ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΜΥ-344	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	Ε΄
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Φαινόμενα Μεταφοράς στην Επιστήμη Υλικών		

ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ *σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων*	**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
	5	6
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).		

ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ *γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων*	Ειδικού υπόβαθρου
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	ΕΜΥ-211
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/EMY344/

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- *Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης*
- *Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β*
- *Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων*

Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές αναμένεται να:

1. έχουν εξοικείωση με τους Νόμους των Fourier, Newton και Fick για τη μεταφορά θερμότητας, ορμής και μάζας.

2. καταστρώνουν ισοζύγια διατήρησης και απαραίτητες αρχικές και συνοριακές συνθήκες, και να αποφασίζουν για ικανές παραδοχές.

3. επιλύουν αναλυτικά κάποιες απλοποιημένες περιπτώσεις.

4. αναγνωρίζουν ποιοτικές λύσεις περίπλοκων περιπτώσεων και να κατανοούν τις κατανομές θερμοκρασίας, ταχύτητας και συγκέντρωσης.

5. εφαρμόζουν τα παραπάνω σε βασικά προβλήματα μεταφοράς θερμότητας, ορμής και μάζας στα υλικά πχ μόνωση, ροή Νευτώνειου υγρού, εξάτμιση.

Το μάθημα σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων Δια Βίου Μάθησης είναι επιπέδου 6 ως μάθημα

πρώτου κύκλου σπουδών.

Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα;.

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
Αυτόνομη εργασία

1. Ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών με τη χρήση των απαραίτητων (θεωρητικών, και βασικών υπολογιστικών και πειραματικών) τεχνολογιών. Ανάπτυξη κριτικής σκέψης για την επιλογή κατάλληλων παραδοχών για την επίλυση προβλημάτων.

2. Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον. Τα φαινόμενα μεταφοράς αφορούν διάφορες ιδιότητες των υλικών, υλικά διάφορων φάσεων και εφαρμόζονται σε εύρος περιπτώσεων.

3. Ανάπτυξη συνδυαστικής λογικής. Τα φαινόμενα μεταφοράς παρουσιάζονται στη Φύση ως συνδυασμός των υπο-περιπτώσεων που μελετάμε. Ο συνδυασμός τους απαιτεί την επί μέρους κατανόηση κάθε φαινομένου και τη σύνθεση. π.χ. επαγόμενη συναγωγή.

4. Ατομική εργασία σε θέμα επιλογής του φοιτητή προάγει την ελεύθερη, δημιουργική σκέψη και την αυτόνομη εργασία.

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγή στην ενοποιημένη παρουσίαση των φαινόμενων μεταφοράς. Κανόνες διατήρησης. Επανάληψη σε διανύσματα και τανυστές.

2. Μηχανισμοί μεταφοράς θερμικής ενέργειας. Θερμική αγωγή, Νόμος του Fourier. Συναγωγή, επαγόμενη συναγωγή, ακτινοβολία.

3. Κατάστρωση εξισώσεων, αρχικών και συνοριακών συνθηκών και επίλυση σε μία διάσταση και γραφικές λύσεις σε δύο διαστάσεις με συνοριακές συνθήκες.
Μακροσκοπικά ισοζύγια.
Παραδείγματα απλών χρονο-εξαρτώμενων μεταφορών με παραδοχές π.χ. lumped capacitance method.

4. Στατική ρευστών. Ιξώδες. Μεταφορά ορμής. Ροϊκές γραμμές.
Μακροσκοπικά ισοζύγια. Μηχανική ενέργεια – Εξίσωση Bernoulli. Θεώρημα Μεταφοράς του Reynolds. Διαστατική ανάλυση.
Μικροσκοπικά ισοζύγια ορμής για στρωτή ισόθερμη ροή. Επίλυση εξισώσεων σε Καρτεσιανές και μη συντεταγμένες.

5. Μεταφορά μάζας. Διάχυση. Μοριακή περιγραφή.
Μακροσκοπικά ισοζύγια. Μικροσκοπικά ισοζύγια μάζας σε στρωτή ροή.

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ *Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.*	Πρόσωπο με πρόσωπο
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ *Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία*	Χρήση εκπαιδευτικών video στα φαινόμενα μεταφοράς, open-source software με παραδειγματικά δεδομένα, online μαθηματικών εργαλείων για επίλυση εξισώσεων και γραφημάτων. Χρήση e-class για

με τους φοιτητές	διανομή σημειώσεων, video, ερωτηματολογίων, ασκήσεων.
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ *Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.* *Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.* *Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS*	**Δραστηριότητα** / **Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου** Διαλέξεις: 52 ώρες (4 εβδομαδιαίως) Ασκήσεις: 13 ώρες (1 εβδομαδιαίως) Ώρες γραφείου για την καθοδήγηση των φοιτητών και την επίλυση απορίων: 13 ώρες Εύρεση υλικού, μελέτη και συγγραφή προαιρετικής εργασίας.: 20 ώρες Αυτοτελής Μελέτη: 65 ώρες (5 εβδομαδιαίως) Σύνολο Μαθήματος: **163**
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ *Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης* *Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Επίλυση Προβλημάτων* *Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.*	Διαμορφωτική (Αξιολόγηση προόδου χωρίς βαθμολογική συνέπεια) - Εβδομαδιαίες προτεινόμενες ασκήσεις - Προφορική συμμετοχή στην επίλυση προβλημάτων κατά τη διάρκεια των διαλέξεων Συμπερασματική (Αξιολόγηση με βαθμολογική συνέπεια) - Τρεις πρόοδοι: μία στο τέλος κάθε εννοιολογικής ενότητας (μεταφορά θερμότητας, ορμής, μάζας) - Project (προαιρετικό) - Τελική γραπτή εξέταση Η συμπερασματική αξιολόγηση περιγράφεται λεπτομερώς την πρώτη ημέρα του μαθήματος και στο syllabus, και αναφέρεται στο e-class.

(4) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

Στα ελληνικά

1. Μεταφορά θερμότητας και μάζας, Αραμπατζής Γ., Ασημακόπουλος Δ., Λυγερού Β. (1η έκδοση 2020), εκδόσεις Τζιόλα
Διαθέσιμο στον Εύδοξο
3. Εισαγωγή στη Μηχανική των Ρευστών – ανοιχτό βιβλίο στον Κάλλιπο. https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5345

Χρήσιμα σχετικά συγγράμματα

Στα ελληνικά

1. Εισαγωγή στα Φαινόμενα Μεταφοράς, R.B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, D.J. Klingenberg. Εκδόσεις Τζιόλα. (2η έκδοση)
2. Μηχανική των Ρευστών, 3η έκδοση. Α. Θ. Παπαϊωάννου. Εκδόσεις Σοφία (2020)
3. Schaum's: Δυναμική Ρευστών, W. F. Hughes, J. A. Brighton, εκδόσεις Τζιόλα
4. Μεταφορά θερμότητας και μάζας από τη Φυσική στη Μηχανολογία, (1η έκδοση 2022) εκδόσεις Τσότρας.
5. Μηχανική ρευστών, Munson, Young, Okiishi, εκδόσεις Τζιόλα

Στα αγγλικά

1. Alexander Smits, A physical Introduction to Fluid Mechanics, Wiley, 2000
2. Introduction to Heat Transfer (6th ed.), by T.L. Bergman, A.S. Lavine, F.P. Incropera, D.P. Dewitt. Willey Eds.

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά

Journal of Fluid Mechanics
Physical Review Fluids
Physics of Fluids
AIChE Journal

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	SCIENCES AND ENGINEERING		
ACADEMIC UNIT	DEPARTMENT OF MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING		
LEVEL OF STUDIES	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	EMY-344	**SEMESTER**	5th
COURSE TITLE	Transport Phenomena in Materials Science		
INDEPENDENT TEACHING ACTIVITIES *if credits are awarded for separate components of the course, e.g. lectures, laboratory exercises, etc. If the credits are awarded for the whole of the course, give the weekly teaching hours and the total credits*		**WEEKLY TEACHING HOURS**	**CREDITS**
		5	6
Add rows if necessary. The organisation of teaching and the teaching methods used are described in detail at (d).			
COURSE TYPE *general background, special background, specialised general knowledge, skills development*	Special background		
PREREQUISITE COURSES:	EMY-211		
LANGUAGE OF INSTRUCTION and EXAMINATIONS:	Greek		
IS THE COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS	Yes		
COURSE WEBSITE (URL)	https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/EMY344/		

(2) LEARNING OUTCOMES

Learning outcomes

The course learning outcomes, specific knowledge, skills and competences of an appropriate level, which the students will acquire with the successful completion of the course are described.

Consult Appendix A

- *Description of the level of learning outcomes for each qualifications cycle, according to the Qualifications Framework of the European Higher Education Area*
- *Descriptors for Levels 6, 7 & 8 of the European Qualifications Framework for Lifelong Learning and Appendix B*
- *Guidelines for writing Learning Outcomes*

Upon completion of the course students should:

1. have familiarity with Fourier's, Newton's and Fick's Laws for heat, momentum and mass transfer.

2. be able to establish conservation equations and necessary initial and boundary conditions, and decide on sufficient assumptions.

3. solve in detail some simplified cases.

4. recognize qualitative solutions of complex cases and understand temperature, velocity and concentration distributions.

5. apply the above to basic problems of heat, momentum and mass transfer in materials e.g. insulation, Newtonian fluid flow, evaporation.

The course according to the European Qualifications Framework for Lifelong Learning belongs to level 6.

General Competences

Taking into consideration the general competences that the degree-holder must acquire (as these appear in the Diploma Supplement and appear below), at which of the following does the course aim?

Search for, analysis and synthesis of data and information, with the use of the necessary technology	*Project planning and management*
Adapting to new situations	*Respect for difference and multiculturalism*
	Respect for the natural environment

Decision-making *Working independently* *Team work* *Working in an international environment* *Working in an interdisciplinary environment* *Production of new research ideas*	*Showing social, professional and ethical responsibility and sensitivity to gender issues* *Criticism and self-criticism* *Production of free, creative and inductive thinking* *……* *Others…* *……*

1. Analysis and synthesis of data and information using the necessary (theoretical, and basic computational and experimental) technologies. Develop critical thinking to select appropriate assumptions for problem solving.

2. Work in an interdisciplinary environment. Transport phenomena concern various properties of materials, materials of various phases and are applied in a wide range of cases.

3. Development of synthetical thinking. Transport phenomena are presented in Nature as a combination of the sub-cases we study. Their combination requires the individual understanding of each phenomenon and the synthesis. e.g. induced convection.

4. Individual project on a topic chosen by the student promotes free, creative thinking and autonomous work.

(3) SYLLABUS

1. Introduction to the unified presentation of Transport Phenomena. Laws of conservation. Review of vectors and tensors.

2. Heat transport mechanisms. Thermal conduction, Fourier's Law. Convection, forced convection, radiation.

3. Setup of equations, initial and boundary conditions and solution in one dimension. Graphical solutions in 2d with known boundary conditions.
Macroscopic balance.
Simple example of time-dependent heat transport under assumptions e.g. lumped capacitance method.

4. Fluid statics. Viscosity. Momentum transfer. Flow lines.
Macroscopic balance. Mechanical energy – Bernoulli equation. Reynolds Transport Theorem. Dimensional analysis.
Microscopic momentum balance for laminar isothermal flow. Simple solutions in Cartesian and non-Cartesian coordinate systems.

5. Mass transfer. Diffusion. Molecular description.
Macroscopic balance. Microscopic balance of mass flow in laminar flow.

(4) TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

DELIVERY *Face-to-face, Distance learning, etc.*	Face-to-face
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY *Use of ICT in teaching, laboratory education, communication with students*	Use of educational videos, use of open-source software with example data, online mathematical tools for solving/plotting solutions. Use of e-class for distribution of lecture notes, videos, links, questionnaires, suggested and solved exercises.
TEACHING METHODS *The manner and methods of teaching are described in detail.* *Lectures, seminars, laboratory practice, fieldwork, study and analysis of bibliography, tutorials, placements, clinical practice, art workshop, interactive teaching, educational visits, project, essay writing, artistic creativity, etc.* *The student's study hours for each learning activity are given as well as the hours of non-directed study according to the principles of the ECTS*	
STUDENT PERFORMANCE EVALUATION *Description of the evaluation procedure* *Language of evaluation, methods of evaluation, summative or conclusive, multiple choice questionnaires, short-answer questions, open-ended questions, problem solving, written work, essay/report, oral examination, public presentation, laboratory work, clinical examination of patient, art interpretation, other* *Specifically-defined evaluation criteria are given, and if and where they are accessible to students.*	Formative (Assessment of progress without grade consequence) - Weekly suggested exercises - Oral participation in solving problems during lectures Conclusive (Evaluation with grading consistency) - Three midterms: one at the end of each conceptual unit (heat, momentum, mass transfer) - Project (optional) - Final written exam The summative assessment is detailed on the first day of the course and in the syllabus, and is referenced in the e-class.

Activity	*Semester workload*
Lectures	52 hrs (4 εβδομαδιαίως)
Exercise section	13 hrs (1 εβδομαδιαίως)
Office hours	13 hrs
Optional Project	20 hrs
Independent study	65 hrs (5 εβδομαδιαίως)
Course total	**163**

(5) ATTACHED BIBLIOGRAPHY

- *Suggested bibliography:*

In Greek (in Evdoxos)

1. Μεταφορά θερμότητας και μάζας, Αραμπατζής Γ., Ασημακόπουλος Δ., Λυγερού Β. (1η έκδοση 2020), εκδόσεις Τζιόλα

3. Εισαγωγή στη Μηχανική των Ρευστών – digital book, freely available to the academic community at Kallipos repository https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5345

Other relevant, useful textbooks

In Greek

1. Εισαγωγή στα Φαινόμενα Μεταφοράς, R.B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, D.J. Klingenberg. Εκδόσεις Τζιόλα. (2η έκδοση)

2. Μηχανική των Ρευστών, 3η έκδοση. Α. Θ. Παπαϊωάννου. Εκδόσεις Σοφία (2020)

3. Schaum's: Δυναμική Ρευστών, W. F. Hughes, J. A. Brighton, εκδόσεις Τζιόλα

4. Μεταφορά θερμότητας και μάζας από τη Φυσική στη Μηχανολογία, (1η έκδοση 2022) εκδόσεις Τσότρας.

5. Μηχανική ρευστών, Munson, Young, Okiishi, εκδόσεις Τζιόλα

In English

1. Alexander Smits, A physical Introduction to Fluid Mechanics, Wiley, 2000
2. Introduction to Heat Transfer (6th ed.), by T.L. Bergman, A.S. Lavine, F.P. Incropera, D.P. Dewitt. Willey Eds.

- *Related academic journals*

Journal of Fluid Mechanics, Physical Review Fluids, Physics of Fluids, AIChE Journal