ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	**ΕΜΥ-301**	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	**5^{ο}**
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		

ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
	5	6

ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΥΛΗΣ (ΕΜΥ-201)
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	http://theory.materials.uoc.gr/courses/fsk/

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Οι φοιτητές με το πέρας του μαθήματος αναμένεται να:

1. Εξοικειωθούν με τις ποσότητες που δείχνουν αν ένα υλικό είναι: (α) σκληρό ή μαλακό (β) θερμαίνεται εύκολα ή δύσκολα (γ) είναι καλός ή κακός αγωγός (δ) είναι διαφανές ή όχι και (ε) επηρεάζεται από μαγνητικά πεδία.

2. Γνωρίζουν απλές κρυσταλλικές δομές, τις βασικές δομικές ιδιότητές τους και τα φυσικά μεγέθη που περιγράφουν τις βασικές ιδιότητες ενός υλικού και την τάξη μεγέθους τους.

3. Έχουν μάθει να υπολογίζουν προσεγγιστικά την πυκνότητα, απόσταση γειτονικών ατόμων, μέτρο ελαστικότητας, θερμοχωρητικότητα, διηλεκτρική σταθερά, δείκτη διάθλασης, μαγνητοαντίσταση σε απλά στερεά. Θα έχουν κατανοήσει τους μηχανισμούς της κβαντικής κίνησης των ηλεκτρονίων και της θερμικής κίνησης των ατόμων των στερεών.

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

Γενικές Ικανότητες

-Ανάπτυξη διεπιστημονικής και κριτικής σκέψης
-Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με την χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
-Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Το μάθημα αποτελεί μια εισαγωγή στη σύνδεση μεταξύ ατομικής δομής και μακροσκοπικών ιδιοτήτων των στερεών. Περιλαμβάνει μια εκτενή εισαγωγή σε περιοδικές συναρτήσεις τριών μεταβλητών, πλέγματα Bravais και κρυσταλλικές δομές. Εν συνεχεία, εισάγονται σταδιακά όλες οι βασικές ιδιότητες των κρυσταλλικών στερεών: μηχανικές, θερμικές, ηλεκτρικές, οπτικές και μαγνητικές, και αναδεικνύονται οι σχέσεις μεταξύ ποσοτήτων που περιγράφουν τα διάφορα φαινόμενα.

Περιεχόμενα μαθήματος:

Α. Εισαγωγικές έννοιες

- Χημικοί δεσμοί στα στερεά. Δομή και βασικές φυσικές ιδιότητες των στερεών. Εκτιμήσεις τάξης μεγέθους των βασικών ποσοτήτων.

Β. Δομή κρυσταλλικών στερεών

- Περιοδικότητα: Ορισμός περιοδικότητας σε τρεις διαστάσεις, πλέγματα Bravais, κρυσταλλικά πλέγματα, διανύσματα πλέγματος. Το αντίστροφο πλέγμα και η ζώνη Brillouin. Το θεώρημα Bloch.
- Κίνηση Ηλεκτρονίων: εξίσωση Σρέντιγκερ στο ομοιογενές στερεό (Jellium)- μοντέλο Fermi. Δομή ενεργειακών ζωνών.
- Κίνηση ιόντων: εγκάρσια και διαμήκη κύματα, θερμική κίνηση και κβαντική κίνηση μηδενικού σημείου. Φωνόνια στο ομοιογενές στερεό – μοντέλο Debye.

Γ. Απόκριση κρυσταλλικών στερεών

- Πίεση: επίδραση της μηχανικής παραμόρφωσης στην ατομική και ηλεκτρονική δομή. Μέτρα ελαστικότητας.
- Θερμοκρασία: επίδραση της θερμοκρασίας στην ατομική και ηλεκτρονική δομή. Θερμοχωρητικότητα και θερμική αγωγιμότητα.
- Ηλεκτρικό πεδίο: ηλεκτρική αγωγιμότητα, διηλεκτρική σταθερά στο μοντέλο Drude. Πλασμόνια.
- Μαγνητικό πεδίο: φαινόμενο Hall, μαγνητοαντίσταση.

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ	Πρόσωπο με πρόσωπο
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	**Χρήση Power Point,** **Υποστήριξη της μαθησιακής διδασκαλίας με χρήση έγκυρων επιστημονικών διαδικτυακών βοηθημάτων, πχ phonon website για την κατανόηση των φωνονίων.**
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	

Δραστηριότητα	*Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου*
Διαλέξεις	65
Μελέτη βιβλιογραφίας στο σπίτι	64
Ασκήσεις/Φροντιστήρια	26
Σύνολο Μαθήματος	**155**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ	Η αξιολόγηση των φοιτητών γίνεται με πέντε διαγωνίσματα στην διάρκεια του εξαμήνου και τελική γραπτή εξέταση στα ελληνικά που περιλαμβάνει συνδυασμό : - Ερωτήσεων με επιλογή πολλαπλών απαντήσεων - Ανάπτυξης θεμάτων - Οι φοιτητές έχουν το δικαίωμα να δουν το γραπτό τους μετά την έκδοση των αποτελεσμάτων βαθμολόγησης και να υποβάλουν ερωτήσεις.

(5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- Ε. Ν. Οικονόμου, Φυσική Στερεάς Κατάστασης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (1997-2003)
- C. Kittel, Αρχές της Φυσικής Στερεάς Καταστάσεως , Εκδόσεις Πνευματικού, Αθήνα (1976)

Επιπλέον συνιστώμενη βιβλιογραφία:

- R. A. Levy, Φυσική Στερεάς Κατάστασης, Εκδόσεις Πνευματικού, Αθήνα (1978)

- N. W. Ashcroft - N. D. Mermin, Φυσική στερεάς κατάστασης, Εκδόσεις Πνευματικού, Αθήνα (2012)
- Σ. Τραχανάς, Κβαντομηχανική Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (2005)
- E. Kaxiras, Atomic and electronic structure of solids, Cambridge University Press (2003)

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

Physical Review B
Journal of Chemical Physics
Physica Status Solidi
Solid State Communications
Journal of Physics: Condensed Matter

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	SCIENCES AND ENGINEERING		
ACADEMIC UNIT	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING		
LEVEL OF STUDIES	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	**EMY-301**	**SEMESTER**	**5th**
COURSE TITLE	SOLID STATE PHYSICS		
INDEPENDENT TEACHING ACTIVITIES		**WEEKLY TEACHING HOURS**	**CREDITS**
		5	6
COURSE TYPE	GENERAL BACKGROUND		
PREREQUISITE COURSES:	QUANTUM THEORY OF MATTER (EMY-201)		
LANGUAGE OF INSTRUCTION and EXAMINATIONS:	GREEK		
IS THE COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS	YES		
COURSE WEBSITE (URL)	http://theory.materials.uoc.gr/courses/fsk/		

(2) LEARNING OUTCOMES

Learning outcomes
By the end of the course, students are expected to: 1. Become familiar with quantities that tell if a material is (a) hard or soft (b) heats up easily or not (c) conducts electricity (d) is transparent or (e) is affected by magnetic fields. 2. Know simple crystal structures and calculate their basic structural properties, as well as quantities that describe the main properties of a material and the characteristic order of magnitude for their numerical values. 3. Have learned to calculate the approximate density, the distance between adjacent atoms, modulus, heat capacity, dielectric constant, refractive index, magnetoresistance in simple solids. They should have understood the mechanisms of quantum motion of electrons and the thermal motion of atoms in solids. *The course according to the European Qualifications Framework for Lifelong Learning belongs to level 6.*
- Development of interdisciplinary and critical thinking - Search for, analysis and synthesis of data and information, with the use of the necessary technology - Production of free, creative, and inductive thinking

(3) SYLLABUS

This course is an introduction to the relationships connecting atomic structure and macroscopic properties of solids. It includes an introduction to the calculus of periodic functions of three variables, including Bravais Lattices and crystal structures. Using simple models, all key properties of solids are introduced to

the students, including mechanical, thermal, electrical, optical and magnetic properties. Relationships between quantities that describe different properties are highlighted.

Course content:

A. Introduction

- Chemical bonding in solids. Structure and key physical properties of solids. Estimation of order of magnitude for key quantities.

B. Structure of Crystalline Solids

- Periodicity in three dimensions. Bravais Lattices, crystal lattices, lattice vectors. Reciprocal Lattice, Brillouin Zone, Bloch's theorem.
- Electronic structure: Schrodinger equation in homogeneous solid (Jellium). Fermi model. Band structure.
- Phonons: Transverse and Longitudinal waves, thermal motion, quantum zero-point motion. Phonons in homogeneous solid. Debye model.

Γ. Response of crystalline solids

- Pressure: effect of mechanical strain on atomic and electronic structure. Bulk modulus and other moduli.
- Temperature: effect of temperature changes on the atomic and electronic structure. Heat Capacity, therrmal expansion, thermal conductivity.
- Electric Field: electrical conductivity and dielectric constant in Drude's model. Plasmons.
- Magnetic field: Hall effect and magnetoresistance.

(4) TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

DELIVERY.	Face-to-Face
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY	Use of Power Point, Supportive learning using valid online scientific tools, *eg*. Phonon-website to understand phonons.
TEACHING METHODS	
STUDENT PERFORMANCE EVALUATION	Students are evaluated by a final written examination in Greek that includes a combination of: - Multiple-choice questions - Developing of topics - Students have the right to view their exam scripts after the grading results are published and to ask questions.

Activity	***Semester workload***
Lectures	65
Homework	64
Guided problem solving	26
Course total	**155**

(5) ATTACHED BIBLIOGRAPHY

- Suggested bibliography:

- Ε. Ν. Οικονόμου, Φυσική Στερεάς Κατάστασης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (1997-2003)
- C. Kittel, Introduction to solid state physics , Wiley, New York (1976)
- R. A. Levy, Φυσική Στερεάς Κατάστασης, Εκδόσεις Πνευματικού, Αθήνα (1978)
- N. W. Ashcroft - N. D. Mermin, Solid state physics, Holt, Rinehart and Winston, New York (2012)
- Σ. Τραχανάς, Κβαντομηχανική Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (2005)
- E. Kaxiras, Atomic and electronic structure of solids, Cambridge University Press (2003)

- *Related academic journals:*
Physical Review B
Journal of Chemical Physics
Physica Status Solidi
Solid State Communications
Journal of Physics: Condensed Matter