

ΕΕ-7Α61 – Νανοηλεκτρονικές διατάξεις

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	
Τμήμα	Ηλεκτρονικής
Τίτλος Μαθήματος	Νανοηλεκτρονικές διατάξεις
Κωδικός Μαθήματος	ΕΕ-7Α61
Θεωρία / Εργαστήριο	Θεωρία
Εξάμηνο Διδασκαλίας	Ζ'
Πιστωτικές μονάδες	4,5
Ώρες Διδασκαλίας	3
Φόρτος Εργασίας	135
Υποχρεωτικό / Επιλογής	Επιλογής
Υπεύθυνος Μαθήματος	Π. Φωτόπουλος
Διδάσκων	Π. Φωτόπουλος
Επικουρικό Προσωπικό	
Τρόπος Διδασκαλίας	Θεωρητική Διδασκαλία, Εργασίες, Εξετάσεις
Αξιολόγηση	Εργασίες, Τελική Εξέταση Τελική εξέταση 100%,
Προαπαιτούμενα	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
Σκοπός Να εισάγει τους φοιτητές στις ηλεκτρονικές διατάξεις νέας γενιάς. Να παρέχει ένα ελάχιστο υπόβαθρο γνώσεων και ικανοτήτων έτσι ώστε να μπορούν να παρακολουθούν τις εξελίξεις στον τομέα των ηλεκτρονικών διατάξεων.	
Μαθησιακά Αποτελέσματα Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές: Θα είναι εξοικειωμένοι με την επεξεργασία και εν σε ένα βαθμό την ερμηνεία ηλεκτρικών και/ή οπτικών μετρήσεων επιλεγμένων νανοδιατάξεων ή διατάξεων που αξιοποιούν νανοϋλικά. Θα μπορούν να περιγράψουν την δομή, να κατασκευάσουν το διάγραμμα ενεργειακών ζωνών και να προβλέψουν σε κάποιο βαθμό την ηλεκτρική συμπεριφορά επιλεγμένων	

νανοδιατάξεων.

Θα μπορούν να συγκρίνουν την ηλεκτρική συμπεριφορά ανάμεσα σε νανοδιατάξεις και τις αντίστοιχες κλασσικές διατάξεις.

Αντικείμενα που καλύπτονται

1. Εισαγωγή στις αρχές της κβαντομηχανικής μέσα από τα παραδείγματα του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και του φάσματος του ατόμου του υδρογόνου. Ο εντοπισμένος χαρακτήρας του φωτός. Εξίσωση de Broglie. Διακριτά φάσματα. Ηλεκτροχημικό δυναμικό σε μέταλλα, μετρήσεις UPS και XPS.
2. Ενεργειακές στάθμες σε χαμηλοδιάστατα συστήματα: κβαντικά πηγάδια, μοριακοί δεσμοί, ενεργειακές ζώνες σε στερεά. Αγωγιμότητα. Εφαρμογές σε διατάξεις.
3. Μέθοδοι κατασκευής και χαρακτηρισμού νανοδιατάξεων.
4. Κίνηση φορέων σε νανο-τρανζίστορ MOSFET. Εφαρμογές σε διατάξεις τρανζίστορ νανοσωλήνων άνθρακα και νανο-καλωδίων. Χαρακτηριστικές I-V και G-V.
5. Φαινόμενα σήραγγας. Εφαρμογές σε διατάξεις μνήμης. Θερμά ηλεκτρόνια και μοντέλα διέλευσης φορέων μέσα από λεπτούς μονωτές. Χαρακτηριστικές C-V σε διατάξεις MOS και σε νανο-διατάξεις μνήμης
6. Φραγή Coulomb. Τρανσίστορ ενός ηλεκτρονίου. Χαρακτηριστικές I-V και G-V. Coulomb diamonds.
7. Κβαντικά σημεία. Διεύρυνση του ενεργειακού χάσματος, οπτικές ιδιότητες. Εφαρμογές σε διατάξεις.
8. Μεταλλικά νανοσωματίδια. Εφαρμογές σε αισθητήρες ανίχνευσης ενός μορίου και φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Διδακτικές και Μαθησιακές δραστηριότητες

Οι μέθοδοι διδασκαλίας περιλαμβάνουν:

Η διδασκαλία του μαθήματος έχει σαν στόχο την κατανόηση μέσα στην τάξη αξιοποιώντας

έναν συνδυασμό από προσομοιώσεις, επίλυση ασκήσεων κατά ομάδες και κλασσικές διαλέξεις. Η αξιοποίηση διαφορετικών μεθόδων διδασκαλίας έχει σαν στόχο την κινητοποίηση του φοιτητή κατά την ώρα της διδασκαλίας αποσκοπώντας στην μάθηση μέσω της συμμετοχής. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ενθάρρυνση της συλλογικότητας μέσα από την δημιουργία ομάδων εργασίας μέσα στην τάξη.

Οι μαθησιακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν

1. Αξιοποίηση προσομοιώσεων που κυκλοφορούν ελεύθερα στο διαδίκτυο και προέρχονται από πανεπιστήμια διεθνούς κύρους. Οι προσομοιώσεις συνοδεύονται από γραπτές οδηγίες του διδάσκοντα για εργασία κατά ομάδες στην τάξη και ατομικές εργασίες στο σπίτι.
2. Επίλυση ασκήσεων στην τάξη κατά ομάδες και παρουσίαση στον πίνακα από τους φοιτητές ή τον διδάσκοντα.
3. Διαλέξεις

Βιβλιογραφία

Ελληνική:

Αρχές Νανοηλεκτρονικής, George W. Hanson, μετάφραση και επιμέλεια Αθ. Καναπίτσας, Χ. Τσώνος, ISBN: 978-960-418-165-0, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Ο.Ε. (2009)

EE-7A61 – Nanoelectronic devices

BASIC INFORMATION	
Department	Electronics
Course Title	Nanoelectronic devices
Course Code	EE-7A61
Theory /Lab	Theory
Semester	7 th
ECTS Credit Units	4,5
Teaching Hours	3
Working Load	135
Obligatory / By Choice	By Choice
Unit Leader	P. Photopoulos
Teacher	P. Photopoulos
Assistants	
Teaching	Lectures, Tutorials, Exercises, Exams
Assessment	Final Exam Final Exam 100%
Prerequisites	
DESCRIPTION	
Aim To introduce the students in the next generation electronic devices. To provide an adequate level of background knowledge and skills for further self-development and for understanding the operation of future devices.	
Learning Outcomes By the completion of this module the students: will be able to retrieve and to interpret up to a certain level the results of electrical and/or optical measurements of selected nanoelectronic devices or devices which attempt to take advantage of the novel properties of nanomaterials. will be able to describe the structure, draw the band diagram and predict to some extent the electrical behavior of selected nanodevices.	

will be able to contrast the electrical properties of nano and classical microelectronic devices.

Topics Covered

1. Principles of quantum mechanics through the photoelectric effect and the atomic spectrum of hydrogen. The localized character of light. De Broglie equation. Discrete spectra. Electrochemical potential of metals. UPS and XPS measurements
2. Energy levels in low-dimensional systems: quantum wells, molecular bonds, band structure in solids. Conduction. Examples and application to devices.
3. Fabrication and characterization techniques for nano-devices.
4. Carrier transport in MOSFET nanodevices. Ballistic transport. Examples of CNT and nanowire transistors. I-V, G-V characteristics.
5. Tunneling. Application to memory nano-devices. Hot electrons. Tunneling models. C-V characteristics of MOS memory nano-devices.
6. Coulomb blockade. Single electron transistors. I-V, G-V characteristics, Coulomb blockade diamonds.
7. Quantum dots. Quantum confinement, energy gap broadening, optical properties. Device applications
8. Metallic nanoparticles. Applications in nanosensors, single molecule detection and photovoltaics.

Teaching and learning activities

Teaching methods include:

Teaching methods include simulations, in class problem solving in teams and classical lectures. The aim of the teaching methods employed is to promote in-class understanding through student motivation and learning through participation. Team working is promoted through in class problem solving.

Student's activities include:

1. Using free downloadable simulations from the web, launched by high rank Universities. These simulations are accompanied by instruction written by the local tutor for in class group work or homework.
2. Solving problems in teams followed by in class presentation of the results by the students or the tutor
3. Lectures

Resources

Principles of Nanoelectronics, George W. Hanson, translated in Greek by A. Kanapitsas and Ch. Tsonos, ISBN: 978-960-418-165-0, Tziola & Sons (2009)