



ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. Αριθ.

5098

ΑΕΙ

ΕΜΠ

Τίτλος

Φαινόμενα Μεταφοράς Ι: Μηχανική Ρευστών

-- βλ. <http://ecourses.chemeng.ntua.gr/courses/tp1/>

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 που προαιρετικού 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

| Τ.Π | Ενοτ.Μαθ. | ΕΞ | Ω / Ε | | | |
|-----|-----------|----|-------|---|------|---|
| XM | BA.ΕΠ | | ΥΠΧ | ✓ | ΘΕ | 4 |
| | TE.ΕΠ | ✓ | KOP | ✓ | ΕΠΑ | |
| | ΤΧΛ. | | KAT | | Π.ΤΜ | |
| | Ο.Α.Κ. | | | | ΕΡΓ | |
| | Ξ.Γ. | | | | ΥΠΑ | |

Προαπαιτ.
Γνώσεις

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

Περιεχόμ.

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. Διαδικός τάσης. Προϋπόθεση ανάπτυξης ιξωδών τάσεων. Επιφανειακές δυνάμεις ρευστών σε ηρεμία. Υδροστατική. Οργανα μέτρησης πίεσης. Παραμόρφωση των ρευστών. Διαδικός 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 (προαιρετικό). Προσεγγιστική επίλυση των διαφορικών εξισώσεων της ροής.

Ανάλυση
Διδασκαλία
ς

1^η 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-ίξώδης, συμπιεστή-ασυμπίεστη, στρωτή-τυρβώδης.

2^η εβδομάδα:

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

3^η εβδομάδα:

Τροχιές και ροϊκές γραμμές. Ομοιόμορφη ροή. Μονο-, δι-, τρι-διάστατη ροή. Σωματικές δυνάμεις. Επιφανειακές δυνάμεις.

4^η εβδομάδα:

Διατμητικές και κάθετες τάσεις. Φυσική σημασία. Δυαδικός τάσης. Συμβολισμός τάσεων.

5^η εβδομάδα:

Υδροστατική. Περί άνωσης. Αρχή Αρχιμήδη. Δυαδικός παραμόρφωσης. Συσχέτιση τάσης-παραμόρφωσης. Σχεδιασμός τάσεων.

6^η 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

7^η εβδομάδα:

Επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων ασυμπίεστης ροής Νευτωνικών ρευστών σε μόνιμη ή μεταβατική κατάσταση.

8^η-9^η εβδομάδα:

Μακροσκοπικές (ολοκληρωτικές) εξισώσεις διατήρησης μάζας και ορμής. Υπολογισμός δύναμης στήριξης αγωγού. Μακροσκοπική εξίσωση διατήρησης ενέργειας. Εξίσωση μηχανικής ενέργειας. Εξίσωση Bernoulli.

10^η-11^η εβδομάδα:

Ροή οριακού στρώματος. Ανάλυση κατά von Karman και Prandtl. Στρωτή και τυρβώδης ροή σε οριακό στρώμα.

12^η εβδομάδα:

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

13^η εβδομάδα:

Διαστατική ανάλυση και ομοιότητα.

Εμβόλιμη άσκηση στο Υπολογιστικό Εργαστήριο (προαιρετική). Οι φοιτητές ασκούνται συνολικά για 6 ώρες, εκτός ωρών κανονικού μαθήματος, 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.

| | |
|-------------------|--|
| Διδάσκον- τες | Γ. Λυμπεράτος, Καθ. ΕΜΠ (Συντονιστής) Α. Γ. Μπουντουβής, Καθ. ΕΜΠ Υπολογιστικό Εργαστήριο: Μ. Καβουσανάκης Επικ. Καθ., Κ. Παπαδοπούλου ΕΔΙΠ |
| Διδ. Συγγ. | Α. Θ. Παπαϊωάννου, “Μηχανική των Ρευστών”, Τόμος Ι, Αθήνα (1999). Σημειώσεις “Όριακό στρώμα: Βασικές έννοιες και θεωρητική ανάλυση” Σ. Τσαγκάρης, “Μηχανική των Ρευστών”, Αθήνα (2005). |
| Τυπικό Δ.Σ. | R. B. Bird, W. E. Stewart and E. N. Lightfoot, “Transport Phenomena”, Wiley, New York, 2 nd edition, 2002. |
| Μεθ.Διεξ. | Διδασκαλία από πίνακα. Υπολογιστικό Εργαστήριο, προαιρετικά. |
| Αξιολ. Επιδ. | Ο βαθμός στο μάθημα προκύπτει από την τελική (γραπτή) εξέταση. Η συμμετοχή των φοιτητών στο Υπολογιστικό Εργαστήριο περιλαμβάνει τη σύντομη εκπαίδευση 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 40%. |
| Ενιαίος Βαθμός | Ο βαθμός της τελικής (γραπτής) εξέτασης συνεισφέρει στον τελικό βαθμό σε ποσοστό 60% όταν συνυπολογίζεται ο βαθμός που προκύπτει από τις προαιρετικές διαδικασίες. Σε διαφορετική περίπτωση η συνεισφορά είναι 100%. |

| | | | | | | | | | |
|-------------|----|-----------|----|--|-----|-----------|--------|-----------|------------|
| Απ.Σπ. Ω /Ε | ΘΕ | 58 | ΦΡ | | ΕΡΓ | 30 | Κ. ΟΙΚ | 62 | 150 |
|-------------|----|-----------|----|--|-----|-----------|--------|-----------|------------|