



## ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. αριθ.

5098

ΑΕΙ

ΕΜΠ

Τίτλος

**ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ Ι: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ**

(<https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1268&lang=el>)

Σκοπός

Η φυσική και μαθηματική διερεύνηση των φαινομένων ροής που οδηγεί στη θεωρητική πρόβλεψη και την πειραματική επαλήθευση, με βασικό στόχο την τεκμηριωμένη, ασφαλή και άμεση τεχνική εφαρμογή.

Ο σκοπός του υπολογιστικού εργαστηρίου είναι η εισαγωγική εξοικείωση των φοιτητών (1) με την προσεγγιστική επίλυση προβλημάτων ροής που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με αναλυτικά μαθηματικά και (2) με τη γραφική αναπαράσταση της ροής.

Στοιχεία  
μαθήματος

T.Π	Ενοτ. Μαθ.	ΕΕ	Ω/Ε	
<b>XM</b>	BA.ΕΠ		ΥΠΧ <b>•</b>	ΘΕ <b>3 και 2/3</b>
	TE.ΕΠ	<b>•</b>	KOP <b>•</b>	ΦΡ
	ΤΧΛ.		KAT	ΕΡΓ
	Ο.Α.Κ.		Π.ΤΜ	ΥΠΑ <b>1/3</b>
	Ξ.Γ.			

Προαπαι.  
γνώσεις

Ανώτερα Μαθηματικά για Μηχανικούς, Γενική Φυσική, Ισοζύγια Μάζας και Ενέργειας, Στοιχεία Θερμοδυναμικής.

Περιεχόμενο

**Εισαγωγή:** Η έννοια του ρευστού από τεχνική άποψη. Υπόθεση συνεχούς μέσου. Φυσικές ιδιότητες των ρευστών. Είδη ροής. Σύστημα και όγκος ελέγχου. Θεμελιώδεις νόμοι της μηχανικής των ρευστών. Βασικές μέθοδοι ανάλυσης ροής ρευστών.

**Κινηματική των Ρευστών:** Υλικές και χωρικές συντεταγμένες. Μέθοδοι περιγραφής πεδίων ροής. Ρυθμοί ροής μάζας και όγκου. Γραφική παράσταση πεδίων ροής – τροχιές, ροϊκές γραμμές.

**Δυνάμεις και Παραμόρφωση των Ρευστών:** Φύση και μορφή των δυνάμεων των ρευστών. Σωματικές δυνάμεις. Επιφανειακές δυνάμεις. Δυαδικός τάσης. Προϋπόθεση ανάπτυξης ιξωδών τάσεων. Επιφανειακές δυνάμεις ρευστών σε ηρεμία. Υδροστατική. Όργανα μέτρησης πίεσης. Παραμόρφωση των ρευστών. Δυαδικός ρυθμού παραμόρφωσης.

**Νευτωνικά Ρευστά:** Η έννοια της υλικής (καταστατικής) σχέσης. Νόμος ιξώδους του Newton.

**Μακροσκοπική Ανάλυση Ροής:** Θεώρημα Μεταφοράς. Μακροσκοπική εξίσωση συνέχειας. Μακροσκοπική εξίσωση ορμής. Μακροσκοπική εξίσωση ενέργειας. Εξίσωση μηχανικής ενέργειας.

**Διαφορική Ανάλυση Ροής:** Διαφορές μεταξύ μακροσκοπικών και διαφορικών εξισώσεων ροής. Διαφορική εξίσωση συνέχειας. Διαφορική εξίσωση ορμής. Διαφορική εξίσωση μηχανικής ενέργειας.

**Ροή οριακού στρώματος:** Η έννοια του οριακού στρώματος. Μακροσκοπική ανάλυση οριακού στρώματος. Στρωτό οριακό στρώμα. Τυρβώδες οριακό στρώμα. Οπισθέλκουσα.  
**Διαστατική Ανάλυση και Ομοιότητα:** Η βάση της διαστατικής ανάλυσης. Το θεώρημα Π. Προσδιορισμός αδιάστατων ομάδων. Βασικές αρχές ομοιότητας.  
**Υπολογιστικό Εργαστήριο:** Προσεγγιστική επίλυση των διαφορικών εξισώσεων της ροής.

Ανάλυση  
διδασκαλίας

**1η εβδομάδα:**  
Περί της φυσιογνωμίας του μαθήματος. Ενιαία θεώρηση των Φαινομένων Μεταφοράς ορμής, μάζας και ενέργειας. Ορισμός του ρευστού. Υπόθεση του συνεχούς μέσου. Ιδιότητες των ρευστών. Ιξώδες. Είδη ροής: άτριβη-ίξωδης, συμπιεστή-ασυμπίεστη, στρωτή-τυρβώδης.

**2η εβδομάδα:**  
Σύστημα. Ογκος ελέγχου. Θεμελιώδεις νόμοι διατήρησης. Εισαγωγή στην Κινηματική. Παρατηρητές Euler και Lagrange. Αλλαγή συστημάτων συντεταγμένων. Ρυθμός ροής μάζας.

**3η εβδομάδα:**  
Τροχιές και ροϊκές γραμμές. Ομοιόμορφη ροή. Μονο-, δι-, τρι-διάστατη ροή. Σωματικές δυνάμεις. Επιφανειακές δυνάμεις.

**4η εβδομάδα:**  
Διατμητικές και κάθετες τάσεις. Φυσική σημασία. Δυαδικός τάσης. Συμβολισμός τάσεων.

**5η εβδομάδα:**  
Υδροστατική. Περί άνωσης. Αρχή Αρχιμήδη. Δυαδικός παραμόρφωσης. Συσχέτιση τάσης-παραμόρφωσης. Σχεδιασμός τάσεων.

**6η εβδομάδα:**  
Γενικά περί ολοκληρωτικής και διαφορικής ανάλυσης. Το Θεώρημα Μεταφοράς. Διατύπωση διαφορικών εξισώσεων ροής -- εξισώσεις διατήρησης μάζας και ορμής. Εξισώσεις συνέχειας, Navier-Stokes, Euler. Συνοριακές, αρχικές και ασυμπτωτικές συνθήκες.

**7η εβδομάδα:**  
Επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων ασυμπίεστης ροής Νευτωνικών ρευστών σε μόνιμη ή μεταβατική κατάσταση.

**8η-9η εβδομάδα:**  
Μακροσκοπικές (ολοκληρωτικές) εξισώσεις διατήρησης μάζας και ορμής. Υπολογισμός δύναμης στήριξης αγωγού. Μακροσκοπική εξίσωση διατήρησης ενέργειας. Εξίσωση μηχανικής ενέργειας. Εξίσωση Bernoulli.

**10η-11η εβδομάδα:**  
Ροή οριακού στρώματος. Ανάλυση κατά von Karman και Prandtl. Στρωτή και τυρβώδης ροή σε οριακό στρώμα.

**12η εβδομάδα:**

Ροή οριακού στρώματος σε σωλήνα. Οπισθέλκουσα. Υπολογισμός οπισθέλκουσας σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ροής.

**13η εβδομάδα:**

Διαστατική ανάλυση και ομοιότητα.

**Εμβόλιμη άσκηση στο Υπολογιστικό Εργαστήριο.** Οι φοιτητές ασκούνται στη βασική χρήση κώδικα Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής, στο PC-Lab της Σχολής. Εξοικειώνονται με την εισαγωγή της γεωμετρίας του πεδίου ροής και των συνοριακών και αρχικών συνθηκών των εξισώσεων, την επίλυση των εξισώσεων σε πλέγματα μεταβαλλόμενης πυκνότητας και τη γραφική αναπαράσταση της λύσης των προβλημάτων.

Διδάσκοντες **Θεωρία:** Γ. Λυμπεράτος (Καθ. ΕΜΠ - Συντονιστής), Γ. Κόκκορης (Αν. Καθ. ΕΜΠ), Α. Μπουντουβής (Καθ. ΕΜΠ)  
**Υπολογιστικό εργαστήριο:** Μ. Καβουσανάκης (Επ. Καθ. ΕΜΠ), Κ. Παπαδοπούλου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ).

Διδ. συγγ. 

1. Α. Θ. Παπαϊωάννου, “Μηχανική των Ρευστών”, Τόμος Ι, Αθήνα (1999).
2. Σημειώσεις “Οριακό στρώμα: Βασικές έννοιες και θεωρητική ανάλυση”.
3. Σ. Τσαγκάρης, “Μηχανική των Ρευστών”, Αθήνα (2005).

Τυπικό Δ.Σ. Bird, Stewart, Lightfoot & Klingenberg «Φαινόμενα Μεταφοράς», Εκδόσεις Τζιόλα, 2018.

Μεθ. διεξ. Διδασκαλία από πίνακα. Υπολογιστικό Εργαστήριο, προαιρετικά.

Αξιολ. επιδ. Ο βαθμός στο μάθημα προκύπτει από την τελική (γραφτή) εξέταση.  
 Η συμμετοχή των φοιτητών στο Υπολογιστικό Εργαστήριο περιλαμβάνει τη σύντομη εκπαίδευσή τους σε υπολογιστικό κώδικα και οδηγεί στην επίλυση υπολογιστικών προβλημάτων, παράδοση αντίστοιχων εκθέσεων και ατομική εξέταση στο PC-Lab της Σχολής. Ο βαθμός του Εργαστηρίου συνεισφέρει (θετικά) στον τελικό βαθμό με ποσοστό 30%.

Ενιαίος βαθμός Ο βαθμός της τελικής (γραφτής) εξέτασης συνεισφέρει στον τελικό βαθμό σε ποσοστό 70% όταν συνυπολογίζεται ο βαθμός που προκύπτει από τις προαιρετικές διαδικασίες. Σε διαφορετική περίπτωση η συνεισφορά είναι 100%.

Απασχόλ. Σπουδ. Ωρες / Εξαμ.	ΘΕ	48	ΥΠΟΛ. ΕΡΓ.	4	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	36	Κ. ΟΙΚ	62	150
------------------------------	----	----	------------	---	----------	----	--------	----	-----