ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. αριθ. **5269** ΑΕΙ **ΕΜΠ**

Τίτλος **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ**

Στοιχεία μαθήματος

Τ.Π	Ενοτ. Μαθ.						Ω/Ε	
			ΕΞ	**4ο**				
	ΒΑ.ΕΠ				ΥΠΧ	•	ΘΕ	**2**
ΧΜ	ΤΕ.ΕΠ	•	ΚΟΡ	•	ΕΠΛ		ΦΡ	
	ΤΧΛ.		ΚΑΤ		Π.ΤΜ	•	ΕΡΓ	**2**
	Ο.Α.Κ.						ΥΠΛ	
	Ξ.Γ.							

Προαπαιτ. γνώσεις

Προγραμματισμός και Χρήση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών - Βασικά Εργαλεία Λογισμικού, Γραμμική Άλγεβρα, Μαθηματικά ΙΙΙ (Διαφορικές Εξισώσεις).

Σκοπός

Σκοπός του μαθήματος είναι εισαγάγει τους σπουδαστές στη Μαθηματική μοντελοποίηση και υπολογιστική επίλυση προβλημάτων μηχανικού. Εισαγωγή σε βασικές τεχνικές αριθμητικής ανάλυσης και εφαρμογής τους με προγραμματισμό στο περιβάλλον της MATLAB.

Περιεχόμενο

- Εισαγωγή: Μαθηματική μοντελοποίηση και υπολογιστική επίλυση προβλημάτων μηχανικού. Γενικά προβλήματα μηχανικού που διέπονται από νόμους διατήρησης Αναλυτική - αριθμητική επίλυση, Σφάλματα αριθμητικών υπολογισμών, σφάλμα στρογγυλοποίησης (round-off error), σφάλμα αποκοπής (truncation error).
- Υπολογιστική επίλυση αλγεβρικών εξισώσεων. Γραμμικές εξισώσεις-συστήματα εξισώσεων.
- Μη γραμμικές εξισώσεις. Κλειστές μέθοδοι (Bracketing Methods). Ανοικτές μέθοδοι (Open Methods).
- Προσαρμογή Καμπυλών (curve fitting).
- Αριθμητική/Προσεγγιστική Παραγώγιση και Ολοκλήρωση.
- Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις (Ordinary differential equations). Προβλήματα αρχικών τιμών.
- Προβλήματα συνοριακών τιμών.

Ανάλυση διδασκαλίας:

Διδακτική εβδομάδα	**Αντικείμενο**
1η	**Εισαγωγή: Μαθηματική μοντελοποίηση και υπολογιστική επίλυση προβλημάτων μηχανικού** ○ **Γενικά προβλήματα μηχανικού που διέπονται από νόμους διατήρησης** ▪ Αναλυτική – αριθμητική επίλυση ○ **Σφάλματα αριθμητικών υπολογισμών** ▪ σφάλμα στρογγυλοποίησης (round-off error) ▪ σφάλμα αποκοπής (truncation error). ▪ μετάδοση σφάλματος, συνολικό σφάλμα
2η	○ **Εισαγωγή στο υπολογιστικό εργαστήριο**:

	▪ Εισαγωγή στο Matlab (πράξεις, χρήση μεταβλητών, προγραμματισμός, γραφικές παραστάσεις).
3η	**Υπολογιστική επίλυση αλγεβρικών εξισώσεων** ○ **Γραμμικές εξισώσεις-συστήματα εξισώσεων** ▪ Απαλοιφή Gauss ▪ Παραγοντοποίηση LU (LU_factorization), αντιστροφή πίνακα ▪ Ειδικές μορφές πινάκων, Gauss-Seidel
4η	▪ Υπολογιστικό εργαστήριο: • Επίλυση γραμμικών συστημάτων • Προβλήματα Χημικής Μηχανικής: Δίκτυο αντιδραστήρων
5η	○ **Μη γραμμικές εξισώσεις** ▪ Κλειστές μέθοδοι (Bracketing Methods) ▪ Ανοικτές μέθοδοι (Open Methods)
6η	▪ Ρίζες πολυωνύμων ▪ Πολλαπλότητα ριζών ▪ Συστήματα μη γραμμικών εξισώσεων ▪ Παραδείγματα Χημικής Μηχανικής στο υπολογιστικό εργαστήριο: Χημική κινητική συστήματος αντιδράσεων
7η	**Προσαρμογή Καμπυλών (curve fitting)** ○ Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων ○ Προσέγγιση Fourier ○ Παρεμβολή (Interpolation). (πολυωνυμική, splines) ○ Υπολογιστικό εργαστήριο: Υπολογιστικό εργαστήριο: Εύρεση κινητικής ενζυμικών αντιδράσεων από πειραματικές μετρήσεις,
8η	**Αριθμητική/Προσεγγιστική Παραγώγιση και Ολοκλήρωση** ○ Παραγώγιση ▪ Πεπερασμένες διαφορές ▪ Προεκβολή Richardson (Richardson extrapolation) ○ Ολοκλήρωση ▪ Μέθοδος Τραπεζίου ▪ Μέθοδος Simpson ▪ Μέθοδος Gauss (Gauss quadrature) ○ Υπολογιστικό εργαστήριο: υπολογισμός έργου δύναμης – υπολογισμός διανυσματικού πεδίου από δυναμικό
9η	**Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις (Ordinary differential equations)** **Προβλήματα αρχικών τιμών** ○ Μέθοδος Euler ▪ Explicit Euler ▪ Implicit Euler ○ Μέθοδοι πρόβλεψης-διόρθωσης (predictor-corrector) ○ Μέθοδος Runge – Kutta
10η	Υπολογιστικό εργαστήριο: Αντιδραστήρας συνεχούς και πλήρους ανάμιξης (CSTR)
11η	○ Συστήματα εξισώσεων ○ Αριθμητική ευστάθεια ○ Υπολογιστικό εργαστήριο: Το σύστημα ‘θηρευτής – θήραμα’(Predator – Prey model), χαοτική δυναμική
12η	**Προβλήματα συνοριακών τιμών** ○ Μέθοδος πεπερασμένων διαφορών

	○ Συστήματα εξισώσεων ○ Υπολογιστικό εργαστήριο
13η	○ Υπολογιστικό εργαστήριο: Υπολογιστικό θέμα – Παρουσίαση – Εκπόνηση

Απασχόλ. Σπουδ. Ωρες / Εξαμ.

ΘΕ	**26**	ΦΡ		ΕΡΓ	**26**	Κ. ΟΙΚ	**98**	**150**

Διδάσκοντες

Θεωρία: Α. Παπαθανασίου (Καθ. ΕΜΠ - Συντονιστής), Μ. Καβουσανάκης (Επ. Καθ. ΕΜΠ).

Διδ. βοηθ.

1. "Αριθμητικές μέθοδοι για προβλήματα μηχανικής", Π. Νταουτίδης, Σ. Μαστρογεωργόπουλος, Ε. Σιδηροπούλου, εκδ. ΑΝΙΚΟΥΛΑ, 2010.
2. "Αριθμητικές Μέθοδοι για Μηχανικούς", S. Chapra and R. Canale, εκδ. Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε., 2014.

Τυπικό Δ.Σ.

Numerical Methods for Engineers, 6th Edition by Steven Chapra (Author), Raymond Canale (Author), McGraw-Hill.

Μεθ. διεξ.

Το μάθημα διδάσκεται και στη Τάξη (αμφιθέατρο) αλλά και στο Εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών (ΕΠΥ/PC-Lab) της Σχολής, σε ποσοστό 50% αντίστοιχα. Οι φοιτητές χωρίζονται σε 2 τμήματα και διδάσκονται και ασκούνται, “hands on” στους Η/Υ του PC-Lab

Το μάθημα παρακολουθείται από περίπου 200 άτομα που χωρίζονται σε 2 τμήματα (100 φοιτητές/τμήμα).

Κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου οι φοιτητές καλούνται να αναπτύξουν, μόνοι τους, κώδικες υπολογιστικής ανάλυσης (3-10, ανάλογα με τη δυσκολία) MATLAB πάνω στην θεωρία που διδάχτηκαν υπό την επίβλεψη επικουρικού προσωπικού (σπουδαστές παλιότερων εξαμήνων) για κάθε ομάδα.

Αξιολ. επιδ.

Διαγώνισμα στο PC-Lab στο μέσο του εξαμήνου, προαιρετικά. Τελική ‘ηλεκτρονική’ εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Ενιαίος βαθμός

Ο τελικός βαθμός προκύπτει από το τελικό διαγώνισμα. Εναλλακτικά, κατά 40% από το προαιρετικό διαγώνισμα στο μέσο του εξαμήνου και κατά 60% από το τελικό διαγώνισμα**.**

Διδακτικό έργο:

1. Διδασκαλία θεωρίας: 2 ώρες/εβδομάδα x 2 τμήματα (εκτελείται από τους διδάσκοντες).
2. Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 βάρδιες x 2 ώρες/εβδομάδα (εκτελούνται από ΕΔΙΠ παρουσία των διδασκόντων).

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