

ΕΕ-2031 – ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ & ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	
Τμήμα	Ηλεκτρονικής
Τίτλος Μαθήματος	ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ & ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
Κωδικός Μαθήματος	ΕΕ-2031
Θεωρία / Εργαστήριο	Θεωρία + Εργαστήριο
Εξάμηνο Διδασκαλίας	2 ^ο
Πιστωτικές μονάδες	5.5
Ωρες Διδασκαλίας	3Θ+2Ε
Φόρτος Εργασίας	165
Υποχρεωτικό / Επιλογής	Υποχρεωτικό
Υπεύθυνος Μαθήματος	Δήμος Τριάντης
Διδάσκων	Δήμος Τριάντης
Επικουρικό Προσωπικό	
Τρόπος Διδασκαλίας	Θεωρητική Διδασκαλία, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Εργασίες, Εξετάσεις
Αξιολόγηση	Θεωρητικό μέρος του μαθήματος: 1 έως 2 Εργασίες (25%), τελική εξέταση (75%). Εργαστηριακές Ασκήσεις: 4 έως 6 εργασίες (60%), τελική εξέταση (40%). Βαθμός μαθήματος: μέσος όρος βαθμολογίας θεωρητικού και εργαστηριακού μέρους του μαθήματος.
Προαπαιτούμενα	Δεν είναι απαραίτητο
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
Σκοπός: Ο σκοπός του μαθήματος είναι να συμβάλει στην βασική κατανόηση των θεμελιωδών ιδιοτήτων της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών των ημιαγωγών και πώς αυτές συντελέσαν στην ταχύτατη ανάπτυξη και κατασκευή ηλεκτρονικών δομών και διατάξεων από ημιαγωγούς.	
Μαθησιακά Αποτελέσματα Γνώση της συμπεριφοράς των ηλεκτρονίων εντός των στερεών υλικών και πώς η συμπεριφορά αυτή αποτελεί τη βάση για την διάκριση των υλικών σε μεταλλικά υλικά, ημιαγωγούς, μονωτές. Κατανόηση των τεχνολογικών διεργασιών αλλαγής των χαρακτηριστικών των	

ημιαγωγών ώστε να καταστούν κατάλληλοι για συγκεκριμένες εφαρμογές που στοχεύουν στην υλοποίηση ηλεκτρονικών διατάξεων.

Κατανόηση του μεγάλου πλεονεκτήματος της τεχνολογίας των ημιαγωγών έναντι της παλαιότερης τεχνολογίας των ηλεκτρονικών λυχνιών, που συνίσταται στην καταπληκτική μείωση των φυσικών διαστάσεων των ημιαγωγικών διατάξεων.

Γνώση της φυσικής λειτουργίας δομών επαφών p-n, διπολικού transistor επαφής, FET και MOS.

Απόκτηση ικανοτήτων αξιοποίησης βασικών πληροφοριών από απλά επιστημονικά άρθρα με δυνατότητα προφορικής και γραπτής παρουσίασης.

Αντικείμενα που καλύπτονται:

- Βασικές έννοιες της Επιστήμης των υλικών με έμφαση στους ημιαγωγούς και τα διηλεκτρικά. Διαγράμματα ενεργειακών ζωνών. Ταξινόμηση υλικών σε μέταλλα, ημιαγωγούς, μονωτές.
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα στα στερεά: Μέταλλα και ηλεκτρική αγωγιμότητα. Θερμοκρασιακή εξάρτηση ειδικής αντίστασης. Κανόνας Mathiessen. Υπεραγωγιμότητα και υπεραγώγιμα υλικά.
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα μη μεταλλικών υλικών με έμφαση στους ημιαγωγούς (ενδογενείς και εξωγενείς). Ιδιότητες ημιαγωγών και φυσική συμπεριφορά. Θερμοκρασιακή εξάρτηση της αγωγιμότητας ημιαγωγών.
- Φαινόμενο Hall, εφαρμογές. Φαινόμενα διάχυσης φορέων.
- Οπτική απορρόφηση.
- Ημιαγωγιμες δομές και διατάξεις: επαφές p-n, διπολικά transistor επαφής (BJT), FET- επαφής, transistor MOS και διατάξεις MIS (metal – insulator – semiconductor), επαφές Schottky, φωτοβολταϊκά στοιχεία, θερμοηλεκτρικές ψήκτρες, δίοδοι εκπομπής φωτός (LED).
- Εισαγωγή στους οργανικούς ημιαγωγούς και εφαρμογές.

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Η εργαστηριακή εκπαίδευση των φοιτητών πραγματοποιείται μέσω 12 εργαστηριακών ασκήσεων εστιασμένων στα βασικότερα αντικείμενα της θεωρητικής διδασκαλίας. Οι εργαστηριακές ασκήσεις αποσκοπούν στην προσέγγιση της διδασκόμενης θεωρίας μέσω πειραματικών διαδικασιών αλλά και με τη χρήση κατάλληλων λογισμικών προσομοίωσης. Οι ασκήσεις είναι προσανατολισμένες πάνω στα ακόλουθα αντικείμενα :

- Μελέτη φαινομένων αγωγιμότητας ημιαγωγών.
- Θερμοκρασιακή εξάρτηση αγωγιμότητας στερεών.
- Προσδιορισμός ενεργειακού χάσματος ημιαγωγού Ge.
- Μελέτη φαινομένου Hall σε ημιαγωγούς και μέταλλα.
- Μελέτη θερμοηλεκτρικών φαινομένων σε ημιαγωγούς και μέταλλα
- Μελέτη φωτοβολταϊκού στοιχείου.
- Μελέτη συμπεριφοράς ηλεκτρονικών διατάξεων από ημιαγωγούς (Δίοδος P-N, Τρανζίστορ BJT, JFET, MOS).

Διδακτικές και Μαθησιακές δραστηριότητες

Οι μέθοδοι διδασκαλίας περιλαμβάνουν:

A) Διαλέξεις.

B) Φροντιστήρια που αναφέρονται κυρίως σε επίλυση ασκήσεων αλλά και σε επιδείξεις ερευνητικού εξοπλισμού σχετικού με τον ηλεκτρικό χαρακτηρισμό υλικών και ηλεκτρονικών διατάξεων.

Γ) Εργαστηριακές ασκήσεις.

Οι μαθησιακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν

- Επίλυση ασκήσεων, συγγραφή ομαδικών και ατομικών εργασιών, ατομική μελέτη και γραπτές εξετάσεις.
- Χρήση από τους σπουδαστές εργαστηριακών οργάνων και υλικών. Σύνθεση της πειραματικής διάταξης για διεξαγωγή μετρήσεων. Λήψη μετρήσεων, επεξεργασία αυτών, υπολογισμοί που προβλέπονται και σύνταξη τεχνικής έκθεσης.

Βιβλιογραφία

Ελληνική:

1. Αρχές ηλεκτρονικών υλικών και διατάξεων, Safa Kasap, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2004, ISBN: 978-960-7530-56-1
2. Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική, Τόμπρας Γιώργος, Εκδόσεις Δίαυλος Α.Ε., 2006
3. Σημειώσεις μαθήματος, *Φυσική των Ημιαγωγών & Διατάξεων*, Δ. Τριάντης

Ξενόγλωσση:

1. Physics of semiconductor devices, S.M. Sze, Wiley, 2002

EE-2031 – SEMICONDUCTOR & DEVICE PHYSICS

BASIC INFORMATION	
Department	Electronics
Course Title	Semiconductor & Device Physics
Course Code	EE-2031
Theory /Lab	Theory + Lab
Semester	2nd
ECTS Credit Units	5.5
Teaching Hours	3 Theory + 2 Lab
Working Load	165
Obligatory / By Choice	Obligatory
Unit Leader	Dimos Triantis
Teacher	Dimos Triantis
Assistants	
Teaching	Lectures, Lab Exercises, Tutorials, Projects, Exams
Assessment	<p>Theory: 1 to 2 projects (25%), final exam (75%)</p> <p>Lab: 4-6 lab exercises (60%), final exam (40%)</p> <p>Overall course grade: Average of theory and lab grades.</p>
Prerequisites	None
DESCRIPTION	
<p>Aim: Purpose of this course is contribute to basic understanding of fundamental properties and characteristics of semiconductors, as well as to reveal how these properties led to the rapid development of semiconductor electronic structures and devices.</p>	

Learning Outcomes

Knowledge of behavior of electrons in solids and how this behavior leads to distinguishing between metals, semiconductors and insulators.

Understanding of technological processes for controlling semiconductor properties, in order to make these materials suitable for specific applications within the frame of electronic device fabrication.

Understanding the great advantage of semiconductor technology over previous electron tube technology, due to remarkable size reduction of semiconductor devices.

Knowledge of physical principles governing structures like p-n junction, bipolar junction transistor, FET and MOS.

Development of the ability to extract basic information from introductory scientific articles, as well as to make oral and written presentations.

Topics Covered

- Basic concepts of materials science with emphasis on semiconductors and dielectrics. Energy band diagrams. Material classification: metals, semiconductors and insulators.
- Electric conductivity in solids: Metals and electric conductivity. Temperature dependence of special resistivity. Mathiessen's rule. Superconductivity and superconducting materials.
- Electric conductivity in non-metals with emphasis in semiconductors (both intrinsic and extrinsic). Properties of semiconductors and their physical characteristics. Temperature dependence of conductivity in semiconductors.
- Hall effect and applications. Carrier diffusion effects.
- Optical absorption.
- Semiconductor structures and devices: p-n junctions, bipolar junction transistors (BJT), junction FET, MOS transistor and metal-insulator-semiconductor (MIS) devices, Schottky junctions, solar cells, thermoelectric coolers, light emitting diodes (LED).
- Introduction to organic semiconductors and their applications.

Laboratory Exercises

Laboratory training of students carrying 12 laboratory exercises focused on key items of theoretical courses. The laboratory exercises are designed to approximate the theory taught through selected experimental procedures and using appropriate software simulation. The exercises will be oriented on the following items:

- Effects of semiconductor conductivity
- Temperature dependence of conductivity of solids
- Measurement of energy gap of Ge
- Hall effect in semiconductors and metals
- Study of thermoelectric effects in semiconductors and metals
- Solar cell studies
- Behavior of semiconductor electronic devices (P-N diodes, transistors: BJT, JFET, MOS)

Teaching and learning activities

Teaching methods include:

A) Lectures

B) Tutorials, mainly for supervised exercise solving, but also including the demonstration of research equipment for the electric characterization of materials and electronic devices.

C) Laboratory exercises

Student's activities include:

- Exercise solving, completing individual and group projects, self- study, written examinations
- Use of laboratory instruments and hardware-material. Construction of experimental apparatuses for obtaining measurements. Data collection, treatment and analysis, completion of all relevant calculations and writing of technical reports.

Resources

1. Principles of Electronic Materials and Devices, Safa Kasap, McGraw-Hill, 2006
2. Physics of semiconductor devices, S.M. Sze, Wiley, 2002
3. Introduction to Electronics, G. Tombras, Diaulos, 2006 (In Greek)
4. Lecture notes, D. Triantis