

ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



Κωδ. αριθ. 5304

AEI ΕΜΠ

Τίτλος **ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ**

Στοιχεία μαθήματος	Τ.Π	Ενοτ. Μαθ.	ΕΞ	ΥΠΧ	ΕΠΛ	Π.ΤΜ	Ω/Ε
ΧΜ		BA.ΕΠ	8				2
		TE.ΕΠ			•		1
		ΤΧΛ.		ΚΟΡ			2
		Ο.Α.Κ.		ΚΑΤ	•		
		Ξ.Γ.					

Προαπαιτ. γνώσεις Οργανική Χημεία, Ανόργανη και Αναλυτική Χημεία, Χημεία και Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Μηχανική Χημικών Διεργασιών

Σκοπός Στόχος του μαθήματος είναι η εξοικείωση των φοιτητών με το αντικείμενο της Πράσινης (ή Αειφόρου) Χημείας και Μηχανικής που αποτελούν σήμερα πεδία αιχμής για την ανάπτυξη νέων, φιλικότερων προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, διεργασιών παραγωγής χημικών ουσιών και προϊόντων. Οι φοιτητές θα αποκτήσουν εξειδικευμένες γνώσεις σχετικά με τις νέες προσεγγίσεις στην έρευνα και τη βιομηχανία, οι οποίες βασίζονται στις Αρχές της Πράσινης Χημείας και Μηχανικής και στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, στην ελαχιστοποίηση ή εξάλειψη της χρήσης και παραγωγής επικίνδυνων ουσιών κατά την παραγωγή χημικών προϊόντων, στη μείωση της ρύπανσης, που προκαλείται από την κατασκευή και λειτουργία μιας βιομηχανικής εγκατάστασης, στην ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης έκθεσης σε κίνδυνο, στη βελτιστοποίηση της χρήσης υλικών και ενέργειας και στην επίτευξη οικονομικής βιωσιμότητας της εγκατάστασης.

Περιεχόμενο
 Πλαίσιο ανάπτυξης της Πράσινης Χημείας και Πράσινης Μηχανικής: Στόχοι, αρχές, εργαλεία Πράσινοι δείκτες (green metrics) - Δείκτες μέτρησης αποδοτικότητας αντιδράσεων και διεργασιών.
 Βελτιστοποίηση διεργασιών, τροποποιήσεις και επανασχεδιασμός προϊόντων.
 Εγγενώς ασφαλέστερος σχεδιασμός (Inherently Safer Design, ISD). Αρχές, στρατηγικές και παραδείγματα.
 Εντατικοποίηση διεργασίας (Process Intensification, IP). Τεχνολογίες και εξοπλισμός.
 Εναλλακτικές πρώτες ύλες, διαλύτες και καταλύτες στη Χημική Βιομηχανία.
 Μεθοδολογίες σύνθεσης με «οικονομία ατόμου».
 Αξιολόγηση αποδοτικότητας με βάση τη χημική δομή, τη χημική αντίδραση και το χημικό μετασχηματισμό.
 Παραδείγματα και ασκήσεις πράσινων πρώτων υλών, αντιδράσεων, αντιδραστηρίων, διαλυτών, συνθηκών αντίδρασης και χημικών προϊόντων.
 Μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής πράσινων διεργασιών σε ευρεία κλίμακα (case studies).
 Πράσινοι διαλύτες στην οργανική σύνθεση και στην εκχύλιση. Πράσινη εκχύλιση φυτικών πρώτων υλών.
 Ιοντικά υγρά (ILs, ionic liquids) και βαθέως ευτηκτικοί διαλύτες (DES, Deep Eutectic Solvents).
 Δομή, ιδιότητες, εφαρμογές.

Χημικές αντιδράσεις αυξημένης ενεργειακής αποτελεσματικότητας. Τεχνικές Υψηλής Ενέργειας (μικροκυματική ακτινοβολία, υπέρηχοι).
 Νέες τάσεις στην Πράσινη Χημεία και Μηχανική - Βιομημητικά και πολυλειτουργικά συστήματα. Πράσινη Νανοτεχνολογία – Βιομηχανική Οικολογία – Πράσινη Φαρμακευτική Χημεία - Κυκλική οικονομία-Βιώσιμη γεωργία.
Εργαστήριο Πράσινης Χημείας και Μηχανικής. Σύνθεση και χαρακτηρισμός ιοντικών υγρών (ΙΥ) και βαθέως ευτηκτικών διαλυτών (DES). Σύνθεση οργανικών ενώσεων με πράσινες διεργασίες. Παρασκευή πολυμερών φιλμ από φυσικά υλικά. Πράσινη μεθοδολογία σύνθεσης νανοσωματιδίων αργύρου. Παρασκευή αρωματικών ουσιών με χρήση τεχνικής υψηλής ενέργειας (υπέρηχοι).

Ανάλυση διδασκαλίας:

Διδακτική εβδομάδα	Αντικείμενο
1 ^η	Πλαίσιο ανάπτυξης της Πράσινης Χημείας και Πράσινης Μηχανικής. Ορισμοί, στόχοι, εργαλεία και περιορισμοί. Ο ρόλος του Χημικού Μηχανικού. Εργαλεία της Πράσινης Χημείας. Οι 12 Αρχές της Πράσινης Χημείας. Σχεδιασμός χημικών συνθέσεων για την πρόληψη παραγωγής αποβλήτων. Εναλλακτικές πρώτες ύλες, διαλύτες και καταλύτες στη Χημική Βιομηχανία.
2 ^η	Οι 12 Αρχές της Πράσινης Μηχανικής. Βελτιστοποίηση διεργασιών - Τροποποιήσεις σε εξοπλισμό και τεχνολογία. Τροποποιήσεις ή επανασχεδιασμός προϊόντων. Αξιολόγηση περιβαλλοντικής απόδοσης χημικών διεργασιών και προϊόντων. Πράσινοι δείκτες μέτρησης. Υπολογιστικές ασκήσεις.
3 ^η	Εναλλακτικοί διαλύτες στην οργανική σύνθεση και στην εκχύλιση. Ιοντικά υγρά (ionic liquids) και DES (Deep Eutectic Solvents). Δομή, ιδιότητες, εφαρμογές. Πράσινες διεργασίες εκχύλισης φυτικών πρώτων υλών.
4 ^η	Μεθοδολογίες σύνθεσης με «οικονομία ατόμου». Χρήση πρώτων υλών και σύνθεση προϊόντων μειωμένης τοξικότητας-επικινδυνότητας και αυξημένης βιοαποικοδομησιμότητας. Αξιολόγηση περιβαλλοντικής συμπεριφοράς με βάση τη χημική δομή, τη χημική αντίδραση και το χημικό μετασχηματισμό. Ποσοτικοποιημένες προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό των βέλτιστων μονοπατιών (pathways) χημικών αντιδράσεων.
5 ^η	Εγγενώς Ασφαλέστερος Σχεδιασμός (Inherently Safer Design – ISD): Βασικές αρχές και Στρατηγικές. Μείωση αριθμού μονάδων παραγωγής και μεγέθους κατασκευαστικών στοιχείων. Απλοποίηση κατασκευαστικών στοιχείων. Υποκατάσταση πρώτων υλών. Ασφαλέστερες λειτουργικές συνθήκες και διαχείριση κινδύνου. Παραδείγματα εφαρμογής.
6 ^η	Παραδείγματα και ασκήσεις πράσινων πρώτων υλών, αντιδράσεων, αντιδραστηρίων, διαλυτών, συνθηκών αντίδρασης και χημικών προϊόντων. Μελέτες περιπτώσεων (case studies).
7 ^η	Εντατικοποίηση Διεργασίας (Process Intensification, IP): Τεχνικές, Τεχνολογίες και εξοπλισμός. Τεχνικές Υψηλής Ενέργειας (μικροκυματική ακτινοβολία, υπέρηχοι).
8 ^η	Η Βιομημητική στο σχεδιασμό διεργασιών. Παραδείγματα βιομημητικών εφαρμογών. Βιομημητική και βιοϊατρικές εφαρμογές. Ανάπτυξη βιομημητικών καταλυτών. Πράσινη Νανοτεχνολογία και εφαρμογές της. Βιομηχανική Οικολογία. Πράσινη Γεωργία. Πράσινη Φαρμακευτική Χημεία. Ανθρακικό αποτύπωμα. Κυκλική Οικονομία.

Επίσης, οι φοιτητές θα εκπαιδευθούν σε σειρά εργαστηριακών ασκήσεων, οι οποίες θα επιλέγονται από τις παρακάτω:

Άσκηση	Αντικείμενο
1 ^η	Παρασκευή πολυμερούς φιλμ από άμυλο πατάτας.
2 ^η	Οξειδωση δευτεροταγούς αλκοόλης προς κετόνη μέσω πράσινης μεθοδολογίας.

3 ^η	Σύνθεση και χαρακτηρισμός νανοσωματιδίων αργύρου (AgNPs) χρησιμοποιώντας εκχύλισμα πράσινου τσαγιού ως αναγωγικό μέσο.
4 ^η	Σύνθεση Φυσικών Βαθέως Ευτηκτικών Διαλυτών (Natural Deep Eutectic Solvents, NaDES) και μελέτη της επίδρασής τους στις μηχανικές ιδιότητες φιλμ χιτοζάνης.
5 ^η	Παρασκευή αρωματικών ουσιών μέσω εστεροποίησης με χρήση υπερήχων.
6 ^η	Σύνθεση βιοαποικοδομήσιμου πολυμερούς με χρήση μικροκυματικής ακτινοβολίας.
7 ^η	Νίτρωση φαινόλης με χρήση μικροκυματικής ακτινοβολίας.

Απασχόλ.
Σπουδ. Ωρες
/ Εξαμ.

ΘΕ	16	ΦΡ	8	ΕΡΓ	16	ΚΑΤ. ΟΙΚ	135	175
----	----	----	---	-----	----	-------------	-----	------------

Διδάσκοντες

Θεωρία: Α. Δέτση (Καθ. ΕΜΠ - Συντονίστρια).
Εργαστήρια: Α. Δέτση (Καθ. ΕΜΠ), Δρ Α. Παπαδόπουλος (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Ζ. Κατσανεβάκη (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Δρ. Δ. Κουλλάς (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Δρ. Α. Καραογλάνογλου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Δρ. Δ. Βασιλακόπουλος (ΕΔΙΠ ΕΜΠ).
Φροντιστηριακές ασκήσεις: Δρ. Α. Παπαδόπουλος (ΕΔΙΠ ΕΜΠ).

Διδ. βοηθ.

1. Πράσινη Χημεία και Πράσινη Μηχανική, (Α. Δέτση, Α. Παπαδόπουλος), Σημειώσεις μαθήματος.
2. Πράσινη Χημεία - Θεωρία και Πράξη (P.T. Anastas, J.C Warner) ΕΥΔΟΞΟΣ: Βιβλίο [314].
3. Πράσινη Χημεία και Πράσινη Τεχνολογία. Από την Θεωρία στην Πράξη για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Αειφόρο Ανάπτυξη (Α. Βαλαβανίδης, Θ. Βλαχογιάννη), ελεύθερο στο διαδίκτυο.

Τυπικό Δ.Σ.

1. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes (D. T. Allen, D.R. Shonnard, Michigan Technology University, USA 2004).
2. Green Chemistry and Engineering: A pathway to sustainability (A. E. Marteel-Parrish, M. A. Abraham, 2014).
3. Innovations in Green Chemistry and Green Engineering (P. T. Anastas, J. B. Zimmerman, 2013).
4. Green Chemistry, An introductory text, Royal Society of Chemistry, 3rd Edition, (Lancaster M., 2016).

Μεθ. διεξ.

Το μάθημα περιλαμβάνει πέντε (5) ώρες διδασκαλίας θεωρίας και εργαστηριακών ασκήσεων ανά εβδομάδα για οκτώ (8) εβδομάδες (συνολικά: 40 ώρες). Ειδικότερα, οι πέντε (5) ώρες ανά εβδομάδα επιμερίζονται σε δύο (2) ώρες διδασκαλίας θεωρίας, μία (1) ώρα φροντιστηριακών ασκήσεων και δύο (2) ώρες εργαστηριακής εκπαίδευσης (24 ώρες θεωρία και 16 ώρες εργαστηριακή εξάσκηση). Η μεθοδολογία διεξαγωγής του μαθήματος περιλαμβάνει:

- Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων από έδρας.
- Επίλυση επιλεγμένων ασκήσεων εφαρμογής των αρχών της Πράσινης Χημείας και Τεχνολογίας.
- Παρουσίαση παραδειγμάτων από μελέτες περιπτώσεων (case studies).
- Εργαστηριακή εκπαίδευση των φοιτητών σε ολιγομελείς ομάδες, τήρηση εργαστηριακού φύλλου εργασίας ανά άσκηση και ατομική γραπτή εξέταση στο περιεχόμενο των

Εργαστηριακών Ασκήσεων μετά την ολοκλήρωσή τους. Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική και αποτελεί προϋπόθεση συμμετοχής στη Γραπτή Εξέταση του μαθήματος.

Αξιολ. επιδ.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται:

- μέσω Γραπτής Εξέτασης
- μέσω των Εργαστηριακών Ασκήσεων όπως προκύπτει από την παρουσία και εκτέλεση της άσκησης, τα ατομικά εργαστηριακά φύλλα εργασίας και την επίδοση στο τεστ του εργαστηρίου.

Ενιαίος
βαθμός

Ο τελικός βαθμός στο μάθημα προκύπτει από το βαθμό της γραπτής εξέτασης (συνεισφορά 60%) και το βαθμό του εργαστηρίου (συνεισφορά 40%). Ο βαθμός του εργαστηρίου θα λαμβάνεται υπόψη μόνο αν ο σπουδαστής έχει γράψει πέντε (5) στη γραπτή εξέταση.

Διδακτικό έργο:

1. Διδασκαλία θεωρίας: 2 ώρες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες (πραγματοποιείται από την Καθ. Α. Δέτση).
2. Φροντιστηριακές ασκήσεις: 1 ώρα/εβδομάδα για 8 εβδομάδες (πραγματοποιείται από τον Δρ Α. Παπαδόπουλο, ΕΔΙΠ).
3. Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 ώρες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες (πραγματοποιούνται από τα μέλη ΔΕΠ, ΕΔΙΠ και ΕΤΕΠ που δηλώνονται στο παρόν Φύλλο Ταυτότητας).

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
ΕΠΑ	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)
ΥΠΑ	υπολογιστικές ασκήσεις (Ω/Ε)
Τυπικό Δ. Σ	Τυπικό Διεθνές Σύγγραμμα
Απ.Σπ. Ω /ΕΞ	ώρες απασχόλησης σπουδαστή ανά εξάμηνο
Κ. ΟΙΚ.	κατ' οίκον