

Πράσινη Χημεία. Εκπαίδευση

“ Η διττή φύση του τροποσφαιρικού όζοντος: Ένα πράσινο εργαλείο για την επεξεργασία χρωματισμένων βιομηχανικών αποβλήτων και ταυτόχρονα ένας ρυπογόνος παράγοντας καταστροφής φυσικών χρωστικών και ελαστικών υλικών”



A.I. Μαρούλης¹, Κ.Π. Χατζηαντωνίου Μαρούλη¹, Π.Ε. Πουλιόπουλος², Θ.Α. Χατζημπαλάση³
 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ), Τμήμα Χημείας
 1arm@chem.auth.gr - 2proulio@sch.gr - 3xbalasi@sch.gr

Εισαγωγή

Το τροποσφαιρικό όζον έχει πολλαπλή σημασία για την ατμόσφαιρα της γης. Με φυσικό τρόπο και μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα (αστραπές) παράγεται σε μικρές ποσότητες στην ανώτερη γήινη ατμόσφαιρα και στον αέρα της χαμηλότερης ατμόσφαιρας. Στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας το O₃ μπορεί να σχηματιστεί όταν μίγμα O₂ και NO₂ εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία. Τέτοια μίγματα εμφανίζονται στο ρυπασμένο αέρα μεγάλων αστικών κέντρων. Σε θερμοκρασία δωματίου το όζον είναι ένα ελαφρώς γαλάζιο αέριο με μια χαρακτηριστική, έντονη οσμή που μπορούμε να την αισθανθούμε στον εισπνεόμενο αέρα μετά από μια καταγίδια ή πλησιάζοντας φωτοτυπικά μηχανήματα σε λειτουργία. Υγροποιείται προς σκούρο μπλε υγρό στους -112°C και στερεοποιείται στους -193°C. Είναι πολύ ισχυρό οξειδωτικό αντιδραστήριο, το δεύτερο ισχυρότερο οξειδωτικό μετά το φθόριο (F₂), μία ιδιότητα από την οποία πηγάζει η διττή φύση του.

Περίληψη

Το τροποσφαιρικό όζον, που βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας έχει διττή φύση: Αφενός μεν, όταν οι συγκεντρώσεις του είναι υψηλές, προκαλεί καταστροφή σε φυσικές χρωστικές, με αποτέλεσμα την περαιτέρω καταστροφή έργων της πολιτισμικής μας κληρονομιάς όπως πίνακες ζωγραφικής, πάπυροι, υφαντά, που έχουν κατασκευαστεί με τη χρήση τέτοιων φυσικών χρωστικών. Επίσης σε υψηλές συγκεντρώσεις στην τροπόσφαιρα το όζον προκαλεί καταστροφή σε διάφορα υλικά καθημερινής χρήσης, όπως σε φυσικά και συνθετικά ελαστικά υλικά, μέταλλα κ.λπ. Αφετέρου δε, έχει ισχυρές απολυμαντικές, απορρυπαντικές και αποσημητικές ιδιότητες με ποικίλες εφαρμογές σε «πράσινες» διεργασίες, μια και η χρήση του ως οξειδωτικού πλεονεκτεί σε σχέση με τη χρήση άλλων οξειδωτικών τα οποία και προκαλούν ένα πλήθος προβλημάτων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

Ρυπογόνος παράγοντας υποβάθμισης της υγείας φυτών και ζώων, των έργων τέχνης και των υλικών καθημερινής χρήσης.

Ισχυρό εργαλείο για «πράσινες» εφαρμογές λόγω της ισχυρής οξειδωτικής δράσης του

Οι επιπτώσεις του O₃ στον άνθρωπο

Το όζον χαμηλά στο έδαφος είναι ένας ρύπος που συνδέεται με το φωτοχημικό νέφος σε αστικά κέντρα και γύρω από αυτά, όπου μπορεί να προκαλέσει ποικίλα προβλήματα στον άνθρωπο και την φύση όταν ξεπεραστούν κάποιες οριακές τιμές. Η συνεχής έκθεση του ανθρώπου σε υψηλές τιμές όζοντος μπορεί να του προκαλέσει μόνιμη βλάβη στους πνεύμονες. Ακόμα και όταν το όζον είναι σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις η εισπνοή του μπορεί να προκαλέσει μια σειρά από προβλήματα υγείας όπως πόνους στο στήθος, βήχα, ερεθισμό του λαιμού, συμφόρηση, και να επιδεινώσει καρδιακά προβλήματα, βρογχίτιδα, εμφύσημα και άσθμα.

Οι επιπτώσεις του O₃ στη φύση

Το όζον είναι από μόνο του ένα οξειδωτικό μέσο και είναι φυτο-τοξικό στοιχείο που σημαίνει ότι όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις γίνεται επικίνδυνο για τα φυτά και τα δάση καθώς επηρεάζει την ικανότητα τους να παράγουν και να αποθηκεύουν τροφή κάνοντας τα έτσι πιο ευάλωτα στις αρρώστιες, τα έντομα και στις άσχημες καιρικές συνθήκες.



Το όζον ως οξειδωτικό μέσο επιδρά και σε διάφορα οργανικά υλικά, όπως:
 α) σε φυσικές και συνθετικές οργανικές χρωστικές που χρησιμοποιούνται στην ζωγραφική, στις εξωτερικές ζωγραφισμένες διακοσμήσεις κτιρίων, ή στη βαφή υφασμάτων,
 β) στο φυσικό καουτσούκ,
 γ) στα συνθετικά ελαστικά υλικά,
 δ) σε υλικά από κυταρίνη όπως το χαρτί, ο πάπυρος,
 ε) σε λινά υφάσματα, λινές κλωστές,
 στ) σε μέταλλα.



Το O₃ πηγή παραγωγής της ρίζας του υδροξυλίου (OH)

Το υδροξύλιο αποτελεί το ισχυρότερο «απορρυπαντικό» της ατμόσφαιρας που την καθαρίζει από μια σειρά οργανικών και ανόργανων ενώσεων που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές. Κατά την έλλειψη της ρίζας του υδροξυλίου όλες αυτές οι ενώσεις θα είχαν πολύ μεγάλο χρόνο ζωής και θα συσσωρευόνταν στα ανώτερα στρώματα της τροπόσφαιρας δρώντας επικουρικά στο γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το O₃ ένα «πράσινο» εργαλείο με οξειδωτικές ιδιότητες

Η επεξεργασία νερού και λυμάτων με αέριο όζον (O₃), κερδίζει συνεχώς έδαφος τα τελευταία 20 χρόνια, ειδικότερα στις βιομηχανικές εφαρμογές, αντικαθιστώντας σταδιακά και σταθερά το χλώριο. **Πλεονεκτεί γιατί:**

- 1) Όλα τα συνήθη οξειδωτικά και απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται για απολύμανση και στην επεξεργασία του νερού και των λυμάτων έχουν χαμηλότερο δυναμικό οξειδοαναγωγής από το όζον, άρα υστερούν κατά πολύ σε ικανότητα καταστροφής ιών και βακτηριδίων και οξειδωσιών οργανικών και ανόργανων ουσιών.
- 2) Δεν αφήνει κανένα τοξικό κατάλοιπο. Κι αυτό δίνει στο όζον την ιδιότητα του πιο φιλικού, για το περιβάλλον και για τον άνθρωπο, απολυμαντικού και οξειδωτικού. Το μόνο του συστατικό είναι το καθαρό οξυγόνο και όταν τελειώσει με την καταστροφή των μικροοργανισμών και την οξείδωση των οργανικών και ανόργανων ουσιών μετατρέπεται πάλι σε καθαρό οξυγόνο σε 22 μόνο λεπτά της ώρας κατά μέσο όρο. Και γι' αυτό είναι η περιβαλλοντικά σωστή, ασφαλής και υπεύθυνη λύση απολύμανσης, απόσπησης και συντήρησης.

Ορισμένες από τις εφαρμογές του:

1. Σε μονάδες επεξεργασίας και εμφιάλωσης νερού
2. Σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων
3. Σε μονάδες παραγωγής και επεξεργασίας γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων
4. Σε νοσοκομειακές μονάδες
5. Σε τουριστικές μονάδες
6. Σε κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού γραφείων και κατοικιών

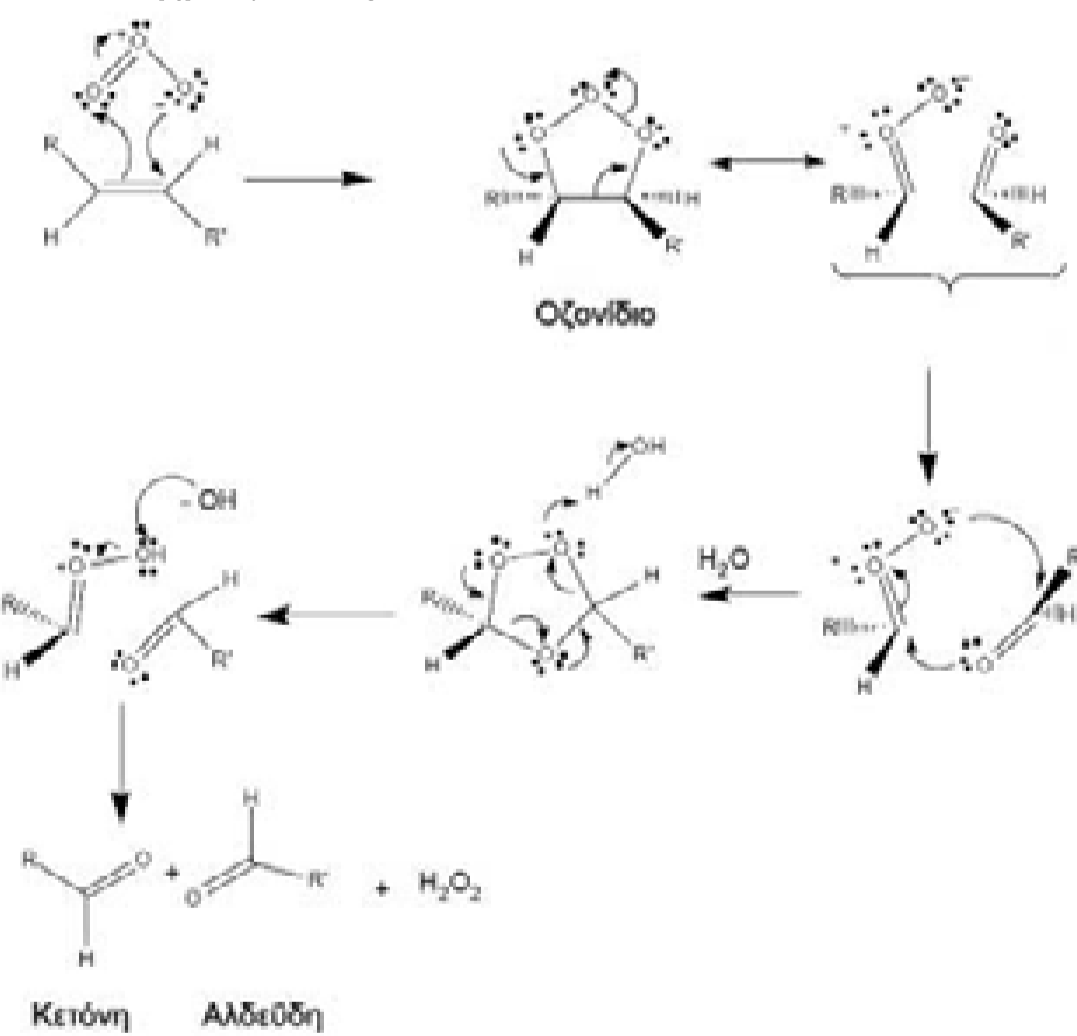
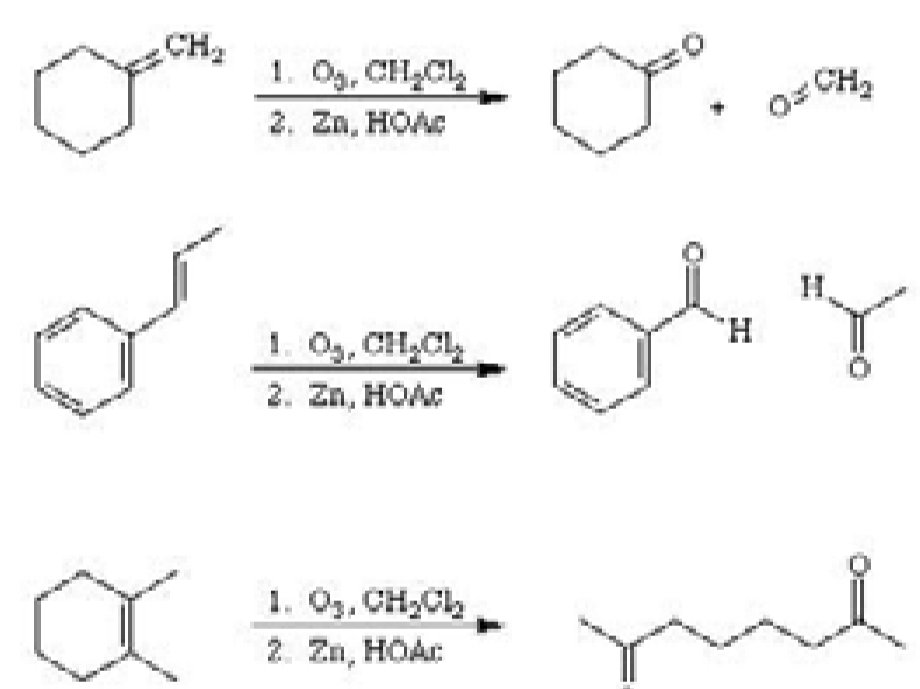
Πειραματικό μέρος: Επίδραση με O₃ σε οργανικά υλικά

Επίδραση με O₃ σε χαρτί βαμμένο με λάκα αλιζαρίνης

Επίδραση με O₃ σε μαλλί βαμμένο με λάκα αλιζαρίνης



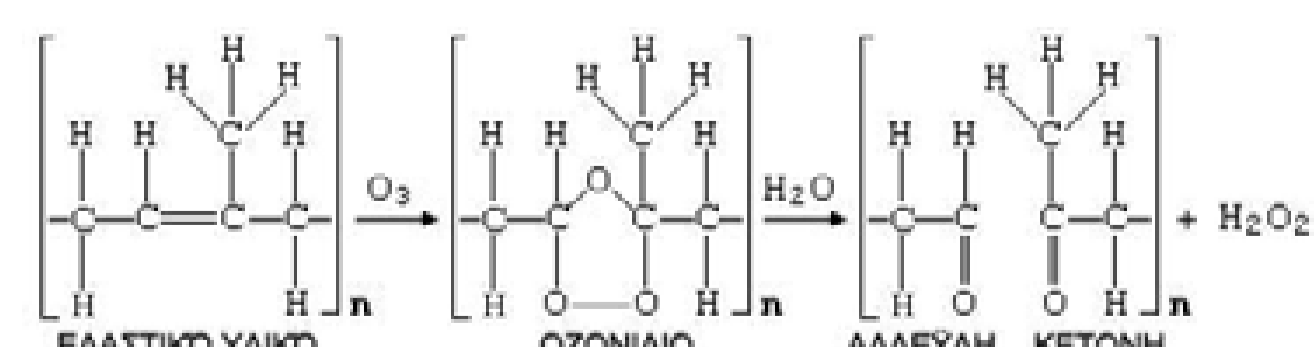
Το όζον επιτίθεται στους διπλούς δεσμούς άνθρακα-άνθρακα άκυκλων ολεφινικών ενώσεων και στις αρωματικές ενώσεις (κυκλικές με βενζολικό δακτύλιο). Αυτή η αντίδραση διάσπασης του διπλού δεσμού οξειδώνει το οργανικό μόριο, διασπώντας τελικά τις ανθρακικές αλυσίδες. Δεδομένου ότι αυτοί οι διπλοί δεσμοί αποτελούν συχνά μέρος των χρωμοφόρων ομάδων των χρωστικών, η καταστροφή τους από την αντίδραση με το όζον οδηγεί σε απώλεια του χρώματος.



Επίδραση με O₃ σε συνθετικό ελαστικό υλικό (rubber)



Το ελαστικό γάντι μιας χρήσεως που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα, είναι ένας τύπος ελαστικού υλικού το οποίο αντιδρά με το όζον σύμφωνα με τις αντιδράσεις:

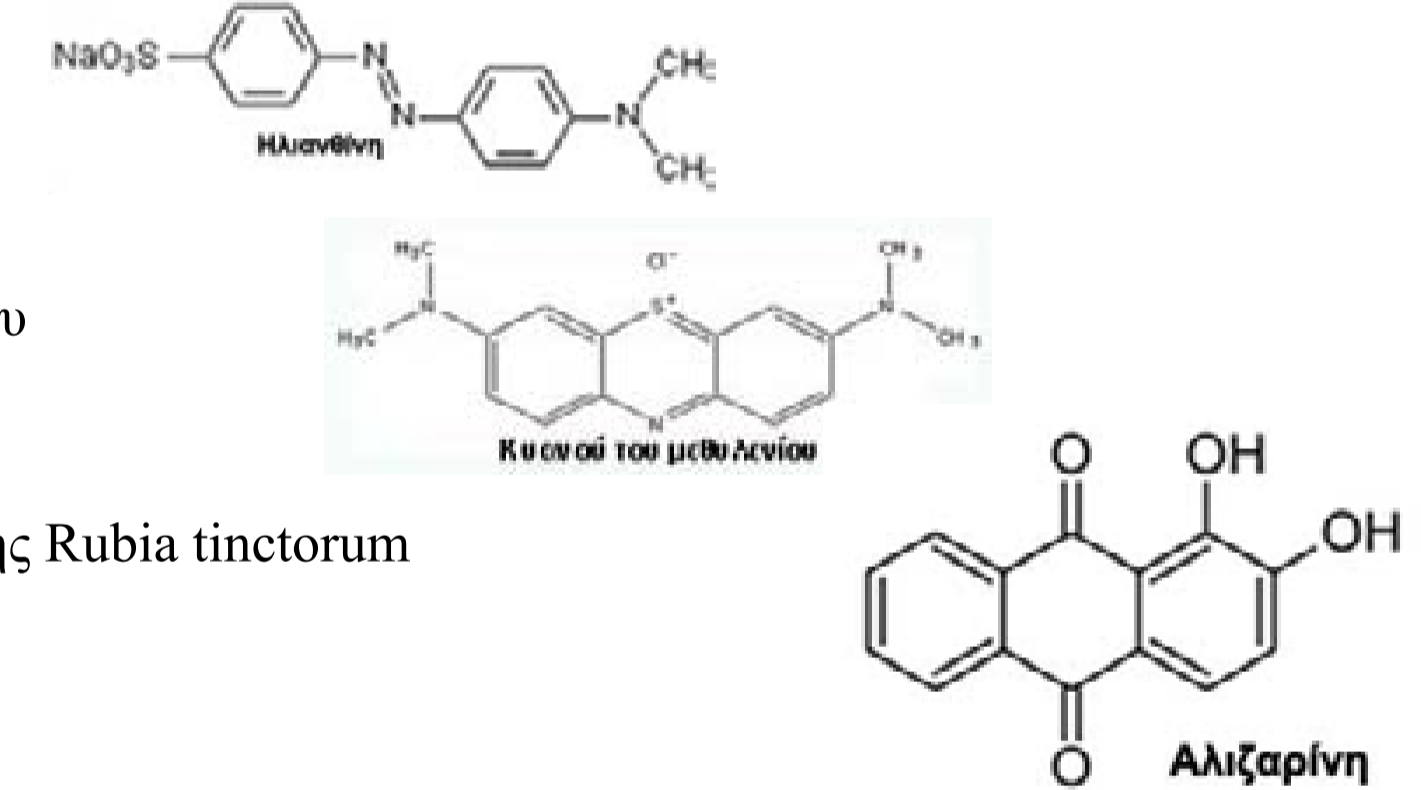


Πειραματικό μέρος: Επεξεργασία χρωματισμένων βιομηχανικών αποβλήτων με O₃

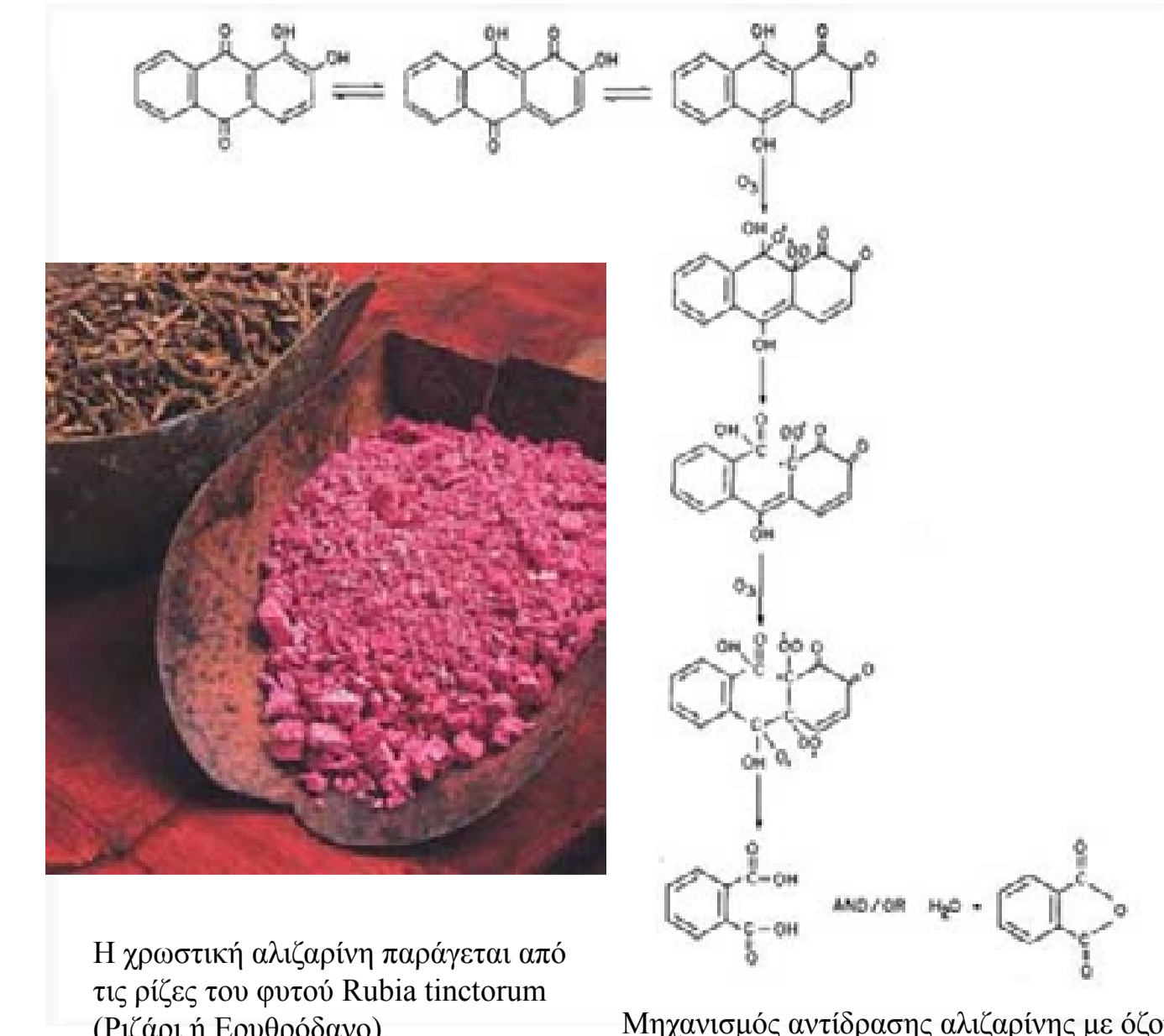
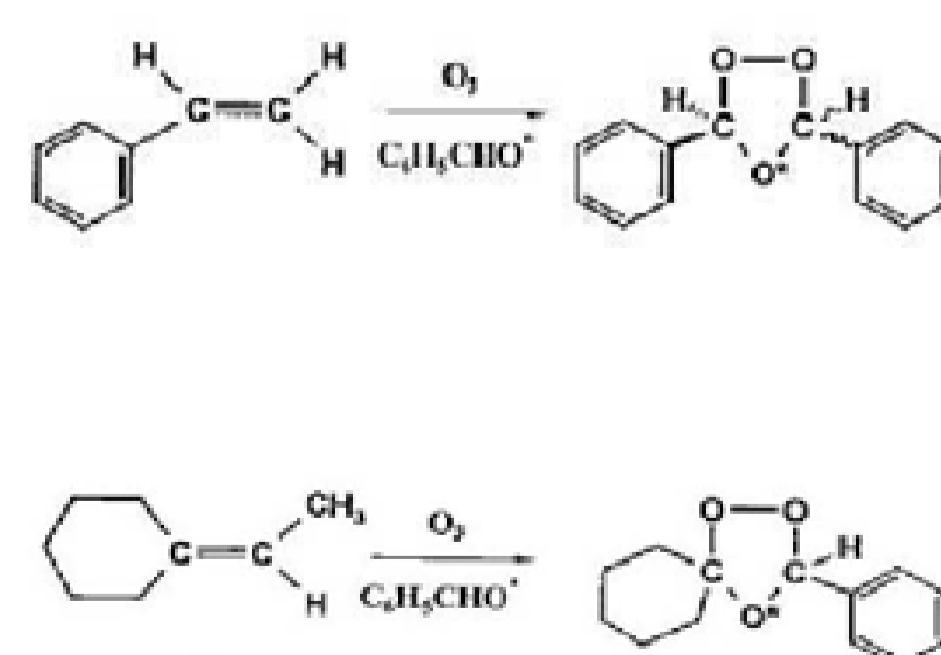
Επίδραση με O₃ σε διάλυμα ηλιανθίνης

Επίδραση με O₃ σε διάλυμα κυανού του μεθυλενίου

Επίδραση με O₃ σε διάλυμα επεξεργασίας ριζών της Rubia tinctorum που περιέχει τη χρωστική αλιζαρίνη



Τα χρωμοφόρα είναι γενικά οργανικές πολυκυκλικές ενώσεις με εναλλασσόμενους απλούς και διπλούς δεσμούς που μπορούν να χρωματίσουν τα λυμάματα. Η επεξεργασία με όζον διασπά με οξείδωση τους διπλούς δεσμούς με αποτέλεσμα τη διάλυση του νερού σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



Βιβλιογραφία

- 1) <http://www.esi.unian.it/educa/inglese/intappro.html>
- 2) http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic34-03-004_2.html
- 3) http://www.tmt.edu.gr/el/kiosks/environment/atmosphere/envi_he1a.html
- 4) <http://scifun.chem.wisc.edu/chemweek/Ozone/ozone.html>
- 5) <http://www.scs.uiuc.edu/~mainzv/HIST/awards/OPA%20Papers/2001-Rubin.pdf>
- 6) <http://alternativcancer.us/ozone.htm>
- 7) <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey/Carey.html>
- 8) <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey/Ch06/ch6-10.html>
- 9) Science magazine Vol. 209, 22 Aug 1980, pp. 931-933
- 10) Leonardo M. da Silva e Mario H.P. Santana Julien F.C. Boodts, Electrochemistry and Green chemical processes: Electrochemical ozone production, Quim. Nova, Vol 26, No.6, 880-888, 2003.