ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	**ΕΜΥ-345**	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	**6ο**
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Μέθοδοι Χαρακτηρισμού 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**
		4	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*	ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ, ΕΙΔΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	ΕΜΥ-141		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	ΕΛΛΗΝΙΚΑ		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/EMY345/		

(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*

Α) Οι γνώσεις που θα πρέπει να έχουν αποκτήσει οι φοιτητές από την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος αφορούν τις επιστημονικές αρχές που διέπουν τα κάτωθι:
Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας-ύλης. Βασικές αρχές και έννοιες σύγχρονων φασματοσκοπικών τεχνικών στο πεδίο της επιστήμης υλικών. Θεωρία ελαστικής σκέδασης. Ελαστική σκέδαση από μεμονωμένα άτομα. Θεωρία περίθλασης ακτίνων-Χ και ηλεκτρονίων. Δευτερογενής εκπομπή. Απορρόφηση ακτινοβολίας από

υλικά. Παραγωγή-ανίχνευση-μέτρηση ακτινοβολίας. Φασματοσκοπία φωτοηλεκτρονίων από ακτίνες-Χ (XPS) και φασματοσκοπία ηλεκτρονίων Auger (AES). Ηλεκτρονική μικροσκοπία (διέλευσης, σάρωσης). Φασματοσκοπία ακτίνων-Χ (EDS) για ανάλυση επιφανειών και διεπιφανειών. Φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-vis), φασματοσκοπία υπερύθρου (FT-IR) και φασματοσκοπία Raman

Β) Οι δεξιότητες που θα πρέπει να έχουν αποκτήσει οι φοιτητές από την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος αφορούν:
   α) πειραματικές τεχνικές και οργανολογία που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην δομική και χημική ανάλυση υλικών, όπως περιθλασιμετρία ακτίνων-Χ, φασματοσκοπία φωτοηλεκτρονίων από ακτίνες-Χ (XPS) και φασματοσκοπία ηλεκτρονίων Auger (AES). Ηλεκτρονική μικροσκοπία (διαπερατότητας, σάρωσης) και φασματοσκοπία ακτίνων-Χ (EDS). Φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-vis), φασματοσκοπία υπερύθρου (FT-IR) και φασματοσκοπία Raman.
   β) την σωστή επιλογή και χρήση εξειδικευμένων στην Επιστήμη των Υλικών αναλυτικών πειραματικών μέσων για τον δομικό και χημικό χαρακτηρισμό υλικών που επεκτείνεται και στην οριοθέτηση των σωστών περιοχών λειτουργίας κάθε μέσου για τις ανάγκες του εκάστοτε πειράματος.

Γ) Οι ικανότητες που θα πρέπει να έχουν αποκτήσει οι φοιτητές από την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος αφορούν:
   α) την σωστή επιλογή και χρήση κατάλληλης τεχνικής και πειραματικής μεθοδολογίας για τον δομικό και χημικό χαρακτηρισμό υλικών και
   β) την ικανότητα να αποτιμούν σωστά και να χρησιμοποιούν κατάλληλα τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία σχετικά με τις τεχνικές που παρουσιάστηκαν για διαφορετικές κατηγορίες υλικών.

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	*Σχεδιασμός και διαχείριση έργων*
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις	*Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα*
Λήψη αποφάσεων	*Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον*
Αυτόνομη εργασία	*Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου*
Ομαδική εργασία	*Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής*
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον	*Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης*
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον	……
Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών	Άλλες…
	…….

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών. Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.

Εισαγωγή

Διαφορετικά είδη ακτινοβολίας, Εξάρτηση ενέργειας και μήκους κύματος, Συγκεκριμένα είδη ακτινοβολίας που βρίσκουν χρήση στον τομέα της Επιστήμης Υλικών, Ατομική Θεωρία, Ενεργειακά επίπεδα στα άτομα.

Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας και ύλης

Κατηγορίες ακτινοβολίας, Ηλεκτρομαγνητικά κύματα, Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα, Ιονίζουσες (ακτίνες-Χ) και μη ιονίζουσες ακτινοβολίες, Μελέτη της αλληλεπίδρασης των δεσμών με ηλεκτρόνια/νετρόνια/ιόντα. Βασικές αρχές της ελαστικής σκέδασης (πλάτος και ένταση ακτινοβολίας). Ελαστική σκέδαση από μεμονωμένα άτομα.

Περίθλαση ακτίνων-Χ
Θεωρία, παραγωγή ακτίνων-Χ, παράμετροι που επηρεάζουν (δυναμικό, ρεύμα, κτλ), απορρόφηση ακτίνων-Χ από την ύλη, ανίχνευση/μέτρηση της έντασης των ακτίνων-Χ, κρυσταλλογραφία, κρυσταλλικό πλέγμα, μοναδιαία κυψελίδα, κρυσταλλογραφικά επίπεδα, εφαρμογή ακτίνων-Χ στην ανάλυση υλικών, πληροφορίες που προσφέρει σε μελέτη υλικών (σύσταση, κρυσταλλικότητα, μέγεθος κρυσταλλίτη, κτλ.).

Φασματοσκοπία φωτοηλεκτρονίων από ακτίνες-Χ (X-ray photoelectron spectroscopy/XPS) και φασματοσκοπία ηλεκτρονίων Auger (Auger electron spectroscopy/AES)
Βασικές αρχές, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, ενέργεια δέσμευσης, χημική μετατόπιση, δορυφορικές κορυφές στα φάσματα XPS, ηλεκτρονική επίδραση – spin-orbit coupling αρχή λειτουργίας φασματοσκοπίας ηλεκτρονίων Auger (AES). Εφαρμογές XPS και AES.

Φασματοσκοπία ακτίνων-Χ (EDS)
Βασικές αρχές, ηλεκτρονικές μεταβάσεις (θεμελιώδης και διεγερμένες καταστάσεις), εκπομπή χαρακτηριστικών ακτίνων-Χ, φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς ακτίνων-Χ (EDS), χαρακτηριστικά φάσματα EDS, Εφαρμογές.

Ηλεκτρονική μικροσκοπία (σάρωσης και διέλευσης)
Βασικές αρχές οπτικού μικροσκοπίου (φακός εστίασης, αντικειμενικός φακός, εστίαση/μεγέθυνση), ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Scanning Electron Microscopy, SEM), οργανολογία, παραδείγματα, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης (Transmission Electron Microscopy, TEM), οργανολογία, παραδείγματα, σύγκριση μεταξύ SEM/TEM μικροσκοπίων, συνδυασμός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου με φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, EDS).

Φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-vis)
Νόμος Beer-Lambert, Ηλεκτρονιακές μεταβάσεις, ορατή περιοχή φάσματος, συσχέτιση χρώματος/μήκους κύματος, χαρακτηριστικά παραδείγματα φασμάτων διαφόρων ενώσεων, διαφορετικά είδη φασμάτων (απορρόφησης, διαπερατότητας, ανάκλασης) σε υγρά και στερεά δείγματα.

Φασματοσκοπία υπερύθρου (FT-IR)
Διπολική ροπή, δονητικά/περιστροφικά επίπεδα, είδη μοριακών δονήσεων, κανόνες επιλογής, οργανολογία, συμβολόμετρο Michelson, χαρακτηριστικά φάσματα FT-IR οργανικών ενώσεων, μέθοδος αποσβεννύουσας ολικής ανάκλασης (Attenuated Total Reflectance, ATR), εφαρμογές.

Φασματοσκοπία Raman
Βασικές αρχές, γραμμές Stokes/Anti-Stokes, πολωσιμότητα, είδη δονήσεων/περιστροφών, κανόνες επιλογής, σύγκριση και διαφορές με FT-IR φασματοσκοπία, οργανολογία, χαρακτηριστικά φάσματα Raman οργανικών και ανόργανων ενώσεων/υλικών, εφαρμογές.

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ *Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.*	ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ ΣΕ ΑΙΘΟΥΣΑ, ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΕΠΙΔΕΙΞΗ ΟΡΓΑΝΩΝ
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ *Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές*	Οι διαλέξεις γίνονται με χρήση Η/Υ και προβολέα. Οι φοιτητές ενθαρρύνονται να επικοινωνούν με τον διδάσκοντα με ηλεκτρονική αλληλογραφία για όλα τα θέματα που αφορούν το μάθημα. Οι ανακοινώσεις του μαθήματος, οι διαλέξεις, τυχόν βοηθητικό υλικό και ο κανονισμός λειτουργίας αναρτώνται στην ιστοσελίδα του μαθήματος.
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	44 ώρες
Εκπαιδευτικές επισκέψεις	8 ώρες
Επαναληπτική τελική διάλεξη και επίλυση απορίων	4 ώρες
Μελέτη πριν από την τελική γραπτή εξέταση	50 ώρες
Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας	41 ώρες
Τελική εξέταση	3 ώρες
Σύνολο Μαθήματος	**150 ώρες**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ *Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης* *Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες* *Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.*	Ο κανονισμός λειτουργίας του μαθήματος και αξιολόγησης των φοιτητών είναι μόνιμα αναρτημένος στην ιστοσελίδα του μαθήματος. Η αξιολόγηση γίνεται στα Ελληνικά. Η αξιολόγηση των φοιτητών γίνεται από την ενεργό συμμετοχή τους στις διαλέξεις του μαθήματος και από την τελική γραπτή εξέταση που δίνει κάθε φοιτητής. Η εξέταση αποσκοπεί στην επίδειξη/απόδειξη της γνώσης που οφείλει να έχει ο φοιτητής επάνω στις βασικές αρχές λειτουργίας των μεθόδων δομικής και χημικής ανάλυσης που διδάχθηκε καθώς και στις δυνατότητες αξιοποίησης των μεθόδων αυτών σε διαφορετικές εφαρμογές της επιστήμης των υλικών.

(5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- *J. P. Eberhart, "Structural and Chemical Analysis of Materials", John Willey & Sons Inc., 1991.*
- *P. Atkins, J. De Paula, "Φυσικοχημεία" Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2018*
- *D.C. Harris, M.D. Bertolucci, "Symmetry and Spectroscopy" (Dover, NY 1978)*
- *P.E.J. Flewitt, R.K. Wild, "Physical Methods for Materials Characterization", IOP Publ., London (1994)*
- *H.-M. Tong and L.T. Nguyen, Eds., "New Characterization Techniques for Thin Polymer Films", Wiley, New York (1990)*
- *D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, "Principles of Instrumental Analysis", 5th Edition, Saunders College Publishing, Philadelphia (1998)*

- *Συναφή επιστημονικά περιοδικά:*

1. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*
2. *Spectrochimica Acta Part A*
3. *Microchemical Journal*
4. *Physical Chemistry Chemical Physics*

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	School of Sciences and Engineering		
ACADEMIC UNIT	Department of Materials Science and Engineering		
LEVEL OF STUDIES	Undergraduate Studies		
COURSE CODE	**EMY-345**	**SEMESTER**	**6th**
COURSE TITLE	Materials Characterization Methods		

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**
	4	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*	Specialised general knowledge. Special background
PREREQUISITE COURSES:	EMY-141
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/EMY345/

(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*

A. The knowledge which the students will acquire upon successful completion of the course comprises: Radiation-matter interaction. Basic principles and concepts of using modern spectroscopic techniques in the field of materials science. Theory of elastic scattering. Elastic scattering from isolated atoms. Theory of X-Ray and electron diffraction. Secondary emission. Absorption of radiation from materials. Emission-detection-measurement of radiation. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and Auger electron spectroscopy, scanning and transmission electron spectroscopy, energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) for analysis of materials surfaces and interfaces. UV-vis spectroscopy, Infrared spectroscopy (FT-IR) and Raman spectroscopy.

B. The skills which the students will acquire upon successful completion of the course are:
a) mastering real-life experimental techniques and instrumentation, which are widely used for the structural and chemical characterization of materials, such as X-Ray diffractometry, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Auger electron spectroscopy (AES), scanning and transmission electron microscopy and EDS analysis, UV-vis spectroscopy, Infrared spectroscopy (FT-IR) and Raman spectroscopy.
b) choosing the right instruments or equipment for the chemical and structural analysis of materials.

C. The competence which the students will acquire upon successful completion of the course is
a) the ability to decide on and properly utilize the proper experimental technique for a specific structural and/or chemical characterization of materials
b) the ability to correctly assess and utilize results presented by other scientists regarding the aforementioned specific characterizations of different classes of materials.

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

Search for, analysis and synthesis of data and information, with the use of the necessary technology. Working independently. Production of free, creative and inductive thinking.

(3) SYLLABUS

Introduction
Types of radiation, energy-wavelength relation, radiation applications to materials science, atomic theory, atomic energy levels.

Radiation-Matter interaction
Electromagnetic waves, electromagnetic spectrum, ionizing (X-Ray) and non-ionizing radiation, study of the interaction of beams with electrons/neutrons/ions. Basic principles of elastic scattering (amplitude/intensity of radiation). Elastic scattering from isolated atoms.

X-Ray diffraction
Theory, Emission of X-rays and affecting factors (potential, current etc), Absorption of X-rays, Detection of X-rays and measurement of their intensity, Crystallography, Crystal lattice, Primitive cell, Crystalline planes, Instrumentation, Application of X-rays diffraction to materials characterization (composition, crystal phases, crystallite size etc.).

X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and Auger electron spectroscopy (AES)
Principle of operation, photoelectric effect, binding energy, chemical shift, satellite peaks, XPS peak splitting and spin-orbit coupling, theory of auger electron spectroscopy, applications of XPS and AES.

Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS)
Principle of operation, electronic transitions, emission of characteristic X-rays, energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), characteristic EDS spectra, applications.

Electron microscopy
Aspects of an optical microscope (focusing lens, objective lens, magnification), scanning electron microscopy (SEM), SEM instrumentation, examples, transmission electron microscopy (TEM), TEM instrumentation, examples, comparison between SEM/TEM microscopes, combination of an electron microscope with energy dispersive spectroscopy (EDS).

Ultraviolet-Visible (UV-Vis) spectroscopy
Beer-Lambert Law, Electronic transitions, Visible range of the spectrum, Color - wavelength relation, Typical examples of chemical compound spectra, Absorption/Transmission/Reflection spectra in liquid and solid samples.

Fourier Transform - Infrared spectroscopy (FT-IR)
Dipolar moment, Vibrational/Rotational energy levels, Types of molecular vibrational motion, Selection rules, Instrumentation, Michelson Interferometer, Typical FT-IR spectra of organic compounds, Attenuated Total Reflectance (ATR), Applications.

Raman spectroscopy
Basic principles, Stokes/Anti-Stokes lines, Polarization, Vibration - Rotation types, Selection rules, Comparison with FT-IR: similarities and differences, laser, Instrumentation, Typical Raman spectra of organic and inorganic compounds / materials, Applications.

(4) TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

<table>
<tr><td>DELIVERY
Face-to-face, Distance learning, etc.</td><td>Lectures, Visits to research laboratories - Instrument demonstration</td></tr>
<tr><td>USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY
Use of ICT in teaching, laboratory education, communication with students</td><td>Lectures are given as computer-based slide-show presentations. Students are encouraged to communicate with the teachers by e-mail for all matters having to do with the course. All announcements, the lectures, the course regulations and complementary reading material are posted in the course webpage.</td></tr>
<tr><td>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</td><td>
<table>
<tr><th>Activity</th><th>Semester workload</th></tr>
<tr><td>Lectures</td><td>14 hours</td></tr>
<tr><td>Educational visits</td><td>8 hours</td></tr>
<tr><td>Final lecture and answering students’ questions</td><td>4 hours</td></tr>
<tr><td>Study before the final written exam</td><td>50 hours</td></tr>
<tr><td>Study and analysis of bibliography</td><td>41 hours</td></tr>
<tr><td>Final Exam</td><td>3 hours</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Course total</td><td>150 hours</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>STUDENT PERFORMANCE EVALUATION
Description of the evaluation procedure

Language of evaluation, methods of evaluation, summative or conclusive, multiple choice questionnaires, short-</td><td>The course teaching and student evaluation regulations are permanently posted in the course webpage. Students are evaluated by their presence and participation in the lectures and the final written examination, which intends to give proof of the knowledge that the student should have acquired after taking the course.</td></tr>
</table>

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.*	

(5) ATTACHED BIBLIOGRAPHY

- Suggested bibliography:

- *J. P. Eberhart, "Structural and Chemical Analysis of Materials", John Willey & Sons Inc., 1991.*
- *P. Atkins, J. De Paula, "Φυσικοχημεία" Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2018*
- *D.C. Harris, M.D. Bertolucci, "Symmetry and Spectroscopy" (Dover, NY 1978)*
- *P.E.J. Flewitt, R.K. Wild, "Physical Methods for Materials Characterization", IOP Publ., London (1994)*
- *H.-M. Tong and L.T. Nguyen, Eds., "New Characterization Techniques for Thin Polymer Films", Wiley, New York (1990)*
- *D. A. Skoog, F. J. Holler and T. A. Nieman, "Principles of Instrumental Analysis", 5th Edition, Saunders College Publishing, Philadelphia (1998)*