ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	**ΕΜΥ-201**	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	**3^{ο}**
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΥΛΗΣ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ		**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
		5	6
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	-		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	ΕΛΛΗΝΙΚΗ		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	http://esperia.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/		

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Το μάθημα είναι μια εισαγωγή στην Κβαντική Μηχανική και τις εφαρμογές της σε απλά, βασικά συστήματα, ουσιώδη για την μελέτη και κατανόηση της δομής της ύλης.

Οι μαθησιακοί στόχοι τους οποίους οι φοιτητές στο τέλος του μαθήματος θα πρέπει να έχουν επιτύχει είναι οι εξής:

- Να γνωρίζουν, να κατανοούν και να μπορούν να χρησιμοποιούν όλες τις έννοιες που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του μαθήματος και που αφορούν την συμπεριφορά της ύλης σε μικροσκοπική κλίμακα.
- Να μπορούν να χρησιμοποιούν τις έννοιες που διδάχθηκαν και τις γνώσεις που αποκόμισαν για τη μελέτη και κατανόηση/ερμηνεία της συμπεριφοράς πιο σύνθετων συστημάτων από αυτά που παρουσιάστηκαν στο μάθημα (π.χ. σύνθετα άτομα, μόρια και φάσματά τους, μαγνητικά υλικά, αλληλεπίδραση ύλης και ακτινοβολίας, κ.ά.) τα οποία είναι θεμελιακά σε πολλούς τομείς της Επιστήμης Υλικών.
- Να μπορούν να μελετήσουν μόνοι τους (με τις βάσεις που αποκόμισαν στο μάθημα) πιο σύνθετα και προχωρημένα θέματα Κβαντομηχανικής και Δομής της Ύλης τα οποία ίσως απαιτούνται για τη μελέτη ειδικών θεμάτων Επιστήμης Υλικών.

Το μάθημα σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων Δια Βίου Μάθησης είναι επιπέδου 6 ως μάθημα πρώτου κύκλου σπουδών.

Γενικές Ικανότητες

Το μάθημα αποσκοπεί στην ανάπτυξη των παρακάτω γενικών ικανοτήτων:
-Διεύρυνση αντιληπτικής ικανότητας (δυνατότητα αντίληψης θεμάτων έξω από την κοινή εμπειρία)
-Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με την χρήση και των απαραίτητων

τεχνολογιών
-Αυτόνομη και ομαδική εργασία
-Προαγωγή δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

A) Η κρίση της Κλασικής Φυσικής και η παλιά κβαντική θεωρία:

- Ο κυματοσωματιδιακός δυισμός του φωτός: ακτινοβολία μέλανος σώματος, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, φαινόμενο Compton, κυματοσωματιδιακός δυισμός του φωτός
- Ο κυματοσωματιδιακός δυισμός της ύλης: Ατομικά φάσματα, θεωρία του Bohr, η υπόθεση των υλικών κυμάτων (κύματα de Broglie). Β) Εισαγωγή στη Σύγχρονη Κβαντομηχανική:
- Σύγχρονη Κβαντομηχανική στη μία διάσταση: Εξίσωση Schrödinger στη μία διάσταση, κυματοσυνάρτηση και η στατιστική της ερμηνεία. Εφαρμογή στο απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού.
- Αρχή αβεβαιότητας θέσης-ορμής, φυσική ερμηνεία της και συνέπειές της (ατομική σταθερότητα, τάξη μεγέθους ατομικών και πυρηνικών ενεργειών κοκ.)
- Απλά μονοδιάστατα κβαντομηχανικά συστήματα και η κβάντωση της ενέργειας: Το απειρόβαθο πηγάδι (επανεξέταση), το πεπερασμένο πηγάδι (ποιοτική μελέτη), ο αρμονικός ταλαντωτής, το σκαλοπάτι δυναμικού, το ορθογώνιο φράγμα δυναμικού και το φαινόμενο σήραγγας.
- Κβαντομηχανική στις τρεις διαστάσεις: Εξίσωση Schrödinger στις τρεις διαστάσεις. Το άτομο του Υδρογόνου (σφαιρικά συμμετρικές λύσεις, μελέτη της θεμελιώδους κατάστασης, στοιχειώδης μελέτη των καταστάσεων με γωνιακή εξάρτηση). Άτομο σε μαγνητικό πεδίο. Spin και η απαγορευτική αρχή του Pauli. Πολυηλεκτρονικά άτομα. Το περιοδικό σύστημα των στοιχείων. Κανόνες επιλογής ατομικών μεταβάσεων.

Β) Η Κβαντομηχανική σε πιο σύνθετα συστήματα (συνοπτικά και κυρίως ποιοτικά):

- Μόρια: Η στοιχειώδης θεωρία του χημικού δεσμού, απλά μόρια (H_2, H_2O). Το φαινόμενο του υβριδισμού. Περιστροφή και ταλάντωση διατομικών μορίων, μοριακά φάσματα.
- Στερεά: Η θεωρία των ενεργειακών ζωνών. Ενέργεια Fermi. Αγωγοί, ημιαγωγοί, μονωτές και η αγωγιμότητά τους. Νόθευση ημιαγωγών και εφαρμογές (σύντομη περιγραφή).

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ	Πρόσωπο με πρόσωπο
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	Χρήση διαδικτυακής πλατφόρμας για τεστ μέσα στην τάξη, ασκήσεις, σημειώσεις (https://teleclass.materials.uoc.gr/) Χρήση της ιστοσελίδας του μαθήματος για ασκήσεις, ανακοινώσεις, πληροφορίες για χρήσιμες ιστοσελίδες κλπ. Χρήση τεχνολογίας για δημιουργία ασκήσεων πολλαπλής επιλογής για τις εξετάσεις (πρόγραμμα *much*, http://eigen-space.org/mk/much/) Περεταίρω μελέτη αντίστοιχων διαδικτυακών μαθημάτων από την πλατφόρμα διαδικτυακών μαθημάτων Mathesis (http://mathesis.cup.gr/) και άντληση σημειώσεων περεταίρω ασκήσεων κλπ.
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	

Δραστηριότητα	***Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου***
Διαλέξεις	65
Μελέτη βιβλιογραφίας στο σπίτι και επίλυση ασκήσεων	85
Σύνολο Μαθήματος	**150**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ	Η αξιολόγηση των φοιτητών γίνεται με (α) τελική γραπτή εξέταση (β) ενδιάμεση προαιρετική εξέταση – Πρόοδος Όλες οι εξετάσεις είναι στα ελληνικά και συνίστανται σε επίλυση ασκήσεων με επιλογή πολλαπλών απαντήσεων. Οι φοιτητές έχουν δικαίωμα να δουν τα γραπτά και τους βαθμούς τους μετά το πέρας της κάθε αξιολόγησης.

(4) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- Σημειώσεις μαθήματος από ιστοσελίδα μαθήματος: http://esperia.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/lectures/
- Υλικό του διαδικτυακού μαθήματος της πλατφόρμας Mathesis «Εισαγωγή στην Κβαντική Φυσική Ι: Οι βασικές αρχές» από https://mathesis.cup.gr/courses/Mathesis/Phys1/2015_T1/course/, διδάσκων Στέφανος Τραχανάς
- Υλικό του διαδικτυακού μαθήματος μαθήματος της πλατφόρμας Mathesis «Εισαγωγή στην Κβαντική Φυσική ΙΙ: Οι βασικές εφαρμογές», https://mathesis.cup.gr/courses/course-v1:Physics+Phys1.2+18F/course/, διδάσκων Στέφανος Τραχανάς
- Στ. Τραχανάς, Κβαντομηχανική Ι, Πανεπιστημιακές Εκδώσεις Κρήτης 2005 Ηράκλειο.
- Στ. Τραχανάς, Στοιχειώδης Κβαντική Φυσική (ηλεκτρονικό βιβλίο).
- R. Serway, Physics for Scientists and Engineers, Τόμος IV, Μετάφραση και έκδοση Λ. Ρεσβάνη
- R. Eisberg, R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, molecules, solids and particles, Wiley, London (1974)
- R. Feynman, Leighton and R. Sands, The Feynman Lectures in Physics, Τόμος III, Addison-Wesley, Reading (1965)

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	SCIENCES AND ENGINEERING		
ACADEMIC UNIT	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING		
LEVEL OF STUDIES	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	**EMY-201**	**SEMESTER**	**3rd**
COURSE TITLE	QUANTUM THEORY OF MATTER		
INDEPENDENT TEACHING ACTIVITIES		**WEEKLY TEACHING HOURS**	**CREDITS**
		5	6
COURSE TYPE	GENERAL BACKGROUND		
PREREQUISITE COURSES:	-		
LANGUAGE OF INSTRUCTION and EXAMINATIONS:	GREEK		
IS THE COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS	YES		
COURSE WEBSITE (URL)	http://esperia.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/		

(2) LEARNING OUTCOMES

Learning outcomes

The course is an introduction to Quantum Mechanics and its applications to simple, basic systems, essential for the study and understanding of the structure of matter.

The learning objectives that students should have achieved at the end of the course are:

- To know, understand and be able to use all the concepts developed in the course concerning the behaviour of matter on a microscopic scale.
- Be able to use the concepts learned and the knowledge gained to study and understand / interpret the behaviour of more complex systems than those presented in the course (eg complex atoms, molecules and their spectra, magnetic materials, light-material interaction, etc.) which are fundamental in many areas of Materials Science.
- To be able to study on their own (with the bases they acquired in the course) more complex and advanced subjects of Quantum Mechanics which may be required for the study of special topics of Materials Science.

The course according to the European Qualifications Framework for Lifelong Learning belongs to level 6.

- **General competencies**

The course aims to develop the following general competencies:

-Expanded perception (ability to perceive issues outside the common experience)
-Search, analyze and synthesize data and information, using the necessary technologies
-Both autonomous work and teamwork capability
-Creative and inductive thinking

(3) SYLLABUS

A) The crisis of Classical Physics and the Old Quantum Theory:

- The wave-particle duality for light: black body radiation, photoelectric effect, Compton effect, the particle-like nature of light
- The wave-particle duality for matter: atomic spectra, Bohr's theory, matter-waves (de Broglie waves). The position-momentum uncertainty principle, its interpretation, and its consequences (atomic stability, order of magnitude of atomic and nuclear energies, etc.)

B) Introduction to Modern Quantum Mechanics:

- Quantum mechanics in one dimension: Schrödinger equation in one dimension, wave function and its statistical interpretation. Simple one-dimensional quantum mechanical systems and quantization of energy: the infinite square well, the finite square well (qualitative study), the harmonic oscillator, the step-function potential, the rectangular barrier potential and the tunneling effect.
- Quantum mechanics in three dimensions: Schrödinger equation in three dimensions. The hydrogen atom (spherically symmetric solutions, ground state, states with angular dependence (mainly qualitatively)). Atom in a magnetic field. Spin and Pauli's Exclusion Principle. Atoms with more than one electron. The periodic system of elements. Selection Rules for atomic transitions.

C) Quantum Mechanics in more complex systems (briefly and mainly qualitatively):

- Molecules: The basic theory of chemical bonding; simple molecules (H2, H2O). The phenomenon of hybridization. Rotation and oscillation of diatomic molecules; molecular spectra.
- Solids: The theory of energy bands. Fermi energy. Conductors, semiconductors, insulators and their conductivity. Semiconductor doping and applications (brief description).

(4) TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

DELIVERY.	Face-to-Face
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	Use of an online platform for classroom testing (www.classmarker.com) Use the course web site for tests, announcements, information on useful websites, etc. Use of technology to create multiple choice exams (much program, http://eigen-space.org/mk/much/) Use and suggest related online courses from the Mathesis online course platform (http://mathesis.cup.gr/) for further study.
TEACHING METHODS	***Activity*** | ***Semester workload***

	Lectures	65
	Homework	85
	Course total	**150**
STUDENT PERFORMANCE EVALUATION	The student evaluation is done through (a) a final written exam (b) mid-term optional exam All exams are in Greek and consist of solving simple quantum mechanics problems. In some cases also multiple choice exams are given. Students can see their grades and discuss the exams outcome at the end of their assessment.	

(4) ATTACHED BIBLIOGRAPHY

- Suggested bibliography:

- Course notes from the course web-page: http://esperia.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/lectures/
- Material from the online course of the platform Mathesis «Introduction to Quantum Physics I: The basic principles» (in Greek) at https://mathesis.cup.gr/courses/Mathesis/Phys1/2015_T1/course/; instructor Stefanos Trachanas
- Material from the online course of the platform Mathesis «Introduction to Quantum Physics II: The main applications» (in Greek) at https://mathesis.cup.gr/courses/course-v1:Physics+Phys1.2+18F/course/; instructor Stefanos Trachanas.
- Stefanos Trachanas, Quantum Mechanics I, Crete University Press 2005, Heraklion (in Greek)
- Stefanos Trachanas, Elementary Quantum Mechanics, e-book, Crete University Press (in Greek)
- R. Serway, Physics for Scientists and Engineers, Vol IV, translated to Greek and edited by L. Resvanis
- R. Eisberg, R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, molecules, solids and particles, Wiley, London (1974)
- R. Feynman, Leighton and R. Sands, The Feynman Lectures in Physics, Vol III, Addison-Wesley, Reading (1965)