

ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	Θετικών Επιστημών		
ΤΜΗΜΑ	Φυσικής		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό (Μεταπτυχιακό μάθημα που προσφέρεται σε προπτυχιακούς φοιτητές)		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	10ΕΚ412	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	8
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΑ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>		ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
Διαλέξεις		4	6
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης, γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευσης		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Οχι		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι (στην αγγλική γλώσσα, για φοιτητές Erasmus)		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS236/		

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

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

Το μάθημα παρέχει στο φοιτητή τις απαραίτητες γνώσεις για την κατανόηση βασικών εννοιών και μεθόδων της φυσικής στοιχειωδών σωματιδίων, ξεκινώντας από τη φαινομενολογία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των σωματιδίων και καταλήγοντας στην ολοκλήρωση της σύγχρονης εικόνας για τη φύση της ύλης και των θεμελιωδών της αλληλεπιδράσεων με το Καθιερωμένο Πρότυπο. Με την επιτυχή παρακολούθηση και ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής είναι σε θέση:

- Να χειρίζεται με ευχέρεια τα εργαλεία υπολογισμού ενεργού διατομής αντιδράσεων, εύρους διασπάσεων και φασικού χώρου στοιχειωδών σωματιδίων (βασικές καταστάσεις φερμιονίων και μποζονίων σε καρτεσιανές και πολικές συντεταγμένες, άλγεβρα πινάκων Dirac, θεωρήματα και τεχνικές ίχνους, πολυδιάστατα ολοκληρώματα φασικού χώρου).
- Να εφαρμόζει τους κανόνες Feynman των θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων σε διαγράμματα Feynman “επιπέδου δένδρου” (χωρίς βρόγχους εικονικών σωματιδίων) και να εξάγει με αυτούς τα θεμελιακά παρατηρήσιμα μεγέθη (ενεργό διατομή ή εύρος διάσπασης) αντιδράσεων στοιχειωδών σωματιδίων σε κατώτατη τάξη διαταραχών.
- Να γνωρίζει την επίδραση των διορθώσεων ανώτερης τάξης διαταραχών (με βρόγχους εικονικών σωματιδίων) στα φυσικά χαρακτηριστικά των στοιχειωδών σωματιδίων και στα παρατηρήσιμα μεγέθη των αντιδράσεών τους.
- Να ερμηνεύει ποιοτικά τα αποτελέσματα προχωρημένων υπολογισμών παρατηρήσιμων μεγεθών και πώς αυτά τα αποτελέσματα συγκρίνονται με αντίστοιχα πειραματικά αποτελέσματα.
- Να κατανοεί το σκοπό, το λογικό σχεδιασμό, τις απαιτήσεις και τα αποτελέσματα πειραμάτων φυσικής στοιχειωδών σωματιδίων.
- Να κατανοεί σε βάθος τις συμμετρίες που χαρακτηρίζουν τα στοιχειώδη σωματίδια της ύλης και τις αλληλεπιδράσεις τους (διακριτές και συνεχείς συμμετρίες χωροχρόνου, σφαιρικές και τοπικές συμμετρίες βαθμίδας, συμμετρίες γεύσης), τους μηχανισμούς ρήξης συνεχών συμμετριών και τις συνέπειές τους.
- Να κατανοεί σε βάθος τα ερωτήματα που αφήνει αναπάντητα το Καθιερωμένο Πρότυπο.

Γενικές Ικανότητες

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

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις
Λήψη αποφάσεων
Αυτόνομη εργασία
Ομαδική εργασία
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα
Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον
Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου
Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
.....
Άλλες...
.....

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

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών.
- Αυτόνομη εργασία.
- Αναλυτική και συνθετική σκέψη.
- Κριτική σκέψη.
- Επίλυση προβλημάτων.

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Ανασκόπηση (4 ώρες)

- 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.

2. Λεπτόνια και Κβαντική Ηλεκτροδυναμική (10 ώρες)

- 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.

3. Διορθώσεις ανώτερης τάξης (4 ώρες)

- Ποιοτική ανάλυση ανακανονικοποίησης φορτίου και μάζας. Το “τρέξιμο” της σταθεράς σύζευξης.

4. Αδρόνια και Κβαντική Χρωμοδυναμική (10 ώρες)

- 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 $q\bar{q} \rightarrow q\bar{q}$, $q\bar{q} \rightarrow qg$, $g\bar{g} \rightarrow g\bar{g}$. Διαδικασία Drell-Yan.
- Ποιοτική περιγραφή αδρονικών αντιδράσεων.

5. Ασθενείς αλληλεπιδράσεις (10 ώρες)

- 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.

6. Το Καθιερωμένο Πρότυπο (8 ώρες)

- 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.

7. Συμμετρίες CP και CPT (4 ώρες)

- Μίξη βαρέων ουδέτερων μεσονίων.
- Ανακάλυψη παραβίασης της συμμετρίας CP στα ουδέτερα καόνια. Παραβίαση της συμμετρίας CP σε άλλα ουδέτερα μεσόνια.

8. Μάζες των νετρίνων (2 ώρες)

- Ταλαντώσεις νετρίνων. Φύση νετρίνων (Dirac/Majorana) και μάζες.

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	Πρόσωπο με πρόσωπο												
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	Ναι Ηλεκτρονική επικοινωνία με φοιτητές με χρήση ΤΠΕ. Υποστήριξη διδασκαλίας με χρήση Η/Υ, πλατφόρμα eclass												
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ <i>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ. Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</i>	<table><tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr><tr><td>Διαλέξεις</td><td>52</td></tr><tr><td>Ατομική μελέτη / Ανάλυση βιβλιογραφίας / Προετοιμασία</td><td>48</td></tr><tr><td>Εκπόνηση μελέτης / εργασίες</td><td>50</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>150</td></tr></table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	52	Ατομική μελέτη / Ανάλυση βιβλιογραφίας / Προετοιμασία	48	Εκπόνηση μελέτης / εργασίες	50			Σύνολο Μαθήματος	150
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου												
Διαλέξεις	52												
Ατομική μελέτη / Ανάλυση βιβλιογραφίας / Προετοιμασία	48												
Εκπόνηση μελέτης / εργασίες	50												
Σύνολο Μαθήματος	150												
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ <i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και πού είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>	4 ατομικές γραπτές εργασίες στην ελληνική ή αγγλική γλώσσα πάνω σε 4 θεματικές ενότητες του μαθήματος (Κβαντική Ηλεκτροδυναμική, Κβαντική Χρωμοδυναμική, ασθενής αλληλεπίδραση και διακριτές συμμετρίες, θεωρίες βαθμίδας και Καθιερωμένο Πρότυπο)												

(5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- André Rubbia, *Phenomenology of Particle Physics*, Cambridge 2022
- Mark Thomson, *Modern Particle Physics*, Cambridge 2014
- Brian R. Martin and Graham Shaw, *Particle Physics*, Wiley 2017
- David Griffiths, *Introduction to Elementary Particle Physics*, Wiley 2016
- Francis Halzen & Alan D. Martin, *Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*, Wiley 2008
- Ian J. R. Aitchison & Anthony J. G. Hey, *Gauge Theories in Particle Physics: A Practical Introduction*, Vol. 1 & 2, CRC Press 2013
- Ta-Pei Cheng & Ling-Fong Li, *Gauge Theory of Elementary Particle Physics*, Oxford 2000
- Peter Renton, *Electroweak Interactions: An Introduction to the Physics of Quarks and Leptons*, Cambridge 1990
- Sidney Coleman, *Aspects of Symmetry*, Cambridge 1988

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- Physical Review D, Physical Review Letters (APS)
- Physics Letters B (Elsevier)
- Journal of High Energy Physics (Springer)
- European Physics Journal C (Springer)