

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

|                                            |                                                                                                                                                   |                                     |                            |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| ΣΧΟΛΗ                                      | ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ                                                                                                                                 |                                     |                            |
| ΤΜΗΜΑ                                      | -                                                                                                                                                 |                                     |                            |
| ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ                            | Προπτυχιακό                                                                                                                                       |                                     |                            |
| ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ                          | 5304                                                                                                                                              | ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ                     | 8 <sup>ο</sup>             |
| ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ                           | ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ                                                                                                                       |                                     |                            |
| ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ       |                                                                                                                                                   | ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ<br>ΩΡΕΣ<br>ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ | ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ<br>ΜΟΝΑΔΕΣ/ECTS |
| Διαλέξεις                                  |                                                                                                                                                   | 2                                   | 7                          |
| Ασκήσεις Εργαστηριακές                     |                                                                                                                                                   | 3                                   |                            |
| Σύνολο                                     |                                                                                                                                                   | 5                                   |                            |
| ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ:                           | Ειδικότητας                                                                                                                                       |                                     |                            |
| ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:                   | Ανόργανη Χημεία, Αναλυτική Χημεία, Οργανική Χημεία, Μηχανική Φυσικών Διεργασιών, Μηχανική Χημικών Διεργασιών, Χημεία και Τεχνολογία Περιβάλλοντος |                                     |                            |
| ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:          | Ελληνική                                                                                                                                          |                                     |                            |
| ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS: | Ναι                                                                                                                                               |                                     |                            |
| ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL):        | <a href="https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1334&amp;lang=el">https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1334&amp;lang=el</a>               |                                     |                            |

### 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Μαθησιακά Αποτελέσματα</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Σκοπός 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.</p> <p>Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής /-τρια θα είναι σε θέση να:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• αναλύει και εφαρμόζει τις Αρχές που διέπουν την Πράσινη Χημεία και την Πράσινη Μηχανική,</li> <li>• γνωρίζει τα κυριότερα εργαλεία της πράσινης χημείας και μηχανικής που θα του επιτρέπουν να προσδιορίζει τις απαιτούμενες βελτιώσεις και τροποποιήσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν στην έρευνα και τη βιομηχανία ώστε να διατηρηθεί ή ακόμα και να αναβαθμισθεί η ποιότητα του περιβάλλοντος.</li> <li>• εκτιμά και αξιολογεί τα προβλήματα που προκύπτουν κατά την παραγωγή χημικών προϊόντων από την εφαρμογή πρακτικών που δεν ακολουθούν τις αρχές της Πράσινης Χημείας και Μηχανικής.</li> <li>• συνδυάζει τις αρχές της Πράσινης Χημείας και Μηχανικής για το σχεδιασμό διεργασιών και την ανάπτυξη και παραγωγή χημικών προϊόντων με επιθυμητές ιδιότητες συμβάλλοντας στη Βιώσιμη Ανάπτυξη.</li> <li>• εφαρμόζει γνώσεις σε άλλες σύγχρονες τεχνολογικές προσεγγίσεις της Πράσινης Μηχανικής όπως είναι η Πράσινη Νανοτεχνολογία, η Βιομηχανική, η Πράσινη Φαρμακευτική Τεχνολογία, η Βιομηχανική Οικολογία και η Βιώσιμη Γεωργία.</li> <li>• έχει τη δυνατότητα να ασχοληθεί περαιτέρω με σχετικά αντικείμενα αιχμής σε μεταπτυχιακό ή διδακτορικό επίπεδο.</li> </ul> |
| <b>Γενικές Ικανότητες</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αυτόνομη Εργασία</li> <li>• Ομαδική Εργασία</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις-Λήψη αποφάσεων
- Εργασία σε διεθνές περιβάλλον
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

**Πλαίσιο ανάπτυξης** της Πράσινης Χημείας και Πράσινης Μηχανικής: Στόχοι, αρχές, εργαλεία.  
**Δείκτες μέτρησης αποδοτικότητας** αντιδράσεων και διεργασιών – Πράσινοι δείκτες (green metrics).  
**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.  
 Η συνεισφορά της Πράσινης Χημείας στη **βιώσιμη γεωργία**.  
 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 - **Βιομιμητικά** και **πολυλειτουργικά** συστήματα. **Πράσινη Νανοτεχνολογία – Βιομηχανική Οικολογία – Πράσινη Φαρμακευτική Χημεία - Κυκλική οικονομία**

### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:</b>                               | Πρόσωπο με πρόσωπο σε αμφιθέατρα, αίθουσες                                                                                                                                                                                                                     |                                 |
| <b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω ιστοσελίδας μαθήματος της ηλεκτρονικής πλατφόρμας του ΕΜΠ helios.</li> <li>• Ηλεκτρονική υποβολή εργασιών.</li> </ul>                                                          |                                 |
| <b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ:</b>                           | <b>Δραστηριότητα</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b> |
|                                                        | Διαλέξεις                                                                                                                                                                                                                                                      | 16                              |
|                                                        | Εργαστηριακές Ασκήσεις και Φροντιστηριακές Ασκήσεις που εστιάζουν στην ανάπτυξη διεργασιών με βάση τις αρχές της Πράσινης Χημείας και Μηχανικής (οργανικές συνθέσεις με πράσινες διεργασίες, σύνθεση και χαρακτηρισμός νέων πράσινων ενώσεων και υλικών κ.λπ.) | 24                              |
|                                                        | Εργαστηριακά τεστ                                                                                                                                                                                                                                              | 2                               |
|                                                        | Συγγραφή εργασιών σε ολιγομελείς ομάδες                                                                                                                                                                                                                        | 15                              |
|                                                        | Αυτοτελής μελέτη και προετοιμασία για την τελική εξέταση                                                                                                                                                                                                       | 118                             |
|                                                        | <b>Σύνολο Μαθήματος:</b>                                                                                                                                                                                                                                       | <b>175</b>                      |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ:</b> | <p><b>Εργαστηριακός βαθμός</b><br/>         Προκύπτει από τη φυσική παρουσία και συμμετοχή κατά την διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης, παράδοση ομαδικών εργασιών, προφορική εξέταση ή γραπτό τεστ.</p> <p><b>Τελική Γραπτή εξέταση</b><br/>         Περιλαμβάνει θέματα εμπίπτοντα στη διδαχθείσα ύλη</p> <p><b>Τρόπος Αξιολόγησης</b><br/>         Ο τελικός βαθμός προκύπτει 60% από τον βαθμό της τελικής γραπτής εξέτασης και 40% από τον εργαστηριακό βαθμό</p> <p>Απαραίτητη προϋπόθεση να είναι και οι δύο βαθμοί:<br/>         (Τελική γραπτή εξέταση – εργαστηριακός βαθμός) <math>\geq 5</math>.</p> |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Διδακτικά βοηθήματα:

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.
4. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes (D. T. Allen, D.R. Shonnard, Michigan Technology University, USA 2004).
5. Green Chemistry and Engineering: A pathway to sustainability (A. E. Marteel-Parrish, M. A. Abraham, 2014).
6. Innovations in Green Chemistry and Green Engineering (P. T. Anastas, J. B. Zimmerman, 2013).
7. Green Chemistry, An introductory text, Royal Society of Chemistry, 3rd Edition, (Lancaster M., 2016).
8. Εκπαιδευτικό Υλικό που αναρτάται από τους διδάσκοντες στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

### Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

1. Green Chemistry (Royal Society of Chemistry)
2. ACS Sustainable Chemistry and Engineering (American Chemical Society)
3. ChemSusChem (Wiley)
4. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry (Elsevier)
5. Journal of Molecular Liquids
6. Green Chemistry Letters and Reviews (Taylor and Francis)
7. Current Green Chemistry (Bentham)