

ΧΗΜ-405 ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΧΗΜΕΙΑΣ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΧΗΜ-405	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	6^ο
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Περιβαλλοντική Χημεία		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις	4	6	
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Ειδίκευσης Υποχρεωτικό		
<i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>			
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Το μάθημα προϋποθέτει βασικές γνώσεις Γενικής και Οργανικής Χημείας, και Φυσικοχημείας		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική.		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΟΧΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	http://www.chemistry.uoc.gr/xhm405/		

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 Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης

Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β

Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Το μάθημα της Περιβαλλοντικής Χημείας στοχεύει στην κατανόηση των εννοιών που αφορούν την μελέτη της σύστασης και τις ιδιότητες των χημικών διεργασιών που συμβαίνουν με φυσικό τρόπο στην ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα και την υδρόσφαιρα, καθώς και τις επιδράσεις των διαφόρων ρύπων το περιβάλλον. Θα εξεταστούν επίσης περιεκτικά, υπό το πρίσμα της Χημείας, η τοξικότητα των σημαντικότερων ρύπων, οι τεχνικές επεξεργασίας τους, και οι μέθοδοι ελαχιστοποίησης και πρόληψης της ρύπανσης. Οι φοιτήτριες/φοιτητές, μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος, θα εξοικειωθούν με τις ακόλουθες έννοιες:

Α) Με τους φυσικούς κύκλους των στοιχείων και των μορίων στο περιβάλλον.

Β) Τις χημικές αντιδράσεις σχετιζόμενες με τους βιογεωχημικούς κύκλους.

Γ) Τις χημικές αντιδράσεις και διεργασίες αναφερόμενες στην τοξικότητα των ρύπων και την επεξεργασία των αποβλήτων.

Δ) Τις μεθόδους αντιμετώπισης της ρύπανσης με έμφαση στην «Πράσινη Χημεία».

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

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις

Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Λήψη αποφάσεων

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Αυτόνομη εργασία

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Ομαδική εργασία

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία

- Σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον
- Προαγωγή της δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγή στη Περιβάλλοντική Χημεία

- 1.1. Η επίδραση του ανθρώπου στο περιβάλλον
- 1.2. Μονάδες του γεωλογικού χρόνου και η έννοια του «Ανθρωπόκαινου»
- 1.3. Χημεία των Φυσικών Διεργασιών
- 1.4. Χημεία των Διεργασιών Ρύπανσης
- 1.5. Σημασία της Περιβαλλοντικής Χημείας

2. Βασικές αρχές της Χημείας των φυσικών περιβαλλοντικών διεργασιών

- 2.1. Χημικές ισορροπίες: Διαγράμματα κατανομής χημικών ειδών
- 2.2. Αντιδράσεις οξέων βάσεων
- 2.3. Οξειδοαναγωγικές διεργασίες: Κύκλος και ενεργότητα των ηλεκτρονίων στο περιβάλλον, pE & E , εξίσωση του Nernst, διαγράμματα $pE-pH$ (Pourbaix), διάγραμμα $pE-pH$ του νερού.

3. Σύμπλοκα και αντιδράσεις σχηματισμού συμπλόκων

- 3.1. Σύμπλοκα και χηλική επίδραση
- 3.2. Κινητική αντιδράσεων μεταλλικών συμπλόκων
- 3.3. Σύμπλοκα μεταλλικών ιόντων στα φυσικά ύδατα

4. Χημικές Διεργασίες στην Υδρόσφαιρα

- 4.1. Ο κύκλος του Νερού-Χρόνοι παραμονής του νερού στις φυσικές δεξαμενές
- 4.2. Διεργασίες που επηρεάζουν τη σύσταση του Νερού
- 4.3. Κατηγορίες φυσικών υδάτων και η χημική τους σύσταση
- 4.4. Αλληλεπιδράσεις των φυσικών υδάτων με την ατμόσφαιρα αέρα και τα ιζήματα: Νόμος του Henry, οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα.
- 4.5. Διεργασίες που καθορίζουν το pH των φυσικών υδάτων: Αλκαλικότητα και βασικότητα
- 4.6. Εξάρτηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των υδατικών οικοσυστημάτων από το pH
- 4.7. Το ασβέστιο και άλλα μέταλλα στα φυσικά ύδατα
- 4.8. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στα φυσικά υδατικά συστήματα
- 4.9. Διαγράμματα $pE-pH$ (Pourbaix) του σιδήρου στα φυσικά ύδατα και του χλωρίου στο πόσιμο νερό
- 4.10. Σχηματισμός συμπλόκων στα φυσικά υδατικά συστήματα
- 4.11. Φωτοχημικές αντιδράσεις στα φυσικά νερά
- 4.12. Ετερογενείς Διεργασίες: Αλληλεπιδράσεις μεταξύ φάσεων στα φυσικά ύδατα: I. Διαλυτότητα Αερίων στα φυσικά νερά, II. Σχηματισμός Ιζημάτων στα φυσικά νερά, III. Κολλοειδή στο υδατικό περιβάλλον, IV. Προσρόφηση χημικών ουσιών σε στερεά

5. Αναλυτική Χημεία Περιβάλλοντος

6. Εισαγωγή στην έννοια των Βιογεωχημικών Κύκλων

- 6.1. Ο κύκλος του νερού
- 6.2. Ο κύκλος του υδρογόνου
- 6.3. Ο κύκλος του άνθρακα
- 6.4. Ο κύκλος του οξυγόνου

- 6.5. Ο κύκλος του αζώτου
- 6.6. Ο κύκλος του θείου
- 6.7. Ο κύκλος του φωσφόρου
- 6.8. Ο κύκλος του σιδήρου

7. Χημική ρύπανση

- 7.1. Φάσεις της Υποβάθμισης του Περιβάλλοντος από τις Ανθρώπινες Δραστηριότητες
- 7.2. Πηγές της χημικής ρύπανσης: Συμβατικοί και μη-συμβατικού ρύποι
- 7.3. Χημική ρύπανση από ανθρωπογενείς οργανικές ουσίες
- 7.4. Εκτίμηση Επιπτώσεων Ανθρωπογενών Ενώσεων στο Περιβάλλον: Οργανική Περιβαλλοντική Χημεία
- 7.5. Τοξικολογία χημικών ενώσεων

8. Επεξεργασία χημικών αποβλήτων

9. Χημική επεξεργασία (απολύμανση) του πόσιμου νερού

10. Πράσινη Χημεία

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο (αίθουσα διδασκαλίας)</p>											
<p>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο • Ιστοσελίδα τμήματος-Οδηγός σπουδών • Classweb 											
<p>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 ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="683 1288 1289 1377">Δραστηριότητα</th> <th data-bbox="1289 1288 1449 1377">Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="683 1377 1289 1417">Διαλέξεις και φροντιστήρια</td> <td data-bbox="1289 1377 1449 1417">52</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1417 1289 1451">Μελέτη</td> <td data-bbox="1289 1417 1449 1451">70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1451 1289 1523">Δυο απαλλακτικές πρόοδοι (50% του βαθμού ανά πρόοδο)</td> <td data-bbox="1289 1451 1449 1523">28</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1523 1289 1585">Σύνολο Μαθήματος</td> <td data-bbox="1289 1523 1449 1585">150</td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις και φροντιστήρια	52	Μελέτη	70	Δυο απαλλακτικές πρόοδοι (50% του βαθμού ανά πρόοδο)	28	Σύνολο Μαθήματος	150	
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου											
Διαλέξεις και φροντιστήρια	52											
Μελέτη	70											
Δυο απαλλακτικές πρόοδοι (50% του βαθμού ανά πρόοδο)	28											
Σύνολο Μαθήματος	150											
<p>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</p>												

<p>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>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</p> <p>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<p>Γλώσσα ελληνική</p> <p>Ο τελικός βαθμός του μαθήματος προκύπτει από:</p> <p>50% από την βαθμολόγηση των δυο προόδων (ενδιάμεση και τελική πρόοδος, Απρίλιο και Ιούνιο). Στην περίπτωση αποτυχίας οι φοιτήτριες/φοιτητές εξετάζονται εφ' όλης της ύλης στην εξεταστική περίοδο του Σεπτεμβρίου.</p>
---	--

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

- Περιβαλλοντική Χημεία - Θεμελιώδεις έννοιες, Jorge G. Ibanez et al., Επιστημονική επιμέλεια Ευριπίδης Γ. Στεφάνου και Συνεργάτες, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2016.
- Environmental Organic Chemistry, René P. Schwarzenbach, Philip M. Gschwend, Dieter M. Imboden, 3rd edition, ISBN: 978-1-118-76723-8, November 2016, Wiley
- Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, Werner Stumm, James J. Morgan, 3rd Edition, ISBN: 978-0-471-51185-4, October 1995, Wiley
- Σημειώσεις διαφάνειες διαλέξεων του Διδάσκοντος (Ε. Γ. Στεφάνου) ανηρτημένες στον ιστότοπο του μαθήματος (<http://www.chemistry.uoc.gr/xhm405/>)

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	SCHOOL OF SCIENCES AND ENGINEERING		
ACADEMIC UNIT	DEPARTMENT OF CHEMISTRY		
LEVEL OF STUDIES	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	CHEM-405	SEMESTER	6
COURSE TITLE	Environmental Chemistry		
INDEPENDENT TEACHING ACTIVITIES <i>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</i>	WEEKLY TEACHING HOURS	CREDITS	
Lectures	4	6	
<i>Add rows if necessary. The organisation of teaching and the teaching methods used are described in detail at (d).</i>			
COURSE TYPE <i>general background, special background, specialised general knowledge, skills development</i>	Special background Compulsory course		
PREREQUISITE COURSES:	Basic knowledge of General, Organic and Physical Chemistry		
LANGUAGE OF INSTRUCTION and EXAMINATIONS:	Greek		
IS THE COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS	NO		
COURSE WEBSITE (URL)	http://www.chemistry.uoc.gr/xhm405/		

(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

The course of Environmental Chemistry aims to introduce the main background concepts of the chemical processes occurring naturally in the atmosphere, the lithosphere and the hydrosphere, as well as the effects of various pollutants on the environment. In the light of Chemistry, the toxicity of the major pollutants, the treatment techniques and methods utilized, to minimize and prevent environmental pollution will also be examined.

Students, after completing the course, will familiarize themselves with the following notions:

- A) The natural cycles of elements and molecules in the environment.
- B) The chemical reactions related to biogeochemical cycles.
- C) The chemical reactions and processes related to pollutant toxicity and wastewater treatment.
- D) The methods of dealing with environmental pollution from chemicals with emphasis on "Green Chemistry".

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

Adapting to new situations

Decision-making

Working independently

Project planning and management

Respect for difference and multiculturalism

Respect for the natural environment

Showing social, professional and ethical responsibility and sensitivity to gender issues

Criticism and self-criticism

<i>Team work</i>	<i>Production of free, creative and inductive thinking</i>
<i>Working in an international environment</i>
<i>Working in an interdisciplinary environment</i>	<i>Others...</i>
<i>Production of new research ideas</i>

- Search for, analysis and synthesis of data and information, with the use of the necessary technology
- Adapting to new situations
- Working independently
- Team work
- Respect for natural environment
- Production of new research ideas

(3) SYLLABUS

1. Introduction to Environmental Chemistry

- 1.1 Human influence on the environment
- 1.2 Units of geological time and the concept of «anthropocene»
- 1.3 Chemistry of natural processes
- 1.4 Chemistry of pollution processes
- 1.5 The importance of Environmental Chemistry

2. The fundamentals of Chemistry applied to environmental natural processes

- 2.1 Chemical equilibria: Distribution diagrams of chemical species
- 2.2 Acid-base reactions
- 2.3 Redox processes: Cycle and activity of electrons in the environment, pE & E, Nernst equation, diagrams pE-pH (Pourbaix), pE-pH diagram for water.

3. Complexes and complex formation

- 3.1 Complexes and chelate effect
- 3.2 Chemical kinetics of metal complex formation
- 3.3 Complexes of metal ions in natural waters

4. Chemical processes in the hydrosphere

- 4.1 Water cycle - Residence time of water in natural reservoirs
- 4.2 Processes that affect water composition
- 4.3 Categories of natural waters and their chemical composition
- 4.4 Interactions of water with air and sediments: Henry law, oxygen and carbon dioxide
- 4.5 Processes that regulate the pH of natural waters: Alkalinity and basicity
- 4.6 Photosynthesis and the pH of natural waters
- 4.7 Calcium and other metal in natural waters
- 4.8 Redox reactions in natural waters
- 4.9 pE-pH diagrams (Pourbaix) of iron in natural waters and chlorine in drinking water
- 4.10 Complex formation in natural waters
- 4.11 Photochemical reactions in natural waters
- 4.12 Heterogeneous processes - Phases interactions in natural waters: I. Gas dissolution, II. Natural removal of species by physicochemical processes, III. Coloids, IV. Sorption processes

5. Analytical Environmental Chemistry

6. Biogeochemical Cycles

- 6.1 The water cycle
- 6.2 The hydrogen cycle
- 6.3 The carbon cycle
- 6.4 The oxygen cycle
- 6.5 The nitrogen cycle
- 6.6 The sulfur cycle
- 6.7 The phosphorus cycle
- 6.8 The cycle of iron

7. The Chemical Pollution

- 7.1 The phases of degradation of natural environment through anthropogenic activities
- 7.2 Sources of chemical pollution: Conventional and non-conventional pollutants
- 7.3 Chemical pollution from anthropogenic organic chemicals
- 7.4 Evaluation of the fate of organic chemicals in the environment: Environmental Organic Chemistry
- 7.5 Toxicology of chemical substances

8. Biological Treatment of Pollutants and Wastes

9. Chemical Treatment (Disinfection) of Water

10. Green Chemistry

11. TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

<p>DELIVERY <i>Face-to-face, Distance learning, etc.</i></p>	Face to face (classroom)	
<p>USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY <i>Use of ICT in teaching, laboratory education, communication with students</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Electronic mail • Departmental website-Study guide • Classweb 	
<p>TEACHING METHODS <i>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.</i></p> <p><i>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</i></p>	Activity	Semester workload
	Lectures and exercises	52
	Study	70
	Midterm and final examination	28
	Course total	150
<p>STUDENT PERFORMANCE EVALUATION <i>Description of the evaluation procedure</i></p> <p><i>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</i></p> <p><i>Specifically-defined evaluation criteria are given, and if and where they are accessible to students.</i></p>	<p>Greek language</p> <p>The final mark for the course results as follows: 50% of the midterm exam (April) and 50% of the final exam (June). In case of failure the students will be then examined for all the course material in September</p>	

12. ATTACHED BIBLIOGRAPHY

- Environmental Chemistry-Fundamentals, Ibanez, J.G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., Singh, M.M., 2007, Springer (Translated in Greek, Crete University Press, 2016)
- Environmental Organic Chemistry, René P. Schwarzenbach, Philip M. Gschwend, Dieter M. Imboden, 3rd edition, ISBN: 978-1-118-76723-8, November 2016, Wiley
- Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, Werner Stumm, James J. Morgan, 3rd Edition, ISBN: 978-0-471-51185-4, October 1995, Wiley
- Notes and ppt-slides of the course by the Tutor (E. G. Stephanou), to be uploaded from <http://www.chemistry.uoc.gr/xhm405/>