

Ενημερωτικό Άρθρο

Review Article

Η Χημεία των Έργων της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Πρόταση για Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Συντηρητών

E. ΙΩΑΚΕΙΜΟΓΛΟΥ

Περίληψη

Στη μελέτη αυτή αναπτύσσεται Πρόγραμμα-Πρόταση για τη διδασκαλία της Χημείας σε σχολές συντήρησης έργων τέχνης και αρχαιοτήτων της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Για τη σύνταξη του εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν οι απαιτήσεις και τα προβλήματα της διδασκαλίας της Χημείας. Ο εντοπισμός αυτός και η ανάλυση ήταν η αναγκαία προεργασία για την επιλογή και ιεράρχηση των στόχων, την επιλογή και διάρθρωση του υλικού, την επιλογή της μορφής της διδασκαλίας και την υπόδειξη τρόπων οργάνωσής της.

The Chemistry of Works of Cultural Property. A Proposal for an Education Program for Conservators

E. IOKIMOGLU

Abstract

In this study a program is developed - a proposal is made for the teaching of Chemistry for courses concerning the Conservation of works of Art and Antiquities in advanced education. To compile this program the requirements and problems of the teaching of Chemistry have been traced and analysed. The tracing and analysis were necessary preliminary work for the selection and grading of the objectives, for the choice and articulation of the material, the choice of the form of teaching and the suggestions of the methods of its organization.

Υποβλήθηκε: 3.1.1990
Έγινε δεκτή: 6.2.1990

submitted: Jan. 3, 1990
Accepted: Feb. 6, 1990

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά το γεγονός ότι η Χημεία και η Τέχνη έχουν πολλούς τομείς κοινού ενδιαφέροντος, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα εξελίχτηκαν χωριστά και κάθε μία ανέπτυξε τις δικές της μεθόδους και τη δική της ορολογία. Στο 19ο αιώνα μερικοί επιστήμονες ασχολήθηκαν μεμονωμένα με θέματα που έχουν σχέση με την Τέχνη και τη Συντήρηση των καλλιτεχνικών δημιουργημάτων. Οι χωριστοί δρόμοι Τέχνης και Επιστήμης διασταυρώθηκαν στις αρχές του αιώνα, όταν οι χημικοί και γενικότερα οι επιστήμονες από διάφορες ειδικότητες άρχισαν να ενδιαφέρονται και να ασχολούνται πιο συστηματικά με τη συντήρηση των μνημείων. Η μελέτη της σύστασης και των ιδιοτήτων των δομικών υλικών τους, οδήγησε στη συνειδητοποίηση των προβλημάτων που προκύπτουν από τη φθορά τους καθώς και των αιτιών που την προκαλούν και έκανε ολοφάνερη την αναγκαιότητα της επέμβασης της Επιστήμης στον Τομέα της Συντήρησης. Οργανώθηκαν διεθνή συνέδρια με θέμα τη Συντήρηση και την Αποκατάσταση και διατυπώθηκαν "κανόνες επέμβασης" στα μνημεία (Χάρτης Αθηνών, Χάρτης Βενετίας). Ιδρύθηκαν επίσης σε διάφορες χώρες ερευνητικά εργαστήρια και κέντρα Συντήρησης, και εκδόθηκαν ειδικευμένα περιοδικά και μονογραφίες. Σήμερα οι χημικοί δεν ασχολούνται μόνο με τη σύνθεση των χρωμάτων και άλλων υλικών που χρησιμοποιούν οι καλλιτέχνες, αλλά θέτουν στη διάθεση των συντηρητών ποικίλα συνθετικά προϊόντα που συχνά έχουν πιο ενδιαφέρουσες ιδιότητες από τα αντίστοιχα φυσικά. Κορυφαίος όμως στόχος της Χημείας στον τομέα της Συντήρησης είναι η ανακάλυψη των αιτιών και των μηχανισμών φθοράς των υλικών των έργων Τέχνης και των μνημείων που οδηγεί σε επιστημονικές μεθόδους προστασίας.

Η εκπαίδευση των συντηρητών, σε όλες τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες, γίνεται σε Πανεπιστημιακές Σχολές και ειδικά Ινστιτούτα στα προγράμματα των οποίων η Χημεία έχει σημαντική θέση.

Σ'αυτή την εκπαίδευση σκοπό έχει να συνεισφέρει και η παρούσα εργασία με την επεξεργασία ενός προγράμματος διδασκαλίας της Χημείας για την Συντήρηση και την Αποκατάσταση των έργων της πολιτιστικής κληρονομιάς. Για τη σύνταξη του προγράμματος αυτού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του καθορισμού των διδακτικών στόχων, η επιλογή των οποίων έγινε με βάση τις γνώσεις που απαιτούνται για την επαγγελματική εκπαίδευση των συντηρητών. Στη συνέχεια προσδιορίστηκε το περιεχόμενο ενός κύκλου ειδικών μαθημάτων Χημείας. Στο πρόγραμμα

αυτό κρίθηκε απαραίτητο να συμπεριληφθεί κι ένα αρκετά εκτεταμένο μάθημα βασικής Χημείας και Φυσικοχημείας γιατί έτσι οι σπουδαστές :

- * Συμπληρώνουν τα κενά και ταυτόχρονα διευρύνουν το ορίζοντα των γνώσεων που έχουν στη Χημεία ώστε να παρακολουθήσουν με επιτυχία τα ειδικά μαθήματα.
- * Αποκτούν τη δυνατότητα κατανόησης των φυσικοχημικών φαινομένων που υπεισέρχονται στις διαδικασίες της συντήρησης ώστε να αναπτύξουν πρωτοβουλίες και να συνεργάζονται αποτελεσματικότερα με τους Χημικούς.
- * Αποκτούν μια γενική μόρφωση και θεώρηση της Χημείας που τους επιτρέπει να συνειδητοποιήσουν την αλληλεπίδραση που υπάρχει ανάμεσα στην ανάπτυξη της Χημείας και τους οικονομικούς, κοινωνικούς και ιστορικούς παράγοντες που τη δημιουργούν.

1. Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕΣΩ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΧΩΝ

Μια διδασκαλία δεν είναι αποτελεσματική παρά μόνο στο μέτρο που πετυχαίνει ένα πρωτεύοντα στόχο : Οφείλει να προσανατολίζει το σπουδαστή προς την κατεύθυνση-στόχο πείθοντάς τον για τη χρησιμότητα των γνώσεων που παρέχει (1,2). Οφείλει δηλαδή να ενισχύει τα υπάρχοντα κίνητρα των σπουδαστών που επιθυμούν να ασκήσουν ένα ενδιαφέρον επάγγελμα όπου θα μπορούν να αξιοποιούν και να τελειοποιούν τις γνώσεις τους. Για να διεγείρει ο εκπαιδευτικός την επιθυμία της μάθησης στους σπουδαστές θα πρέπει να παρουσιάσει με σαφήνεια τους γενικούς σκοπούς του μαθήματος πριν ακόμη αρχίσει τη διδασκαλία.

Ο προγραμματισμός και η οργάνωση της διδασκαλίας μπορούν να αναλυθούν σε τρία στάδια :

α. Επιλογή των στόχων και διατύπωσή τους.

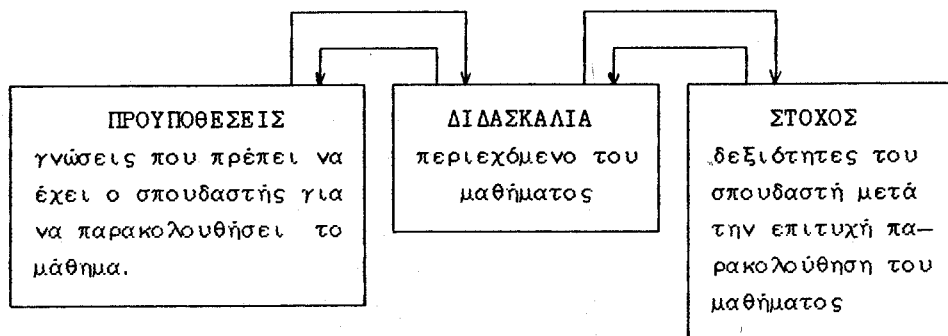
Για να καταστρώσει ο εκπαιδευτικός το πρόγραμμα διδασκαλίας θα πρέπει καταρχήν να επιλέξει τους διδακτικούς στόχους (3, 4), τους οποίους διατυπώνει ως ένα σύνολο δεξιοτήτων που θα έχουν αποκτήσει οι σπουδαστές όταν περατωθεί με επιτυχία η διδασκαλία.

β. Καθορισμός του περιεχομένου της διδασκαλίας.

γ. Προσδιορισμός των προϋποθέσεων της διδασκαλίας.

Για την επιτυχή παρακολούθηση της διδασκαλίας απαιτείται ένα σύνολο γνώσεων (προϋποθέσεις) που είναι συνισταμένη των γνώσεων

του σπουδαστή πριν από την έναρξη των μαθημάτων και συμπληρωματικών γνώσεων. Η παραπάνω ανάλυση του προγραμματισμού περιγράφεται στο σχήμα που ακολουθεί :



Οι δεξιότητες του σπουδαστή μπορούν να αξιολογηθούν με μία εξέταση προφορική ή γραπτή ή ακόμη με μια εξέταση πρακτική (π.χ. στο εργαστήριο).

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Η διδασκαλία της Χημείας περιορίζεται πολύ συχνά στη συστηματική περιγραφή των διαφόρων κατηγοριών χημικών ενώσεων και των ιδιοτήτων τους. Μια διδασκαλία τέτοιου είδους είναι στεία, μη παραγωγική και πολύ συχνά φτάνει να πνίξει κάθε κίνητρο και κάθε επιθυμία για μάθηση. Είναι λοιπόν απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένας ριζικά διαφορετικός τρόπος διδασκαλίας της Χημείας (5, 6) που να θέτει τον ακόλουθο στόχο :

Με την ολοκλήρωση των παραδόσεων του μαθήματος ο σπουδαστής πρέπει να είναι κάτοχος, όχι μιας πλήρους γνώσης των χημικών φαινομένων και ενώσεων, αλλά μιας κριτικής θεώρησης της Χημείας (πράγμα που προϋποθέτει βέβαια την απόκτηση ενός minimum γνώσεων).

Για την επίτευξη αυτού του στόχου θα πρέπει :

- * Να παρουσιάζονται οι έννοιες και οι βασικές αρχές της Χημείας χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απαρχαιωμένη διάκριση σε ανόργανη, οργανική και γενική Χημεία. Σήμερα η Χημεία εμφανίζεται ως μία αυθεντική μοριακή επιστήμη και θα ήταν πιο ακριβές να θεωρούμε ότι διαιρείται σε ενεργειακή, δομική και δυναμική Χημεία.
- * Η διδασκαλία να είναι "διαποτισμένη" με παραδείγματα που να

αποδεικνύουν την αξία της Χημείας αποκαλύπτοντας το ρόλο της στην καθημερινή ζωή καθώς και στα σύγχρονα και μελλοντικά προβλήματα της κοινωνίας (πρώτες ύλες, ενέργεια, μόλυνση του περιβάλλοντος, υγεία, διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς κ.λπ.).

- * Να χρησιμοποιείται μια γλώσσα με συγκεκριμένες έννοιες ώστε να περιγράφονται με σαφήνεια τα χημικά φαινόμενα.
- * Να μη χρησιμοποιούνται περισσότερα μαθηματικά από όσα απαιτούνται για τη διασφάλιση της αυστηρότητας στη διατύπωση των παρεχομένων γνώσεων.
- * Να χρησιμοποιούνται στο maximum διδακτικά εργαλεία όπως τα σχήματα, οι γραφικές παραστάσεις και οι ασκήσεις ώστε να διευκρινίζονται τα δύσκολα σημεία του μαθήματος.
- * Να γίνεται προσπάθεια εξοικείωσης του σπουδαστή με μια "ζωντανή" επιστήμη όπως ασκείται στο εργαστήριο.

3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΣΥΝΤΗΡΗΤΕΣ.

3.1. Επιλογή των στόχων και διατύπωσή τους

Η δραστηριότητα του συντηρητή των έργων Τέχνης συνίσταται στη συντήρηση και στην αποκατάσταση των καλλιτεχνικών και πολιτιστικών αγαθών. Κάθε συντήρηση μπορεί να περιέχει χειρισμούς με μη αντιστρέψιμα ή ακόμη και καταστροφικά αποτελέσματα για το έργο Τέχνης κι αυτό καθιστά ολοφάνερη την ιδιαίτερη ευθύνη που φέρει ο συντηρητής. Είναι κατά συνέπεια αναγκαίο, η εκπαίδευση των συντηρητών να είναι υψηλού επιπέδου και πραγματικά διεπιστημονική (7, 8). Γιατί τότε και μόνο θα είναι σε θέση να κατανοούν τα επιστημονικά πορίσματα που αφορούν τη συντήρηση των μνημείων, να τα συσχετίζουν με την προσωπική τους διάγνωση που είναι απόρροια της ευαισθησίας και της εμπειρίας τους και να επεμβαίνουν αποτελεσματικά για τη διάσωσή τους.

Πριν από την περιγραφή και την οργάνωση του περιεχομένου των μαθημάτων κάνουμε την επιλογή των στόχων με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- Τα δομικά υλικά των έργων Τέχνης και των μνημείων (πέτρα, χαρτί, μέταλλο, ξύλο, ύφασμα, δέρμα κ.λπ.).

- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη ζωγραφική (πιγμέντα, βερνίκια, λάδια, διαλύτες κ.λπ.).
- Την πρακτική της συντήρησης και τα χρησιμοποιούμενα προϊόντα (Καθαρισμός των επιφανειών με ροφητικές ουσίες όπως ατταπουλγίτης, μπεντονίτης, σιπτόλιθος, με οργανικούς διαλύτες, απορρυπαντικά, διαλύματα οξέων ή βάσεων οξειδωτικές ή αναγωγικές ουσίες, με υπερήχους, με ακτίνες LASER. Στερέωση σαθρού υλικού με ανόργανα υλικά, με κόλλες, συνθετικές ρητίνες κ.λπ.). (βλ. βιβλ. 76).
- Τα αίτια και τους μηχανισμούς φθοράς των δομικών υλικών των έργων Τέχνης και των μνημείων και τις μεθόδους προστασίας τους.
- Τις τεχνικές ανάλυσης και προσδιορισμού της δομής των υλικών κατασκευής και των προϊόντων διάβρωσης.
- Την τοξικότητα των προϊόντων, την υγιεινή και την ασφάλεια της εργασίας.

Χωρίς να εξαντλείται το θέμα με αυτή την παρουσίαση, διατυπώνονται οι διδακτικοί στόχοι ταξινομημένοι σε έξη κατηγορίες. Ο σπουδαστής πρέπει να είναι ικανός να απαντάει στις ερωτήσεις που περιλαμβάνονται σε κάθε μία από τις παρακάτω ενότητες :

- * Πώς και από τι υλικά είναι φτιαγμένα τα ζωγραφικά έργα. Ποιές είναι οι κυριότερες χρωστικές και πώς ταξινομούνται. Ποιές είναι οι χαρακτηριστικές φυσικοχημικές ιδιότητες των χρωστικών. Ποιοί παράγοντες επηρεάζουν τη σταθερότητά τους. Ποια είναι η φύση του φωτός και του χρώματος. Ποιοί είναι οι κυριότεροι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας-ύλης που καθορίζουν τις οπτικές ιδιότητες των αντικειμένων. Ποιοί παράγοντες καθορίζουν το χρώμα μιας ουσίας. Ποιά είναι τα χαρακτηριστικά της δομής των έγχρωμων ουσιών. Ποιές ηλεκτρονικές διεργασίες οδηγούν στην απορρόφηση του φωτός από την ύλη. Ποιές είναι οι οπτικές ιδιότητες των χρωματικών στρωμάτων.
- * Ποια οργανικά υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή έργων Τέχνης και αντικειμένων αρχαιολογικής σημασίας. Σε ποιές κατηγορίες οργανικών ενώσεων ανήκουν τα υλικά αυτά. Ποια είναι η δομή, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες αυτών των υλικών. Ποια είναι τα αίτια και οι μηχανισμοί φθοράς τους. Ποιοι παράγοντες επιταχύνουν και ποιοι επιβραδύνουν αυτή τη φθορά. Ποιές φυσικοχημικές μέθο-

δοι εφαρμόζονται για την ανάλυση των οργανικών υλικών στα έργα Τέχνης.

- * Ποια είναι τα δομικά υλικά των μνημείων από πέτρα και ποιες είναι οι φυσικές τους ιδιότητες. Ποια είναι τα αίτια και οι μηχανισμοί διάβρωσης της πέτρας. Πώς καθαρίζονται, πώς στερεώνονται και πώς προστατεύονται τα μνημεία.
- * Ποια είναι τα κυριότερα μέταλλα και κράματα που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα. Ποια είναι η δομή, οι φυσικές, χημικές και ηλεκτροχημικές τους ιδιότητες. Τι είναι διάβρωση, ποιος είναι ο μηχανισμός της και ποιοι παράγοντες την επηρεάζουν. Πώς καθαρίζονται και πώς προστατεύονται οι μεταλλικές επιφάνειες.
- * Ποιοι είναι οι διάφοροι μηχανισμοί και μέθοδοι παρασκευής των πολυμερών. Πώς κατατάσσονται τα πολυμερή σύμφωνα με τις φυσικές και τις μηχανικές τους ιδιότητες. Πώς χρησιμοποιούνται τα συνθετικά πολυμερή στη συντήρηση, ποια προτερήματα παρουσιάζουν συγκριτικά με τα αντίστοιχα φυσικά προϊόντα. Ποιοι είναι οι κίνδυνοι που προκύπτουν από τη χρήση τους.
- * Ποια είναι η χημική σύσταση και ποιες είναι οι βασικές φυσικές ιδιότητες των διαλυτών που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση. Πώς μπορούμε να προβλέψουμε τη διαλυτότητα μιας ουσίας σε ένα διαλύτη, με βάση τις ιδιότητες της ουσίας και του διαλύτη. Πώς επιλέγονται οι κατάλληλοι διαλύτες για τον καθαρισμό των επιφανειών, την αφαίρεση των στρωμάτων βερνικιού, τη στερέωση κ.λπ. Ποιοι διαλύτες χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό και την ανάλυση των οργανικών χρωστικών. Ποιος είναι ο βαθμός τοξικότητας και το σημείο ανάφλεξης των διαφόρων οργανικών διαλυτών.

3.2. Περιεχόμενο διδασκαλίας και προϋποθέσεις για την παρουσίαση της.

3.2.1. Τα χρώματα των ζωγράφων.

- Χρωστικές (9-16)

Ταξινόμηση των χρωστικών σύμφωνα με τη χημική σύσταση ή σύμφωνα

με την προέλευσή τους. Ανόργανα και οργανικά πιγμένα. Φυσικά και συνθετικά πιγμένα. Χαρακτηριστικές ιδιότητες : πυκνότητα, μέγεθος κόκκων, κοκκομετρική σύσταση, ειδική επιφάνεια, οπτικές ιδιότητες. Σταθερότητα των χρωστικών σε σχέση με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

– **Συνδεδετικά υλικά και βερνίκια (10, 14–16)**

Λάδια, αυγό, κεριά, γόμμες, φυσικές και συνθετικές ρητίνες.

– **Φως και χρώμα (17–19).**

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, διασπορά ηλιακής ακτινοβολίας από πρίσμα, ορατό φάσμα. Φωτιστική πηγή, αντικείμενο, σύστημα ανίχνευσης. Χαρακτηριστικά της δομής των έγχρωμων ουσιών. Ηλεκτρονιακές διεργασίες της απορρόφησης του φωτός από τα ιόντα και τα μόρια (ηλεκτρονιακές μεταπτώσεις των συζυγών οργανικών μορίων, μεταπτώσεις με μεταφορά φορτίου, μεταπτώσεις d-d των μεταλλοκατιόντων, μεταπτώσεις στους ημιαγωγούς). Οπτικές ιδιότητες των χρωματικών στρωμάτων.

3.2.2. Τα οργανικά υλικά κατασκευής των μουσειακών αντικειμένων.

Ξύλο, χαρτί, ύφασμα, δέρμα, οργανικές χρωστικές, συνδεδετικά χρωμάτων, συγκολλητικά υλικά, φυσικές και συνθετικές ρητίνες κ.λπ.

Κατηγορίες ενώσεων στις οποίες υπάγονται τα παραπάνω οργανικά υλικά :

Πολυσακχαρίτες (16, 18, 20–25)

Αμυλο, κυτταρίνη, γόμμες.

Δομή των μακρομορίων. Φυσικές και χημικές ιδιότητες. Αντιδράσεις αποικοδόμησης των μακρομορίων. Μέθοδοι ανάλυσης των πολυσακχαριτών. Εφαρμογή των μεθόδων στον προσδιορισμό της δομής των υλικών κατασκευής των έργων Τέχνης.

Πρωτεΐνες (16, 18, 24–32)

Δομή των μακρομορίων των πρωτεϊνών. Ιδιότητες: Διαλυτότητα, μετουσίωση, χρωστικές αντιδράσεις. Πρωτεϊνούχα υλικά κατασκευής μουσειακών αντικειμένων: Κολλαγόνο, κερατίνη, αλμπουμίνες, καζεΐνη, φυτικές πρωτεΐνες. Χημική σταθερότητα των πρωτεϊνών, επίδραση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στην αποικοδόμηση των πολυμερών. Μέθοδοι ανάλυσης των πρωτεϊνών – Ανάλυση πρωτεϊνικών φορέων.

Λιπίδια

Λίπη και έλαια (16, 18, 33-36)

Χημική σύσταση, χαρακτηριστικές αντιδράσεις, μέθοδοι ανάλυσης. Ξηραίνόμενα έλαια : Είδη και μέθοδοι παρασκευής των Ξηραίνόμενων ελαίων. Μηχανισμός της Ξήρανσης - παράγοντες που επιταχύνουν ή που επιβραδύνουν την Ξήρανση. Τα Ξηραίνόμενα έλαια ως μέσα στη ζωγραφική. Αντιδράσεις φθοράς. Μέθοδοι ανάλυσης.

Κεριά (16, 18, 24, 37-40)

Προέλευση, χημική σύσταση, ιδιότητες. Είδη κεριών και χρησιμοποίησή τους στη συντήρηση και τη ζωγραφική. Ανίχνευση και ταύτιση των κεριών με φυσικοχημικές μεθόδους.

Τερπένια (10, 16, 18, 24, 41-45)

Αιθέρια έλαια και φυσικές ρητίνες. Προέλευση, χημική σύσταση και ιδιότητες. Κατηγορίες φυσικών ρητικών - ταξινόμηση σύμφωνα με τη χημική σύσταση ή τη διαλυτότητα στους οργανικούς διαλύτες. Χρήσεις των φυσικών ρητινών στη ζωγραφική και μέθοδοι προσδιορισμού.

Έγχρωμες οργανικές ενώσεις (16, 46-48)

Κατηγορίες οργανικών χρωστικών : φυσικές και συνθετικές χρωστικές. Οι οργανικές χρωστικές ως υλικά κατασκευής: πιγμέντα, λάκες, βαφές. Χημική σύσταση και ιδιότητες των οργανικών χρωστικών. Παράγοντες αποχρωματισμού.

Αίτια και μηχανισμοί φθοράς των οργανικών υλικών (16)

Αντιδράσεις ελεύθερων ριζών. Ομολυτική σχάση δεσμών, φωτοχημεία, φωτοχημική οξειδωση των οργανικών υλικών. Φθορά από υγρασία, ατμοσφαιρικούς ρυπαντές και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

3.2.3. Πέτρινα μνημεία (49-56)

Δομικά υλικά: μεταμορφωμένα, ιζηματογενή, ηφαιστειακά πετρώματα. Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή, ενεργό πορώδες κ.λπ.

Διάβρωση από παγετό, προσβολή από ατμοσφαιρικό CO₂, διάβρωση από διαλυτά άλατα. Διάβρωση από βιολογικούς παράγοντες. Διάβρωση από οξείδιο του θείου, οξείδια αζώτου, υδρόθειο, χλωριούχο νάτριο κ.λπ. Σωστικά μέτρα και τρόποι προστασίας.

3.2.4. Μεταλλικά αντικείμενα (57-62)

Κυριότερα μέταλλα και κράματα που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα. Μέταλλα, μεταλλικός χαρακτήρας. Φυσικές χημικές και ηλεκτροχημικές ιδιότητες των μετάλλων. Ορισμός της διάβρωσης. Είδη διάβρω-

σης. Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο. Διαβρωτικό περιβάλλον. Θερμοδυναμική και κινητική μελέτη της διάβρωσης. Γενικές αρχές βασικών μεθόδων προστασίας των μετάλλων και των κραμάτων, με έμφαση στη καθοδική προστασία, προστασία με αναστολείς της διάβρωσης και προστασία με επικαλύψεις.

3.2.5. Οι διαλύτες και η χρήση τους στις εργασίες συντήρησης (62-71)

Η διαλυτική ικανότητα του νερού. Σάπωνες-απορρυπαντικά. Κατηγορίες οργανικών διαλυτών (ταξινόμηση των διαλυτών σύμφωνα με τη χημική τους σύσταση, με τις φυσικές τους ιδιότητες, με τον όξινο ή βασικό τους χαρακτήρα ή σύμφωνα με τις ειδικές επιδράσεις τους με τις διαλυμένες ουσίες).

Διάλυση μιας ουσίας στο νερό: γενικοί κανόνες και επέκταση σε άλλους διαλύτες. Διαλυτότητα των ιοντικών και των μοριακών στερεών.

Υγιεινή και ασφάλεια κατά τη χρήση των διαλυτών : ταξινόμηση σύμφωνα με το βαθμό τοξικότητας ή σύμφωνα με το σημείο ανάφλεξης.

Χρήση των διαλυτών στις εργασίες της συντήρησης : διαλυτότητα των συνδετικών των χρωστικών. Μείγματα διαλυτών. Παράμετροι διαλυτότητας: το διάγραμμα του Teas.

3.2.6. Τα συνθετικά πολυμερή που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση (72-77)

Εποξικές ρητίνες, παρασκευή με πολυμερισμό του αιθυλενοξειδίου κ.λπ.

Πολυεστέρες, παρασκευή με αντίδραση συμπύκνωσης. Δομή και ιδιότητες. Πεδίο εφαρμογών (κόλλες, στερεωτικά του ξύλου, των μετάλλων, της πέτρας, των κεραμικών).

Πολυαιθυλένιο, παρασκευή με πολυμερισμό του αιθυλενίου. Πολυαιθυλένιο διαφόρων βαθμών πολυμερισμού - ιδιότητες.

Πολυαιθυλενογλυκόλες, παρασκευή - ιδιότητες (διαλυτότητα, επίδραση της θερμοκρασίας). Πεδίο εφαρμογών (καθαρισμός και προστασία δερμάτινων και ξύλινων αντικειμένων, ξήρανση έφουδρου ξύλου).

Οξικό πολυβινύλιο (PVA), παρασκευή με πολυμερισμό του οξικού βινυλίου.

Πολυακρυλικά, παρασκευή με πολυμερισμό των μεθακρυλικών ενώσεων. Δομή (γραμμικά πολυμερή) και ιδιότητες (διαλυτότητα σε διάφορους διαλύτες). Πεδίο εφαρμογής (συγκολλητικά, βερνίκια, στερεωτικά για δέρμα, ύφασμα, πέτρα κ.λπ.). Αποπολυμερισμός με επίδραση ορατού - υπεριώδους φωτός.

Πολυφθοριοπαράγωγα, πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE), φθοριούχο πολυβινύλιο, φθοριοπολυαιθέρες.

Σιλικάνες (διασπώμενες και μη). Σύνθεση των μονομερών. Πολυμερισμός. Ιδιότητες (υδροφοβία, αντοχή, γήρανση). Εφαρμογές (προστασία της πέτρας).

Προβλήματα αντιστρεψιμότητας και ανθεκτικότητας της κατεργασίας. Φυσική γήρανση (επίδραση του φωτός, της θερμότητας, της υγρασίας και των ατμοσφαιρικών ρυπαντών στη σταθερότητα των πολυμερών). Ρηγμάτωσή τους εξαιτίας των μηχανισμών της διάβρωσης των μαρμάρων. Μηχανισμοί της γήρανσης. Συμπεριφορά των κυριότερων κατηγοριών βιομηχανικών πολυμερών. (βλ. βιβλ. 52 & 76).

3.2.7. Προϋποθέσεις της διδασκαλίας (78-96)

3.2.7.1. Δομή της ύλης

Ατομική δομή - Ιδιότητες των ατόμων

Ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου. Ατομο με ένα ηλεκτρόνιο: το άτομο του Bohr. Σύγχρονη θεωρία για τη δομή του ατόμου: κυματοσυναρτήσεις, κβαντικοί αριθμοί, ατομικά τροχιακά. Ατομο με περισσότερα ηλεκτρόνια: απεικόνιση της ηλεκτρονιακής δομής - περιοδικό σύστημα των στοιχείων. Ενέργεια συγγένειας ηλεκτρονίων. Ενέργεια ιοντισμού. Ηλεκτραρνητικότητα των ατόμων.

Χημικός δεσμός

Είδη χημικών δεσμών. Περιγραφή των χημικών δεσμών με το συμβολισμό του Lewis. Σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού - Μοριακά τροχιακά. Διπολική ροπή δεσμού, πολικά μόρια. Ιοντικός δεσμός. Διαμοριακές αλληλεπιδράσεις (δυνάμεις Van der Waals, δυνάμεις έλξης διπόλων, δεσμός υδρογόνου). Τύποι δεσμών στα κρυσταλλικά στερεά (Ιοντικά στερεά. Μοριακά στερεά. Μέταλλα. Ημιαγωγοί). Οι δεσμοί των μετάλλων μετάπτωσης. Ο χημικός δεσμός στα οργανικά μόρια: Υβριδίωση sp , sp^2 , sp^3 .

Οι καταστάσεις της ύλης

Αέρια. Υγρά. Μεσόμορφα. Στερεά. Μεταβολή της κατάστασης. Ομοιογενή και ετερογενή συστήματα.

- Υγρά (Εξάτμιση και βρασμός. Φυσικές ιδιότητες των υγρών: Ιξώδες, επιφανειακή τάση) .
- Μεσόμορφα (ορισμός, ιδιότητες, χρήσεις).
- Στερεά (δομή των στερεών, στοιχεία κρυσταλλογραφίας).
- Διαλύματα. (Είδη αλληλεπιδράσεων διαλύτη-διαλυόμενου σώματος. Μηχανισμός της διάλυσης. Διαλυτότητα. Συγκέντρωση διαλύματος. Ανταλλαγή ενέργειας κατά τη διάλυση. Οσμωση, διάχυση-διαπίδυση).
- Κολλοειδή συστήματα. (Ιδιότητες της ύλης σε κολλοειδείς διαστάσεις. Είδη κολλοειδών συστημάτων, μέθοδοι παρασκευής. Μυκήλια (Λυόσφαιρα, δυναμικό ζ, αλληλεπιδράσεις μυκηλίων). Κατηγορίες και ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων. Σταθερότητα και καταστροφή των κολλοειδών συστημάτων. Γαλακτώματα. Πηκτές. Ρόλος των κολλοειδών στη συντήρηση).

3.2.7.2. Θερμοδυναμική

Μεταβλητές κατάστασης, κατάσταση ισορροπίας, συνάρτηση κατάστασης. Πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα (εσωτερική ενέργεια, ενθαλπία, θερμότητα αντίδρασης, ενθαλπία σχηματισμού, ενέργεια δεσμού). Δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα, εντροπία. Ελεύθερη ενθαλπία. Ελεύθερη ενθαλπία και αυθόρμητη κατεύθυνση των φαινομένων. Χημική ισορροπία (Ελεύθερη ενέργεια και αμφίδρομη αντίδραση. Σταθερά ισορροπίας).

3.2.7.3. Ιοντικές ισορροπίες σε υδατικά διαλύματα

Οξέα και βάσεις. Θεωρία των Broensdted-Lowry. Οξείνα και βασικά διαλύματα. Έννοια του pH. Συζυγή ζεύγη οξέων-βάσεων. Έννοια του pK_a. Υδρόλυση των αλάτων. Ρυθμιστικά διαλύματα. Τίτλοδοτήσεις οξέων-βάσεων σε υδατικά διαλύματα. Διαλυτότητα των αλάτων. Γινόμενο διαλυτότητας.

3.2.7.4. Οξειδοαναγωγή

Ορισμός της οξειδωσης και της αναγωγής. Αντίδραση οξειδοαναγωγής. Οξειδωτική βαθμίδα στοιχείου. Ηλεκτροχημικά στοιχεία. Ηλεκτρόλυση. Ηλεκτρεγερτική δύναμη στοιχείου. Η εξίσωση του Nernst. Δυναμικά ηλεκτροδίων, πρότυπα δυναμικά, κατάταξη των μετάλλων με βάση

το ηλεκτροδιακό δυναμικό.

3.2.7.5. Χημική κινητική

Ενδιαφέρον της χημικής κινητικής, ορισμός της ταχύτητας αντίδρασης. Πειραματικές μέθοδοι προσδιορισμού της ταχύτητας (κινητική εξίσωση, αντιδράσεις πρώτης και δεύτερης τάξης). Επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα. Νόμος του Arrhenius. Η θεωρία της μεταβατικής κατάστασης. Στοιχειώδεις αντιδράσεις. Μηχανισμοί αντιδράσεων (αλυσιδωτές αντιδράσεις, αντιδράσεις πολυμερισμού, κατάλυση).

3.2.7.6. Οργανικές ενώσεις – Στερεοχημεία

Υδρογονάνθρακες, αλκοόλες, αιθέρες, αλδεΐδες, κετόνες, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες, αμίνες, αμίδια, αμινοξέα, βιολογικές ενώσεις (ονοματολογία, δομή, φυσικές και χημικές ιδιότητες).

Γεωμετρία των οργανικών μορίων. Διαμορφώσεις. Στερεοϊσομέρεια. Ασύμμετρες οργανικές ενώσεις (χειρομορφία, οπτικά ισομερή, ρακεμικό μίγμα).

3.2.7.7. Χημεία των μακρομορίων

Εννοια του μακρομορίου, βαθμός πολυμερισμού, μέση μοριακή μάζα πολυμερούς. Τύποι μακρομορίων (γραμμικά, δισδιάστατα, τρισδιάστατα πολυμερή). Μορφολογία των μακρομορίων (κρυσταλλικά, ημικρυσταλλικά, άμορφα πολυμερή). Φυσική συμπεριφορά των πολυμερών (θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή). Φυσικά και συνθετικά πολυμερή. Πολυμερή με αντίδραση συμπύκνωσης, πολυμερή με αντίδραση προσθήκης. Αίτια αποικοδόμησης των πολυμερών – Αποπολυμερισμός.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τα μνημεία και τα έργα τέχνης είναι οι μάρτυρες της εξέλιξης του τρόπου ζωής, της σκέψης και της ευαισθησίας της ανθρωπότητας. Η ανάγκη για τη διάσωση και την προστασία τους είναι ολοφάνερη και επιτακτική. Σήμερα οι επιστήμονες, ευαισθητοποιημένοι στα θέματα της συντήρησης και της αποκατάστασης των έργων Τέχνης, συνεργάζονται με τους συντηρητές για την αντιμετώπιση των αναρίθμητων προβλημάτων που συναντούν οι τελευταίοι ώστε η επίλυσή τους να μην αφήνεται στον εμπειρισμό. Παρεμβαίνουν επίσης με την ιδιότητα του

παιδαγωγού στην εκπαίδευση των μελλοντικών συντηρητών που λόγω της διαρκώς αυξανόμενης πολυπλοκότητας αυτού του επαγγέλματος θα πρέπει να είναι διεπιστημονική και υψηλού επιπέδου. Η συμμετοχή των θετικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Χημείας σ' αυτή την εκπαίδευση γίνεται ολοένα και πιο επιβεβλημένη.

Το προτεινόμενο πρόγραμμα διδασκαλίας της Χημείας προορίζεται για την τριτοβάθμια Εκπαίδευση και αποτελεί μια θεωρητική προσέγγιση του θέματος της συντήρησης και της αποκατάστασης των έργων Τέχνης που θα πρέπει βέβαια να ενσωματωθεί σ' ένα γενικότερο πρόγραμμα σπουδών το οποίο θα περιλαμβάνει μια πολιτιστική προσέγγιση (Αρχαιολογία, Ιστορία της Τέχνης) καθώς και μία πρακτική εκμάθηση της Συντήρησης. Για τη σύνταξή του, έγινε εντοπισμός και ανάλυση των απαιτήσεων και των προβλημάτων της διδασκαλίας της Χημείας που αποτέλεσαν την αναγκαία προεργασία για την επιλογή και ιεράρχηση των στόχων, την επιλογή και διάρθρωση του υλικού, την επιλογή της μορφής της διδασκαλίας και την υπόδειξη τρόπων οργάνωσής της.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Piaget J., Psychologie et Pédagogie, Ed. DENOEL-GONTHIER, Paris 1969
2. Φλουρή Γ.Σ., Gagné R.M., Θεμελιώδεις αρχές της μάθησης και της διδασκαλίας, Αθήνα 1980
3. Mager R.F., Comment définir les objectifs pédagogiques, Bordas, Paris 1977
4. Hameline D., Les objectifs pédagogiques, Editions ESF, Paris 1979
5. Arnaud P., Viogy R., "La 7^e Conférence Internationale sur l'éducation en Chimie", L'actualité chimique, No33, Décembre 1983
6. Montfort B., "Enseigner la Chimie et former les chimistes", L'actualité chimique, No 31, Novembre 1979
7. Ballestrem A., "L'image professionnelle du Restaurateur", Maltechnic-Restaura, No 215, 1979
8. Λυκιαρδοπούλου Μ., "Ιστορική εξέλιξη της Συντήρησης - Διαμόρφωση σύγχρονων τάσεων", Αρχαιολογία, No 22, 1987.
9. Patterson D., Pigments: an introduction to their Physical

Chemistry, American Elsevier Co, New York 1967

10. Grandou P., Pastour P., Peintures et Vernis I, II, Ed. Hermann, Paris
11. Gettens R.J., Stout G.L., Painting Materials - A Short Encyclopedia, Dover Publications, New York, 1966
12. Harley R.D., Artist's pigments c 1600-1835, Butterworths London, 1982
13. Feller R.L., Artist's pigments, A handbook of their history and characteristics, Cambridge University, 1986
14. Mayer R., The artist's handbook of materials and techniques, Faber and Faber, 3e edition, London 1975
15. Rudel J., La technique de la peinture, Que sais-je No 435 PUF, Paris 1983
16. Mills J.S., White R., The Organic Chemistry of Museum Objects, Butterworths, London 1987
17. Orna M.V., J. Chem. Educ. 57, 256 (Part I), 264 (Part II), 267 (Part III), 1980
18. Delcroix G., Havel M., Phénomènes physiques et peinture artistique, EREC, Puteaux, 1988
19. Brill T.B., Light: Its Interaction with Art and Antiquities, Plenum Press, New York 1980
20. Van Steene G., Masschelein-Kleiner L., "Modified starch for conservation purposes", Stud. Conserv., No 25, 1980, 64-70
21. Padfield T., "The deterioration of cellulose", in Problems of Conservation in Museums, Ed. Eyrolles, Paris and Allen and Unwin, London 1969, 110-64
22. Flieder F., La conservation des documents graphiques, Eyrolles, Paris, 1969
23. Masschelein-Kleiner L., Tricot-Marckx F., "La détection des polysaccharides dans les matériaux constitutifs des oeuvres, d'art", Bull. Inst. Roy. Patrimoine Artistique, No 8, 1965, 180-91
24. Masschelein-Kleiner L., Heylen J., Tricot-Marckx F., "Contribution à l'analyse des liants, adhésifs et vernis anciens", Stud. Conserv., No 13, 1968, 105-21
25. Flieder F., "Mise au point des techniques d'identification des pigments et des liants inclus dans le couche picturale des

- enluminures de manuscrits", Stud. Conserv., No 13, 1968, 49-86
26. Harrington W.F., Von Hippel P.H., "The structure of collagen and gelatin", Adv. Protein Chem., No 16, 1961, 1-138
27. Fevold H.L., "Egg proteins", Adv. Protein Chem., No 6, 1951, 187-252
28. McMeekin T.L., Polis B.D., "Milk Proteins", Adv. Protein Chem., No 5, 1949, 201-28
29. Karpowicz A., "Ageing and deterioration of proteinaceous media", Stud. Conserv., No 26, 1981, 153-60
30. Keck S., Peters Jr. T., "Identification of protein-containing paint media by quantitative amino acid analysis", Stud. Conserv., No 14, 1969, 75-82
31. Masschelein-Kleiner L., "Contribution to the Study of Aged Proteinaceous Media", in Conservation and Restoration of Pictorial Art, Ed. Brommelle N., Smith P., Butterworths, London 1976
32. Kleber R., Tricot-Marckx F., "Essai d'identification d'une Colle animale Utilisée par Rubens", Bull. Inst. Roy. Patrimoine Artistique, 1963, 57-62
33. Markley K.S., Fatty Acids: their Chemistry, Properties, Production and Uses, Interscience, New York 1968
34. Wexler R., "The polymerisation of drying oils", Chemical Reviews, No 64, 1964, 591-611
35. Mills J., "The gas-chromatographic examination of paint media. Part I, Fatty acid composition and identification of dried oil films", Stud. Conserv., No 11, 1966, 92-106
36. O'Neil L. A., "Applications of infra-red spectroscopy to the study of the drying and yellowing of oil films", Paint Technology, No 27, 1963, 44-7
37. White R., "The application of gas-chromatography to the identification of waxes", Stud. Conserv., Nr 23, 1978, 57-68
38. Kuhn H., "Detection and identification of waxes including punic wax, by infrared spectrography", Stud. Conserv., Nr5, 1960, 71-80
39. Frinta M., "The use of wax for applique relief brocade on wooden statuary", including a note by J. Mills and J. Plesters on Analysis of wax applique, Stud. Conserv., No 8, 1963, 136-49

40. Wiedermann H. G., Bayer G., "The bust of Nefertiti", Analyt. Chem., Nr 54, 1982, 691a, 620a, 622a, 624a, 626a, 628a
41. Mills J.S., White R., "Natural resins of art and archeology. Their sources, chemistry and identification", Stud. Conserv. Nr 22, 1977, 12-31
42. Masschelein-Kleiner L., Taets P., Contribution to the study of natural resins in art, ICOM Committee for Conservation, Report 81/16/3, 8 pp. 6th Triennial Meeting, Ottawa 1981
43. Kleber R., Masschelein-Kleiner L., "Contribution à l'analyse des composés résineux utilisés dans les oeuvres d'art", Bull. Inst. Roy. Patrimoine Artistique, No 7, 1968, 196-218
44. White R., "A review, with illustrations, of methods applicable to the analysis of resin/oil varnish mixtures", ICOM Committee for Conservation, Report 81/16/2, 9pp, 6th Triennial Meeting, Ottawa 1981
45. Low M. J., Baer N. S., "Dammar and mastic infrared analysis", ICOM Committee for Conservation, Report 78/16/5, 6pp, 5th Triennial Meeting, Zagreb 1978
46. Sequin-Frey M., "The Chemistry of Plant and Animal Dyes", J. Chem. Educ., Nr 58, 1981, 301-304
47. Hofenk-De-Graaff J.H., "Natural dyestuffs. Origin, chemical constitution, identification", ICOM Committee for Conservation, Report 69/16, Amsterdam 1969, 112pp
48. Duff D.G., Sinclair R.S., Stirling D., "Light-induced colour changes of the natural dyes", Stud. Conserv., Nr 22, 1977, 161-9
49. Amoroso G.G., Fassina V., Stone Decay and Conservation, Elsevier, Amsterdam 1983
50. Ashurst J, Dimes F., Honeyborne D., The Conservation of Building and Decorative Stone, Butterworths, London 1987
51. Skoulikidis Th., Papakonstantinou Ziotis, Br. Corros J., 16, 1981, 63
52. Skoulikidis Th., Charalambous D., Br. Corros J., 16, 1981, 70
53. Skoulikidis Th., Charalambous D., Papakonstantinou-Ziotis, Br. Corros J., 18, 1983, 200
54. Skoulikidis Th., Beloyannis N., Stud. Conservation 29, 1984, 197
55. Proceedings of an international Symposium on Engineering Geology as Related to the Study, Preservation and Protection of Ancient

- Works, Monuments and Historical Sites, Athens 1988
56. Μπελογιάννης Ν., Αρχαιολογία, τ.22, 1987, 37
57. Πρακτικά διεθνών συνεδρίων διάβρωσης και προστασίας της πέτρας (La Rochelle 1972, Αθήνα 1976, Βενετία 1979, Louisville - Kentucky 1982, Lausanne 1985, Torun - Πολωνία 1988)
58. Art and Technology, Ed. Doeringer S., MIT Press, Cambridge, Mass, USA and London 1971
59. Beranger G., Dabosi F., Corrosion et Protection des métaux, Ecole d'Été du CNRS (Les Houches, Octobre 1981), Editions du CNRS, 1982
60. Mickey C.D., "Artistic Metalwork and Chemical Technology", J. Chem. Educ., Nr 58, 1981, 315
61. Walker R., "Corrosion and Preservation of Bronze Artifacts", J. Chem. Educ., Nr 57, 1980, 277
62. Σκουλικίδη Θ., Εφαρμοσμένη Ηλεκτροχημεία Α - Διάβρωση και Προστασία, Αθήνα 1988
63. Πρακτικά διεθνών συνεδρίων θαλάσσιας διάβρωσης και ρύπανσης των υδάτων, (Κάννες 1964, Αθήνα 1968, Washington 1972, Juan - Les Pins 1976, Barcelone 1980, Αθήνα 1984)
64. Reichardt C., Effets de solvant en chimie organique, Flammarion, Paris 1971
65. Convigton A.K., Dickinson T., Physical Chemistry of Organic Solvent Systems, Plenum, London 1973
66. Σκουλικίδη Θ., Φωτισκοχημεία II,2: Οι καταστάσεις της ύλης, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1986
67. Survey A., Hedley G., The Conservator, Nr 4, 1980, 12
68. Irving Sax N., Dangerous Properties of Industrial Materials, New York 1957
69. Wheeler G., "Chemical Hazards in the Arts", J. Chem. Educ. Nr 57, 1980, 281
70. Roire J., Contribution à la connaissance des peintures et des industries de dispersion. Tome I. Les solvants, ed. EREC, Puteaux 1989
71. Feller R., The relative solvent power needed to remove various aged solvent-type coatings in Conservation and Restoration of Pictorial Art, Butterworths, London 1976, 158-161
72. Torraca G. Solubility and Solvents for Conservation problems

ICCROM, Italy 1984

73. Werner A., J. Chem. Educ. 58, 1981, 321
74. Roff W.J., Scott J.R., Fibres Films, Plastics and Rubbers, Butterworths, London 1971
75. Tate J.O., Tennent N.H., Townsend J.H., Resins in Conservation, Scottish Society for Conservation and Restoration, Edinburgh, 1983
76. Bell F., Coulthard I.M., Intern. Symposium on Engineering Geology as Related to the Study, Preservation and Protection of Ancient Works, Monuments and Historical Sites, Athens 1988, proc. p. 883
77. Horie C.V., Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings, Butterworths, London 1987
78. Verdu J., Viellissement des Plastiques, ANFOR techniques, Eyrolles, Paris 1984
79. Suard M., Fraud B., Praub L., Elements de Chimie Générale, Flammarion, Paris 1971
80. Guinier A., La structure de la matière, Hachette, Paris 1980
81. Gray H.B., Haight G.P., Principes de Chimie, Ediscience, Paris 1973
82. Duboc-Chabanon C., Lemerle J., Le Rox Y., Talbot J., Chimie I et 2. DEUG Scientifiques - Ecoles de Chimie, Armand Colin, Collection U, Paris 1987
83. Levine I.N., Physical Chemistry, Mc Graw-Hill 1978
84. Barrow G.M., Chimie Physique, Masson 1976
85. Cotton F.A., Wilkinson G., Advanced Inorganic Chemistry, John Wiley, New York
86. Ficini J., Lumbroso-Bader N., Depezay J.C., Eléments de Chimie Physique I Structure de la matière. Cinétique Chimique, Hermann, Paris 1973
87. Ficini J., Lumbroso-Bader N., Depezay J.C., Eléments de Chimie Physique II Thermodynamique. Equilibres Chimiques, Hermann, Paris 1973
88. Vogel A.I., Macro and Semicro qualitative inorganic analysis, Longmans, Great Britain 1954
89. Σκουλακίδη Θ., Φυσικοχημεία ΙΙΙ, Αθήνα 1985
90. Hill C.G., An introduction to Chemical Engineering Kinetics and

- Reactor Design, John Wiley, New York 1977
91. Frost A.A., Pearson R.G., Kinetics and Mechanism, John Wiley, New York 1965
 92. Gardiner W.C., Rates and Mechanisms of Chemical Reactions, W.A. Benjamin, New York 1969
 93. Roberts J.D., Caserio M.C., Basic Principles of Organic Chemistry, W.A. Benjamin, New York 1964
 94. March J., Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure, John Wiley, USA 1985
 95. Blanchard-Desce M., Fosset B., Guyot F., Jullien L., Palacin S., Chimie Organique Expérimentale, Hermann, Paris 1988
 96. Billmeyer F.W., Text book of polymer science, John Wiley, New York 1962
 97. Champetier G., Chimie macromoléculaire I, II, Hermann, Paris

Ελένη Ιωακείμογλου

Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ, Δρ Φυσικών Επιστημών

Καθηγήτρια στο Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Εργων Τέχνης

Σχολή Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών

ΤΕΙ Αθήνας

12210 Αιγάλεω