστατα Συστήματα (κβαντικά φρέατα, σύρματα, τελείες): ηλεκτρονικές καταστάσεις και μεταφορά: Ετεροδομές. Κβαντικά φρέατα, σύρματα, τελείες. Ηλεκτρονικές καταστάσεις, πυκνότητα καταστάσεων. Θεώρημα Slater, περιβάλλουσα συνάρτηση, εξισώσεις ενεργού μάζας, BenDaniel-Duke. Αυτοσυνέπεια. Μαγνητικό πεδίο: επίπεδα Landau, φάσμα Fock-Darwin. Μεταφορά Boltzmann, ευκινησία, αγωγιμότητα, μηχανισμοί σκεδάσεως. Κβαντική μεταφορά: διαχυτική, βαλλιστική μεταφορά, φορμαλισμός Landauer-Buttiker. Εργαστήριο Προσομοίωσης: Υπολογισμός ηλεκτρονικής δομής μορίων με γραμμικό συνδυασμό ατομικών τροχιακών.

#### ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ-ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΜΑ)

Το μάθημα αυτό περιλαμβάνει ειδικά θέματα Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης που θα διδάσκονται από μέλη του Τομέα ή του Τμήματος ή επισκέπτη καθηγητή/ερευνητή. Το αν θα είναι ενεργό αυτό το μάθημα και το περιεχόμενό του θα καθορίζεται από τον Τομέα σε ετήσια βάση πριν από τις αναθέσεις.

Μαθήματα προσφερόμενα στα πλαίσια της Ειδικεύσεως στη Πυρηνική Φυσική και τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

#### ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Μελέτη αδρονικής δομής: Εισαγωγή στην αδρονική δομή. Πειραματική μαρτυρία για την ύπαρξη κουάρκ. Το Καθιερωμένο Πρότυπο και ιδιότητες των αδρονίων. Συμμετρίες και ταξινόμηση των αδρονίων. Φυσική νουκλεονίου: Ιδιότητες νουκλεονίου. Πρότυπα δομής του νουκλεονίου. Κβαντική χρωμοδυναμική και δομή του νουκλεονίου. Η πυρηνική αλληλεπίδραση: Ανασκόπηση βασικών χαρακτηριστικών της πυρηνικής αλληλεπίδρασης. Σκέδαση νουκλεονίου-νουκλεονίου. Φαινομενολογικά δυναμικά και θεωρίες ανταλλαγής με-



σονίων. Πυρηνικά δυναμικά εμπνευσμένα από κβαντική χρωμοδυναμική και ενεργές θεωρίες της. Μικροσκοπική περιγραφή νουκλεονίων συστημάτων: Δευτέριο, ελαφροί πυρήνες και πυρηνική ύλη. Πυρηνικό μέσο πεδίο. Θεωρίες αλληλοσυσχετίσεων. Θεωρία φλοιών και ενεργά δυναμικά. Ζευγάρωμα και πόλωση πυρήνα. Περιγραφή πυρηνών με βάση τη θεωρία Hartree- Fock. Συλλογικά φαινόμενα: Θεωρίες TDA-RPA. Σχετικιστικό πρότυπο μέσου πεδίου. Μεσόνια και κουάρκ στους πυρήνες. Καταστατική εξίσωση και ιδιότητες πυρηνικής ύλης. Φάσεις της ισχυρά αλληλεπιδρώσεως ύλης. Στοιχεία Πυρηνικής Αστροφυσικής: Αστέρρες νετρονίων, αστρική πυρηνοσύνθεση κ.ά.

#### ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΑ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Ανασκόπηση: Εξίσωση Klein-Gordon, εξίσωση Dirac. Αντισωματίδια και σπιν. Άλγεβρα πινάκων Dirac. Διαγράμματα Feynman και αναλλοίωτο πλάτος φυσικής διαδικασίας. Διασπάσεις, σκέδαση, ενεργός διατομή. Φασικός χώρος και ολοκλήρωσή του. Λεπτόνια και Κβαντική Ηλεκτροδυναμική: Αλληλεπιδράσεις, θεωρίες βαθμίδας, "ανακάλυψη" του ηλεκτρομαγνητισμού. Ηλεκτροδυναμική σωματιδίων χωρίς σπιν: αλληλεπίδραση πιονίου με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Διαγράμματα και κανόνες Feynman, διαδότης φωτονίου. Διαδικασίες σκέδασης  $\pi^+K^+ \rightarrow \pi^+K^+$ ,  $\pi^+\pi^+ \rightarrow \pi^+\pi^+$ ,  $\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ . Ηλεκτροδυναμική σωματιδίων με σπιν: αλληλεπίδραση ηλεκτρονίου με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Διαγράμματα και κανόνες Feynman. Διαδικασίες  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ ,  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ ,  $e^-\mu^+ \rightarrow e^-\mu^+$ . Σκέδαση Compton. Διορθώσεις ανώτερης τάξης: Ποιοτική ανάλυση ανακανονικοποίησης φορτίου και μάζας. Το "τρέξιμο" της σταθεράς σύζευξης. Αδρόνια και Κβαντική Χρωμοδυναμική: Φαινομενολογία νουκλεονίων και μεσονίων. Σκέδαση ηλεκτρονίου-πρωτονίου. Βαθιά ανελαστική σκέδαση. Πρότυπο παρτονίων και συναρτήσεις δομής. Εξισώσεις εξέλιξης κλίμακας και συναρτήσεις θρυμματισμού. Χρώμα και SU(3). Διαγράμματα και κανόνες Feynman. Σκέδαση παρτονίων, διαδικασίες  $q\bar{q} \rightarrow q\bar{q}$ ,  $qg \rightarrow qg$ ,  $g\bar{g} \rightarrow g\bar{g}$ . Διαδικασία Drell-Yan. Ποιοτική περιγραφή αδρονικών αντιδράσεων. Ασθενείς αλληλεπιδράσεις: Παραβίαση ομοτιμίας και μορφή V-A του ασθενούς ρεύματος. Μοντέλο Fermi και ασθενείς διασπάσεις λεπτονίων και αδρονίων. Μοντέρνα εικόνα μέσω ανταλλαγής μποζονίων W. Καθολικότητα λεπτονικής γεύσης. Διάσπαση β. Μερικώς διατηρούμενα αξονικά ρεύματα. Σκέδαση νετρίνου-κουάρκ. Βαθιά ανελαστική σκέδαση νετρίνου. Ουδέτερα ρεύματα. Ελαστική σκέδαση νετρίνου-ηλεκτρονίου. Το Καθιερωμένο Πρότυπο: Ηλεκτρασθενής θεωρία: SU(2)×U(1), τα μποζόνια W±, Z και γ. Αυθόρμητη ρήξη συμμετρίας, μηχανισμοί Nambu-Goldstone και Brout-Englert-Higgs. Το πλήρες Καθιερωμένο Πρότυπο, φυσική των μποζονίων W και Z. Παραγωγή και διάσπαση των κουάρκ b και t. Ανακάλυψη του μποζονίου Higgs. Συμμετρίες CP και CPT: Μίξη βαρέων ουδέτερων μεσονίων. Ανακάλυψη παραβίασης της συμμετρίας CP στα ουδέτερα καόνια. Παραβίαση της συμμετρίας CP σε άλλα ουδέτερα μεσόνια. Μάζες των νετρίνων: Ταλαντώσεις νετρίνων. Φύση νετρίνων (Dirac/Majorana) και μάζες.

#### ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΕΔΙΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Η έννοια του κλασικού πεδίου (δράση, εξισώσεις κίνησης). Συμμετρίες (θεώρημα Noether, διατηρήσιμα ρεύματα/φορτία, ταυιστές ενέργειας-ορμής και στροφορμής). Κανονική κβάντωση απλών ελεύθερων σχετικιστικών πεδίων (πραγματικό και μιγαδικό βαθμωτό πεδίο). Η ενέργεια κενού και το φαινόμενο Casimir. Συναρτήσεις Green και διαδότης Feynman. Αλληλοεπιδρώντα πεδία: Καταστάσεις σκέδασης, Πίνακας S, Αναγωγικός τύπος των LSZ, Θεώρημα του Wick, Πλάτη σκέδασης, Κανόνες Feynman. Εφαρμογή στην αλληλεπίδραση πραγματικού πεδίου με μιγαδικό. Ρυθμοί διάσπασης. Ενεργές διατομές σκέδασης (γενική θεωρία και παραδείγματα). Κβάντωση πεδίου με σπιν 1/2 (πεδίο Dirac): Πίνακες Γάμμα. Δράση και εξίσωση Dirac. Χειραλικότητα. Διακριτές και συνεχείς συμμετρίες/διατηρήσιμα φορτία. Συναρτήσεις Green και διαδότης Feynman. Αλληλεπίδραση με πραγματικό βαθμωτό πεδίο (θεωρία Yukawa). Κβάντωση άμαζου πεδίου με σπιν 1 (φωτόνιο): Δράση και εξισώσεις κίνησης. Συμμετρία βαθμίδας. Συναρτήσεις Green και διαδότης Feynman. Σύζευξη με το πεδίο Dirac και Κβαντική Ηλεκτροδυναμική (QED): Κανόνες Feynman και βασικές σκεδάσεις σωματιδίων π.χ. σκέδαση Thomson, σκέδαση με κλασικό πεδίο.

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΦΥΣΙΚΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Γενικά στοιχεία για την ανίχνευση σωματιών. Αλληλεπίδραση φορτισμένων σωματιών και ακτινοβολίας με την ύλη. Κίνηση ηλεκτρονίων και ιόντων στα αέρια. Μετρήσεις ιονισμού. Μετρήσεις θέσης των σωματιδίων: Πολυσυρματικοί αναλογικοί ανιχνευτές (MWPC), Θάλαμοι ολίσθησης (DC), Θάλαμοι χρονικής προβολής (TPC). Μέτρηση του χρόνου: Σπινθηριστές, φωτοπολλαπλασιαστές και άλλα είδη ανιχνευτών φωτονίων. Ταυτοποίηση σωματιών: Μελέτη του dE/dx, ανιχνευτές μέτρησης χρόνου πτήσης (TOF), ανιχνευτές ακτινοβολίας μετάβασης (TRD), ανιχνευτές ακτινοβολίας Cherenkov (κατωφλίου και δακτυλίων). Σύγκριση των μεθόδων. Μέτρηση της ενέργειας: Ανάπτυξη και ιδιότητες των καταιγισμών. Ηλεκτρομαγνητικά θερμιδόμετρα. Αδρονικά θερμιδόμετρα. Ταυτοποίηση σωματιδίων με θερμιδόμετρα. Ανίχνευση μιονίων: Μέτρηση ορμής με μαγνήτες και θαλάμους μιονίων. Παραδείγματα ανιχνευτικών συστημάτων όπου συνδυάζονται οι ανωτέρω ανιχνευτές.

#### ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)<sup>2</sup>

Καμπυλότητα στο χωρόχρονο, μετρική και γεωδαισιακές. Φυσικές επιπτώσεις της καμπυλότητας του χωρόχρονου: Περιήλιο του Ερμή, καμπύλωση του φωτός, βαρυτική μετατόπιση προς το ερυθρό. Συνοχή Christoffel, Ταυιστές Riemann, Ricci, Weyl και βαθμωτής καμπυλότητας. Δράση των Einstein-Hilbert, Εξισώσεις Einstein, Νευτώνειο όριο. Κανονικές συντεταγμένες, εξισώσεις απόκλισης των γεωδαισιακών (Jacobi). Βασικά παραδείγματα μετρικών μελανών οπών: Schwarzschild και Reissner-Nordstrom. Συμμετρίες μετασχηματισμού γε-

<sup>2</sup> Προσφέρεται ως μάθημα επιλογής και στην ειδικευση της Αστροφυσικής



ωμετρικών αντικειμένων. Διανυσματικά πεδία Killing. Βασική θεωρία που άπτεται της κοσμολογίας και των βαρυτικών κυμάτων.

#### ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Γαλαξιακή Κοσμική ακτινοβολία (Ενεργειακό φάσμα, Σύσταση, Ιδιότητες). Προέλευση-Φύση-Μηχανισμοί επιτάχυνσης κοσμικών σωματιδίων (γαλαξιακές-εξωγαλαξιακές θεωρίες, επιτάχυνση Fermi, καθιερωμένο πρότυπο). Ηλιακή Κοσμική ακτινοβολία (Πρότυπα εκτόνωσης του στέμματος, κρουστικά κύματα). Διαμόρφωση Κοσμικής ακτινοβολίας (ηλιακός κύκλος, πρωτονικά γεγονότα, επίγειες επαυξήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μαγνητοσφαιρικά γεγονότα, πρότυπα-προσομοιώσεις). Διαστημικό Περιβάλλον (Τεχνικές ανίχνευσης, Μετρητές Νετρονίων, Παγκόσμια Δίκτυα, Εφαρμογές, Επικαιροποίηση πραγματικών γεγονότων).

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Εισαγωγή: Αριθμητική ολοκλήρωση. Επίλυση συνήθων διαφορικών εξισώσεων. Επίλυση μερικών διαφορικών εξισώσεων: Προβλήματα αρχικών τιμών (θερμική διάχυση, κυματική εξίσωση, χρονοεξαρτώμενη εξίσωση Schrödinger). Προβλήματα συνοριακών τιμών (εξίσωση Poisson, εφαρμογές σε H/M προβλήματα, εισαγωγή στις μεθόδους πεπερασμένων στοιχείων). Μέθοδοι Monte Carlo: Ολοκλήρωση. Προσομοίωση. Στοχαστικές διαδικασίες: Διαδικασίες Markov. Εξίσωση Master. Εφαρμογές προσομοίωσης τυχαίου περιπατητή. Στοχαστικές διαφορικές εξισώσεις: Εξίσωση Fokker-Planck. Εξίσωση Langevin. Αλγόριθμος Metropolis: Το μοντέλο Ising. Κβαντική προσομοίωση Monte Carlo. Εύρεση βασικής κατάστασης κβαντομηχανικών συστημάτων. Προσομοίωση φασικού χώρου.

#### ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Εισαγωγή στην Κβαντική Μηχανική συστημάτων με χώρους Hilbert πεπερασμένης διάστασης. Κβαντικοί εγγραφείς και μνήμες- qubits. Κβαντικές πύλες. Κβαντικά κυκλώματα. Κβαντικοί αλγόριθμοι - Πολυπλοκότητα. Μετάδοση κβαντικής πληροφορίας - Θεώρημα μη κλωνοποίησης. Κβαντική κρυπτογραφία. EPR-Schrödinger, κβαντική διεμπλοκή - μη τοπικότητα 2-3 qubits, θεώρημα Bell. Πίνακας πυκνότητας πιθανότητας, κλασικά - κβαντικά συστήματα. Μέτρηση σε κβαντικά συστήματα, αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, ανοικτά κβαντικά συστήματα, αποσυνοχή, πειραματικές διατάξεις κβαντικής πληροφορίας. Κβαντικά οπτικά κυκλώματα. Συστήματα δύο και τριών καταστάσεων σε στερεά και πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (NMR). Παγίδες ιόντων.

#### ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΕΔΙΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Επιλεγμένα θέματα από: (α) Μη Αβελιανές θεωρίες πεδίου, Κβαντικά φαινόμενα σε θεωρίες πεδίου: Κβάντωση μη Αβελιανών θεωριών πεδίου. Ανακανονικοποίηση, ταυτότητες Ward, κβαντικές ανωμαλίες. Ομάδα ανακανονικοποίησης: εξάρτηση των σταθερών από την ενεργειακή κλίμακα, ανώμαλες διαστάσεις τελεστών. (β) Εισαγωγή στην Υπερσυμμετρία: Θεώρημα των Coleman-Mandula, υπερσυμμετρική άλγεβρα. Αναπαράστασεις της Υπερσυμμετρίας, Υπερσυμμετρικές δράσεις. Θεωρήματα μη ανακανονικοποίησης.

#### ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)<sup>3</sup>

Μετρική Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker, διαστολή του σύμπαντος, παράμετρος Hubble, ορίζοντες. Θερμική ιστορία του σύμπαντος: βαρυο/λεπτογένεση, αλλαγές φάσης στο πρώιμο σύμπαν, πυρηνοσύνθεση, αποσύζευξη νετρίνων και σκοτεινής ύλης, κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου. Ενέργεια κενού, κοσμολογικός πληθωρισμός, σκοτεινή ενέργεια, επιτάχυνση της διαστολής του σύμπαντος. Κοσμολογικές διαταραχές: προέλευση, φάσμα της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου, ανάπτυξη δομών μεγάλης κλίμακας.

Μαθήματα προσφερόμενα στα πλαίσια της Ειδίκευσης στην Αστροφυσική

#### ΒΑΣΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Βασικές έννοιες φυσικής πλάσματος (μέση ελεύθερη διαδρομή, μήκος Debye). Κινητική θεωρία (συνάρτηση κατανομής, διατήρηση μάζας, ορμής, ενέργειας). Εξισώσεις Euler και Navier-Stokes. Συνεχές ρευστά (διατήρηση μάζας, ορμής, ενέργειας). Επίδραση ακτινοβολίας στο ρευστό. Βασικά στοιχεία μαγνητοϋδροδυναμικής (υποθέσεις, παγωμένη ροή/flux freezing, εξισώσεις ιδεατής μαγνητοϋδροδυναμικής). Ροή και ένταση ακτινοβολίας. Σχέση με κατανομή φωτονίων υπό θερμοδυναμική ισορροπία. Εξίσωση διάδοσης (συντελεστές εκπομπής, απορρόφησης, σκέδασης, οπτικό βάθος, θερμική εκπομπή σαν παράδειγμα της γενικότερης θεωρίας, συντελεστές Einstein). Γραμμές εκπομπής και απορρόφησης. Απορρόφηση από σκόνη. Καθυστερημένα δυναμικά. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ακτινοβολίας από επιταχυνόμενο φορτίο. Φασματική ανάλυση. Πόλωση, παράμετροι Stokes, διάδοση πολωμένης ακτινοβολίας. Ακτινοβολία πέδης/Bremsstrahlung (βασικές αρχές, θερμική ακτινοβολία πέδης, ακτινοβολία πέδης από σχετικιστικά σωματίδια, αστροφυσικές εφαρμογές).

#### ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Περιοδικές κινήσεις φορτισμένων σωματιδίων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, αδιαβατικές αναλλοίωτες της κίνησης, drift shell split. Μακροσκοπική περιγραφή πλάσματος. Κύματα πλάσματος και αλληλεπιδράσεις σωματιδίων-κυμάτων. Πλανητικός μαγνητισμός, ηλιακός μαγνητισμός και γεωηλιακή σύζευξη. Εκρηκτικά φαινόμενα στον Ήλιο και στο γεωδιάστημα και αλληλεπιδράσεις τους. Πληθυσμοί πλάσματος στο γεωδιάστημα: πηγές, μηχανισμοί επιτάχυνσης, μεταφοράς και απώλειας, πλάσμοσφαιρα, δακτυλιοειδές ρεύμα (συμμετρικό και ασύμμετρο), ζώνες ακτινοβολίας Van Άλλεν. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα στο γεωδιάστημα: δυναμικές ιδιότητες και επιδράσεις τους στα φορτισμένα σωματίδια. Το γεωδιάστημα ως σύστημα συζευγμένων συστημάτων. Διαστημικό περιβάλλον εξώτερων πλανητών (Δίας, Κρόνος) και εσώτερων πλανητών (Άρης, Αφροδίτης, Ερμής). Αρχές και διατάξεις μετρήσεων σωματιδίων στο διάστημα. Επεξεργασία διαστημικών μετρήσεων, χρήση βάσεων δεδομένων, χρήση μοντέλων και προσομοιώσεων.

<sup>3</sup> Προσφέρεται ως μάθημα επιλογής και στην ειδίκευση της Αστροφυσικής

**ΓΑΛΑΞΙΑΚΗ ΚΑΙ ΕΞΩΓΑΛΑΞΙΑΚΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Εισαγωγή (αστέρες, γαλαξίες). Μορφολογία γαλαξιών (φωτομετρία, σχέση μορφολογικών και δυναμικών φαινομένων). Χαρτογράφηση του Γαλαξία: Δυναμική αστέρων, αερίου και σκόνης, περιστροφή του Γαλαξία, σκοτεινή ύλη, καμπύλες περιστροφής. Θεωρία δυναμικού: Σφαιρικά συστήματα, πεπλατυσμένα συστήματα. Συστήματα γαλαξιών: Ομάδες, σμήνη, σκοτεινή ύλη στα σμήνη, βαρυτικοί φακοί. Κατανομή των γαλαξιών στο Σύμπαν: Κατανομή μεγάλης κλίμακας, παρατήρηση των πρώτων γαλαξιών, ανάπτυξη και εξέλιξη γαλαξιακών δομών. Εξέλιξη των γαλαξιών: Εισροή αερίου, ράβδοι και μελανές οπές στους γαλαξιακούς πυρήνες, ψευδοσφαιροειδή.

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Εισαγωγή στη χρήση της Python για αστροφυσικές εφαρμογές και βασική αριθμητική ανάλυση. Επίλυση εξισώσεων κι εφαρμογές στην αστροφυσική. Ανεύρεση αστροφυσικών ποσοτήτων με μεθόδους Monte Carlo. Ανάλυση δεδομένων: Εφαρμογές προσαρμογής συναρτήσεων σε αστροφυσικά φάσματα. Μοντελοποίηση καμπύλης περιστροφής γαλαξία από τρισδιάστατου κύβου δεδομένων. Bayesian μοντελοποίηση φασματικής κατανομής ενέργειας γαλαξία. Μοντελοποίηση τρισδιάστατου κύβου γαλαξία με συνθετικούς αστρικούς πληθυσμούς. Simulation γαλαξιών.

**ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Ανίχνευση ακτινοβολίας ανά μήκος κύματος, ανίχνευση σωματιίων. Μέθοδοι συνδυασμού σήματος. Αστροφυσικές εφαρμογές και παραδείγματα. Κοσμικό υπόβαθρο ως φορέας πληροφορίας κι ως όριο παρατηρήσεων. Σχεδιασμός και στρατηγική λήψης δεδομένων, συγγραφή προτάσεων.

**ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ - ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΜΑ)**

Το μάθημα αυτό θα περιλαμβάνει ειδικά θέματα Αστροφυσικής-Αστρονομίας-Δυναμικής που θα διδασκούνται από μέλη του Τομέα ή κάποιον επισκέπτη καθηγητή/ερευνητή. Το αν θα είναι ενεργό αυτό το μάθημα και το περιεχόμενό του θα καθορίζεται από τον Τομέα σε ετήσια βάση πριν από τις αναθέσεις. Θα γίνεται πρόσκληση ενδιαφέροντος και στα μέλη άλλων αστρονομικών ερευνητικών κέντρων για κατάθεση προτάσεων διδασκαλίας ειδικών θεμάτων αστρονομίας - αστροφυσικής έξι (6) ή δεκατριών (13) εβδομάδων. Στα πλαίσια αυτού του μαθήματος θα μπορούν επίσης να προγραμματίζονται σειρές διαλέξεων σε εξειδικευμένα θέματα.

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Τεχνικές φασματοσκοπίας στην Αστροφυσική. Εφαρμογές σε αστέρες, (εξω)πλανήτες, νεφελώματα, Ήλιο στα οπτικά μήκη κύματος. Θεωρία κι αρχές οπτικής φασματοσκοπίας. Όργανα παρατήρησης - φασματογράφοι. Τεχνικές παρατήρησης και λήψης φασμάτων. Εργαστηριακές εφαρμογές φασματοσκοπίας. Χημική σύσταση και φασματική ταξινόμηση αστέρων και νε-

φελωμάτων. Επεξεργασία αστρικών φασμάτων με την τεχνική Broadening Function. Μέτρηση μάζας εξωπλανητών. Σύγχρονα παρατηρητήρια ακτίνων Χ - μορφές δεδομένων. Βασικές κατηγορίες πηγών - χαρακτηριστικά. Βασικά εργαλεία ανάλυσης για Φωτομετρία, Φασματοσκοπία, Χρονοσειρές. Η ανάλυση δεδομένων γίνεται με ειδικά πακέτα και ρουτίνες python. Χαρακτηρισμός αγνώστων πηγών στις ακτίνες Χ και εξαγωγή φυσικών παραμέτρων. Εξαγωγή συνιστωσών μάζας γαλαξία (αστέρων ή αερίου) από δεδομένα integral field unit (IFU) του Very Large Telescope (VLT). Θεωρία κι αρχές δεδομένων IFU. Επεξεργασία δεδομένων (δημιουργία κύβων) από το SINFONI, χρησιμοποιώντας πραγματικές παρατηρήσεις και το pipeline του. Ανάλυση δεδομένων και μοντελοποίηση με ίδιες ρουτίνες python (fit φάσματος με αστρικό συνεχές και γραμμές εκπομπής αερίου).

**ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Το μάθημα αναφέρεται στον σχεδιασμό και τη λειτουργία διαστημικών οργάνων και διαστημικών συστημάτων, καθώς και στον διαστημικό καιρό - δηλαδή στις φυσικές συνθήκες και μεταβολές στον Ήλιο, το διαπλανητικό διάστημα και το διαστημικό περιβάλλον των πλανητών, και στις διακριτές τεχνολογικές και βιολογικές επιπτώσεις των φυσικών αυτών μεταβολών. Η ύλη του μαθήματος έχει υψηλή συνάφεια με δραστηριότητες και ερευνητικά προγράμματα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA) καθώς και με τις κατευθύνσεις και τα ερευνητικά προγράμματα που υποστηρίζονται στο Πρόγραμμα-Πλαίσιο Έρευνας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι ενότητες του μαθήματος είναι οι παρακάτω: Επιλογή, σχεδιασμός και υλοποίηση διαστημικών αποστολών. Τεχνητοί δορυφόροι και διαστημικά σκάφη: πλατφόρμες, δέκτες, τροχιές. Εκτόξευση, προώθηση και τροφοδοσία δορυφόρων. Καθορισμός και έλεγχος θέσης δορυφόρων. Αρχές και διατάξεις μετρήσεων σωματιδίων στο διάστημα: Επεξεργασία διαστημικών μετρήσεων, χρήση βάσεων δεδομένων, μοντέλων και προσομοιώσεων. Δορυφορικές επικοινωνίες και χειρισμός δορυφόρων. Δορυφορική παρατήρηση της Γης. Ηλιακές πηγές διαστημικού καιρού. Διαπλανητικό διάστημα, διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο, ηλιακά ενεργητικά σωματίδια. Γεω-ηλιακή σύζευξη και επιπτώσεις. Ενεργητικά σωματίδια στο γεωδιάστημα. Τεχνολογικές και βιολογικές επιπτώσεις ηλεκτρομαγνητικής και σωματιδιακής ακτινοβολίας. Ασφάλεια διαστημικών υποδομών και γνώση της κατάστασης στο διάστημα.

**ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΥΨΗΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)**

Κοσμική ακτινοβολία: Αστροφυσικές πηγές και διάδοση. Μετασχηματισμοί Lorentz ακτινοβολιακών μεγεθών: Εφαρμογή σε σχετικιστικές εκροές. Ακτινοβολία σύγχροτρον: Εκπομπή, αυτοαπορρόφηση, αστροφυσικές εφαρμογές. Αντίστροφη σκέδαση Compton: Μελέτη στα όρια Thomson και Klein-Nishina, μηχανισμός Synchro-Compton, Κομπτονισμός, αστροφυσικές εφαρμογές. Αλληλεπιδράσεις πρωτονίων υψηλών ενεργειών με ύλη και ακτινοβολία: Ενεργές διατομές και ρυθμοί παραγωγής δευτερογενών σωματιδίων, αστροφυσικές εφαρμογές.



Κινητικές εξισώσεις: Γενικές αρχές, τεχνικές λύσεων, αστροφυσικές εφαρμογές.

#### ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Χρονοανεξάρτητες μαγνητισμένες ροές με αγνοήσιμη συντεταγμένη. Μαγνητοϋδροδυναμικά (ΜΥΔ) κύματα (Alfvén, γρήγορα και αργά μαγνητοχηρικά κύματα). Μαγνητικοί άνεμοι και απαγωγή στροφορμής από νεογέννητα άστρα, μοντέλο Weber-Davis. Βαρυτική αστάθεια Jeans. Γένεση αστέρων, προβλήματα στροφορμής, μαγνητικής ροής και απόδοσης, σχέση αστρικής περιστροφής και ηλικίας, μαγνητική κρίσιμη μάζα κατάρρευσης, νόμος Skumanich. Αστροφυσικοί πίδακες. Ελάχιστη κλίση γραμμών ΜΥΔ εκροής με άξονα περιστροφής. Εστίαση ΜΥΔ εκροής και παραδείγματα. Αυτοομοιότητα. Οικογένειες μοντέλων για την περιγραφή αυτοομοίων ΜΥΔ πιδάκων. Κρίσιμα σημεία, διαχωρίζουσες επιφάνειες και αιτιότητα σε ΜΥΔ εκροές. Κριτήρια εστίασης. Μέθοδος χαρακτηριστικών (στάσιμη υπερηχητική ροή, ολοκληρώματα Riemann). Μαγνητοϋδροδυναμικά ωστικά κύματα. Μαγνητικό δυναμό. Μαγνητική επανασύνδεση. Σχετικιστική μαγνητοϋδροδυναμική, εφαρμογές σε εκλάμψεις ακτίνων  $\gamma$  και πίδακες από ενεργούς γαλαξιακούς πυρήνες. Αστάθειες (Rayleigh-Taylor, Kelvin-Helmholtz, σφιγκτήρα/pinch, συστροφική/kink, Parker, μαγνητοπεριστροφική). Κινητική εξίσωση μαγνητισμένου πλάσματος απουσία συγκρούσεων. Διαταραχές πλάσματος και απόσβεση Landau.

#### ΗΛΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Μορφές Ενέργειας στον Ήλιο (θερμική, κινητική, μαγνητική ενέργεια). Φωτόσφαιρα (διάδοση ακτινοβολίας, πεδία ταχυτήτων, μαγνητικά στοιχεία: μικροί σωλήνες μαγνητικής ροής, μεγάλοι σωλήνες μαγνητικής ροής, σχηματισμός, σταθερότητα και διάλυση κηλίδων, φαινόμενο Evershed). Χρωμόσφαιρα και στέμμα (διάδοση ακτινοβολίας, κυματική διάδοση, δομές στη χαμηλή χρωμόσφαιρα, δομές στην ανώτερη χρωμόσφαιρα-μεταβατική περιοχή, δομές στο στέμμα). Ηλιακή δραστηριότητα (μηχανισμοί εξέλιξης μαγνητικού πεδίου, σχηματισμός κέντρων δράσης, εξέλιξη κέντρων δράσης-μαγνητικές δομές, έκλαμψη και μοντέλα αυτών, εκτίναξη στεμματικής μάζας και μοντέλα αυτής, ηλιακός κύκλος). Ηλιόσφαιρα (δομή, χωροχρονικές μεταβολές, κοσμική ακτινοβολία και ενεργητικά σωματίδια).

#### ΑΣΤΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΟΣΥΝΘΕΣΗ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ)

Θερμοδυναμική κατάσταση στο εσωτερικό των αστέρων: Καταστατική εξίσωση. Μηχανική πίεση τελείου αερίου (ιδανικό μονοατομικό μη εκφυλισμένο αέριο). Εκφυλισμός ηλεκτρονίων, πλήρης εκφυλισμός - μη σχετικιστική περίπτωση, πλήρης εκφυλισμός - σχετικιστική περίπτωση, μερικός εκφυλισμός. Πίεση ακτινοβολίας. Ημιστατικές αλλαγές κατάστασης. Πραγματικό ιονισμένο αέριο. Πολυτροπικές καμπύλες. Διάδοση ενέργειας στο εσωτερικό αστέρων: Ενεργειακή ισορροπία. Μεταφορά ενέργειας με ακτινοβολία. Αδιαφάνεια αστρικής ύλης. Μεταφορά ενέργειας με αγωγή θερμότητας. Ρεύματα μεταφοράς - αστάθεια. Εκπομπή νετρίνων. Ταχύτητες θερμοπυρηνικών αντιδράσεων: Κινηματική - Ενέργειες

θερμοπυρηνικών αντιδράσεων. Ενεργός διατομή και ρυθμός αντίδρασης. Ρυθμός αντίδρασης εκτός συντονισμού. Καταστάσεις του πυρήνα - το μοντέλο των φλοιών. Παράγοντες διείσδυσης. Μέγιστη ενεργός διατομή και αντιδράσεις συντονισμού. Ρυθμοί αντιδράσεων συντονισμού στα άστρα. Θωράκιση ηλεκτρονίων. Κυριότερα θερμοπυρηνικά στάδια στην αστρική εξέλιξη: Η αντίδραση πρωτονίου-πρωτονίου (pp). Αλυσίδες PPI, PPII, PPIII. Κύκλος CNO. Σύντηξη He - η αντίδραση 3α - πυρηνοσύνθεση κατά τη διάρκεια της σύντηξης ηλίου. Προχωρημένα στάδια σύντηξης. Φωτο-αποδόμηση. Υπολογισμός της αστρικής δομής: Συνοριακές συνθήκες. Η μάζα ως ανεξάρτητη μεταβλητή. Μεταβολές σύστασης. Τεχνικές αριθμητικής επίλυσης. Συστολή προς την κύρια ακολουθία. Κύρια ακολουθία. Στάδια ερυθρού γίγαντα και οριζόντιου κλάδου. Περιστροφή. Απώλεια μάζας. Παλμικές κινήσεις. Σύνθεση βαρέων στοιχείων: Φωτοαποδόμηση, ανακατάταξη νουκλεονίων και «καύση» πυριτίου. Στατιστική πυρηνική ισορροπία και η διαδικασία e. Πυρηνοσύνθεση βαρέων πυρήνων με τη πρόσληψη νετρονίων. Ενεργές διατομές. Η διαδικασία s. Η διαδικασία r.

#### ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ - ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΜΑ)

Βασικά στοιχεία Θεωρίας Τροχιών: Κίνηση σε ένα κεντρικό βαρυτικό πεδίο και τροχιές σε αξισυμμετρικά δυναμικά. Βασική Θεωρία Χαμιλτονιανών δυναμικών συστημάτων: Μεταβλητές γωνίας-δράσης, Αγκύλες Poisson, Κανονικοί μετασχηματισμοί και θεωρία Lie. Birkhoff κανονική μορφή, ολοκληρώματα κίνησης και αδιαβατικά αναλλοίωτα. ΚΑΜ θεωρία και θεωρία Nekhoroshev. Χάος σε Χαμιλτονιανά δυναμικά συστήματα: Επιφάνειες τομής. Περιοδικές τροχιές. Διακλαδώσεις και ευστάθεια περιοδικών τροχιών. Αναλλοίωτοι τόροι. Αναλλοίωτες πολλαπλότητες. Χαρακτηριστικοί αριθμοί Lyapunov. Ομοκλινικό και ετεροκλινικό χάος. Kolmogorov-Sinai εντροπία. Το περιορισμένο Πρόβλημα των τριών σωμάτων: Το κυκλικό περιορισμένο πρόβλημα των τριών σωμάτων - Ευστάθεια των σημείων ισορροπίας, κανονικοποίηση του κυκλικού περιορισμένου προβλήματος των τριών σωμάτων. Επεκτάσεις και γενικεύσεις του κυκλικού περιορισμένου προβλήματος των τριών σωμάτων. Το πρόβλημα των N-σωμάτων: Εξισώσεις κίνησης. Ολοκληρώματα κίνησης. Θεώρημα Virial. Ειδικές λύσεις του προβλήματος των N-σωμάτων. Δυναμική μικρών σωμάτων στο Ηλιακό σύστημα και δυναμική εξω-ηλιακών πλανητικών συστημάτων: Χάος στο κυκλικό περιορισμένο πρόβλημα των τριών σωμάτων και εφαρμογές στο Ηλιακό σύστημα και σε εξω-ηλιακά πλανητικά συστήματα - Κίνηση κοντά στα ευσταθή σημεία ισορροπίας Lagrange και Τρωικοί αστεροειδείς και πλανήτες - Κίνηση κοντά στα ασταθή σημεία ισορροπίας Lagrange και η σύλληψη των κομητών. Η περιστροφή του Υπερίωνα. Κενά Kirkwood. Σύστημα Ποσειδώνα-Πλούτωνα. Γαλαξιακή και Αστρική Δυναμική: Στοιχεία αστρικής δυναμικής. Χάος σε 2D και 3D περιστρεφόμενα γαλαξιακά Χαμιλτονιανά συστήματα. Τροχιές σε τριαξονικά γαλαξιακά δυναμικά. Τροχιές και συντονισμοί σε γαλαξιακούς δίσκους. Δυναμική του Γαλαξία μας.



**ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ - ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΜΑ)**

Ολοκληρωσιμότητα. Μη Γραμμικά Κύματα. Στατιστική Μηχανική Χαοτικών Συστημάτων. Αυτοοργάνωση Συστημάτων.

**Άρθρο 7.****ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Η εκπαιδευτική διαδικασία δύναται να διεξάγεται με τη χρήση μεθόδων σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, ακόμη και σε Π.Μ.Σ. που δεν έχουν συμπεριλάβει τη δυνατότητα αυτή στην απόφαση ίδρυσής τους, αποκλειστικά στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- σε ανωτέρα βία ή έκτακτες συνθήκες, όπου δεν καθίσταται δυνατή η διά ζώσης διεξαγωγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή η χρήση των υποδομών του ΕΚΠΑ για τη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών, ερευνητικών και λοιπών δραστηριοτήτων του,

- οργάνωσης μαθημάτων εμβάθυνσης και φροντιστηριακών ασκήσεων, πέραν των υποχρεωτικών ωρών διδακτικού έργου ανά μάθημα.

Υπεύθυνη για την υποστήριξη της εξ αποστάσεως εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως και για τα ζητήματα σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων είναι η Μονάδα Ψηφιακής Διακυβέρνησης του ΕΚΠΑ.

Το ΕΚΠΑ τηρεί ηλεκτρονική πλατφόρμα προσβάσιμη και σε άτομα με αναπηρία, μέσω της οποίας παρέχονται υπηρεσίες ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Στην ηλεκτρονική πλατφόρμα δύναται να αναρτάται εκπαιδευτικό υλικό ανά μάθημα, το οποίο δύναται να περιλαμβάνει σημειώσεις, παρουσιάσεις, ασκήσεις, ενδεικτικές λύσεις αυτών, καθώς και βιντεοσκοπημένες διαλέξεις, εφόσον τηρείται η κείμενη νομοθεσία περί προστασίας προσωπικών δεδομένων. Το πάσης φύσεως εκπαιδευτικό υλικό παρέχεται αποκλειστικά για εκπαιδευτική χρήση των φοιτητών και προστατεύεται από τον ν. 2121/1993 (Α' 25), εφόσον πληρούνται οι σχετικές προϋποθέσεις.

**Άρθρο 8.****ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ**

8.1 Το εκπαιδευτικό έργο κάθε ακαδημαϊκού έτους διαρθρώνεται σε δύο (2) εξάμηνα σπουδών, το χειμερινό και το εαρινό, έκαστο εκ των οποίων περιλαμβάνει τουλάχιστον δεκατρείς (13) εβδομάδες διδασκαλίας και τρεις (3) εβδομάδες εξετάσεων. Τα μαθήματα του χειμερινού και εαρινού εξαμήνου εξετάζονται επαναληπτικώς κατά την περίοδο του Σεπτεμβρίου.

8.2 Σε περίπτωση κωλύματος διεξαγωγής μαθήματος προβλέπεται η αναπλήρωσή του. Η ημερομηνία και η ώρα αναπλήρωσης αναρτώνται στην ηλεκτρονική τάξη του μαθήματος.

8.3 Η παρακολούθηση των μαθημάτων/εργαστηρίων κ.λπ. είναι υποχρεωτική. Ένας μεταπτυχιακός φοιτητής/τρια θεωρείται ότι έχει παρακολουθήσει κάποιο μάθημα (και επομένως έχει δικαίωμα συμμετοχής στις εξετάσεις) μόνο αν έχει παρακολουθήσει τουλάχιστον το 70 % των ωρών του μαθήματος. Σε αντίθετη περίπτωση, ο μετα-

πτυχιακός φοιτητής/τρια υποχρεούται να παρακολουθήσει εκ νέου το μάθημα κατά το επόμενο ακαδημαϊκό έτος. Σε περίπτωση που το ποσοστό απουσιών φοιτητή/τρια ξεπερνά το 30 % στο σύνολο των μαθημάτων, τίθεται θέμα διαγραφής του. Το εν λόγω θέμα εξετάζεται από τη Σ.Ε., η οποία γνωμοδοτεί σχετικά στη Συνέλευση του Τμήματος.

8.4 Η αξιολόγηση των μεταπτυχιακών φοιτητών/τριών και η επίδοσή τους στα μαθήματα που υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. πραγματοποιείται στο τέλος κάθε εξαμήνου με γραπτές εξετάσεις ή με εκπόνηση εργασιών καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου ή και να στηριχθεί σε ενδιάμεσες εξετάσεις προόδου, γραπτές εργασίες, εργαστηριακές ασκήσεις ή και να εφαρμόσει συνδυασμό όλων των παραπάνω. Ο τρόπος αξιολόγησης ορίζεται από τον/ην διδάσκοντα/ουσα του κάθε μαθήματος. Κατά τη διεξαγωγή γραπτών ή προφορικών εξετάσεων, ως μεθόδων αξιολόγησης, εξασφαλίζεται υποχρεωτικά το αδιάβλητο της διαδικασίας. Η βαθμολόγηση γίνεται στην κλίμακα 1-10. Επιτυχής θεωρείται η εξέταση του μαθήματος εφόσον ο βαθμός του είναι τουλάχιστον έξι (6). Η βαθμολογία των μαθημάτων γίνεται σε ακέραιες μονάδες. Η εξέταση των μαθημάτων και των δύο εξαμήνων επαναλαμβάνεται τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους (2η εξεταστική). Τα αποτελέσματα των εξετάσεων ανακοινώνονται από τον διδάσκοντα και αποστέλλονται στη Γραμματεία του Π.Μ.Σ. και του Τμήματος μέσα σε τέσσερις (4) εβδομάδες το αργότερο από την εξέταση του μαθήματος. Σε περίπτωση που κατ' επανάληψη σημειώνεται υπέρβαση του ανωτέρω ορίου από διδάσκοντα/ουσα, ο/η Διευθυντής/τρια του Π.Μ.Σ. ενημερώνει σχετικά τη Συνέλευση του Τμήματος.

8.5 Για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών ή συνθηκών που ανάγονται σε λόγους ανωτέρας βίας δύναται να εφαρμόζονται εναλλακτικές μέθοδοι αξιολόγησης, όπως η διεξαγωγή γραπτών ή προφορικών εξετάσεων με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων, υπό την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται το αδιάβλητο της διαδικασίας της αξιολόγησης.

8.6 Δύναται να εφαρμόζονται εναλλακτικές μέθοδοι για την αξιολόγηση φοιτητών/τριών με αναπηρία και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μετά από απόφαση της Σ.Ε και εισήγηση της επιτροπής ΑμεΑ του Τμήματος και λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές οδηγίες της Μονάδας Προσβασιμότητας Φοιτητών με αναπηρία.

8.7 Στις περιπτώσεις ασθένειας ή ανάρρωσης από βαριά ασθένεια συνιστάται ο/η διδάσκων/ουσα να διευκολύνει, με όποιον τρόπο θεωρεί ο/η ίδιος/α πρόσφορο, τον/την φοιτητή/τρια (π.χ. προφορική εξ αποστάσεως εξέταση). Κατά τις προφορικές εξετάσεις ο/η διδάσκων/ουσα εξασφαλίζει ότι δεν θα παρευρίσκεται μόνος του/της με τον/την εξεταζόμενο/η φοιτητή/τρια.

8.8 Μαθήματα στα οποία κάποιος δεν έλαβε προβιβάσιμο βαθμό, οφείλει να τα επαναλάβει. Ωστόσο το εργαστήριο ή η άσκηση που βαθμολογείται αυτοτελώς, κατοχυρώνεται και δεν επαναλαμβάνεται, εφόσον η παρακολούθηση αυτών κρίθηκε επιτυχής.

8.9 Ο/Η φοιτητής/τρια έχει το δικαίωμα να εξετασθεί σε κάθε μάθημα το πολύ δύο (2) φορές, εκ των οποίων

η μία (1) φορά είναι στο εξάμηνο διδασκαλίας του μαθήματος. Σε περίπτωση μη προσέλευσης την 1η φορά ο/η φοιτητής/τρια μηδενίζεται στο αντίστοιχο μάθημα και έχει το δικαίωμα να εξεταστεί σε αυτό μια (1) μόνο φορά ακόμη, τον Σεπτέμβριο του ιδίου έτους.

8.10 Στην περίπτωση μερικής φοίτησης, στην αρχή κάθε εξαμήνου κάθε μεταπτυχιακός/κή φοιτητής/τρια μερικής φοίτησης (ΜΦΜΦ) δηλώνει στη Γραμματεία του Π.Μ.Σ. τα μαθήματα που προτίθεται να παρακολουθήσει και να εξετασθεί. Ο ΜΦΜΦ οφείλει με το πέρας της εξεταστικής περιόδου του Σεπτεμβρίου του 2ου έτους να έχει εξεταστεί επιτυχώς σε όλα τα απαιτούμενα μαθήματα. Ο ΜΦΜΦ μπορεί να ξεκινήσει τη διπλωματική του εργασία μετά την ολοκλήρωση όλων των μαθημάτων, τον Ιούνιο του 2ου ακαδημαϊκού έτους ή τον επόμενο Σεπτέμβριο. Οι ΜΦΜΦ ακολουθούν κατά τα λοιπά τις ίδιες διατάξεις με τους φοιτητές/τριες πλήρους φοίτησης, όπως περιγράφονται στον παρόντα Κανονισμό.

8.11 Εάν ένας/μία φοιτητής/τρια (είτε πλήρους είτε μερικής φοίτησης) αποτύχει στην εξέταση μαθήματος και την 2η φορά, οπότε σύμφωνα με όσα ορίζονται στον Κανονισμό Μεταπτυχιακών Σπουδών θεωρείται ότι δεν έχει ολοκληρώσει επιτυχώς το πρόγραμμα των μαθημάτων του Π.Μ.Σ., εξετάζεται, ύστερα από αίτησή του, από τριμελή επιτροπή μελών ΔΕΠ του Τμήματος, τα μέλη της οποίας έχουν το ίδιο ή συναφές αντικείμενο με το εξεταζόμενο μάθημα και ορίζονται από τη Συνέλευση του Τμήματος. Από την επιτροπή εξαιρείται ο υπεύθυνος της εξέτασης διδάσκων.

8.12 Τα γραπτά φυλάσσονται υποχρεωτικά και με επιμέλεια του υπεύθυνου του μαθήματος για δύο (2) χρόνια. Μετά την πάροδο του χρόνου αυτού τα γραπτά παύουν να έχουν ισχύ και με ευθύνη της Συνέλευσης συντάσσεται σχετικό πρακτικό και καταστρέφονται - εκτός αν εκκρεμεί σχετική ποινική, πειθαρχική ή οποιαδήποτε άλλη διοικητική διαδικασία.

8.13 Για τον υπολογισμό του βαθμού του τίτλου σπουδών λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα που έχει κάθε μάθημα στο πρόγραμμα σπουδών και η οποία εκφράζεται με τον αριθμό των πιστωτικών μονάδων (ECTS). Ο αριθμός των πιστωτικών μονάδων (ECTS) του μαθήματος αποτελεί ταυτόχρονα και τον συντελεστή βαρύτητας αυτού του μαθήματος. Για τον υπολογισμό του βαθμού του τίτλου σπουδών πολλαπλασιάζεται ο βαθμός κάθε μαθήματος με τον αντίστοιχο αριθμό των πιστωτικών μονάδων (του μαθήματος) και το συνολικό άθροισμα των επιμέρους γινομένων διαιρείται με το σύνολο των πιστωτικών μονάδων που απαιτούνται για την απόκτηση του τίτλου. Ο υπολογισμός αυτός εκφράζεται με τον ακόλουθο μαθηματικό τύπο:

$$\text{Βαθμός πτυχίου/διπλώματος} = \left( \sum_{k=1}^N \text{BM}_k \cdot \text{ΠΜ}_k \right) / \text{ΣΠΜ}$$

όπου:

N = αριθμός μαθημάτων που απαιτούνται για τη λήψη του αντίστοιχου τίτλου σπουδών

BM<sub>k</sub> = βαθμός του μαθήματος k

ΠΜ<sub>k</sub> = πιστωτικές μονάδες του μαθήματος k

ΣΠΜ = σύνολο πιστωτικών μονάδων για τη λήψη του αντίστοιχου τίτλου σπουδών

Για την απόκτηση Δ.Μ.Σ. κάθε μεταπτυχιακός/η φοιτητής/τρια οφείλει να παρακολουθήσει και να εξεταστεί επιτυχώς στο σύνολο των υποχρεωτικών και τον απαιτούμενο αριθμό των επιλεγόμενων από τα προσφερόμενα μαθήματα του Π.Μ.Σ. και να εκπονήσει μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, συγκεντρώνοντας έτσι ενενήντα (90) ECTS.

Άρθρο 9.

ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

9.1 Η ανάθεση μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας (ΜΔΕ) γίνεται μετά την επιτυχή εξέταση όλων των μαθημάτων, τον Ιούνιο ή τον Σεπτέμβριο του πρώτου 1ου έτους.

9.2 Η ΜΔΕ πρέπει να είναι ατομική, πρωτότυπη, να έχει ερευνητικό χαρακτήρα και να συντάσσεται σύμφωνα με τις οδηγίες συγγραφής που είναι αναρτημένες στην ιστοσελίδα του κάθε Π.Μ.Σ.

9.3 Ύστερα από αίτηση του/της υποψηφίου/ας στην οποία αναγράφεται ο προτεινόμενος τίτλος της διπλωματικής εργασίας, ο/η επιβλέπων/ουσα και επισυνάπτεται περίληψη της προτεινόμενης εργασίας, η Συνέλευση ορίζει τον/την επιβλέποντα/ουσα αυτής και συγκροτεί την τριμελή εξεταστική επιτροπή για την έγκριση της εργασίας, ένα από τα μέλη της οποίας είναι και ο/η επιβλέπων/ουσα. Η γλώσσα συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας μπορεί να είναι η αγγλική ή η ελληνική και ορίζεται μαζί με τον ορισμό του θέματος.

9.4 Ο τίτλος της εργασίας μπορεί να οριστικοποιηθεί κατόπιν αίτησης του/ης φοιτητή/τριας και σύμφωνης γνώμης του/ης επιβλέποντος/ουσας προς τη Συντονιστική Επιτροπή του Π.Μ.Σ. Στην αίτηση πρέπει να υπάρχει και συνοπτική δικαιολόγηση της αλλαγής.

9.5 Για να εγκριθεί η εργασία ο/η φοιτητής/τρια οφείλει να την υποστηρίξει ενώπιον της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής σε δημόσια παρουσίαση. Η ημερομηνία δημόσιας παρουσίασης της κάθε διπλωματικής εργασίας ανακοινώνεται έγκαιρα. Στην ανακοίνωση περιλαμβάνονται ο τίτλος και η περίληψη της εργασίας. Μετά την παρουσίαση, η εξεταστική επιτροπή συμπληρώνει το πρακτικό με το βαθμό εξέτασης της διπλωματικής εργασίας καθώς και τον τελικό τίτλο της διπλωματικής εργασίας στην ελληνική και στην αγγλική. Σε περίπτωση διαφορετικής βαθμολογίας των μελών της εξεταστικής επιτροπής, η τελική βαθμολογία προκύπτει ως ο μέσος όρος των επιμέρους βαθμολογιών

των τριών εξεταστών, με στρογγυλοποίηση σε ακέραια μονάδα. Το πρακτικό εξέτασης και η βαθμολογία της διπλωματικής εργασίας κατατίθεται στη Γραμματεία του Π.Μ.Σ. εντός τεσσάρων (4) εβδομάδων από την εξέταση του τελευταίου μαθήματος κάθε εξεταστικής περιόδου.

9.6 Ο/Η Επιβλέπων/ουσα και τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ορίζονται από τις κατωτέρω κατηγορίες που έχουν αναλάβει διδακτικό έργο στο Π.Μ.Σ. υπό την προϋπόθεση ότι είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος:

α) μέλη Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (Δ.Ε.Π.), Ειδικού Εκπαιδευτικού Προσωπικού (Ε.Ε.Π.), Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.) και Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού (Ε.Τ.Ε.Π.) του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ΕΚΠΑ ή άλλου Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Ε.Ι.) ή Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Σ.Ε.Ι.),

β) ομότιμοι Καθηγητές ή αφυπηρετήσαντα μέλη Δ.Ε.Π. του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ΕΚΠΑ ή άλλου Α.Ε.Ι.,

γ) συνεργαζόμενοι καθηγητές,

δ) εντεταλμένοι διδάσκοντες,

ε) επισκέπτες καθηγητές ή επισκέπτες ερευνητές,

στ) ερευνητές και ειδικοί λειτουργικοί επιστήμονες ερευνητικών και τεχνολογικών φορέων του άρθρου 13Α του ν. 4310/2014 (Α' 258) ή λοιπών ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων της ημεδαπής ή αλλοδαπής.

Με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος δύναται να ανατίθεται η επίβλεψη διπλωματικών εργασιών και σε μέλη Δ.Ε.Π., Ε.Ε.Π., Ε.Τ.Ε.Π. και Ε.ΔΙ.Π. του Τμήματος, που δεν έχουν αναλάβει διδακτικό έργο στο Π.Μ.Σ.

9.7 Οι μεταπτυχιακές διπλωματικές εργασίες εφόσον εγκριθούν από την εξεταστική επιτροπή, αναρτώνται υποχρεωτικά στο Ψηφιακό Αποθετήριο "ΠΕΡΓΑΜΟΣ", σύμφωνα με τις αποφάσεις της Συγκλήτου του ΕΚΠΑ.

9.8 Εφόσον η Μ.Δ.Ε. περιέχει πρωτότυπα αποτελέσματα μη δημοσιευμένα, δύναται, κατόπιν αιτήσεως του/της επιβλέποντος/ουσας, η οποία συνυπογράφεται από τον/την μεταπτυχιακό φοιτητή/τρια, να δημοσιευθούν στην ιστοσελίδα μόνο οι περιλήψεις, και το πλήρες κείμενο να δημοσιευθεί αργότερα.

#### Άρθρο 10.

##### ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

##### ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ

10.1 Οι μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες έχουν όλα τα δικαιώματα και τις παροχές που προβλέπονται και για τους φοιτητές του πρώτου κύκλου σπουδών, έως και τη λήξη τυχόν χορηγηθείσας παράτασης φοίτησης, πλην του δικαιώματος παροχής δωρεάν διδακτικών συγγραμμάτων.

10.2 Το Ίδρυμα εξασφαλίζει στους/ις φοιτητές/τριες με αναπηρία ή/και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες προσβασιμότητα στα προτεινόμενα συγγράμματα και τη διδασκαλία (<https://access.uoa.gr/>).

10.3 Το Γραφείο Διασύνδεσης του ΕΚΠΑ παρέχει συμβουλευτική υποστήριξη φοιτητών σε θέματα σπουδών και επαγγελματικής αποκατάστασης (<https://www.career.uoa.gr/ypiresies/>).

10.4 Οι μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες καλούνται να συμμετέχουν και να παρακολουθούν σεμινάρια ερευνητικών ομάδων, συζητήσεις βιβλιογραφικής ενημέρωσης, επισκέψεις εργαστηρίων, συνέδρια/ημερίδες με γνωστικό αντικείμενο συναφές με αυτό του Π.Μ.Σ., διαλέξεις ή άλλες επιστημονικές εκδηλώσεις του Π.Μ.Σ. κ.ά.

10.5 Η Συνέλευση του Τμήματος Φυσικής, μετά την εισήγηση της Σ.Ε., δύναται να αποφασίσει τη διαγραφή μεταπτυχιακών φοιτητών/τριών εάν:

- υπερβούν το ανώτατο όριο απουσιών,

- έχουν αποτύχει στην εξέταση μαθήματος ή μαθημάτων και δεν έχουν ολοκληρώσει επιτυχώς το πρόγραμμα, σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον παρόντα Κανονισμό,

- υπερβούν τη μέγιστη χρονική διάρκεια φοίτησης στο Π.Μ.Σ., όπως ορίζεται στον παρόντα Κανονισμό,

- έχουν παραβιάσει τις κείμενες διατάξεις όσον αφορά την αντιμετώπιση πειθαρχικών παραπτωμάτων από τα αρμόδια πειθαρχικά Όργανα,

- υποβάλουν αίτηση διαγραφής οι ίδιοι.

10.6 Σε περίπτωση που μεταπτυχιακός φοιτητής/τρια διαγραφεί από το Π.Μ.Σ., μπορεί να αιτηθεί χορήγηση βεβαίωσης για τα μαθήματα στα οποία έχει εξεταστεί επιτυχώς.

10.7 Οι φοιτητές/τριες μπορούν να συμμετέχουν σε διεθνή προγράμματα ανταλλαγής φοιτητών/τριων, όπως το πρόγραμμα ERASMUS + ή CIVIS, κατά την κείμενη νομοθεσία. Στην περίπτωση αυτή ο μέγιστος αριθμός ECTS που μπορούν να αναγνωρίσουν είναι τριάντα (30). Η δυνατότητα αυτή παρέχεται μετά το Β' εξάμηνο σπουδών τους και σε Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών το οποίο να τους παρέχει τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν και να εξεταστούν σε όλα τα μαθήματα του τρέχοντος εξαμήνου του παρόντος Π.Μ.Σ.

Το Π.Μ.Σ. μπορούν να το παρακολουθήσουν και φοιτητές/τριες από διεθνή προγράμματα ανταλλαγής φοιτητών/τριων, όπως το πρόγραμμα ERASMUS+, σύμφωνα με τις συναφθείσες συνεργασίες.

10.8 Οι μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες του Ε.Κ.Π.Α. δύνανται να εγγραφούν σε Π.Μ.Σ. του ίδιου ή άλλων Α.Ε.Ι. της ημεδαπής ή της αλλοδαπής στο πλαίσιο εκπαιδευτικών ή ερευνητικών προγραμμάτων συνεργασίας σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

10.9 Είναι δυνατή η παράλληλη φοίτηση σε προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών και σε μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών ή σε δύο (2) Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών του ίδιου ή άλλου Τμήματος, του ίδιου ή άλλου Α.Ε.Ι.

10.10 Στο τέλος κάθε εξαμήνου πραγματοποιείται αξιολόγηση κάθε μαθήματος και κάθε διδάσκοντος/ουσας από τους/ις μεταπτυχιακούς φοιτητές/τριες (βλ. άρθρο 16).

10.11 Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές/τριες μπορούν να αιτηθούν την έκδοση παραρτήματος διπλώματος στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα.

#### Άρθρο 11.

##### ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΤΟΥ Π.Μ.Σ.

11.1 Για την εύρυθμη λειτουργία του Π.Μ.Σ. διατίθενται αίθουσες διδασκαλίας και σεμιναρίων, αμφιθέατρα εξο-



πλισμένα με οπτικοακουστικά μέσα και εργαστήρια του Τμήματος Φυσικής.

11.2 Η διοικητική και γραμματειακή υποστήριξη του Π.Μ.Σ. γίνεται από τη Γραμματεία του Τμήματος Φυσικής.

11.3 Η χρηματοδότηση του Π.Μ.Σ. μπορεί να προέρχεται από:

α) δωρεές, χορηγίες και πάσης φύσεως οικονομικές ενισχύσεις,

β) κληροδοτήματα,

γ) πόρους από ερευνητικά έργα ή προγράμματα,

δ) ιδίους πόρους του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Ε.Ι.) και

ε) τον κρατικό προϋπολογισμό ή το πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων.

στ) κάθε άλλη νόμιμη πηγή.

11.4 Η διαχείριση των πόρων των Π.Μ.Σ. του Α.Ε.Ι. πραγματοποιείται από τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας (Ε.Λ.Κ.Ε.) του Ε.Κ.Π.Α.

#### Άρθρο 12.

##### ΑΝΑΘΕΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ/ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ ΣΤΟ Π.Μ.Σ.

12.1 Το διδακτικό έργο των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) ανατίθεται, κατόπιν απόφασης της Συνέλευσης του Τμήματος στις ακόλουθες κατηγορίες διδασκόντων:

α) μέλη Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (Δ.Ε.Π.), Ειδικού Εκπαιδευτικού Προσωπικού (Ε.Ε.Π.), Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.) και Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού (Ε.Τ.Ε.Π.) του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ΕΚΠΑ ή άλλου Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Ε.Ι.) ή Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Σ.Ε.Ι.),

β) ομότιμους καθηγητές/τριες ή αφυπηρετήσαντα μέλη Δ.Ε.Π. του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ΕΚΠΑ ή άλλου Α.Ε.Ι.,

γ) συνεργαζόμενους/ες καθηγητές/τριες,

δ) εντεταλμένους/ες διδάσκοντες/ουσες,

ε) επισκέπτες καθηγητές/τριες ή επισκέπτες ερευνητές/τριες,

στ) ερευνητές και ειδικούς λειτουργικούς επιστήμονες ερευνητικών και τεχνολογικών φορέων του άρθρου 13Α του ν. 4310/2014 (Α' 258) ή λοιπών ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων της ημεδαπής ή αλλοδαπής,

ζ) επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους, οι οποίοι διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις και σχετική εμπειρία στο γνωστικό αντικείμενο του Π.Μ.Σ.

12.2 Με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος δύναται να ανατίθεται επικουρικό διδακτικό έργο στους υποψήφιους διδάκτορες του Τμήματος, υπό την επίβλεψη διδάσκοντος/ουσας του Π.Μ.Σ.

12.3 Η ανάθεση του διδακτικού έργου του Π.Μ.Σ. πραγματοποιείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος, κατόπιν εισήγησης της Συντονιστικής Επιτροπής του Π.Μ.Σ.

Οι αποφάσεις της Συνέλευσης του Τμήματος για την κατανομή του διδακτικού έργου περιλαμβάνουν υποχρεωτικά τα ακόλουθα στοιχεία:

α) το ονοματεπώνυμο του/ης διδάσκοντα/ουσας,

β) την ιδιότητά του/ης (π.χ. μέλος Δ.Ε.Π., Ε.Ε.Π., Ε.ΔΙ.Π., Ε.Τ.Ε.Π. κ.ά.),

γ) το είδος του διδακτικού έργου που ανατίθεται ανά διδάσκοντα/ουσα (μάθημα, σεμινάριο ή εργαστήριο),

δ) τον αριθμό των ωρών διδασκαλίας ανά μάθημα, σεμινάριο ή εργαστήριο.

12.4 Η κατανομή του διδακτικού έργου πραγματοποιείται πριν από την έναρξη του ακαδημαϊκού έτους τόσο για το χειμερινό όσο και για το εαρινό εξάμηνο. Σε περίπτωση που η κατανομή του διδακτικού έργου δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα και για τα δύο ακαδημαϊκά εξάμηνα, η απόφαση θα λαμβάνεται πριν από την έναρξη του κάθε ακαδημαϊκού εξαμήνου. Με αιτιολογημένη απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος η ανάθεση διδακτικού έργου δύναται να τροποποιείται κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους.

12.5 Οι διδάσκοντες/ουσες, κατά το χρονικό διάστημα που τελούν σε καθεστώς εκπαιδευτικής άδειας ή αναστολής καθηκόντων, δύναται να παρέχουν διδακτικό έργο προς το Π.Μ.Σ., εάν κρίνουν ότι το πρόγραμμά τους το επιτρέπει, υπό την προϋπόθεση βεβαίως ότι βάσει των συντρεχουσών συνθηκών τούτο είναι ουσιαστικά και πρακτικά εφικτό, ζήτημα το οποίο πρέπει κατά περίπτωση να κριθεί αρμοδίως.

#### Άρθρο 13.

##### ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ύστερα από πρόταση της ΣΕ, η Συνέλευση του Τμήματος ορίζει ένα μέλος του Τμήματος, που έχει αναλάβει διδακτικό έργο στο Π.Μ.Σ., ως Σύμβουλο Καθηγητή για κάθε μεταπτυχιακό φοιτητή/τρια του Π.Μ.Σ., ο οποίος συμβουλεύει τον/την φοιτητή/τρια για θέματα που αφορούν στη φοίτησή του/της στο Π.Μ.Σ..

#### Άρθρο 14.

##### ΑΠΟΝΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

14.1 Ο/Η φοιτητής/τρια ολοκληρώνει τις σπουδές για την απόκτηση Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Μ.Σ.) με τη συμπλήρωση του ελάχιστου αριθμού μαθημάτων και πιστωτικών μονάδων που απαιτούνται για τη λήψη του Δ.Μ.Σ., καθώς και την επιτυχή ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Η Συνέλευση του Τμήματος διαπιστώνει την ολοκλήρωση των σπουδών προκειμένου να χορηγηθεί το Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Μ.Σ.).

14.2 Με την ολοκλήρωση της ανωτέρω διαδικασίας χορηγείται στον/η μεταπτυχιακό/η φοιτητή/τρια βεβαίωση περάτωσης σπουδών, χάνεται η φοιτητική του/ης ιδιότητα και παύει η συμμετοχή του/ης στα συλλογικά όργανα διοίκησης του Πανεπιστημίου.

14.3 Το Δ.Μ.Σ. πιστοποιεί την επιτυχή αποπεράτωση των σπουδών και αναγράφει βαθμό, με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων, κατά την ακόλουθη κλίμακα: Άριστα (8,5 έως 10), Λίαν Καλώς (6,5 έως 8,5 μη συμπεριλαμβανομένου) και Καλώς (5 έως 6,5 μη συμπεριλαμβανομένου).

14.4 Ο τύπος του Δ.Μ.Σ. ανά είδος Π.Μ.Σ. είναι κοινός για όλα τα Τμήματα και τις Σχολές του Ε.Κ.Π.Α. και περιλαμβάνεται στον Κανονισμό Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών Σπουδών του Ιδρύματος.

14.5 Στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. απονέμεται Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Φυσικής» στις εξής ειδικεύσεις:

- (α) στη Φυσική των Υλικών,
- (β) στην Πυρηνική Φυσική και Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων και
- (γ) στην Αστροφυσική.

#### Άρθρο 15.

##### ΟΡΚΩΜΟΣΙΑ

15.1 Η ορκωμοσία δεν αποτελεί συστατικό τύπο της επιτυχούς περάτωσης των σπουδών, είναι όμως αναγκαία προϋπόθεση για τη χορήγηση του εγγράφου τίτλου του διπλώματος. Η ορκωμοσία οργανώνεται από το Τμήμα Φυσικής σε χώρο του Τμήματος, παρουσία του/της Διευθυντή/ντριας του Π.Μ.Σ., του/της Κοσμήτορα της Σχολής ή του/της Προέδρου του Τμήματος, ή του/της Αναπληρωτή/τριας του/της και, κατά τις δυνατότητες, ενδεχομένως εκπροσώπου του Πρυτάνεως.

15.2 Οι μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες, που έχουν ολοκληρώσει επιτυχώς το Π.Μ.Σ., σε εξαιρετικές περιπτώσεις (σπουδές, διαμονή ή εργασία στο εξωτερικό, λόγοι υγείας κ.λπ.), μπορούν να αιτηθούν στη Γραμματεία του Τμήματος εξαίρεση από την υποχρέωση καθομολόγησης. Η εξαίρεση από την υποχρέωση καθομολόγησης εγκρίνεται από τον/την Πρόεδρο του Τμήματος και τον Αντιπρύτανη Ακαδημαϊκών Υποθέσεων και Φοιτητικής Μέριμνας.

#### Άρθρο 16.

##### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Π.Μ.Σ.

16.1 Αξιολόγηση από την Εθνική Αρχή Ανώτατης Εκπαίδευσης

Το Π.Μ.Σ. αξιολογείται στο πλαίσιο της περιοδικής αξιολόγησης/πιστοποίησης του Τμήματος που διοργανώνεται από την Εθνική Αρχή Ανώτατης Εκπαίδευσης (ΕΘ.Α.Α.Ε.). Στο πλαίσιο αυτό αξιολογείται η συνολική αποτίμηση του έργου που επιτελέστηκε από κάθε Π.Μ.Σ., ο βαθμός εκπλήρωσης των στόχων που είχαν τεθεί κατά την ίδρυσή του, η βιωσιμότητά του, η απορρόφηση των αποφοίτων στην αγορά εργασίας, ο βαθμός συμβολής του στην έρευνα, η εσωτερική αξιολόγησή του από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές/τριες, η σκοπιμότητα παράτασης της λειτουργίας του, καθώς και λοιπά στοιχεία σχετικά με την ποιότητα του έργου που παράγεται και τη συμβολή του στην εθνική στρατηγική για την ανώτατη εκπαίδευση.

Αν το Π.Μ.Σ. κατά το στάδιο της αξιολόγησής του κριθεί ότι δεν πληροί τις προϋποθέσεις συνέχισης της λειτουργίας του, λειτουργεί μέχρι την αποφοίτηση των ήδη εγγεγραμμένων φοιτητών/τριών σύμφωνα με την απόφαση ίδρυσης και τον Κανονισμό Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών προγραμμάτων σπουδών.

16.2 Εσωτερική αξιολόγηση

Η εσωτερική αξιολόγηση των Π.Μ.Σ. πραγματοποιείται σε ετήσια βάση από τη Μονάδα Διασφάλισης Ποιότητας

(ΜΟ.ΔΙ.Π.) του Ιδρύματος. Στη διαδικασία της εσωτερικής αξιολόγησης συμμετέχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι στην υλοποίηση των ενεργειών και των δράσεων του Π.Μ.Σ. και πιο συγκεκριμένα, οι φοιτητές/τριες, τα μέλη του διδακτικού προσωπικού, το προσωπικό διοικητικής και τεχνικής υποστήριξης και τα μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής του Π.Μ.Σ..

Η διαδικασία εσωτερικής αξιολόγησης πραγματοποιείται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, το Εσωτερικό Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας του Ιδρύματος, τις οδηγίες και τα πρότυπα της ΕΘΑΑΕ.

Η εσωτερική αξιολόγηση των Π.Μ.Σ. περιλαμβάνει την αποτίμηση του διδακτικού έργου, καθώς και όλων των ακαδημαϊκών λειτουργιών και δράσεων του.

Αναλυτικότερα αξιολογούνται:

α) το περιεχόμενο του Προγράμματος Σπουδών σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έρευνα στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο του Π.Μ.Σ., έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ο σύγχρονος χαρακτήρας του Π.Μ.Σ.,

β) ο φόρτος εργασίας των μαθημάτων, καθώς και η πορεία και η ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών από τους/ις φοιτητές/τριες,

γ) ο βαθμός ικανοποίησης των προσδοκιών των φοιτητών/τριών από το Πρόγραμμα Σπουδών, τις προσφερόμενες υπηρεσίες υποστήριξης των σπουδών τους και το μαθησιακό περιβάλλον,

δ) τα μαθήματα του Προγράμματος σε εξαμηνιαία βάση μέσω ερωτηματολογίων που συμπληρώνουν οι φοιτητές/τριες του Π.Μ.Σ..

Η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης και η κοινοποίησή τους ορίζονται στον οικείο Κανονισμό και αποβλέπουν στη βιωσιμότητα του Προγράμματος, το υψηλό επίπεδο σπουδών, τη βελτίωση των παροχών του και την αποδοτικότητα των διδασκόντων του.

Τα αποτελέσματα της εσωτερικής αξιολόγησης αποτυπώνονται σε ειδικό πρακτικό που συντάσσεται από τη ΜΟ.ΔΙ.Π. στο οποίο περιγράφονται αναλυτικά τα ευρήματα της αξιολόγησης, οι προτεινόμενες βελτιωτικές ενέργειες, το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης τους, οι εμπλεκόμενοι σε αυτές και οι απαιτούμενοι πόροι και συζητούνται στη Σ.Ε. του Π.Μ.Σ.. Τα αποτελέσματα της εν λόγω αξιολόγησης αξιοποιούνται στην αναθεώρηση παραμέτρων του προγράμματος σπουδών όπως η επικαιροποίηση της ύλης των μαθημάτων, η εισαγωγή εναλλακτικών μορφών αξιολόγησης, η προσθήκη ή αφαίρεση μαθημάτων κ.α. σε σχέση με τα τρέχοντα δεδομένα και τις προοπτικές του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου και των εξελίξεων στην αγορά, αλλά και τις υποδείξεις των φοιτητών και του διδακτικού προσωπικού σχετικά με σημεία που επιδέχονται βελτίωσης.

Οι Ετήσιες Εσωτερικές Εκθέσεις Αξιολόγησης, οι δείκτες παρακολούθησης και οι σχετικοί πίνακες προβλέπεται να δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα του ΠΜΣ ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία πληροφόρησης και η δυνατότητα ανατροφοδότησης όλων των ενδιαφερόμενων μερών.

Άρθρο 17.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ Π.Μ.Σ.

Το Π.Μ.Σ. θα λειτουργήσει μέχρι το ακαδημαϊκό έτος 2027-2028 εφόσον πληροί τα κριτήρια της εσωτερικής και εξωτερικής αξιολόγησης, σύμφωνα με ισχύουσα νομοθεσία.

Άρθρο 18.

ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

18.1 Οι ήδη εγγεγραμμένοι/ες φοιτητές/τριες ολοκληρώνουν τις σπουδές τους σύμφωνα με τον παρόντα Κανονισμό.

18.2 Για όσα θέματα δεν ορίζονται στην ισχύουσα νομοθεσία, στον Κανονισμό Μεταπτυχιακών και Διδακτορικών Διατριβών Ε.Κ.Π.Α. ή στον παρόντα Κανονισμό, αρμόδια να αποφασίσουν είναι τα όργανα του Π.Μ.Σ.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Ο Πρύτανης

ΜΕΛΕΤΙΟΣ - ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ