

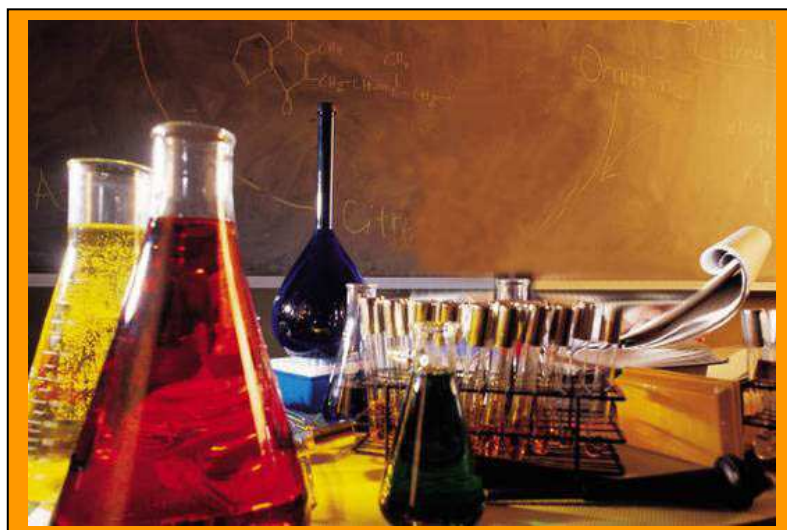


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ : ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

**«Η ΔΙΤΤΗ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ:
ΕΝΑ ΠΡΑΣΙΝΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ
ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ ΕΝΑΣ ΡΥΠΟΓΟΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ»**



ΠΟΥΛΙΟΠΟΥΛΟΣ ΠΟΥΛΙΟΣ - ΧΑΤΖΗΜΠΑΛΑΣΗ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007

1.1 ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Η χρησιμοποίηση των χρωμάτων ανάγεται σε πολύ παλιά εποχή. Τα πρώτα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν φυσικά χρώματα, που απαντούσαν στη φύση σαν ορυκτά, όπως π.χ. η ώχρα, το κιννάβαρι, η σανδαράχη κ.α. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν χρώματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης, όπως π.χ. η πορφύρα και το ινδικό (λουλάκι).

Η χρήση χρωστικών σε ζωγραφίες και διακοσμητικές εφαρμογές είχε ιστορία χιλιάδων ετών πριν γεννηθεί η ιδέα χρήσης τους ως προστατευτικού επιχρίσματος. Οι αρχαιότερες γνωστές ζωγραφικές αναπαραστάσεις, που ανακαλύφθηκαν στα σπήλαια του Λασκώ (στη Γαλλία) και της Αλταμίρα (στην Ισπανία) και εκτελέστηκαν με οξείδιο του σιδήρου χωρίς συνδετικό μέσο, χρονολογούνται από το 1500 π.Χ. Πρωτόγονοι λαοί της Αφρικής, της Ωκεανίας και της Αμερικής, χρησιμοποιούσαν επίσης χρώματα για τη διακόσμηση των ναών τους και των κατοικιών τους. Οι Αιγύπτιοι παρασκεύαζαν χρώματα από χώμα και περί το 1500 π.Χ. είχαν αρχίσει να εισάγουν ινδικό και αλιζάρι για να παρασκευάζουν κυανές και ερυθρές χρωστικές. Περί το 1000 π.Χ. είχαν αναπτύξει βερνίκι από το κόμμι της ακακίας (αραβικό κόμμι), που συνέβαλε στη διατήρηση της τέχνης τους.

Η χρήση χρωμάτων υπήρξε χαρακτηριστική της τέχνης όλου του αρχαίου Ελλαδικού χώρου και όλης της αρχαίας Ελληνικής τέχνης, είτε ως στοιχείου που έδινε έμφαση σε αρχιτεκτονικά μέλη είτε ως στοιχείου διακόσμησης επιφανειών (τοιχογραφίες) της πλαστικής και της αγγειοπλαστικής. Από την Κρήτη του 2200-1600 π.Χ. προέρχονται τα περίφημα καμαραϊκά αγγεία με τις ωραιότατες πολύχρωμες διακοσμήσεις. Η επίδραση της Κρητικής έγχρωμης τοιχογραφίας γίνεται αισθητή την ίδια εποχή και στα άλλα νησιά του Αιγαίου με χαρακτηριστικό παράδειγμα τοιχογραφίες από τη Φυλακωπή της Μήλου (1600-1500 π.Χ.) καθώς και τις τοιχογραφίες στο Ακρωτήρι της Θήβας. Πολλά είναι τα παραδείγματα χρήσης χρωμάτων και στο μεταγενέστερο Ελλαδικό χώρο. Αν και το χρώμα ως επί το πλείστον χάθηκε εκεί που ήταν εκτεθειμένο στα καιρικά φαινόμενα ή και στην καταστροφική επέμβαση του ανθρώπου, επιβίωσε εκεί που ο χώρος του έδωσε προστασία και από τις δύο επεμβάσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα οι έξοχες έγχρωμες τοιχογραφίες που ανακαλύφθηκαν στους βασιλικούς τάφους της Βεργίνας. Έκτοτε η χρήση του χρώματος γενικεύτηκε στον ελληνορωμαϊκό κόσμο και αποτέλεσε ουσιώδες στοιχείο στην εικονιστική παράσταση του θείου στον διάδοχο κόσμο, τον χριστιανικό.

Η ασιατική τέχνη φαίνεται ότι άρχισε να διαμορφώνεται ανεξάρτητα χρησιμοποιώντας έγχρωμα κεριά ως χρωστική και άργιλο ως συνδετικό μέσο. Φυσικά ορυκτά χρησιμοποιούνταν ως πηγές των πρώτων χρωστικών, αλλά φρυγμένα (πυρωμένα) μίγματα και οργανικές χρωστικές αναπτύχθηκαν τουλάχιστον προ του 6000 π.Χ. Μέσα διασποράς παρασκευάζονταν από αραβικό κόμμι, λεύκωμα (ασπράδι αυγού), πήκτωμα και κεριό μελισσών. Η χρήση λάκκας στην Κίνα ανάγεται στην προϊστορική εποχή. Επί δυναστείας Τσου (1111-255 π.Χ.), χρησιμοποιούνταν για τη διακόσμηση αμαξών, ιπποσκευών και όπλων. Τον 2^ο π.Χ. αιώνα, τα Κινεζικά κτήρια, τα διακοσμούσαν με λάκκα τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Διαδεδομένη ήταν επίσης η χρήση της λάκκας στην Κορέα και στην Ιαπωνία.

Η πρώτη χρήση προστατευτικών επιχρισμάτων έγινε από τους Αιγυπτίους, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν πίσσες και βάλσαμα για τη στεγανοποίηση πλοίων, τεχνική που μιμήθηκαν και άλλοι λαοί της αρχαιότητας.

Η χρήση των χρωμάτων για την προστασία εκτεθειμένων ξύλινων επιφανειών άρχισε ουσιαστικά το Μεσαίωνα. Τα χρησιμοποιούμενα εκείνη την εποχή χρώματα ήταν χειροποίητα και περιείχαν δαπανηρές πρώτες ύλες, όπως το λεύκωμα των αυγών. Οι τεχνίτες κρατούσαν μυστικές τις συνταγές τους και τα προϊόντα τους ήταν ακριβά. Από το 18^ο αιώνα και μετά αυξήθηκε η διαθεσιμότητα τόσο των μέσων διασποράς όσο και των χρωστικών. Η εντατική εκμετάλλευση του εξαγόμενου από το λιναρόσπορο λινελαίου και της χρωστικής μορφής του οξειδίου του ψευδαργύρου προκάλεσαν την ταχεία ανάπτυξη της βιομηχανίας χρωμάτων. Κατά το 19^ο αιώνα τα δύο συστατικά, χρωστική ουσία και μέσο διασποράς, συνδυάστηκαν πριν από τη διάθεση του χρώματος στην αγορά.

Μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά φυσικά χρώματα. Ο άνθρωπος, για να βάλει με επιτυχία υφάσματα που να μένουν αναλλοίωτα στον αέρα, στον ήλιο, στο νερό, χρησιμοποιούσε περιορισμένο αριθμό χρωστικών ουσιών, μόλις δώδεκα, και αυτός ο περιορισμένος αριθμός διατηρήθηκε μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Με την πρόοδο όμως που σημειώθηκε στην Οργανική Χημεία, ανακάλυψε τα μυστικά της δομής των χημικών ενώσεων των χρωμάτων και έτσι άνοιξε ο δρόμος για τη βιομηχανική παραγωγή των συνθετικών χρωμάτων, αυξάνοντας τα αποθέματα των χρωστικών ουσιών που είχε στη διάθεσή του. Έτσι το πρώτο συνθετικό χρώμα, που χρησιμοποιήθηκε για το βάψιμο του μεταξιού, ήταν το πικρικό οξύ, που παρασκευάστηκε το 1771. Ο δρόμος για τη σύνθεση οργανικών χρωμάτων ουσιαστικά άνοιξε

το 1856, όταν ο Άγγλος Perkin παρασκεύασε τη μωβείνη.

Είναι χρήσιμο να διακρίνουμε μεταξύ τους τις χρωστικές κάδου και τις χρωστικές με στερέωση (με πρόστυμμα). Στις χρωστικές κάδου, η χρωστική ουσία που είναι αδιάλυτη στο νερό, μετατρέπεται με κάποιο χημικό τρόπο (αναγωγή) σε υδατοδιαλυτή. Το ύφασμα μουσκεύεται σ' αυτό το διάλυμα και αφού στραγγίσει το στεγνώνουμε. Με την οξείδωση από το οξυγόνο του αέρα σχηματίζεται το αρχικό χρώμα μέσα στις ίνες του υφάσματος. Με αυτόν τον τρόπο βάζουν με την **ίσατη** και το **ινδικό**. Στις χρωστικές υφασμάτων με πρόστυμμα βράζουν το ύφασμα με ένα διάλυμα που κάνει πρόστυψη (στερέωση). Αυτό είναι ένα άλας που στο νερό υδρολύεται και μένουν πάνω στις ίνες οξειδία ή υδροξειδία μετάλλων που πάνω τους κολλάει η χρωστική όταν τα υφάσματα εμβαπτιστούν μέσα σε αυτή. Ανάλογα με το πρόστυμμα έχουμε και διαφορετικό χρώμα για την ίδια χρωστική. Από την αρχαιότητα σαν πρόστυμμα χρησιμοποιούσαν πολύ τη στυπτηρία που είναι ένυδρο μεικτό θεικό άλας καλίου-αργιλίου που κρυσταλλώνεται με 24 μόρια νερού. Η χρήση της στυπτηρίας σαν στερεωτικό για βαφή κόκκινων υφασμάτων με ριζάρι χρονολογείται από το 2000 π.χ. στην Αίγυπτο.

Κατά το Μεσαίωνα χρησιμοποιούσαν για στυπτηρία ορυκτά της Μήλου και άλλων Ελληνικών νησιών που ήταν μια σημαντική πηγή μέχρι τα Ρωμαϊκά χρόνια. Διάφορα είδη στυπτηρίας ερχόταν από τη Μέση Ανατολή ή μετέτρεπαν ορυκτά σε θεικό αργίλιο. Μετά την επέκταση της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας κατά το 15^ο αιώνα, οι πηγές της Ανατολής έπαψαν να προσφέρουν στυπτηρία και αναγκάστηκαν στην Ευρώπη να στραφούν σε άλλες πηγές. Ευτυχώς υπήρξαν μεγάλα αποθέματα ορυκτού τραχείτη που μετατρέπονταν σε στυπτηρία με την επίδραση ηφαιστειακών αναθυμιάσεων οξειδίων του θείου. Βρέθηκαν στην Tolfa του Παπικού κράτους. Αυτό οδήγησε σε κερδοφόρο μονοπώλιο του Πάπα στο εμπόριο στυπτηρίας. Μετά την Αναγέννηση οι Διαμαρτυρόμενες χώρες απαίτησαν εγχώριες πηγές. Στην Αγγλία για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκε σχιστόλιθος που βρέθηκε στο Yorkshire. Με κατάλληλη διεργασία (φρύξη και οξείδωση) μετατρέπονταν σε στυπτηρία. Παρόμοια διαδικασία διαδόθηκε σε όλη την Ευρώπη.

Όσον αφορά αυτά καθαυτά τα μέσα βαφής, το μόνο **επιτυχημένο μπλε** που ήταν γνωστό από τον περασμένο αιώνα ήταν η **ινδικοτίνη** που προέρχεται από το **ινδικό** (**Indigofera tinctoria**, λουλάκι), ένα φυτό των τροπικών χωρών, και από την **ίσατη** (**Isatis tinctoria**, παστέλ), με λιγότερο ποσό ινδικοτίνης, που απλώθηκε η καλλιέργειά της σε όλη την Ευρώπη. Η **ινδικοτίνη** είναι αδιάλυτη στο νερό και έτσι δε μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε λουτρό βαφής. Τα φυτά τα άφηναν να ζυμωθούν για να παράγουν το διαλυτό λευκό ινδικό. Τα υφάσματα μουσκεύονταν

σε διάλυμα λευκού ινδικού και απλώνονταν να στεγνώσουν για να οξειδωθεί το λευκό ινδικό προς μπλε ινδικό. Οι Αιγύπτιοι το 1500 π.χ. έβαφαν με **ινδικό** και μερικά από τα χρώματά τους διατηρήθηκαν μέχρι τις μέρες μας. Κατά τους Ελληνορωμαϊκούς χρόνους και το Μεσαίωνα χρησιμοποιούσαν πολύ την **ίσατη** για βαφές μπλε χρώματος.



Indigofera tinctoria



Isatis tinctoria

Για **κίτρινα χρώματα**, το παλαιότερο μέσο βαφής φαίνεται ότι είναι το άνθος του φυτού **κρόκος (σαφράν)(C. Sativus)**



C. Sativus

Η ιστορία του είναι μεγάλη, αφού έχει βρεθεί και σε τυλίγματα μούμιας το 2000 π.χ. και χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Από το φυτό σαφράν, του οποίου το άνθος χρησιμοποιούνταν για βαφή, προέρχεται και το όνομα της πόλης Saffron Waldes στο Essex της Γερμανίας, αξιόλογο κέντρο για το φυτό αυτό κατά το Μεσαίωνα. Παλαιότερα το χρησιμοποιούσαν πολύ στις Ινδίες για τη βαφή του μανδύα των Βουδιστών μοναχών. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για τη βαφή βασιλικών ενδυμάτων σε πολλούς πολιτισμούς.



Άνθη Crocus Sativus

Για κόκκινα χρώματα επί χιλιετίες χρησιμοποιούσαν το φυτό ριζάρι

(**Rubia tinctorum**) (ρουβία η βαφική) γνωστό ως **ερυθρόδανο**, οι ρίζες του οποίου δίνουν το άλικο χρώμα των υφασμάτων. Φυτό που είναι άγριο αυτοφυές, σε Μεσογειακές χώρες και χώρες της Μέσης Ανατολής με μεγάλη ιστορία. Ακόμα και οι Αιγύπτιοι το χρησιμοποιούσαν γύρω στο 1500 π.χ. για να βάφουν κόκκινα υφάσματα.



Rubia tinctorum

Στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα στο χωριό Αμπελάκια του Νομού

Λαρίσης, υπήρχε από το 1778 ο πρώτος συνεταιρισμός που αριθμούσε 6000 μέλη (!) και είχε σαν αντικείμενο την παραγωγή, επεξεργασία, βαφή, και εμπορία των κόκκινων, άλικων (που δεν ξεβάφουν δηλαδή) νημάτων. Ο συνεταιρισμός διέθετε μάλιστα 17 υποκαταστήματα (!) πώλησης σε όλη την Ευρώπη.



Ρίζες της Rubia tinctorum

Στις ρίζες του φυτού υπάρχει η χημική ουσία, η αλιζαρίνη, η οποία ευθύνεται για το χρωματισμό των υφάνσιμων ινών και των έργων ζωγραφικής.



Από τους Ελληνορωμαϊκούς χρόνους το κόκκινο χρώμα το έπαιρναν από διάφορα είδη εντόμων (**Coccus**) που ήταν παράσιτα πάνω σε φυτά (**Kermes Vermilio**, κρεμέζι). Όταν οι Καρδινάλιοι άρχισαν να βάφουν τους κόκκινους μανδύες τους το 1464, η απόχρωση που παραγόταν με πρόστυμμα στυπτηρία και χρώμα από τα παραπάνω έντομα, ήταν ένα αδύνατο κόκκινο χρώμα το οποίο έγινε έντονα ζωηρό όταν το 17^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε αντί στυπτηρίας άλας κασσιτέρου. Με την ανακάλυψη



Kermes vermilio



Kermes vermilio

της Αμερικής τη σκυτάλη παίρνει μια παρόμοια χρωστική από το μεξικανικό έντομο **κοκκινίλη (Dactylopius coccus)**.



Dactylopius coccus

Ένα πολύ ακριβό χρώμα στην αρχαιότητα, που ήταν **σκούρο καφέ-μωβ**, παραγόταν από μερικά είδη οστρακοειδών του γένους **Murex**, όπως του είδους **Murex Miliaris** γνωστό και ως **M. purpura** από το οποίο προέρχεται και το όνομα **πορφύρα**. Δύο άλλα γνωστά είδη είναι τα **Murex brandaris** και **Murex trunculus**.



Murex Miliaris



Murex brandaris

Murex trunculus



Βαφή με τα είδη του γένους Murex

Η βιομηχανία βαφής με πορφύρα είχε την τάση να παραμείνει στις παράλιες χώρες της Μεσογείου και στις Φοινικικές πόλεις Τύρου και Σιδόνας που ήταν αξιόλογα κέντρα αυτού του εμπορίου.

Οι Έλληνες της Κύπρου και της Μινωϊκής Κρήτης καθώς και οι Φίνοικες απέκτησαν μεγάλη επιδεξιότητα στη βαφή με πορφύρα. Είναι χαρακτηριστικό ότι για να εξαχθεί 1 g πορφύρας χρειάζονται μερικές χιλιάδες κοχύλια του γένους Murex. Το γεγονός αυτό εξηγεί την πολύ μεγάλη εμπορική σημασία της πορφύρας στους αρχαίους χρόνους. Η δομή της πορφύρας είναι πολύ παρόμοια με αυτήν του λουλακιού. Δεν έχει παραχθεί ποτέ συνθετικά σε εμπορική βάση.

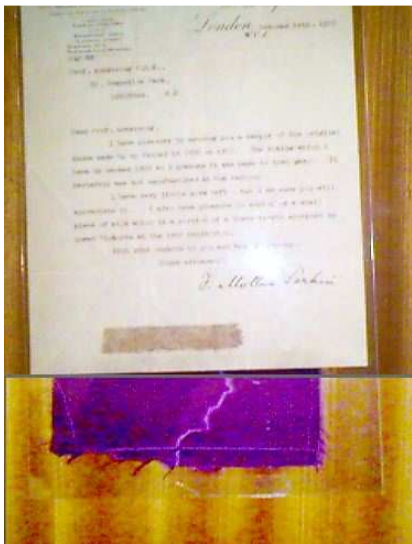
Δε γνωρίζουμε πολλά για τις τεχνικές βαφής και τις μεθόδους εργασίας των βαφέων. Υπήρχε μια τάση να κρατούν μυστικές τις γνώσεις του επαγγέλματος. Ήταν ένα επάγγελμα που μάθαιναν από άλλους με πρακτική εφαρμογή που πιθανόν άλλαξε λίγο με την εμφάνιση των πρώτων βιβλίων. Οι τεχνικές βαφής πρακτικά δεν άλλαξαν μέχρι τα τέλη

του 19^{ου} αιώνα όπου οι γρήγορες αλλαγές στην υφαντουργία ζητούσαν βελτιώσεις στην τεχνική βαφών.

Μολονότι η Επιστήμη της Χημείας έβαλε σταθερά θεμέλια κατά το 1800 μ.Χ. η δομή των χρωμάτων ήταν πολύ πολύπλοκη ώστε να διευκρινιστεί σύντομα. Στην εύρεση της δομής των οργανικών ενώσεων γενικά βοήθησαν αρχικά οι **Lavoisier** στη δεκαετία του 1780, **Jons Jakob Berzelius** και **Justus von Liebig** το 1830. Ο **Lavoisier** είχε διαπιστώσει ότι στις οργανικές ενώσεις υπάρχει πάντα άνθρακας και συνήθως υδρογόνο και οξυγόνο. Αργότερα εντόπισαν και την παρουσία άλλων στοιχείων όπως άζωτο και θείο. Με την πρόοδο της Επιστήμης της Χημείας, πολλά από τα συστατικά σωμάτων πάρθηκαν από φυσικές ουσίες όπως για παράδειγμα το **βενζόλιο** που βρέθηκε το 1842 μ.Χ. στην πίσσα του γαιάνθρακα. Αυτή η ένωση έγινε αντικείμενο έρευνας από ομάδα επιστημόνων της εποχής που ο **August Wilhelm von Hoffmann** συγκέντρωσε στο **Royal College of Chemistry** που ιδρύθηκε το 1845 μ.Χ. Το **βενζόλιο** ήταν το σημείο έναρξης σύνθεσης πολλών χημικών ενώσεων συμπεριλαμβανομένου και ενός λαδιού που ονομάστηκε **ανιλίνη** (που πρώτα παρασκευάστηκε από το φυτό **Indigofera**, που στην Πορτογαλική γλώσσα λέγεται **anil**).



W. H. Perkin
1838-1907

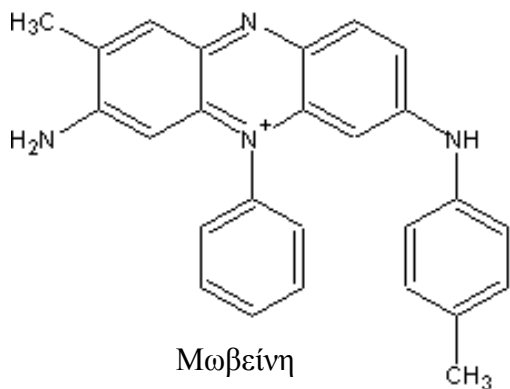


Ένας από τους πιο έξυπνους και διακεκριμένους σπουδαστές του **Hofmann** ήταν ο **William Henry Perkin**. Κατά το 1856 σε ένα εργαστήριο που δημιούργησε στο σπίτι του προσπαθούσε να παρασκευάσει κινίνη από ανιλίνη και παράγωγά της γιατί φαινόταν ότι έμοιαζαν στη δομή. Το αποτέλεσμα ήταν μια μαύρη «λάσπη». Βράζοντας με νερό, πήρε ένα διάλυμα μωβ από το οποίο απομόνωσε μωβ κρυστάλλους. Προσπάθησε να βάλει ένα μεταξωτό ύφασμα μ' αυτό το προϊόν και

βρήκε ότι έδινε ένα μωβ λαμπρό χρώμα ανθεκτικό στο πλύσιμο και τον ήλιο. Ήταν το πρώτο συνθετικό χρώμα ανιλίνης που την ονόμασε

μωβεΐνη (Mauveine). Ο **Perkin** έστειλε ένα δείγμα στους βαφείς **Pyllars** και **Perth** και η απάντηση που πήρε ήταν ευνοϊκή. Τον επόμενο χρόνο, με κεφάλαια της οικογένειάς του, έκανε μονάδα παραγωγής συνθετικής ανιλίνης στο **Greenford Green** κοντά στο **Harrow**. Το νέο «πορφυρό της ανιλίνης» εξαπλώθηκε και έξω από τα όρια της Αγγλίας ενώ στη Γαλλία το ονόμασαν «μωβ». Ήταν τόσο μεγάλη η εμπορική επιτυχία του **Perkin** που αποσύρθηκε από τις επιχειρήσεις σε ηλικία

των 35 ετών και αφοσιώθηκε στη χημική έρευνα.



Άλλοι χημικοί ακολούθησαν το δρόμο του με άλλα χρώματα, προϊόντα της ανιλίνης. Είχε βρεθεί ότι η ανιλίνη μπορούσε να σχηματίσει **διαζωενώσεις**, που αργότερα βρέθηκαν από τον **Peter Griess** και ονομάστηκαν έτσι επειδή υπήρχαν δύο άτομα αζώτου μαζί. Διαπιστώθηκε ότι όταν αυτές οι ενώσεις επιδρούσαν πάνω στη **φαινόλη** σχηματίζονταν ουσίες με έντονα χρώματα, πολλές απ' τις οποίες ήταν **χρωστικές**. Η πρώτη αζωτοχρωστική ήταν το **καφέ του Bismarck** που παρασκευάστηκε από τον **Carl Alexander Martins** το 1863.

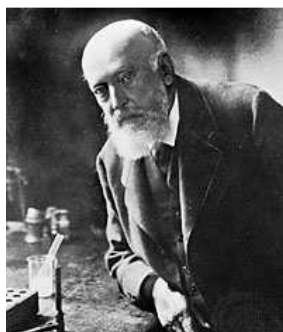
Η επόμενη σύνθεση ήταν η σύνθεση της κόκκινης χρωστικής που υπάρχει στο φυτό **ριζάρι, της αλιζαρίνης**. Η εύρεση της δομής της έπρεπε να περιμένει την πρόοδο της επιστήμης και αυτό έγινε όταν ο

August Kekule ανακάλυψε ότι το βενζόλιο είχε κυκλική δομή σε εξαγωνικό δακτύλιο. Μετά απ' αυτόν οι **Graele** και **Liebermann** μπόρεσαν να εργαστούν στη δομή της αλιζαρίνης και να ανακαλύψουν έναν τρόπο να τη συνθέσουν σε εργαστηριακή κλίμακα.



Heinrich Caro
1834-1910

Ο **Heinrich Caro** όμως μελέτησε μια βιομηχανική μέθοδο για σύνθεση της αλιζαρίνης που περιελάμβανε σουλφούρωση της ανθρακίνονης με πυκνό θειικό οξύ, καθώς εργαζόταν στο εργοστάσιο **Badische Anilin und Soda Fabrik**. Ο **Perkin** εργαζόταν πάνω στο ίδιο θέμα και πήρε πατέντα για τη μεθοδό του στις **26 Ιουνίου του 1869**, μια μέρα μετά την απόκτηση πατέντας από τον **Caro**. Έγινε μια φιλική διευθέτηση και επέτρεψαν στον **Perkin** να παρασκευάζει αλιζαρίνη στην Αγγλία με την άδεια της **BASF**. Το συνθετικό χρώμα ήταν πιο φτηνό από το φυσικό, έτσι η καλλιέργεια του φυτού ριζάρι μειώθηκε μέχρι που σταμάτησε.



Adolf van Baeyer
1835-1917

Η επιτυχία με την **αλιζαρίνη** έδωσε το ερέθισμα στους Χημικούς να στρέψουν την προσοχή τους προς την **ινδικοτίνη (Ινδικό)**. Μετά από πολλά χρόνια έρευνας στην οποία διακρίθηκε ο **Adolf van Baeyer**, βρέθηκε η δομή του μορίου και το 1880 βρέθηκε μέθοδος σύνθεσης της ινδικοτίνης. Του απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ το 1905.

Πάλι η μεταφορά της εργαστηριακής παρασκευής στη βιομηχανική κλίμακα φάνηκε δύσκολη και μόνο το 1897 μπόρεσαν να την επιτύχουν μετά από μεγάλες και δαπανηρές έρευνες στην **BASF**.

Από το 1900 και μετά η βιομηχανία δεν παρείχε φθηνή και σταθερή παραγωγή μόνο χρωστικών ουσιών που υπήρχαν στη φύση, αλλά με αυξανόμενο ρυθμό πρόσθετε και άλλες συνθετικές στον κατάλογο χρωστικών που υπήρχαν μέχρι τότε. Σε αυτή τη μεγάλη πρόοδο η **Αγγλία** είχε κάνει την αρχή με την ανακάλυψη του **Perkin**, αλλά στη συνέχεια η **Γερμανία** ήταν αυτή που κυριάρχησε στη βιομηχανική παραγωγή συνθετικών χρωστικών. Έτσι η Αγγλική βιομηχανία υστέρησε τελικά τόσο πολύ που έφτασε στο σημείο, μετά την κήρυξη του 1^{ου} παγκοσμίου πολέμου, να εισάγει το 80% των χρωστικών κυρίως από τη **Γερμανία**. Δύο λόγοι συνέβαλαν σε αυτή την προπορεία της προπολεμικής Γερμανίας σε αυτόν και σε άλλους βιομηχανικούς τομείς. Ο ένας ήταν η

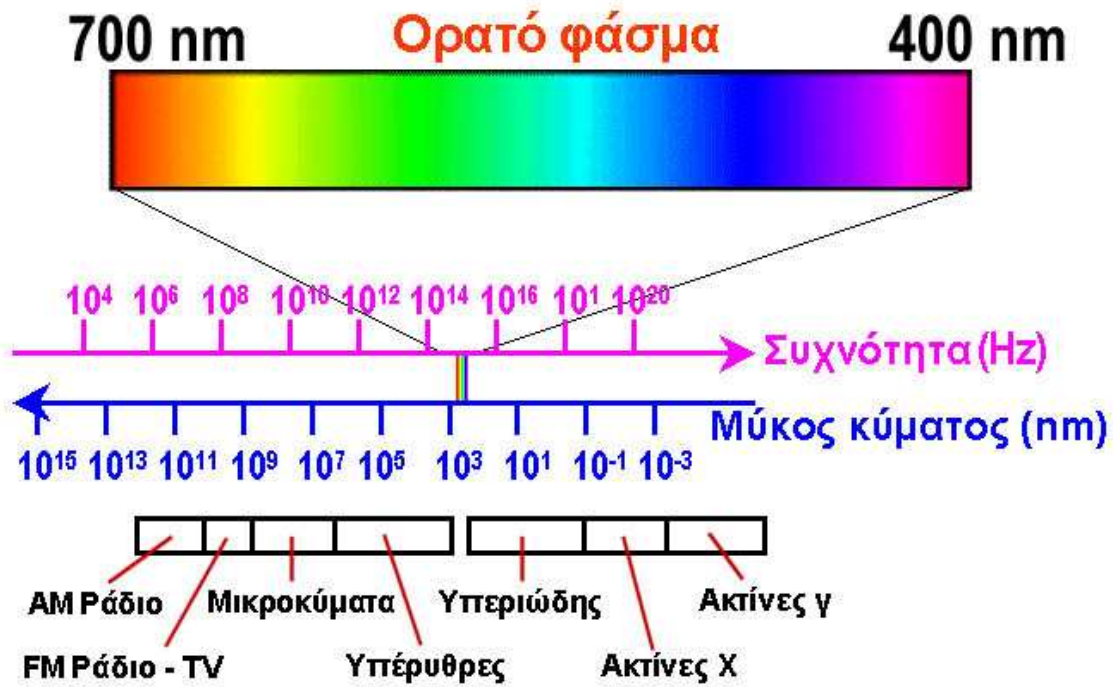
καλή εκπαίδευση στα Σχολεία, Πανεπιστήμια και Πολυτεχνεία, με επιχορηγήσεις από το κράτος ώστε να υπάρχουν καλές βάσεις εκπαίδευσης Χημικών και ο άλλος ήταν η θέληση των συμβούλων των εργοστασίων να απασχολούν Χημικούς σε έρευνες σε μεγάλη κλίμακα αφειδώς. Η βιομηχανία συνθετικών χρωμάτων ανιλίνης ήταν η πρώτη βιομηχανία που βασιζόταν σε επιστημονική βάση και έδειξε θεαματική πρόοδο που μπόρεσε να επιτευχθεί με άμεση και ελεύθερη εφαρμογή επιστημονικών γνώσεων στη βιομηχανία.

Ακολουθεί μία ραγδαία ανάπτυξη της Αγγλικής βιομηχανίας χρωστικών για να ικανοποιήσει τη ζήτηση των χρωστικών. Έτσι η Αγγλική και Αμερικάνικη βιομηχανία χρωστικών ουσιών έφτασαν τη Γερμανική.

Ο 20^{ος} αιώνας έχει γίνει πιο πολύχρωμος λόγω των ερευνών των χημικών πάνω στα συνθετικά χρώματα. Εκτός από τη βελτίωση των ιδιοτήτων των υπαρχόντων χρωμάτων, οι έρευνες κατευθύνθηκαν στην ανεύρεση νέων χρωμάτων και τρόπων εφαρμογής τους στα συνθετικά υφάσματα και στην αύξηση του εύρους άλλων προϊόντων π.χ. πλαστικά, ελαστικά, τρόφιμα, μελάνια. Ένα ιδιαίτερο τμήμα της προόδου ήταν η αυστηρή διεθνής τυποποίηση της σταθερότητας των χρωμάτων, αλλά και η διεύρυνση του φάσματος των χρωστικών κάδων συμπεριλαμβανομένων των πρώτων **πράσινων βαφών Caledon Jade Green**, που ανακοινώθηκαν από τον **James Morton** της εταιρείας **Scottish Dyes Ltd** το 1920.

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ – ΒΑΣΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Τα χρώματα είναι μία κωδικοποίηση του ανθρώπινου νευρικού συστήματος για να διακρίνει τα μήκη κύματος (ή τις συχνότητες) του φωτός που προσπίπτουν στο αισθητήριο όργανο της όρασης. Τα μήκη κύματος του φωτός που διεγείρουν τον ανθρώπινο οφθαλμό κυμαίνονται από περίπου 4.000 Å (400 nm) μέχρι 7.000 Å (700 nm). Πρόκειται για το φάσμα ορατού φωτός ή για τις λεγόμενες φωτεινές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μικρότερο ή μεγαλύτερο μήκος κύματος δεν γίνεται αντιληπτή από το μάτι του ανθρώπου.



Στον πίνακα φαίνεται σε γενικές γραμμές η χρωματική κωδικοποίηση του ανθρώπινου οφθαλμού στα ορατά μήκη κύματος (χρώματα της Ίριδας). Σε κάθε μήκος κύματος (ή συχνότητα) η όραση του ανθρώπου αντιστοιχίζει και ένα χρώμα.

Τα χρώματα του ορατού φάσματος		
Χρώμα	Περιοχή μηκών κύματος (nm)	Περιοχή συχνοτήτων (Hz)
<u>Κόκκινο</u>	~ 630–700 nm	~ 476–429 $\times 10^{12}$ Hz
<u>Πορτοκαλί</u>	~ 590–630 nm	~ 510–476 $\times 10^{12}$ Hz
<u>Κίτρινο</u>	~ 560–590 nm	~ 535–510 $\times 10^{12}$ Hz
<u>Πράσινο</u>	~ 500–560 nm	~ 600–535 $\times 10^{12}$ Hz
<u>Μπλε</u>	~ 440–500 nm	~ 680–600 $\times 10^{12}$ Hz
<u>Ιώδες (Μωβ)</u>	~ 400–440 nm	~ 750–680 $\times 10^{12}$ Hz

Όταν στο μάτι του ανθρώπου προσπέσουν δύο ακτινοβολίες με διαφορετικά μήκη κύματος η ανθρώπινη όραση συνθέτει τα χρώματα

δημιουργώντας καινούργια. Έτσι για παράδειγμα αν μία φωτεινή πηγή μάς φαίνεται ότι εκπέμπει κίτρινο χρώμα μπορεί αυτή να έχει μήκη κύματος στην περιοχή από 560 nm έως 590 nm ή να εκπέμπει ταυτόχρονα κόκκινες και πράσινες ακτινοβολίες που όταν συντίθενται μας δίνουν κίτρινο χρώμα. Για τη δημιουργία των χρωμάτων δεν μας είναι απαραίτητα όλα τα μήκη κύματος του ορατού φωτός αλλά μόνο ορισμένα από αυτά. Με άλλα λόγια στηριζόμενοι σε κάποια χρώματα τα οποία ονομάζουμε βασικά ή πρωτογενή μπορούμε να συνθέσουμε τα υπόλοιπα.

Η χρωματική εντύπωση ενός αντικειμένου δημιουργείται με δύο τρόπους:

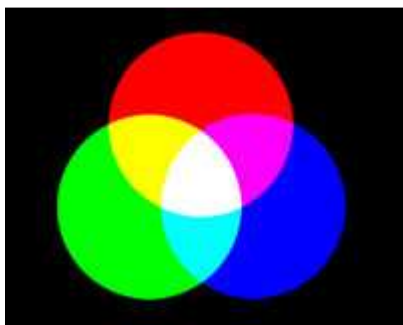
1. Αφαιρετική μίξη χρωμάτων: Εδώ πρόκειται για τη χρωματική δημιουργία η οποία υπάρχει σε όλα τα μη αυτόφωτα αντικείμενα, δηλαδή στην πλειονότητα των αντικειμένων που μας περιβάλλουν. Στην αφαιρετική μίξη χρωμάτων απορροφώνται από το λευκό φως του ήλιου ή των τεχνητών φωτεινών πηγών επιλεκτικά ορισμένα χρώματα. Το ανακλώμενο φως ή το διερχόμενο φως είναι το «υπόλοιπο» του μη απορροφημένου λευκού φωτός. Αυτό το υπόλοιπο φως έχει ένα ορισμένο χρώμα, στο οποίο εμφανίζεται το αντικείμενο. Το χρώμα αυτό ονομάζεται **συμπληρωματικό χρώμα** του απορροφημένου χρώματος, επειδή αυτό μαζί με το απορροφημένο φως δίνουν και πάλι λευκό.

2. Προσθετική μίξη χρωμάτων: Εδώ πρόκειται για τη χρωματική δημιουργία η οποία συμβαίνει όταν αναμιγνύονται φωτεινές ακτινοβολίες. Για το σχηματισμό όλων των χρωμάτων (αποχρώσεων) βασίζομαστε σε τρία βασικά χρώματα (**Red – Green – Blue**) (**Κόκκινο – Πράσινο – Κίτρινο**). Με συνδυασμό της έντασης των βασικών χρωμάτων μπορούν να παραχθούν όλες οι ενδιάμεσες αποχρώσεις.

Τα βασικά χρώματα που χρησιμοποιούμε για τη σύνθεση των χρωμάτων δεν είναι ίδια σε όλες τις εφαρμογές. Οι διαφορές σχετίζονται με τον τρόπο που παράγεται το φως που φτάνει στο μάτι αλλά και με το επιθυμητό οπτικό αποτέλεσμα. Το φως που βλέπουμε μπορεί να προέρχεται από **απευθείας εκπομπή** (π.χ. οθόνη υπολογιστή ή τηλεόρασης), από απορρόφηση που οφείλεται σε **ανάκλαση** ή από **απορρόφηση** καθώς αυτό διέρχεται μέσα από ημιδιαφανή χρωματιστά υλικά. Κατά την εκπομπή του φωτός τα μήκη κύματος «αθροίζονται», (**προσθετική μίξη χρωμάτων**), για τη δημιουργία του χρωματικού αποτελέσματος ενώ κατά την απορρόφηση του φωτός από τα υλικά τα μήκη κύματος «αφαιρούνται», (**αφαιρετική μίξη χρωμάτων**), και δημιουργούν το χρωματικό αποτέλεσμα. Παράλληλα η αντίληψη του φωτός από τον άνθρωπο περιλαμβάνει επιπλέον χαρακτηριστικά όπως η

λαμπρότητα (brightness), η απόχρωση (hue) και η χρωματική καθαρότητα (saturation). Με άλλα λόγια η αίσθηση του χρώματος είναι μία πολύπλοκη ανθρώπινη διαδικασία. Για την διευκόλυνση της περιγραφής και της αναπαραγωγής των χρωμάτων δημιουργήθηκαν τα λεγόμενα χρωματικά μοντέλα. Καθένα από αυτά βασίζεται σε συγκεκριμένα βασικά (πρωτογενή) χρώματα. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι σπάνια δύο εφαρμογές φτάνουν στο ίδιο χρωματικό αποτέλεσμα ακόμη και στην περίπτωση που χρησιμοποιούν το ίδιο χρωματικό μοντέλο. Μία εικόνα φαίνεται διαφορετική σε οθόνες από διαφορετικό κατασκευαστή και δύο κόκκινες μπογιές από διαφορετικό κατασκευαστή δίνουν διαφορετικό κόκκινο χρώμα.

Βασικά χρώματα στην οθόνη (εκπομπή φωτός) (RGB)



RGB – Βασικά και δευτερογενή χρώματα.

Η οθόνη της τηλεόρασης και του υπολογιστή λειτουργεί με τρία βασικά χρώματα: Κόκκινο – Πράσινο – Μπλε (Red – Green – Blue: RGB). Με συνδυασμό αυτών των χρωμάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε τα δευτερεύοντα ή δευτερογενή χρώματα ως εξής:

- Κίτρινο: Κόκκινο + Πράσινο
- Γαλάζιο: Πράσινο + Μπλε
- Μωβ(Magenta): Μπλε + Κόκκινο

Από τους συνδυασμούς των πρωτογενών ή των δευτερογενών χρωμάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε όλους τους δυνατούς χρωματισμούς. Τα τρία πρωτογενή χρώματα όταν συνδυαστούν δίνουν το λευκό.

- Λευκό: Κόκκινο + Πράσινο + Μπλε

Λευκό επίσης δίνουν και οι συνδυασμοί ενός πρωτογενούς και του αντίθετού του δευτερογενούς (συμπληρωματικά χρώματα).

Λευκό: Κόκκινο + Γαλάζιο

Λευκό: Πράσινο + Μωβ (Magenta)

Λευκό: Μπλε + Κίτρινο

Βασικά χρώματα στην εκτύπωση (CMYK)



CMY – Βασικά και δευτερογενή χρώματα.

Στην εκτύπωση των εντύπων χρησιμοποιείται ευρέως το σύστημα CMY που είναι συμπληρωματικό μοντέλο του RGB. Τα τρία βασικά χρώματα στο CMY είναι: Γαλάζιο (Cyan) – Μοβ (Magenta) – Κίτρινο (Yellow).

Με τα τρία αυτά χρώματα δημιουργούμε τα δευτερογενή Κόκκινο – Πράσινο – Μπλε ως εξής:

Κόκκινο: Μοβ(Magenta) + Κίτρινο

Πράσινο: Κίτρινο + Γαλάζιο

Μπλε: Γαλάζιο + Μωβ(Magenta)

Το μοντέλο αυτό βασίζεται στο γεγονός ότι το υπόβαθρο της εκτύπωσης είναι το λευκό χαρτί που ανακλά όλα τα χρώματα (μήκη κύματος). Κάθε βασικό χρώμα που προστίθεται με ένα μελάνι απορροφά ορισμένα χρώματα και αποδίδει τα υπόλοιπα. Για παράδειγμα το κίτρινο μελάνι απορροφά το μπλε χρώμα και αφήνει το πράσινο και το κόκκινο να ανακλαστεί. Εδώ ο συνδυασμός των τριών βασικών χρωμάτων δίνει το μαύρο χρώμα (πλήρης απορρόφηση των ακτινοβολιών). Μαύρο χρώμα επίσης προκύπτει από το συνδυασμό ενός βασικού και του αντίθετού του δευτερογενούς:

Μαύρο: Γαλάζιο + Μωβ(Magenta) + Κίτρινο

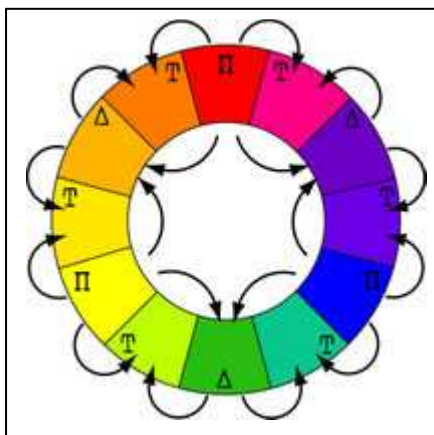
Μαύρο: Γαλάζιο + Κόκκινο

Μαύρο: Μωβ(Magenta) + Πράσινο

Μαύρο: Κίτρινο + Μπλε

Τα μελάνια όμως από τη φύση τους δεν μπορούν να αποδώσουν συγκεκριμένα μήκη κύματος – χρώματα (όπως τα pixels μίας οθόνης) αλλά μία ευρεία περιοχή του χρωματικού φάσματος. Το αποτέλεσμα είναι συνδυασμός των τριών βασικών χρωμάτων να δίνει ένα καφετί χρώμα αντί για το μαύρο. Για το λόγο αυτό προστέθηκε στο μοντέλο CMY και το μαύρο μελάνι με αποτέλεσμα να προκύψει το χρωματικό μοντέλο CMYK (Cyan – Magenta – Yellow – Black). Πρακτικά στην εκτύπωση δεν χρησιμοποιείται σήμερα το CMY μοντέλο αλλά το CMYK. Το μοντέλο CMY μπορεί να παρασταθεί όπως και το RGB με ένα κύβο σε ένα καρτεσιανό σύστημα αξόνων με το λευκό χρώμα στην αρχή των αξόνων και τα βασικά χρώματα πάνω στους άξονες.

Βασικά χρώματα στη ζωγραφική (μπογιές)



Παραδοσιακός χρωματικός τροχός του συστήματος RYB. Π – πρωτογενή, Δ – δευτερογενή, Τ – τριτογενή χρώματα.

Στην παραδοσιακή ζωγραφική χρησιμοποιείται το χρωματικό μοντέλο RYB με βασικά χρώματα τα Κόκκινο (Red) – Κίτρινο (Yellow) – Μπλε (Blue). Με τα τρία αυτά βασικά χρώματα δημιουργούμε τα δευτερογενή ως εξής:

- Πορτοκαλί: Κόκκινο + Κίτρινο
- Πράσινο: Κίτρινο + Μπλε
- Μωβ: Μπλε + Κόκκινο

Στο μοντέλο αυτό υπάρχουν και τριτογενή χρώματα που δημιουργούνται από τα πρωτογενή και τα δευτερογενή. Τα πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή χρώματα φαίνονται στον χρωματικό τροχό. Το χρωματικό αυτό μοντέλο περιγράφει σε πολύ αδρές γραμμές τη συμπεριφορά των χρωμάτων που παράγονται από ανάμειξη των χρωστικών που χρησιμοποιούνται στις μπογιές ζωγραφικής και παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα στην εφαρμογή του. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες οι μπογιές περιέχει χρωστικές που ανακλούν μεγάλες περιοχές του ορατού φάσματος που διαφέρουν ανάλογα με την εταιρεία που παρασκευάζει τις μπογιές. Με άλλα λόγια όλες οι κόκκινες μπογιές δεν είναι ίδιες και δεν παρουσιάζουν τις ίδιες ιδιότητες όταν αναμειχθούν με άλλες μπογιές. Για το λόγο αυτό στη ζωγραφική δεν είναι δυνατόν να παρασκευάσουμε όλα τα χρώματα από τα παραδοσιακά πρωτογενή. Έτσι κάθε παρασκευάστρια εταιρεία δημιουργεί μία δικιά της γκάμα βασικών χρωμάτων που περιλαμβάνουν τα πρωτογενή, τα δευτερογενή, ορισμένα τριτογενή ή άλλα χρώματα, το λευκό και το μαύρο. Με τα χρώματα αυτά μπορεί να δημιουργηθεί κάθε επιθυμητό χρωματικό αποτέλεσμα.

1.3 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι στη φύση δεν υπάρχει χρώμα. Το χρώμα «παράγεται» μόνο μέσω των αισθητηρίων οργάνων ή πιο σωστά μέσω του εγκεφάλου ως χρωματική εντύπωση.

Το φως, δηλαδή η ακτινοβολία (λευκή ή τμήμα αυτής) που προσπίπτει επί του αμφιβληστροειδούς, γίνεται αντιληπτό ως χρωματικό ερέθισμα και στον εγκέφαλο υφίσταται επεξεργασία και αφομοιώνεται ως χρωματική αίσθηση ή χρωματική εντύπωση.

Αναλυτικότερα, το φως εισέρχεται στο μάτι μέσω ενός συστήματος φακών (κερατοειδής, κρυσταλλοειδής) με ρυθμιζόμενο διάφραγμα (ίρις), και προσπίπτει σε ένα χιτώνα το λεγόμενο αμφιβληστροειδή.

Στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ανθρώπινου ματιού υπάρχουν τα κύτταρα που ονομάζονται φωτοϋποδοχείς ή φωτοαισθητήρες. Οι φωτουποδοχείς περιλαμβάνουν δύο τύπους κυττάρων τα κωνία και τα ραβδία. Τα ραβδία είναι υπεύθυνα για την αντίληψη του φωτεινού και του σκοτεινού φωτός ενώ τα κωνία για την αντίληψη των χρωμάτων.

Υπάρχουν τρία είδη κωνίων:

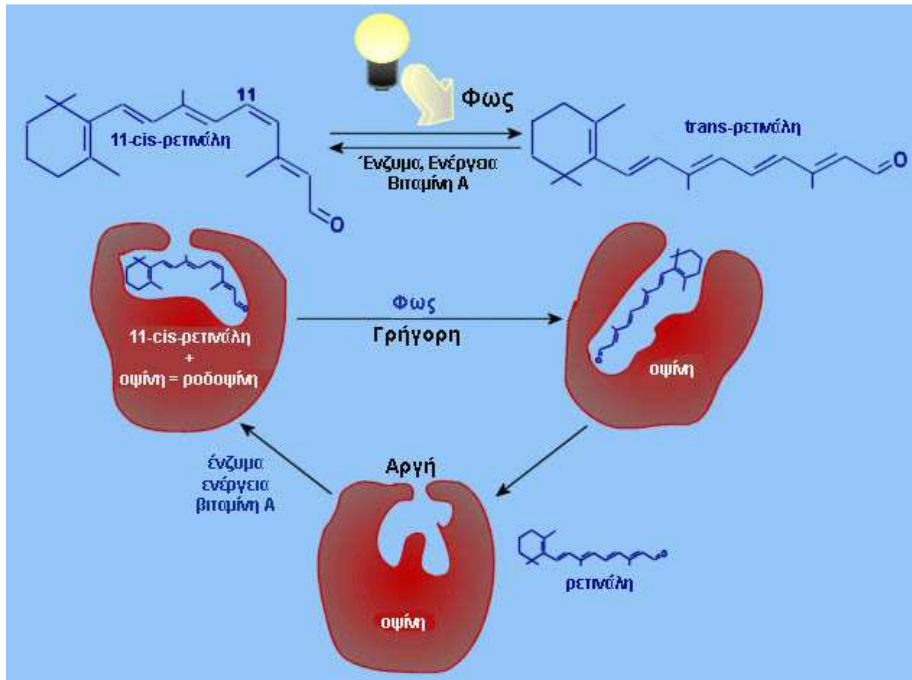
S-κωνία: είναι ευαίσθητα σε φωτόνια μικρού μήκους κύματος και παρουσιάζουν μέγιστη ευαισθησία σε μήκος κύματος περίπου 4.200 Å (420 nm). Είναι ευαίσθητα στο μπλε φως.

M-κωνία: είναι ευαίσθητα σε φωτόνια μεσαίου μήκους κύματος και παρουσιάζουν μέγιστη ευαισθησία σε μήκος κύματος περίπου 5.300 Å (530 nm). Είναι ευαίσθητα στο πράσινο φως.

L-κωνία: είναι ευαίσθητα σε φωτόνια μεγάλου μήκους κύματος και παρουσιάζουν μέγιστη ευαισθησία σε μήκος κύματος περίπου 5.600 Å (560 nm). Είναι ευαίσθητα στο κόκκινο φως.

Η ευαισθησία των κωνίων σε διαφορετικά μήκη κύματος οφείλεται σε φωτοευαίσθητες χρωστικές ουσίες τις ροδοψίνες οι οποίες αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό τμήμα την οψίνη και τη χρωστική 11-cis-ρετινάλη η οποία παράγεται στον οργανισμό από βιταμίνη Α.

Με επίδραση φωτός η ροδοψίνη μετασχηματίζεται σε λουμιροδοψίνη, στην οποία η 11-cis-ρετινάλη μετατράπηκε σε trans-ρετινάλη. Η λουμιροδοψίνη διασπάται ταχύτατα σε οψίνη και trans-ρετινάλη. Συγχρόνως, τα οπτικά νευρικά κύτταρα λαμβάνουν ένα ηλεκτρικό σήμα που το μεταβιβάζουν στον εγκέφαλο. Η μετατροπή και πάλι της trans-ρετινάλης σε 11-cis-ρετινάλη επιτυγχάνεται αργά σε πολλά στάδια και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και μισή ώρα. Γι' αυτό το λόγο αργεί να προσαρμοστεί το μάτι όταν ξαφνικά περάσει από ένα σκοτεινό χώρο σε ένα φωτεινό.



Μηχανισμός όρασης

Θα μπορούσαμε να πούμε λοιπόν ότι τα βασικά χρώματα τα οποία αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος είναι το Κόκκινο, το Πράσινο και το Μπλε. Μία τέτοια εκτίμηση θα ήταν πολύ απλουστευμένη εφόσον η αίσθηση του φωτός περιλαμβάνει παραμέτρους όπως η λαμπρότητα (brightness), η απόχρωση (hue) και η χρωματική καθαρότητα (saturation), στη διαδικασία της όρασης λαμβάνουν μέρος και άλλα κύτταρα εκτός από τα κωνία και υπάρχει μία πολύπλοκη διαδικασία σύνθεσης των οπτικών ερεθισμάτων. Γι' αυτό το λόγο τα χρωματικά μοντέλα αδυνατούν με μερικά βασικά χρώματα να περιγράψουν πλήρως την αίσθηση των χρωμάτων αλλά μπορούν να την προσεγγίσουν με αρκετή ακρίβεια.

1.4 ΧΡΩΣΤΙΚΑ ΜΕΣΑ – ΧΡΩΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (DYES) – ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (PIGMENTS)

1.4.1 Ορισμοί

Χρωστικά μέσα: Είναι μια γενική ονομασία για όλα τα υλικά και τις ουσίες που δίνουν χρώμα.

Χρωστικά υλικά (Dyes): Είναι τα οργανικά χρωστικά μέσα, τα οποία διαλύονται στο μέσο εφαρμογής.

Χρωστικές ουσίες (Pigments): Είναι εκείνα τα οργανικά ή ανόργανα χρωστικά μέσα τα οποία δε διαλύονται στο μέσο εφαρμογής.

1.4.2 Χρωστικά υλικά (Dyes)

Τα χρωστικά υλικά είναι διαλυτές, οργανικές ουσίες με πολύπλοκη χημική δομή. Τα μόριά τους περιέχουν δύο λειτουργικές ομάδες:

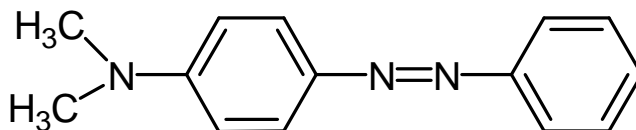
1. Χρωμοφόρες ομάδες: Τα χρωμοφόρα είναι ομάδες ατόμων που η ύπαρξή τους σε ένα μόριο προσδίδει την ικανότητα να εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία, άρα η ουσία να γίνεται έγχρωμη. Περιέχουν συνήθως πολλαπλούς δεσμούς όπως π.χ. η αζωομάδα $-N=N-$, η καρβονυλική ομάδα $>C=O$, η κυανομάδα $-C\equiv N$, η ομάδα τριφαινυλομεθυλίου κ.λ.π.

2. Αυξόχρωμες ομάδες: Οι αυξόχρωμες ομάδες είναι ομάδες στις οποίες οφείλεται η ενίσχυση του χρωματικού αποτελέσματος. Τέτοιες ομάδες είναι η αμινομάδα $-NH_2$, η ομάδα υδροξυλίου $-OH$, η μεθοξυομάδα $-OCH_3$ κ.λ.π.

Σήμερα υπάρχουν περίπου 7.000 χρωστικά υλικά. Ο αριθμός αυτός επιτυγχάνεται με παραλλαγή ενός περιορισμένου αριθμού από κατηγορίες χρωστικών υλικών.

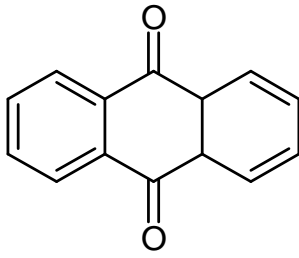
Το μεγαλύτερο μέρος χρωστικών υλικών ταξινομείται σε 4 κατηγορίες:

1) Αζωχρωστικά υλικά. Αζωχρώματα: Το χαρακτηριστικό των αζωχρωστικών υλικών είναι η αζωομάδα $-N=N-$. Σε αυτήν μπορούν να συνδεθούν παράγωγα βενζολίου ή ναφθαλίνης όπως και ετεροκυκλικές και δικαρβονυλικές ενώσεις. Λόγω αυτής της δυνατότητας σύνδεσης προκύπτει ο μεγάλος αριθμός αζωχρωστικών υλικών. Αυτά κατέχουν περίπου το 50% του συνόλου των οργανικών χρωστικών υλικών.

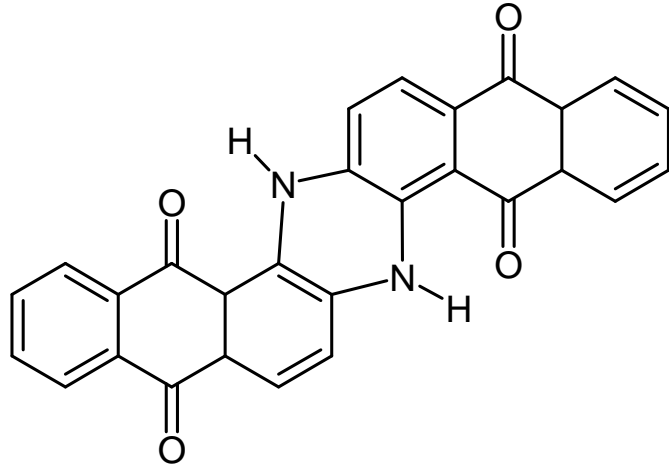


Κίτρινο βουτύρου

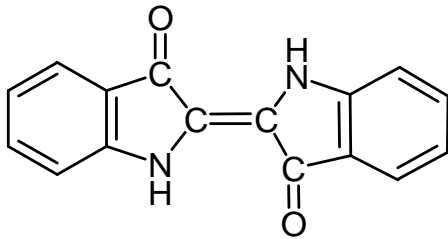
2) Καρβονυλικά χρωστικά υλικά: Αυτά χαρακτηρίζονται από τουλάχιστον δύο κυκλικές – συζυγείς καρβονυλικές ομάδες. Σημαντικοί εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι τα χρωστικά υλικά του ανθρακινονίου, τα χρωστικά υλικά του ινδικού και του ινδαθρενίου.



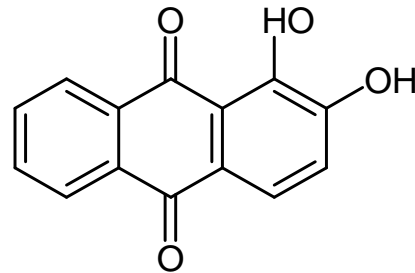
Ανθρακινόνη



Μπλε Ινδαθρενίου

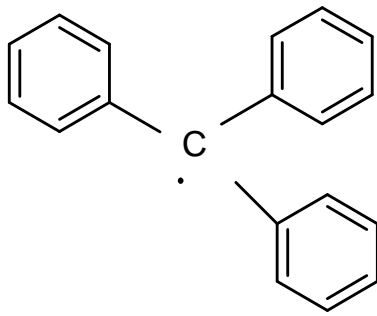


Ινδικό (μπλε)

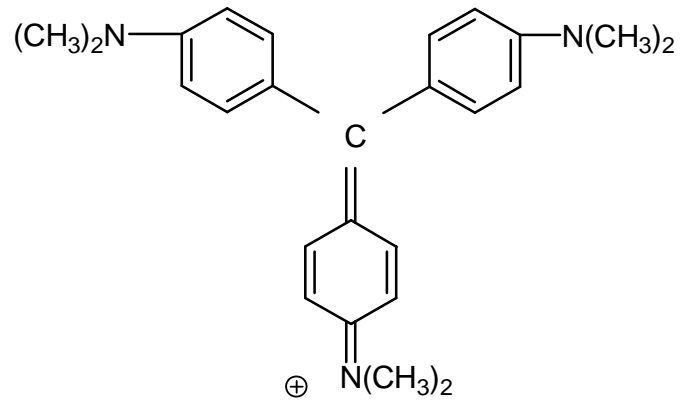


Αλιζαρίνη

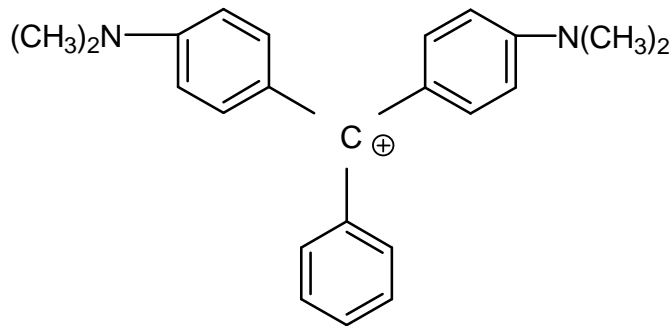
- 3) Τριφαινυλομεθανικά χρωστικά υλικά:** Το βασικό τμήμα αυτών των χρωστικών υλικών είναι η τριφαινυλομεθανική ομάδα. Εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι το πράσινο του μαλαχίτη, το ιώδες μεθυλίου (μήτρες εκτύπωσης) και η εοσίνη (κόκκινο μελάνι). Τα υλικά αυτά έχουν θαυμάσιες αποχρώσεις και μεγάλη χρωματική ένταση.



Τριφαινυλομάδα

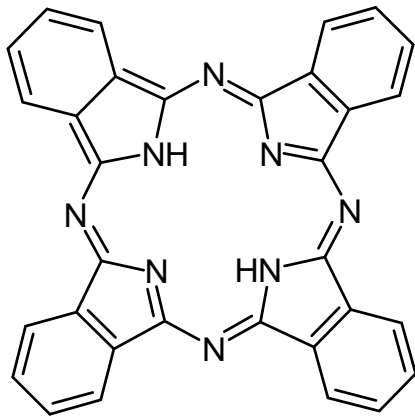


Ιώδες του μεθυλίου

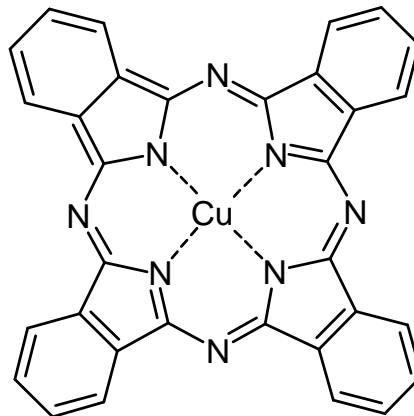


Πράσινο του μαλαχίτη

- 4) Χρωστικά υλικά από φθαλοκυανίνη:** Το βασικό τμήμα αυτών των χρωστικών υλικών είναι η φθαλοκυανίνη, μια χημική ένωση που αποτελείται από ένα πολύσκελο δακτυλιοειδές σύστημα δακτυλίων και τέσσερα κεντρικά άτομα αζώτου. Τα υλικά αυτά περιέχουν επιπρόσθετα και ένα κεντρικό μεταλλικό άτομο όπως χαλκό (Cu) ή σίδηρο (Fe). Πολλά χρωστικά υλικά της φύσης, όπως το κόκκινο χρωστικό υλικό στο αίμα (αιματίνη), οι χλωροφύλλες, είναι χρωστικά υλικά από φθαλοκυανίνη. Τα συνθετικά χρωστικά υλικά από φθαλοκυανίνη, όπως π.χ. η μπλε φθαλοκυανίνη χαλκού, χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανθεκτικότητα στο φως. Με την αλλαγή του κεντρικού μεταλλικού ατόμου, όπως και με τη σουλφούρωση ή χλωρίωση της φθαλοκυανίνης, παράγεται ολόκληρο φάσμα χρωμάτων.



Φθαλοκυανίνη



Φθαλοκυανίνη χαλκού (μπλε)

1.4.3 Χρωστικά ουσίες (Βαφές) (Pigments)

Οι χρωστικές ουσίες είναι χρωστικά μέσα που δεν διαλύονται στο μέσο εφαρμογής και μπορεί να είναι **ανόργανης** ή **οργανικής** προέλευσης. Ως στερεά υλικά, καλά διασπαρμένα στο διαφανή φορέα, π.χ. στο βερνίκι ή στο στρώμα εμαγιέ, δίνουν στο στρώμα το χρώμα τους.

Ταξινομούνται σε:

- 1) **Ανόργανες χρωστικές ουσίες:** Τέτοιες ανόργανες χρωστικές ουσίες χρησιμοποιούσαν και οι πρωτόγονοι ζωγράφοι στα σπήλαια. Ήταν ορυκτά χρώματα δηλαδή φυσικές χρωστικές ουσίες. Οι ανόργανες χρωστικές ουσίες σήμερα κατασκευάζονται με συνθετικό τρόπο. Είναι πιο καθαρά χρώματα, έχουν υψηλότερη αποδοτικότητα και μεγαλύτερη αντοχή. Από χημικής άποψη πρόκειται για τις ίδιες ενώσεις με αυτές που υπάρχουν στις ορυκτές ουσίες. Οι ανόργανες χρωστικές



ουσίες χρησιμεύουν κυρίως για το χρωματισμό κεραμικών υλικών, εμαγιέ και δομικών υλικών, επειδή αντέχουν σε υψηλή θερμοκρασία. Η παλέτα χρωμάτων των ανόργανων χρωστικών ουσιών είναι περιορισμένη. Με μίξη μπορεί να κατασκευαστεί μεγάλος αριθμός αποχρώσεων. Οι πιο σημαντικές ανόργανες χρωστικές ουσίες είναι **το διοξείδιο του τιτανίου (λευκό), τα διάφορα οξείδια του σιδήρου (κόκκινο, κίτρινο, μαυρο), το οξείδιο του χρωμίου (πράσινο, κίτρινο), το θειούχο κάδμιο**

(κίτρινο), τα οξείδια του μαγγανίου (μωβ, καφέ, μπλε) και σύμπλοκα άλατα κοβαλτίου (μπλε μέχρι πράσινο).

- 2) **Οργανικές χρωστικές ουσίες:** Οι οργανικές χρωστικές ουσίες προέκυψαν από τα οργανικά χρωστικά υλικά. Η χημική τους δομή είναι παρόμοια μ' αυτήν των οργανικών χρωστικών υλικών. Πρόκειται για αδιάλυτες χημικές ενώσεις με τα ίδια τυπικά, χρωστικά δομικά στοιχεία, όπως π.χ. την αζωομάδα, την ομάδα της φθαλοκυανίνης κ.λ.π.



Οι οργανικές χρωστικές ουσίες ταξινομούνται στις ίδιες χημικές κατηγορίες όπως τα οργανικά χρωστικά υλικά. **Οι αζωχρωστικές ουσίες** δίνουν κίτρινη μέχρι κόκκινη απόχρωση δεν είναι όμως ανθεκτικές στο φως. **Οι καρβονυλικές χρωστικές ουσίες** δίνουν κίτρινο, κόκκινο και μωβ χρώμα αρίστης ποιότητας. **Οι**

χρωστικές ουσίες από τριφαινυλομεθάνιο έχουν λαμπρά χρώματα, δεν αντέχουν όμως στο φως. **Οι χρωστικές ουσίες από φθαλοκυανίνη** δίνουν αποχρώσεις από μπλε μέχρι πράσινο αρίστης ανθεκτικότητας στο φως.

Οι οργανικές χρωστικές ουσίες έχουν σε σχέση με τις ανόργανες χρωστικές ουσίες **πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:** Έχουν συνήθως πιο καθαρή απόχρωση, όπως και μεγαλύτερη χρωστική ένταση και είναι εν μέρει διαφανείς. Εφαρμόζονται επομένως κυρίως για χρώματα εκτύπωσης, βερνίκια και υλικά επικάλυψης όπως τα πλαστικά χρώματα. Επειδή πρόκειται για οργανικές ενώσεις, δεν έχουν αντοχή στη θερμοκρασία (πάνω από 200°C). Εξάλλου είναι πιο ακριβές από τις ανόργανες χημικές ουσίες.

Ανάλογα με τη φύση του είδους που πρόκειται να βαφεί, χρησιμοποιείται και διαφορετικό είδος χρωστικής ουσίας (βαφής).

Χρωστικές ουσίες για βαφή των υφασμάτων:

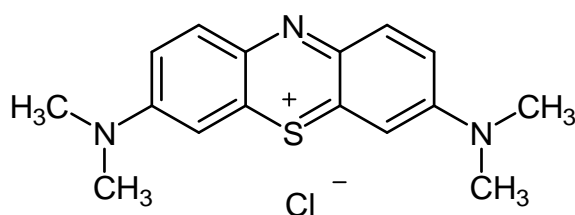
Οι βαμβακερές ίνες αποτελούνται από κυτταρίνη και έχουν ουδέτερες ιδιότητες, ενώ το μαλλί και το μετάξι που αποτελούνται από πρωτεΐνες, χαρακτηρίζονται από όξινες και βασικές ιδιότητες ταυτόχρονα.

Με βάση λοιπόν το είδος του υφάσματος οι χρωστικές ουσίες ταξινομούνται σε:

- 1) **Βασικές χρωστικές:** που βάφουν απευθείας το μαλλί και το μετάξι, αλλά και το βαμβάκι, μετά από ειδική κατεργασία.
- 2) **Όξινες χρωστικές:** που βάφουν μόνο το μαλλί και το μετάξι.

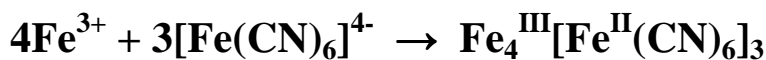
Με βάση τον τρόπο βαφής του υφάσματος οι χρωστικές ουσίες ταξινομούνται σε:

- 1) **Χρωστικές ουσίες απευθείας βαφής:** Αυτές βάφουν χωρίς βοηθητικά μέσα τόσο το μαλλί και το μετάξι, όσο και το βαμβάκι. Στην περίπτωση αυτή η χρωστική ουσία επικολλάται πάνω στις ίνες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βαφή με το κυανό του μεθυλενίου:

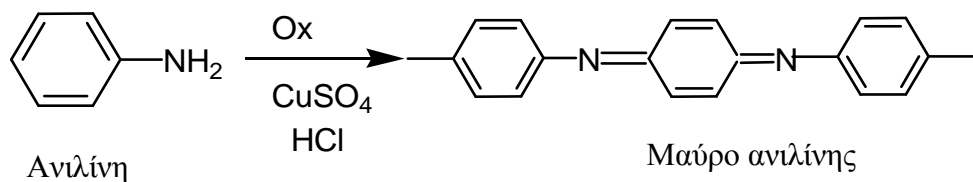


Κυανούν του μεθυλενίου

- 2) **Χρωστικές ουσίες ανάπτυξης:** Σε αυτό το είδος βαφής συντίθεται η χρωστική από τα συστατικά της τη στιγμή της βαφής πάνω στην ίνα από τελείως ή σχεδόν άχρωμα ολιγομοριακά δομικά σωματίδια. Οι ίνες διαποτίζονται με το ένα συστατικό της χρωστικής και στη συνέχεια υφίστανται κατεργασία με διάλυμα του άλλου συστατικού, οπότε σχηματίζεται το χρώμα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η ανόργανη χρωστική κυανούν του Βερολίνου και το αζώχρωμα μαύρο της ανιλίνης. Το κυανούν του Βερολίνου έχει σήμερα μόνο ιστορική σημασία ως χρωστική. Το μαύρο της ανιλίνης χρησιμοποιείται ακόμη για βαφή δέρματος και τζην υφασμάτων:

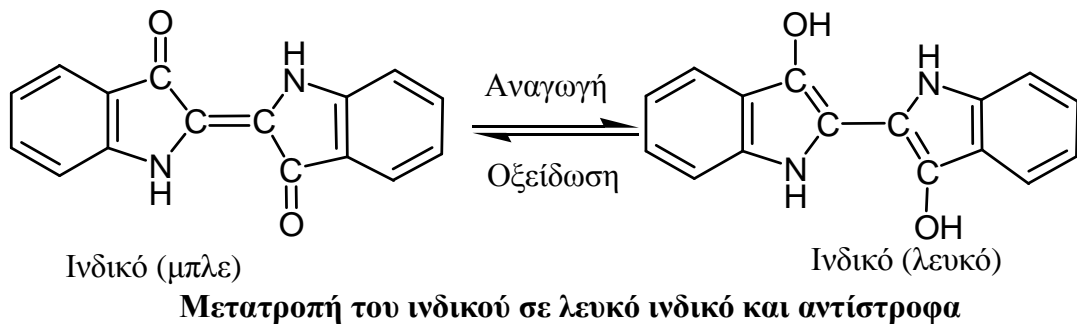


Αντίδραση σύνθεσης του κυανού του Βερολίνου



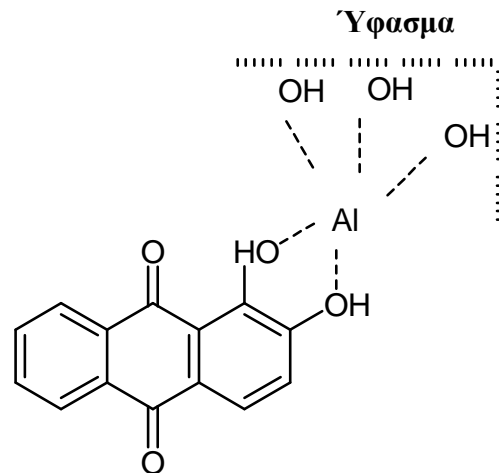
Σύνθεση του μαύρου της ανιλίνης

3) **Χρωστικές ουσίες κάδου (αναγωγής):** Πρόκειται για χρωστικές που δεν διαλύονται στο νερό και μεταφέρονται στην ίνα του υφάσματος αφού πρώτα μετατραπούν σε ευδιάλυτη μορφή (λευκομορφή), που είναι λίγο ή περισσότερο άχρωμη. Αυτό μπορεί να γίνει με αναγωγή σε διάλυμα. Κλασικό παράδειγμα είναι το ινδικό, του οποίου ο φαινολικός τύπος λευκό του ινδικού, που παράγεται σε αλκαλικό περιβάλλον, είναι ευδιάλυτο στο νερό. Παλαιότερα χρησιμοποιήθηκαν ως αναγωγικά μέσα αναερόβια βακτήρια, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται το υδροθειώδες νάτριο. Μετά την εφαρμογή του λευκού του ινδικού, το ύφασμα απλώνεται στον αέρα και έτσι φέρεται σε επαφή με το οξυγόνο, το οποίο οξειδώνει και πάλι τη χρωστική στην αρχική της κυανοϊώδη μορφή.



Οξείδωση του ινδικού από τον αέρα

- 4) **Χρωστικές ουσίες πρόστυξης:** Στην περίπτωση αυτή για να πραγματοποιηθεί η στερέωση της χρωστικής ουσίας πάνω στην ίνα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ορισμένες ουσίες που λέγονται προστύμματα. Αυτές σχηματίζουν μεταξύ της ίνας και της χρωστικής ουσίας σύμπλοκους δεσμούς που συχνά είναι πολύ σταθεροί. Ανάλογα με το μεταλλικό ιόν μπορεί η χρωστική ουσία να εμφανίζει διαφορετικό χρώμα κατά τη βαφή. Ένα τέτοιο



Βαφή με αλιζαρίνη με χρήση στυπτορίας

παράδειγμα είναι η βαφή με την αλιζαρίνη. Ως προστύμματα χρησιμοποιούνται υδροξείδια ορισμένων μετάλλων π.χ. αργιλίου, σιδήρου, χρωμίου, η ταννίνη, το τρυγικό καλιονάτριο κ.λ.π. Τα προστύμματα με το χρωστικό υλικό σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις δηλαδή χρωστικές ουσίες που λέγονται λάκες.



Βαφή με ριζάρι

Υπάρχουν επίσης χρωστικές ουσίες για τη βαφή και άλλων σωμάτων όπως:

Χρωστικές ουσίες για βαφή επιφανειών:

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '50, το κύριο συστατικό των βαφών αυτών ήταν το λινέλαιο, το οποίο αραιωνόταν με τερεβινθέλαιο (νέφτι) και το χρώμα οφειλόταν στον βασικό ανθρακικό μόλυβδο, που είναι λευκός και στον οποίο είχαν προστεθεί διάφορες χρωστικές ουσίες. Τότε κυκλοφόρησαν στην αγορά τα "πλαστικά" χρώματα, που ήταν βασισμένα σε πολυμερή παράγωγα και έγιναν πολύ δημοφιλή. Παράλληλα, οι τεχνικές του βαψίματος βελτιώθηκαν και φτάσαμε στα σημερινά δεδομένα, όπου τα πλαστικά χρώματα όχι μόνον έχουν εκτοπίσει τις λαδομπογιές, αλλά μπορούν άνετα να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε.

Λειτουργία των βαφών επιφανειών:

Η βασική λειτουργία μιας βαφής, δηλαδή η προστασία μιας επιφάνειας από το φως, το νερό και τον αέρα επιτυγχάνεται με το πέρασμα μιας λεπτής, ανθεκτικής και αδιαπέραστης μεμβράνης πάνω στην επιφάνεια. Η μεμβράνη αυτή περιέχει συνήθως χρωστικές ουσίες για να καλύψει και να διακοσμήσει την επιφάνεια. Έτσι οι βαφές αυτές έχουν δύο (2) βασικά συστατικά :

- 1) Το μέσον, το υγρό μέρος της βαφής, το οποίο πολυμερίζεται και παρέχει την προστατευτική μεμβράνη.
- 2) Τη χρωστική ουσία, ένα στερεό που βρίσκεται διασπαρμένο στο μέσον, που χρωματίζει την μεμβράνη.

Λαδομπογιές:

Το βασικό συστατικό τους είναι το λινελαϊκό οξύ, ένα ακόρεστο οργανικό οξύ που αποτελείται από μια μακριά αλυσίδα δεκαοκτώ (18) ατόμων άνθρακα και έχει δύο διπλούς δεσμούς. Όταν το έλαιο εκτεθεί στον αέρα, το οξυγόνο ενώνεται με τα άτομα του άνθρακα των διπλών δεσμών, σχηματίζοντας υπεροξειδικούς δεσμούς και συνδέοντας τις αλυσίδες μεταξύ τους. Έτσι δημιουργείται η προστατευτική μεμβράνη. Οι λαδομπογιές έχουν το πλεονέκτημα να εφαρμόζουν σε πορώδεις επιφάνειες, όπως το ξύλο, ενώ το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι αργούν να στεγνώσουν, επειδή η αντίδραση συνεχίζεται για αρκετό χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους.

Πλαστικές βαφές:

Οι βαφές αυτές περιέχουν οξικό πολυβινυλεστέρα ή μεθακρυλικό μεθυλεστέρα, που βρίσκονται με τη μορφή γαλακτώματος μέσα στο νερό. Οι πλαστικές βαφές έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις λαδομπογιές όπως: στεγνώνουν γρήγορα, δεν έχουν έντονη οσμή, διαλύονται με νερό, η πρώτη ύλη είναι άφλεκτη και μη τοξική. Από την άλλη πλευρά δεν γυαλίζουν και είναι αρκετά μαλακές. Η σκληρότητά τους αυξάνεται με τη χρήση διάφορων πρόσθετων, όπως π.χ. το μεθακρυλικό νάτριο.

Χρωστικές ουσίες τροφίμων:

Μια άλλη κατηγορία που περιγράφει το ρόλο των χρωστικών αυτών ουσιών παρά τον τρόπο χρήσης τους είναι οι χρωστικές ουσίες τροφίμων. Επειδή οι χρωστικές ουσίες τροφίμων ταξινομούνται στα πρόσθετα



τροφίμων, παρασκευάζονται με υψηλότερες και αυστηρότερες προδιαγραφές από άλλες βιομηχανικές χρωστικές ουσίες και ελέγχονται αυστηρά από τη νομοθεσία. Αυτές μπορεί να είναι χρωστικές ουσίες απευθείας βαφής, χρωστικές ανάπτυξης ή και χρωστικές

κάδου. Πολλές απ' αυτές είναι αζωχρωστικές, ενώσεις ανθρακινονών και άλλες είναι χρωστικές ουσίες από τριφαινυλομεθάνιο για την παραγωγή πράσινου και μπλε χρώματος. Επίσης ως χρωστικές τροφίμων χρησιμοποιούνται και φυσικές χρωστικές ουσίες.

1.5 ΑΝΑΒΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Οι φυσικές χρωστικές ουσίες έχουν μια μακροχρόνια και πλούσια ιστορία μια και αποτελούσαν τα μοναδικά διαθέσιμα χρωστικά υλικά μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα: **όλα σχεδόν τα έργα της πολιτισμικής κληρονομιάς του πλανήτη μας είναι βαμμένα με φυσικές χρωστικές, επειδή πριν από 1856 όλες οι χρησιμοποιούμενες χρωστικές ήταν φυσικής προέλευσης.**

Σήμερα ελάχιστες, φυσικής προέλευσης, χρωστικές χρησιμοποιούνται από τους επαγγελματίες βαφείς. Η χρήση τους στη διάρκεια των αιώνων, ιδίως από την εποχή του Μεσαίωνα, θεμελίωσε την τέχνη και αργότερα την Επιστήμη της σύγχρονης βιομηχανίας χρωστικών η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη πολυπλοκότητα. Περισσότερες από 7000 συνθετικές οργανικές χρωστικές ουσίες είναι διαθέσιμες οι οποίες προσφέρουν ένα μεγάλο φάσμα αποχρώσεων, καλή αντοχή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, σταθερή ποιότητα βαφής, ευκολία και απλότητα στη χρήση, ποικιλία υλικών πάνω στα οποία είναι εφαρμόσιμες, χαμηλό κόστος.

Οι περισσότερες συνθετικές χρωστικές ουσίες χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες κλωστοϋφαντουργίας, δέρματος, χαρτιού, τροφίμων και καλλυντικών. Επίσης πολλές χρησιμοποιούνται στην παρασκευή τυπογραφικών μελανιών, χρωμάτων δομικών υλικών, πλαστικών, ελαστικών και χρωμάτων αυτοκινήτων.

Πολλά απόβλητα από τις βιομηχανίες παραγωγής και χρήσης χρωστικών ουσιών είναι τοξικά και παρουσιάζουν σημαντικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Μερικές από τις τοξικές χημικές ουσίες που βρίσκονται στα χρωματισμένα απόβλητα τέτοιων βιομηχανικών μονάδων περιλαμβάνουν: **διοξίνες, τοξικά βαριά μέταλλα όπως Cr, Cd, Pb, φορμαλδεΰδη, βενζόλιο, διάφορες αζωτούχες ενώσεις, κ.α.** Όλες αυτές οι ουσίες έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία των οργανισμών, καθώς καταλήγουν στα υδάτινα οικοσυστήματα με τη μορφή υγρών αποβλήτων

προκαλώντας, άλλες απ' αυτές το θάνατο, ενώ άλλες μορφολογικές και λειτουργικές αλλοιώσεις της αναπαραγωγικής λειτουργίας επιδρώντας στη λειτουργία των ορμονών. Επίσης μέσα σε αυτές υπάρχουν και ουσίες που τα αποτελέσματα από τη δράση τους δεν είναι άμεσα. Γίνονται επικίνδυνες καθώς μεταφέρονται σε ανώτερα τροφικά επίπεδα, μια και δε μεταβολίζονται στο εσωτερικό των οργανισμών που φτάνουν με την τροφή. Έτσι δε μπορούν να αποβληθούν και παραμένουν στους ιστούς τους. Καθώς λοιπόν προχωρούμε κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων, η συγκέντρωσή τους γίνεται μεγαλύτερη μια και περνούμε σε οργανισμούς με μικρότερη βιομάζα. Είναι το φαινόμενο της βιολογικής συσσώρευσης. Πολλές επίσης από τις ρυπογόνες αυτές ουσίες είναι άζωτούχες και έτσι συμβάλλουν σε φαινόμενα ευτροφισμού. Οι βιομηχανίες αυτές αποτελούν επίσης πηγές ρύπανσης για τα υπόγεια νερά μια και σημαντικές ποσότητες των αποβλήτων τους καταλήγουν στο έδαφος απ' όπου φτάνουν στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

Απαγορεύσεις και Περιορισμοί στη Χρήση Χρωστικών ουσιών

Πολλές από τις χρωστικές ουσίες που χρησιμοποιούσε μέχρι σήμερα ο άνθρωπος έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν σημαντικές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Για τον περιορισμό των αρνητικών αυτών επιδράσεων έχουν επιβληθεί περιορισμοί στη χρήση των χρωστικών ουσιών και ειδικότερα σε προϊόντα που τις περιέχουν και θα διατεθούν στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Εφόσον έχει αποδειχθεί, από ολοκληρωμένες εκτιμήσεις κίνδυνου, ότι μια χρωστική ουσία μπορεί να χαρακτηριστεί ως καρκινογόνος, μεταλλαξιογόνος ή τοξική για την αναπαραγωγή, τότε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλέον σε καταναλωτικά προϊόντα. Τέτοιες χρωστικές ουσίες είναι τα διάφορα αζωχρώματα, δηλαδή τεχνητές ουσίες που περιέχουν άζωτο.

Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τις οδηγίες της 76/769/ΕΟΚ:

1. Τα αζωχρώματα που ενδέχεται να απελευθερώνουν, με αναγωγική διάσπαση μίας ή περισσότερων αζωομάδων, συγκεκριμένες αρωματικές αμίνες, σε ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις, δηλαδή άνω των 30 ppm στα τελικά προϊόντα ή στα χρωματισμένα τους μέρη, απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται σε κλωστοϋφαντουργικά και δερμάτινα προϊόντα τα οποία μπορεί να έλθουν σε άμεση και παρατεταμένη επαφή με το δέρμα ή τη στοματική κοιλότητα,. Τέτοια προϊόντα είναι:

- ενδύματα, κλινοσκεπάσματα, πετσέτες, είδη για τα μαλλιά, περούκες, καπέλα, πάνες και άλλα είδη ατομικής υγιεινής, υπνόσακους,

- υποδήματα, γάντια, λουράκια ρολογιών χειρός, τσάντες, πορτοφόλια κάθε είδους, χαρτοφύλακες, καλύμματα καθισμάτων, πορτοφόλια που φοριούνται στο λαιμό,
- υφασμάτινα ή δερμάτινα παιχνίδια και παιχνίδια τα οποία περιλαμβάνουν υφασμάτινα ή δερμάτινα εξαρτήματα,
- νήματα και υφάσματα προοριζόμενα για χρήση από τον τελικό καταναλωτή.

2. Μερικά αζωχρώματα που περιλαμβάνονται στον “Κατάλογο αζωχρωμάτων” του **76/769/ΕΟΚ**, δεν επιτρέπεται να διατίθενται στην αγορά ή να χρησιμοποιούνται για τη βαφή κλωστοϋφαντουργικών και δερμάτινων προϊόντων ως ουσία ή συστατικό παρασκευασμάτων σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,1% κατά βάρος.

Εκτός από τη χρήση τους στη βαφή καταναλωτικών αγαθών, οι χρωστικές ουσίες έχουν ευρεία χρήση στη βιομηχανία τροφίμων γιατί πολλά τρόφιμα κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής τους επεξεργασίας, χάνουν το αρχικό τους χρώμα δημιουργώντας αρνητικές εντυπώσεις στο μελλοντικό αγοραστή για την ποιότητα τους, με πιθανή συνέπεια τη σημαντική μείωση της εμπορευσιμότητας του προϊόντος. Για βελτίωση της εμφάνισης του τροφίμου άρχισαν να χρησιμοποιούνται χρωστικές ουσίες οι οποίες μπορούν να προσδώσουν στο τρόφιμο την επιθυμητή εμφάνιση. Η εμφάνιση που επιτυγχάνεται με την προσθήκη της χρωστικής ουσίας θα πρέπει να παραμένει σταθερή και να μην αλλοιώνεται στις ιδιαίτερες συνθήκες με τις οποίες το τρόφιμο αποθηκεύεται, επεξεργάζεται, ή μαγειρεύεται.

Οι περισσότερες χρωστικές ουσίες ανήκουν στην κατηγορία των αζωχρωμάτων, και είναι κατά κύριο λόγο αλλεργιογόνες, μπορεί δηλαδή να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις σε άτομα με σχετική προδιάθεση. Τέτοιες ουσίες είναι η E102 (Ταρτραζίνη, δίνει πορτοκαλί χρώμα σε αναψυκτικά, κρέμες, κ.λπ.), η E110 (πορτοκαλοκίτρινο S ή Sunset Yellow FCF συναντάται σε μουστάρδες, καραμέλες, κ.λπ.), η E122 (Καρμοϊζίνη κόκκινου ή καστανού χρώματος που συναντάται σε ποτά αραιώσης, ζελέδες, καραμέλες, κλπ), η E128 (Κόκκινο 26 δίνει κόκκινο χρώμα σε λουκάνικα), η E129 (Allura Red Ac, δίνει βαθύ κόκκινο χρώμα σε μη αλκοολούχα αρωματικά ποτά και υποκατάστατα κρέατος), η E151 (Λαμπρό Μαύρο BN που χρησιμοποιείται σε καφέ σάλτσες) και η E154 (Καστανό FK που χρησιμοποιείται σε καπνιστά ψάρια).

Φυσικές χρωστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για χρωματισμό τροφίμων και είναι αβλαβείς είναι η E101 (Ριβοφλαβίνη, κίτρινου

χρώματος), η E140 (Χλωροφύλλες που προέρχονται από εκχύλιση από τα φύλλα διαφόρων φυτών), η E141 (προέρχεται από τη Χλωροφύλλη διαφόρων φυτών), η E160 (μείγμα Καροτένιων πορτοκαλοκίτρινου χρώματος), η E162 (κόκκινη χρωστική από τα παντζάρια), η E170 (κιμωλία-Ανθρακικό Ασβέστιο) και η E171 (Διοξείδιο του Τιτανίου).

Για πολλές από τις συνθετικές αλλά και τις φυσικές χρωστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται, παρόλο που δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία του καταναλωτή, εντούτοις οι μελέτες για εξαγωγή ολοκληρωμένων και τελικών συμπερασμάτων συνεχίζονται. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι η χρωστική ουσία E150 (το Καραμελόχρωμα), που χρησιμοποιείται περισσότερο από όλες τις άλλες χρωστικές ουσίες σε ποτά, αναψυκτικά, δημητριακά πρωινού, κ.λπ.

Όλοι οι καταναλωτές θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί και επιλεκτικοί στην αγορά καταναλωτικών προϊόντων που έχουν τεχνητά χρωματισθεί. Θα πρέπει να αντιμετωπίζουν με ιδιαίτερο σκεπτικισμό όλα τα προϊόντα που μπορεί να έρθουν σε άμεση επαφή με τον οργανισμό τους (κατάποση, εισπνοή, δερματική επαφή) και κυρίως να έχουν υπόψη τους ότι οργανισμοί όπως αυτοί των μικρών παιδιών είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στην έκθεση σε επικίνδυνες χημικές ουσίες.

Για όλους τους παραπάνω λόγους λοιπόν υπάρχει σήμερα μια τάση αναβίωσης στη χρήση των φυσικών χρωστικών. Η χρήση τους συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και στην υγεία των οργανισμών.

