

## ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



Κωδ. αριθ. 5302

ΑΕΙ ΕΜΠ

Τίτλος **ΝΑΝΟΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

Στοιχεία μαθήματος	Τ.Π	Ενοτ. Μαθ.	ΕΞ	Ω/Ε
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>ΧΜ</b></span>		ΒΑ.ΕΠ	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>10°</b></span>	
		ΤΕ.ΕΠ		<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>3</b></span>
		ΤΧΛ.	•	
		Ο.Α.Κ.		<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>2</b></span>
		Ξ.Γ.		
			ΚΟΡ	
			ΚΑΤ	
			ΥΠΧ	
			ΕΠΛ	
			Π.ΤΜ	
			ΘΕ	
			ΦΡ	
			ΕΡΓ	
			ΥΠΑ	

Προαπαιτ. γνώσεις Ανόργανη χημεία, οργανική χημεία, φυσικοχημεία, επιστήμη και τεχνική των υλικών

Σκοπός Σκοπός του μαθήματος είναι να εισάγει τον φοιτητή στις βασικές έννοιες και φαινόμενα που διέπουν τη νανοκλίμακα. Έμφαση δίνεται στην κατηγοριοποίηση των υλικών, με βάση τις ιδιότητές τους, καθώς και στον χαρακτηρισμό αυτών με προηγμένες τεχνικές. Το μάθημα έχει έντονο εργαστηριακό χαρακτήρα και επικεντρώνεται σε μεθόδους σύνθεσης νανοϋλικών, λαμβάνοντας υπόψη σύγχρονες εφαρμογές και κοινωνικές προεκτάσεις.

Περιεχόμενο 

**1.ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΝΑΝΟΚΛΙΜΑΚΑΣ**  
Υπερμοριακή Οργάνωση – Η αρχή: Μετακίνηση ενός ατόμου από μια επιφάνεια – Φαινόμενα Σήραγγας – Ενδομοριακές Δυνάμεις – Επιφάνειες, Ενδοεπιφάνειες – Αυτοοργάνωση και Ανασυγκρότηση Επιφάνειας.

**2.ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΑΝΟΥΛΙΚΩΝ**  
Νάνο, Μικρο και Μεσοπορώδη Υλικά – Οργανικά-Ανόργανα Υβριδικά Υλικά – Νανοϋλικά άνθρακα (φουλερένια και παράγωγα, νανοσωλήνες και παράγωγα, οξειδίο του γραφενίου και παράγωγα, γραφένιο και παράγωγα, νανοϊνες) – Δενδριμερή – Νανοϋλικά 3 διαστάσεων, Νανοϋβριδικά υλικά – Νανοςύνθετα – Φυσικά νανοϋλικά. Νανοδοματίδια – Νανοσύρματα – Λεπτά Υμένια.

**3.ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΝΑΝΟΥΛΙΚΩΝ**  
Top down και bottom-up προσεγγίσεις. Τεχνική της κolloειδούς γέλης (τεχνική λύματος-πηκτής) (Sol-Gel). Τεχνικές Μικροκατεργασίας: Λιθογραφία, Εγχάραξη και Αφαίρεση υποστρωμάτων, Δέσμευση (σύνδεση) υποστρωμάτων – Τεχνικές χημικής εναπόθεσης ατμών (CVD): Τεχνολογία πλάσματος, Ξηρή χημική εγχάραξη σε περιβάλλον πλάσματος, Επιταξία μοριακής δέσμης, Τεχνικές Υδροθερμικής και διαλυτοθερμικής κατεργασίας, Σύνθεση με Μικροκύματα, Τεχνικές με χρήση μοτίβου (patterns or template assisted methods) – Ηλεκτροφόρηση- Ηλεκτροχημικές αποθέσεις-Μέθοδοι πλήρωσης μοτίβου από κolloειδές διάλυμα διασποράς, φυγοκέντριση, Σύνθεση με electrospinning.

**4.ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΝΑΝΟΥΛΙΚΩΝ**  
Μικροσκοπία – SEM (Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης) – TEM (Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Διέλευσης Δέσμης) –Μικροσκοπία Σάρωσης Ακίδας (Scanning Probe Microscopy-SPM) / Σαρωτική Μικροσκοπία Σήραγγας (Scanning Tunneling Microscopy-STM). Η Μέθοδος STM ως Εργαλείο στη Νανολιθογραφία, Παράγοντες που Επηρεάζουν την Εγχάραξη – Νανολιθογραφικές μέθοδοι βασισμένες σε Scanning Probe Microscopes.

Μικροσκοπία Ατομικών Δυνάμεων (Atomic Force Microscopy-AFM) – Μέθοδοι Μελέτης Επιφανειακών Δυνάμεων – Μέθοδοι SFA/AFM – Μικροσκοπία Μαγνητικών Δυνάμεων (Magnetic Force Microscopy-MFM) – Περίθλαση ηλεκτρονίων χαμηλής ενέργειας –Ηλεκτρονική φασματοσκοπία Auger (Auger Electron Spectroscopy-AES) – Φασματοσκοπία ενεργειακών απωλειών ηλεκτρονίων (EELS) – Φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDX) – Φασματοσκοπία φωτοηλεκτρονίων (XPS) – Φασματοσκοπία Raman.

### 5.ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ

Εξάρτηση των Ιδιοτήτων από το μέγεθος – Μηχανικές/Τριβολογικές – Ηλεκτρικές, Μαγνητικές, Θερμικές ιδιότητες, Οπτικές.

### 6.MEMS/NEMS (ΜΙΚΡΟ ΚΑΙ ΝΑΝΟ ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

(μικροροϊκές διατάξεις, βιοιατρικές νανοδιατάξεις, περιβάλλον και νανούλικά, υλικά και νανοδιατάξεις, διατάξεις αποθήκευσης δεδομένων κ.ά.).

### 7.ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΗΘΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Ανάλυση διδασκαλίας:

Διδακτική εβδομάδα	Αντικείμενο	Κεφάλαια συγγράμματος
1 <sup>η</sup>	ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΝΑΝΟΚΛΙΜΑΚΑΣ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
2 <sup>η</sup>	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
3 <sup>η</sup>	ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
4 <sup>η</sup>	ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
5 <sup>η</sup>	ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
6 <sup>η</sup>	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΎΛΙΚΩΝ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνοψη, Ιδιότητες & Εφαρμογές',

		Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
7 <sup>η</sup>	MEMS/NEMS (ΜΙΚΡΟ ΚΑΙ ΝΑΝΟ ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνθεση, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.
8 <sup>η</sup>	ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΗΘΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνθεση, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2016.

Απασχόλ.  
Σπουδ. Ωρες  
/ Εξαμ.

ΘΕ	24	ΦΡ	-	ΕΡΓ	16	Κ. ΟΙΚ	8	48
----	----	----	---	-----	----	--------	---	----

Διδάσκοντες

**Θεωρία:** Κ. Χαριτίδης (Καθ. ΕΜΠ - Συντονιστής), Κ. Κορδάτος (Καθ. ΕΜΠ)  
**Εργαστήριο:** Κ. Χαριτίδης (Καθ. ΕΜΠ), Κ. Κορδάτος (Καθ. ΕΜΠ), Ε. Παυλάτου (Καθ. ΕΜΠ), Π. Γεωργίου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Π. Γύφτου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Α. Καραμπέρι (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Ε. Κανελλοπούλου (ΕΤΕΠ ΕΜΠ)

Διδ. βοηθ.

- Κ.Α. Χαριτίδης, 'NANOΔΟΜΕΣ & ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ - Σύνθεση, Ιδιότητες & Εφαρμογές', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2018.
- Εργαστηριακές Ασκήσεις (Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία).

Τυπικό Δ.Σ.

- Dieter Vollath, Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications, 2nd Edition, Wiley (2013).
- G. Cao, Nanostructures and Nanomaterials – Synthesis, Properties and Applications, Imperial College Press (2004).
- Springer Handbook of Nanotechnology, Bharat Bhushan (Ed.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2004).

Μεθ. διεξ.

-Διδασκαλία θεωρίας.  
-Εργαστηριακές ασκήσεις: εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων από ολιγομελείς ομάδες φοιτητών, ομαδική εργαστηριακή αναφορά εντός δεκαπέντε ημερών από την εκτέλεση της άσκησης. Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική και αποτελεί προϋπόθεση συμμετοχής στη Γραπτή Εξέταση.

#### ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1.	Σύνθεση, δομή και ιδιότητες νανοσωλήνων άνθρακα μέσω χημικής εναπόθεσης ατμών και υγρές χημικές τεχνικές.
2α.	Ηλεκτροχημική σύνθεση κβαντικών τελειών άνθρακα (CQDs).
2β.	Μελέτη φωτοκαταλυτικών ιδιοτήτων κβαντικών τελειών άνθρακα.
2γ.	Χαρακτηρισμός κβαντικών τελειών άνθρακα μέσω Δυναμικής Σκέδασης Φωτός (DLS) και Φασματοσκοπίας micro-Raman.
3.	Σύνθεση και χαρακτηρισμός νανοκρυσταλλικού ζεολίθου ZSM – 5.
4.	Σύνθεση και χαρακτηρισμός υπεραπορροφητικών δικτύων πολυμερών στη

	νανοκλίμακα.
5.	Τεχνική Sol-Gel – Υδρόλυση του $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$ και μελέτη των παραγόμενων Xerogels $\text{SiO}_2$ .

Αξιολ. επιδ.

Η αξιολόγηση θα γίνει:

- Γραπτή εξέταση: 60% του τελικού βαθμού.
- Βαθμός εργαστηρίου: 30% του τελικού βαθμού.
- Αξιολόγηση εργασιών: 10% του τελικού βαθμού.

**Απαραίτητες προϋποθέσεις: Βαθμός γραπτού  $\geq 5$**

Εκτέλεση ΟΛΩΝ των εργαστηριακών ασκήσεων και παράδοση ΟΛΩΝ των εκθέσεων.

Ενιαίος  
βαθμός

**0.6 x (Βαθμός Γραπτού) + 0.1 x (Αξιολόγηση Projects) + 0.3 x (Βαθμός Εργαστηρίου)**

Διδακτικό έργο:

1. Διδασκαλία θεωρίας: 3 ώρες/εβδομάδα (εκτελείται από τον διδάσκοντα).
2. Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 ώρες/εβδομάδα (εκτελούνται από μέλη ΔΕΠ, ΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ και ΥΔ - Κάθε εβδομάδα εκτελούνται 5 εργαστηριακές ασκήσεις παράλληλα).

Επεξήγηση Συντμήσεων

Τ. Π.	Τμήμα Προέλευσης
Ενοτ. Μα	Ενότητα Μαθημάτων
ΒΑ. ΕΠ.	Βασικών Επιστημών
ΤΕ. ΕΠ.	Τεχνικών Επιστημών (engineering)
ΤΧΛ	Τεχνολογικών
Ο.Α.Κ	αναγράφεται Ο=οικονομικά, Α = ανθρωπιστικά και Κ = κοινωνιολογικά
Ξ. Γ.	ξένες γλώσσες
ΕΞ	εξάμηνο σπουδών που διδάσκεται το μάθημα
ΚΟΡ	μαθήματα κορμού που απευθύνονται στο σύνολο της τάξης
ΚΑΤ	μαθήματα κατεύθυνσης
ΥΠΧ	υποχρεωτικό μάθημα
ΕΠΛ	μάθημα επιλογής
Π.ΤΜ	παράλληλα τμήματα
Ω/Ε	ώρες/εβδομάδα που περιλαμβάνονται στο ωρολόγιο πρόγραμμα
ΘΕ	θεωρητική διδασκαλία (Ω/Ε)
ΦΡ	φροντιστήριο (Ω/Ε)
ΕΡΓ	εργαστήριο (Ω/Ε)
ΥΠΛ	υπολογιστικές ασκήσεις (Ω/Ε)
Τυπικό Δ. Σ	Τυπικό Διεθνές Σύγγραμμα
Απ.Σπ. Ω /ΕΞ	ώρες απασχόλησης σπουδαστή ανά εξάμηνο
Κ. ΟΙΚ.	κατ' οίκον