



ΝΙΚΟΣ ΚΑΠΕΤΑΝΙΔΗΣ

ΧΡΩΜΑΤΑ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗΣ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ - ΧΗΜΕΙΑ ΧΡΩΜΑΤΩΝ

Παράρτημα

Ιστορία της αλχημείας

ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ZHTH

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

ISBN 960-431-962-0

© Copyright: Ν. Καπετανίδης, Εκδόσεις Ζήτη, Μάιος 2005, Θεσσαλονίκη

Σύνθεση εξωφύλλου: Σάκης Καπετανίδης

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



www.ziti.gr

**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Βιβλιοπωλείο

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσσαλονίκης-Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 23920-72.222 (5 γραμ.) - Fax: 23920-72.229
e-mail: info@ziti.gr

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. 2310-203.720, Fax 2310-211.305
e-mail: sales@ziti.gr

Περιεχόμενα

<i>Εισαγωγή</i>	9
-----------------------	---

Μέρος πρώτο

Το χρώμα και το Χρώμα

1. Χρώμα και Όραση	17
<i>Αίσθηση του Χρώματος. Λειτουργία του αμφιβληστροειδούς. Φαινόμενο Purkinje. Αχρωματοψία.</i>	
2. Χρώμα και Φυσική	19
<i>Ακτινοβολίες ενέργειας. Ανάλυση του Φωτός. Δίσκος του Νεύτωνα. Συμπληρωματικά Χρώματα. Απορρόφηση του Φωτός. Χρώμα πρόσθεσης. Χρώμα διαφοράς. Χρώμα χημικών ενώσεων.</i>	
3. Το Χρώμα και η μέτρησή του	23
<i>Τυποποίηση Χρώματος. Πρότυπα RAL. Σφαίρα του Munsell. Χρωματόμετρα. Φασματοφωτόμετρα. Διαγράμματα αντανάκλασης.</i>	
4. Χρώμα και χρώματα	28
<i>Γλωσσική ασάφεια. Ορισμός. Κύρια συστατικά των χρωμάτων. Δευτερεύοντα συστατικά. Τεχνικές απαιτήσεις. Προδιαγραφές.</i>	
5. Καλυπτική ικανότητα	32
<i>Καλυπτικότητα. Απόδοση. Ρόλος χρωστικών. PVC-pigment volume concentration. Μέτρηση καλυπτικότητας. Μέθοδος Morest. Κρουπτόμετρο Pfund.</i>	
6. Καλυπτική ικανότητα χρωστικών	37
<i>Δείκτης διαθλάσεως. Μέγεθος κρυστάλλων. Κόκκοι χρωστικής. Μέγεθος, σχήμα, ελάττωση μεγέθους.</i>	
7. Ελαιοαπορροφητικότητα. Κρίσιμο PVC	40
<i>Oil absorption. Κρίσιμο pvc. Cpvc. Σχέση pvc και ιδιοτήτων χρώματος. Ανωμαλίες υπέρβασης. Livering.</i>	

8. Επιφανειακή τάση	43
<i>Ελεύθερη ενέργεια. Επιφανειακή τάση. Εξίσωση Dupré. Διαβροχή. Διασπορά. Ανιονικά, κατιονικά, μη ιονικά τασενεργά. Flocculation.</i>	
9. Συνεκτικότητα-ρεολογία χρώματος	46
<i>Ροή. Είδη ροών. Ιξώδες. Shearing stress. Θιξοτροπία. Μέτρηση ιξώδους. Saging. Πολικότητα μοριών. Ρευστότητα και η μέτρησή της.</i>	
10. Συνδετικός Φορέας	51
<i>Ορισμός. Στέγνωμα. Φιλμογενή πολυμερή. Είδη συνδετικών φορέων - τρόποι στεγνώματος. Πολυμερή συμπύκνωσης. Πολυμερή προσθήκης. Θερμοπλαστικά και θερμοσκληρανώμενα πολυμερή. Τρισδιάστατος πολυμερισμός. Αντοχές πολυμερών.</i>	

Μέρος δεύτερο

Η ζωγραφική και το χρώμα στο πέρασμα των χρόνων

1. Προϊστορία και αρχαίοι χρόνοι	59
<i>Σπήλαια Αλταμίρας και Λασκώ. Κόκκινη γη - αιματίτης. Ώχρα. Αιτυπιακή ζωγραφική. Νωπογραφία. Μαλαχίτης. Αιγυπτιακό μπλε: Θεόφραστος, Πλίνιος, Βιτρούβιος, σύγχρονες μελέτες. Κνωσσός. Ακρωτήρι Θήρας. Lapis lazuli. Εγκανστική. Κλασική εποχή. Απελλής. Μακεδονικοί τάφοι. Βεργίνα. Λήμνια γη. Κιννάβαρι. Πορφύρα. Εργαστήριο χρωμάτων στην Κω. Πομπηία: Χρώματα και τοιχογραφίες. Μίνια μολύβδου. Τέμπερα: ιστορία, παρασκευή, ιδιότητες. Μηχανισμός στεγνώματος. Αραβικό κόμμι.</i>	
2. Μεσαιωνική περίοδος	106
<i>Πρώτη περίοδος. Από τις κατακόμβες στην εικονομαχία. Ύστερος Μεσαίωνας. Πρώτοι Αθωνίτες αγιογράφοι. Μακεδονική σχολή. Κρητική σχολή. Διονύσιος Αγραφιώτης. Αζουρίτης. Λαζουρίτης. Μπλε Κοβαλτίου. Πανσέληνος. Τιμπάμπουέ. Όμπρα. Μικρογραφίες. Γοτθικός ρυθμός-βιτρό. Αρχιτεκτονική Παλαιολόγων. Τζιότο. Φρα Αντζέλικο. Λόχνηο. Αραβουργήματα.</i>	
3. Αναγέννηση	126
<i>Κρίσιμη εκατονταετία. Από τον Φρα Αντζέλικο στον Βερονέζε. Βασικά χαρακτηριστικά της Αναγέννησης. Προοπτική. Γιαν Βαν Άικ. Λεονάρντο ντα Βίντσι. Οξειδίο χρωμίου. Άλλες ενώσεις χρωμίου. Κυανούν της Βρέμης. Θειωχός κασσίτερος. Εβραϊκός χρυσός. Κίτρινο της Νεάπολης. Λευκό μολύβδου. Πρώτο οικοδομικό υδρόχρωμα. Old dutch process. Τιτσιάνο, Τιντορέτο, Ελ Γκρέκο, Καραβάτζιο.</i>	

4. **Λάδι - ελαιοχρώματα**148
Ο Γιαν Βαν Αικ και η μάχη του Ανκιάρι. Τριγλυκερίδια - λίπη και έλαια. Ξηραίνόμενα έλαια. Ακόρεστα λιπαρά οξέα. Λινέλαιο, Ξυλέλαιο, Οτικία. Μηχανισμός στεγνώματος. Βρασμένο λάδι - μηχανισμός. Αντίδραση 1-4 προσθήκης. Λάδι - στεγνωτικό. Ελαιόχρωμα. Χρήση άλλων ξηραίνόμενων ελαίων.
5. **Βερνίκια**160
Παρελθόν και ρετσίν πεύκου. Φυτικές ρητίνες. Ορισμός και ιδιότητες βερνικιού. Τερπενικές ενώσεις. Ρητινικά οξέα. Ρητίνες κόμμεα βάλασμα. Απολιθωμένες ρητίνες - ήλεκτρο. Βάλασμα της Μέκας. Μαστίχα Χίου. Ρητίνη Κογκό, Αγκόλας, Καορί, Νταμάρ, Ιαπωνική λάκα. Κοπάλιο. Γομολάκα - σελάκ. Ρητίνη πεύκου - νέφτι - κολοφώνιο. Τροποποίηση ρητινών. Μαλείκη ρητίνη. Ολιγομεριακός πολυμερισμός. Βερνικέλαια. Long oil, medium oil, short oil. Πρώτες αρχιτεκτονικές εφαρμογές.
6. **Φλαμανδοί, μπαρόκ και ροκοκό**170
Βελάσκεθ και Μουρούλο. Ρούμπενς, Ρέμπραντ, Βαν Ντάικ. Ο ρόλος της Βενετίας. Πονσέν. Λεμπρέν. Αναγεννησιακός ρυθμός. Μπαρόκ. Ροκοκό. Αστική αρχιτεκτονική βορειών χωρών. Βατώ, Μπουσέ, Φρανκονάρ, Γκαίνισμπορω. Κυανούν του Βερολίνου. Τέλος αλχημείας - αυγή της Χημείας. Γκόγια.
7. **19^{ος} αιώνας**197
Χρωμικά άλατα. Κόκκινο μολυβδαινίου. Χρώματα καδμίου. Λευκό ψευδαργύρου. Κολκοθάρ. Πράσινο της Σαξωνίας. Τουρκικό πράσινο. Κλασικισμός, Δαβίδ. Ρομαντισμός, Ζερικό, Ντελακρουά. Ρεαλισμός, Μανέ. Ιμπρεσιονισμός, Μονέ. Εξπρεσιονισμός.
8. **Οργανικές χρωστικές**214
Μωβεΐνη. Ρόλος της βαφικής. Μπλε Ινδικό. Φυτικές χρωστικές: κουρκουμάς, ροκού, κάσια, κέρομη. Κίτρινο Ινδίας. Αζωενώσεις. Χρωμοφόρες, αυξόχρωμες ομάδες. Τόνερς, λάκες, πιγμέντα. Ανθρακινόνη. Βασικές χρωστικές. Όξινες αζωχρωστικές. Colour index. Τολουιδίνη. Μπορντώ. Para red. Μπλε Ινδανθρενίου. Θειοϊνδικό. Μαγέντα. Φθαλοκυανίνη. Κινακροιδόνη. Ξεθώριασμα και αντοχές.
9. **20^{ος} Αιώνας**233
Θειούχος ψευδάργυρος. Διοξειδίο Τιτανίου. Ρόλος της Αρχιτεκτονικής. Συνθετικές ρητίνες. Αλκυδικές ρητίνες. Σύγκριση με λάδι και βερνικέλαια. Πολυμερισμός προσθήκης. Γαλακτώματα πολυμερών. Πλαστικά χρώματα. Ακρυλικά γαλακτώματα. Ακρυλικά χρώματα. Βιομηχανία χρωμάτων: γέννηση και συνέχεια. Χρωματολογία. RAL. Βασικά χρώματα. Ακουαρέλες. Τέμπερα. Παστέλ. Νιτροκνυταρίνη. Χρώματα δύο συστατικών.

10. Σημερινή κατάσταση - Νεότερες εξελίξεις	252
<i>Οικολογία και οικολογικό χρώμα. Τοξικές χρωστικές. Διαλύτες χρωμάτων.</i>	
<i>Χρώματα νερού. Κοινωνική νομοθεσία. Ηλεκτρονικοί υπολογιστές στην βιομηχανία και στο εμπόριο χρωμάτων.</i>	
Βιβλιογραφικές παραπομπές	259

Παράρτημα

Ιστορία της Αλχημείας

Εισαγωγή στην Αλχημεία	263
Προαραβική περίοδος	266
Αραβική περίοδος	272
Ευρωπαϊκή περίοδος	278
Η αλχημιστική φιλοσοφία	287
Εισαγωγή	287
Κλασικοί	288
Νεοπλατωνισμός	291
Γνωστικισμός	292
Ερμητισμός	294
Εξέλιξη της κατάστασης	296
Τελική κατάληξη	301
Βιβλιογραφία	303

Εισαγωγή

Αντικείμενο αυτών των σελίδων είναι τα χρώματα που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για την διακόσμηση της Κατοικίας του, είτε αυτή ήταν ένα φυσικό σπήλαιο είτε δικό του κατασκεύασμα. Της ίδιας κατηγορίας χρώματα χρησιμοποιήθηκαν για τόνωση ή αλλαγή χρώματος σε πολλά και ποικίλα αντικείμενα του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου του υποκειμένου. Πράγματι, τις ίδιες χρωστικές των τοιχογραφιών χρησιμοποιούσαν οι πρωτόγονοι και για την βαφή του σώματος τους, για διάφορους, τελετουργικούς συνήθως λόγους. Το ίδιο περίπου συμβαίνει και με τα σημερινά σετ του μακιγιάζ. Αργότερα, στους πρώτους ιστορικούς χρόνους, άρχισε η χρήση μιας άλλης κατηγορίας χρωμάτων, για την βαφή των ενδυμάτων. Αυτά δεν είναι αντικείμενο αυτής της μελέτης, παρόλο που σε μερικά σημεία γίνεται αναφορά και σε αυτά.

Η Ζωγραφική σίγουρα ξεκίνησε σαν “διακόσμηση” των σπηλαίων, αν και δεν ήταν αυτή η πρόθεση των πρωτόγονων καλλιτεχνών, αλλά κάποια τελετουργική ή καθημερινή ανάγκη της ζωής τους σαν κυνηγών. Γι’ αυτό και τα εισαγωγικά. Αργότερα βέβαια αυτονομήθηκε από τις καθημερινές βιοτικές ανάγκες. Αυτό όμως έως ένα σημείο αφού, για πολλούς αιώνες, τα ζωγραφικά έργα ήταν πάνω σε τοίχους, για τους ίδιους περίπου λόγους, που ήταν και στους τοίχους των σπηλαίων.

Πρακτικά, η αυτονόμηση μπορούμε να πούμε ότι άρχισε με τα φορητά κάδρα, μετά την Αναγέννηση κυρίως, αλλά και αυτά χρησιμοποιούνται στην διακόσμηση των εσωτερικών χώρων κατοικιών και δημοσίων κτιρίων, μέχρι σήμερα. Ασφαλώς όλοι οι καλλιτέχνες, παλιοί και σημερινοί, θα θεωρούσαν προσβολή να καταχωρηθούν στο επάγγελμα των διακοσμητών, και αυτό δίκαια, γιατί, πέρα από την πρακτική, υπάρχει η ουσιαστική αυτονόμηση, από την στιγμή που η Τέχνη θεωρείται και είναι υψηλή λειτουργία της ανθρώπινης κοινωνίας. Ένα έργο Τέχνης υπηρετεί την Λειτουργία αυτή, έστω και αν ο πελάτης-αγοραστής το χρησιμοποιεί για εντελώς δικούς του πρακτικούς λόγους.

Το θέμα όμως αυτής της μελέτης δεν είναι η ίδια η Ζωγραφική, ούτε η Ιστορία της, όπως διδάσκεται στις σχολές Καλών Τεχνών. Δεν θα τολμούσα άλλωστε. Η προσέγγισή μου είναι μονάχα μια ματιά στην Ιστορία της Ζωγραφικής, από την σκοπιά των υλικών που είχαν στην διάθεση τους οι καλλιτέχνες και στην τεχνική τους, όσο εξαρτάται από αυτά τα υλικά. Λέγοντας υλικά δεν εννοώ τα εργαλεία, που και αυτά εξελίχθηκαν σε όλη την διάρκεια της Ιστορίας. Δεν αναφέρομαι καθόλου στις παλέτες, στα πινέλα, στις σπάτουλες, παρόλο που η

συμβολή τους στην εξέλιξη της τεχνικής ήταν σημαντική. Αναφέρομαι μόνο στο χρώμα και στα υλικά που το συνθέτουν.

Το χρώμα σήμερα ο καλλιτέχνης το προμηθεύεται συνήθως έτοιμο. Αλλά σε όλες τις προηγούμενες εποχές, τα υλικά και η σύνθεσή τους ήταν δική του υπόθεση. Κάθε εποχή είχε τα δικά της διαθέσιμα υλικά και ο τρόπος εργασίας δεσμεύονταν από αυτή την διαθεσιμότητα.

Με τα ίδια υλικά και συχνά από τους ίδιους καλλιτέχνες γινόταν και η διακόσμηση των οικοδομικών-αρχιτεκτονικών κατασκευών της κάθε εποχής, είτε αυτά ήταν κατοικίες, είτε δημόσια κτίρια συμπεριλαμβανομένων και των Ναών. Ότι τα διαθέσιμα χρώματα δεν ήταν ίδια με τα σημερινά, ούτε τα ίδια σε κάθε εποχή, είναι γνωστό σε όλους, είτε ασχολούνται άμεσα με την ζωγραφική είτε όχι. Αυτό που δεν είναι γνωστό είναι ποιά ήταν τα συγκεκριμένα υλικά σε κάθε εποχή ξεχωριστά. Ποιά υπήρξαν μόνο στο παρελθόν και ποιά εξακολουθούν να υπάρχουν μέχρι σήμερα και από τότε. Αυτή είναι η Ιστορία που ξετυλίγεται σε αυτές τις σελίδες και που ο γράφων πιστεύει πως είναι ενδιαφέρουσα.



Στο πρώτο μέρος γίνεται η γνωριμία με το χρώμα σαν υλικό ζωγραφικής ή βαφίματος. Αφού αρχίσει με το Χρώμα σαν ιδιότητα του ματιού και συνεχίσει με την Φυσική του Χρώματος, ακολουθεί η κυρίως περιγραφή του υλικού και των ιδιοτήτων του.

Η φυσιολογία της όρασης και η αντίληψη των χρωμάτων που προκύπτει από αυτήν, αναφέρονται όσο πιο σύντομα γίνεται. Η λειτουργία του αμφιβληστροειδούς και τα διάφορα φαινόμενα στην αντίληψη των χρωμάτων καθώς και οι ανωμαλίες, είναι φυσικά θέμα της Φυσιολογίας, ενδιαφέρον και πλούσιο σε λεπτομέρειες, που όμως δεν έχει θέση σε αυτό το κείμενο, παρά μόνο περιληπτικά. Οι αναγνώστες που θα ενδιαφερθούν περισσότερο για αυτό το θέμα, θα πρέπει να αναζητήσουν τα ειδικά βιβλία, που υπάρχουν και είναι αξιόλογα.

Δεν συμβαίνει το ίδιο με την Φυσική του Χρώματος. Οι απορροφήσεις και οι συνθέσεις των ακτινοβολιών που αποτελούν τα Χρώματα, είναι απαραίτητο να διατυπωθούν εκτενέστερα, διότι περιλαμβάνουν έννοιες απαραίτητες για την κατανόηση του χρωματικού φαινομένου. Γι' αυτό και στη διεθνή βιβλιογραφία περί χρωμάτων θα συναντήσουμε πάντα το αντίστοιχο κεφάλαιο.

Η δομή της μελέτης αυτής όμως, αναγκάζει και αυτό το κεφάλαιο να είναι πολύ συνοπτικό. Οι έννοιες δεν αναλύονται εκτενώς ούτε δίνονται επαρκή παραδείγματα. Αυτό δεν είναι πρόβλημα για τους αναγνώστες που έχουν κάνει σχετικά μαθήματα στις σπουδές τους. Το κείμενο απλά θα επαναφέρει στην

μνήμη τους γνωστά πράγματα. Είναι όμως πρόβλημα για τους αναγνώστες που δεν έχουν κάνει τέτοια μαθήματα στις δικές τους σπουδές. Σε αυτούς θα συνιστούσα απλά να διαβάσουν πιο αργά και πιο προσεκτικά τις σχετικές σελίδες. Μπορεί να λείπει η εκτενής περιγραφή μιας έννοιας ή ενός φαινομένου, αλλά προσπάθησα ώστε η συνοπτική του γραφή να είναι σαφής. Αν δεν το κατόρθωσα, ας με συγχωρήσουν. Πάντως είμαι βέβαιος ότι θα τους γίνει κατανοητό έστω ως ένα σημείο.

Στο δεύτερο μέρος έχουμε την ροή των ιστορικών περιόδων, που είναι το κύριο μέρος αυτής της μελέτης. Το τελευταίο κεφάλαιο, που αφορά την σημερινή κατάσταση, περιγράφει πράγματα της σύγχρονης καθημερινότητας, στην οποία συμμετέχουμε όλοι και η οποία είναι σε εξέλιξη. Είναι φυσικό επομένως, οι απόψεις που εκτίθενται να είναι η προσωπική ματιά του γράφοντος, με την οποία ίσως πολλοί αναγνώστες διαφωνούν. Η διαφωνία μπορεί να είναι για τα ίδια τα πράγματα ως προς την φύση τους ή για την άποψη που διατυπώνω για αυτά. Αν αυτή η διαφωνία γίνει και ευκαιρία διαλόγου, θα μου είναι κάτι εξαιρετικά ευχάριστο.

Στα κεφάλαια για τις υπόλοιπες ιστορικές περιόδους, τα πράγματα είναι κάπως διαφορετικά. Εκεί ό,τι αναφέρεται στηρίζεται σε βιβλιογραφικές πηγές. Αυτό αφορά και τις χημικές και τις ιστορικές πληροφορίες. Οι πηγές μου αναφέρονται στις βιβλιογραφικές παραπομπές στο τέλος της μελέτης, όπως συνήθως συμβαίνει. Αν επομένως κάποιες πληροφορίες θεωρηθούν ανακριβείς ή λανθασμένες από ορισμένους φίλους αναγνώστες, θα πρέπει η διαφορετική τους άποψη να στηρίζεται σε άλλες πηγές, που αν είναι πιο σύγχρονες πιθανόν να είναι και πιο σωστές.

Στα ιστορικά αυτά κεφάλαια ο αναγνώστης θα διαπιστώσει μια ανομοιογένεια στην πυκνότητά τους. Εννοώ ότι κάποιες εποχές εξετάζονται με περισσότερες λεπτομέρειες, ενώ άλλες “ξεπετάγονται” πιο γρήγορα. Η διαφορά δεν οφείλεται σε δική μου αξιολόγηση ως προς τη σημασία τους. Οφείλεται στον όγκο των διαθέσιμων πληροφοριών, αφού για κάπου είχα περισσότερα στοιχεία και για κάπου αλλού λιγότερα. Θα μπορούσα βέβαια με περισσότερο ψάξιμο, να συγκεντρώσω και άλλα στοιχεία. Αυτό θα διόρθωνε την ανισομερή πυκνότητα, αλλά θα μεγάλωνε τον όγκο των σελίδων χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερος λόγος. Αυτό, γιατί τα επιπλέον στοιχεία θα αφορούσαν, όχι το ακριβές αντικείμενο, αλλά συμπληρωματικές πληροφορίες.

Για παράδειγμα, θα αναφερθώ στις βιογραφίες των ζωγράφων. Για αρκετούς από αυτούς αναφέρονται άφθονα βιογραφικά στοιχεία, ενώ για άλλους, εξίσου σπουδαίους, ελάχιστα ή καθόλου. Τα βιογραφικά αυτά στοιχεία, όπου υπάρχουν, παρατίθενται ή για να φωτίσουν την ιστορία της τεχνικής πλευράς, που είναι το θέμα μας ή γιατί τα βρήκα εξαιρετικά από άποψη γενικού ενδιαφέροντος. Η μελέτη αυτή δεν είναι Ιστορία της Ζωγραφικής ώστε να είναι πλήρης

για όλους τους ζωγράφους και τις βιογραφίες τους. Ελπίζω ότι θα θεωρηθεί επαρκής και χωρίς αυτά τα επιπλέον στοιχεία.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η πλήρης αναφορά, με όλες τις λεπτομέρειες, στα ευρήματα της Κνωσού, της Βεργίνας και της Θήρας, ενώ άλλες περιπτώσεις απλά αναφέρονται. Θα μπορούσα να παραθέσω τις ίδιες λεπτομέρειες και για τις άλλες ανασκαφές, αλλά πιστεύω ότι απλώς θα αυξάνονταν ο όγκος, χωρίς να προστεθεί τίποτα καινούργιο. Για πολλές από αυτές τις περιπτώσεις είχα πλήρη στοιχεία αλλά έκρινα περιττό να εκτεθούν και αυτά, αφού δεν προσέθεταν κάτι περισσότερο.

Εκεί που θα παρέθετα όλα τα στοιχεία αν τα είχα στην διάθεσή μου, είναι για κάποιες ανόργανες χρωστικές του παρελθόντος, που χρησιμοποιήθηκαν για λίγο διάστημα. Ενώ για τις υπόλοιπες χρωστικές παρατίθενται σχεδόν πλήρη στοιχεία, δηλαδή απορροφητικότητα, ειδικό βάρος, κρυσταλλική δομή κλπ, για αυτές τις συγκεκριμένες αναφέρεται μόνο το όνομά τους. Ο λόγος είναι ότι η βιβλιογραφία που ανέτρεξα δεν περιείχε τέτοια στοιχεία, διότι αυτές έχουν μόνο ιστορική πια σημασία. Για τον ίδιο βέβαια λόγο αυτή η έλλειψη δεν έχει ιδιαίτερη βαρύτητα. Εξακολουθώ όμως να το θεωρώ μειονέκτημα.

Κάτι άλλο που με προβληματίσε σημαντικά αφορά τις τυχόν δυσκολίες που θα συναντήσουν οι αποδέκτες αυτής της μελέτης. Στις επόμενες σελίδες ανακατεύονται εξειδικευμένες και στοιχειώδεις γνώσεις Χημείας, με τεχνικές ζωγραφικής, Ιστορία της Τέχνης, αλλά και γενικότερη Ιστορία. Δεν γνωρίζω αν αυτό είναι λάθος από φιλολογική άποψη, αλλά νομίζω ότι είναι πρωτότυπο και προσωπικά το βρίσκω ευχάριστο.

Σε όλες σχεδόν τις μελέτες, για οποιοδήποτε αντικείμενο, υπάρχει και ένα κεφάλαιο αφιερωμένο στην Ιστορία αυτού του αντικειμένου. Εδώ όμως δεν πρόκειται για ιδιαίτερο κεφάλαιο, αλλά για πλήρη ανάμειξη. Παράγραφοι με ιστορικό περιεχόμενο ακολουθούνται από παραγράφους με καθαρά χημικό περιεχόμενο και ξανά η ίδια εναλλαγή. Βέβαια αυτό δεν συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό και τα ειδικευμένα κεφάλαια είναι συνήθως ξεχωριστά. Η εναλλαγή όμως αυτή, έστω στα κεφάλαια, υπάρχει.

Τις ιστορικές σελίδες μπορεί να τις παρακολουθήσει ο καθένας. Τι γίνεται όμως με τις σελίδες Χημείας; Όπως θα διαπιστωθεί στην συνέχεια, πρόκειται για κανονικό κείμενο Χημείας απευθυνόμενο σε Χημικούς ή φοιτητές Χημείας. Το πρόβλημα είναι η συνύπαρξή του σε ένα σύνολο με θέμα γενικού ενδιαφέροντος. Θα γίνει κατανοητό και από ποιους;

Ας μου επιτραπεί ένα φανταστικό παράδειγμα παρόμοιας μελέτης, για να γίνει πιο εμφανής ο προβληματισμός. Ας υποθέσουμε ότι κάποιος γράφει ένα κείμενο με θέμα "Ιστορία της θεραπείας της Πνευμονίας". Προφανώς ο γράφων θα είναι γιατρός. Το κείμενο θα έχει φυσικά ιστορική δομή. Θα αρχίζει με τον Ιπποκράτη, τον Γαληνό και τις μεθόδους τους. Θα περνά στην συνέχεια στα

“γιατροσόφια” του Μεσαίωνα και θα συνεχίζει με τις πρώτες μεθόδους των νεωτέρων χρόνων. Θα καταλήγει φυσικά στην σύγχρονη ιατρική αντιμετώπιση. Η περίπτωση αυτή δεν έχει το πρόβλημα που αναφέρομαι, γιατί είναι φανερό ότι απευθύνεται μόνο σε γιατρούς, θα διαβασθεί μόνο από γιατρούς και βέβαια θα είναι απόλυτα κατανοητή.

Δεν συμβαίνει το ίδιο όταν το θέμα είναι τα χρώματα ζωγραφικής και η Ιστορία τους. Αυτή απευθύνεται σε ευρύτερο κοινό που ενδιαφέρεται για αυτό το θέμα. Το κοινό αυτό είναι σίγουρα καλλιτέχνες, τεχνοκριτικοί και όλοι οι ασχολούμενοι επαγγελματικά με την ζωγραφική, αλλά και πολλοί άλλοι που ενδιαφέρονται ερασιτεχνικά ή εγκυκλοπαιδικά για το θέμα.

Το σύνολο επομένως των πιθανών αναγνωστών διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία είναι ασφαλώς οι χημικοί και οι φοιτητές Χημείας που ενδιαφέρονται να γνωρίσουν από πιο κοντά την χημεία των χρωμάτων, ανεξάρτητα αν τους ενδιαφέρει μόνο αυτό ή και η Ζωγραφική η ίδια. Αυτοί είναι οι “προνομιούχοι” αναγνώστες αφού το σύνολο του κειμένου είναι απόλυτα κατανοητό για αυτούς.

Στη δεύτερη κατηγορία είναι οι αναγνώστες που ενδιαφέρονται για την Ζωγραφική και τα χρώματά της, ερασιτεχνικά ή εγκυκλοπαιδικά και λόγω του επαγγέλματός τους έχουν κάνει μαθήματα Χημείας κατά την διάρκεια των σπουδών τους. Αυτοί είναι οι γιατροί, γεωπόνοι, φυσικοί, μηχανικοί και άλλες ειδικότητες που διδάσκονται Χημεία στο Πανεπιστήμιο. Σε αυτούς οι χημικές σελίδες είναι κατανοητές σε πολύ μεγάλο βαθμό και μπορούν να παρακολουθήσουν άνετα το σύνολο του κειμένου. Αν δεν καταλάβουν κάποιες μικρές λεπτομέρειες που δεν διδάχθηκαν ή δεν θυμούνται από τις σπουδές τους, δεν έχει ιδιαίτερη σημασία. Θα καταλάβουν το νόημα της παραγράφου από το υπόλοιπο κείμενο. Άλλωστε συχνά δίδονται εξηγήσεις μέσα στο κείμενο, για να κατανοηθούν κάποιοι όροι από μη χημικούς αναγνώστες.

Επομένως το πρόβλημα εντοπίζεται στην τρίτη κατηγορία. Πρόκειται για όλους τους υπόλοιπους, που δεν έκαναν μαθήματα Χημείας στις σπουδές τους και οι γνώσεις τους περιορίζονται στα πολύ στοιχειώδη των μαθητικών χρόνων, που βέβαια δεν επαρκούν και πιθανότατα δεν θυμούνται τίποτα. Για αυτή την κατηγορία είναι φυσικό οι χημικές σελίδες να είναι “κινέζικα” και θα τις αγνοήσουν αναγκαστικά, παραμένοντας στις ιστορικές σελίδες, οι οποίες άλλωστε και μόνο υποτίθεται ότι τους ενδιαφέρουν. Πιστεύω όμως ότι πολλοί από αυτούς θα προσπαθήσουν να διαβάσουν και αυτές τις σελίδες από ενδιαφέρον για τον “άγνωστο κόσμο” της Χημείας.

Κάποιοι από τους αποδέκτες ανεξαρτήτως κατηγορίας πιθανόν να γνωρίζουν πολύ καλύτερα και σε βάθος τα θέματα Τέχνης και Ιστορίας. Αυτοί ας μου συγχωρήσουν τις τυχόν απλουστεύσεις ή λάθη ή ας κάνουν την κριτική τους. Άλλωστε ισχύει πάντα το ενδεχόμενο διαφωνίας με τις απόψεις που διατυπώνω-

νται σε κείμενα δοκιμιογραφίας. Μόνο οι λογοτέχνες μπορούν να λένε ό,τι θέλουν χωρίς να διαφωνεί κανείς μαζί τους. Εκεί ισχύει μόνο το μ' αρέσει ή δεν μ' αρέσει. Στα δοκίμια υπάρχει το συμφωνώ ή διαφωνώ ή δεν έχω άποψη και δέχομαι την δική σου, με επιφύλαξη ή χωρίς.

Πάντως η όποια κριτική πρέπει να λάβει υπ' όψη της το γεγονός ότι ο γράφων είναι ειδικός μόνο στη χημεία των χρωμάτων. Η προσέγγιση μου στην Ζωγραφική και την Τέχνη γενικότερα είναι μόνο από την θέση του φιλότεχνου, αλλά με το πάθος για γνώση και "ψάξιμο" που χαρακτηρίζει περισσότερο τους ερασιτέχνες, παρά τους επαγγελματίες, σε κάθε είδος.

Ίσως η κριτική και η σύγκριση θα ήταν πιο εύκολη αν υπήρχαν παρόμοιες μελέτες για το θέμα. Η ελληνική όμως βιβλιογραφία είναι σχεδόν μηδενική και η διεθνής πολύ φτωχή, για αυτό το θέμα ακριβώς. Υπάρχει βέβαια πλούσια βιβλιογραφία για την χημεία των χρωμάτων, όπως επίσης τεράστια βιβλιογραφία για την Ζωγραφική και την Ιστορία της. Ελάχιστη όμως για την σύνδεση συγκεκριμένου τύπου χρώματος με την ζωγραφική μιας συγκεκριμένης περιόδου.

Τελειώνοντας θέλω να ευχαριστήσω την συνάδελφο και φίλη Μαίρη Κεσίσση που οι προσωπικές της έρευνες για τις χρωστικές των Μακεδονικών τάφων, έδωσαν την ιδέα για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης. Χωρίς τις εργασίες της και το υπόλοιπο υλικό που διέθετε, το κείμενο αυτό δεν θα ξεκινούσε ποτέ.



Ο Νίκος Καπετανίδης γεννήθηκε το 1946 στο Σταυρό Θεσσαλονίκης. Τελείωσε το τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης το Δεκέμβριο του 1969. Από το 1972 εργάζεται συνέχεια στον τομέα της βιομηχανίας χρωμάτων και βερνικιών. Παρουσίασε, δημοσίευσε και εξέδωσε τις παρακάτω μελέτες:

- *Τοξικές ιδιότητες των βερνικιών επιπλοποιίας*. 1986, Ημερίδα FURNIDEC–ΣΧΒΕ.
- *Το βενζοϊκό νάτριο σαν παρεμποδιστής οξειδωσης. Περιπτώσεις αναστολής της δράσης αυτής*. Χημικά Χρονικά 2003.
- *Ποιοτικός έλεγχος οικοδομικών χρωμάτων*. 2002, Αυτοέκδοση.
- *Ανόργανες Χρωστικές*. 2005, Γραμματεία Μεταπτυχιακού Πολυτεχνικής ΑΠΘ.

Τα τελευταία πέντε χρόνια διδάσκει ποιοτικό έλεγχο χρωμάτων στους επί πτυχίω πολιτικούς μηχανικούς του ΑΠΘ, προσκαλούμενος σαν «ειδικός εκ Βιομηχανίας». Το 2005 δίδαξε με τον ίδιο τρόπο Ανόργανες Χρωστικές σε Μεταπτυχιακό της Πολυτεχνικής του ΑΠΘ με θέμα «Συντήρηση και Αποκατάσταση Μνημείων Πολιτισμού».

Είναι παντρεμένος με την κοινωνική λειτουργό - εθελόντρια Αδελφή ΕΕΣ Γεωργία Καπετανίδου και έχουν τρία παιδιά.



Μέρος πρώτο

το κριώμα
& το Χριώμα

1. Χρώμα και όραση

Ενώ ο ορισμός του χρώματος στην Φυσική είναι εύκολος (ακτινοβολία ορισμένου μήκους κύματος κ.λ.π), ο ορισμός του με όρους καθημερινότητας είναι εξαιρετικά δύσκολος. Οι σοφοί του παρελθόντος, που ασχολήθηκαν με το θέμα, δεν μπόρεσαν να πουν τίποτα περισσότερο από το ότι χρώμα είναι αυτό που βλέπουν τα μάτια μας. Για την ακρίβεια, είναι η μόνη από τις ιδιότητες των γύρω μας αντικειμένων που οφείλεται μόνο στο μάτι μας.

Βλέποντας ένα αντικείμενο, ο εγκέφαλος πληροφορείται για ορισμένες ιδιότητές του, που είναι το είδος, το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα. Δεν οφείλεται στο μάτι μας, αν το αντικείμενο είναι ξύλινο ή πέτρινο, ούτε αν είναι τετράγωνο ή κυκλικό. Το ότι είναι όμως κίτρινο ή πράσινο οφείλεται μόνο σ' αυτό. Άρα χρώμα είναι μία ιδιότητα των γύρω μας αντικειμένων, αισθητή μόνο με την όραση και που δεν υπάρχει χωρίς αυτήν.

Πράγματι είναι αυτό, γιατί δεν μπορεί να περιγραφεί με κανέναν άλλο τρόπο. Είναι αδύνατο να εξηγήσεις σε έναν εκ γενετής τυφλό, τι είναι το κόκκινο. Το παιδί μαθαίνει τα χρώματα βλέποντας και ξεχωρίζοντας δύο όμοια αντικείμενα που διαφέρουν μόνο στο χρώμα. Επειδή είναι η μόνη διαφορά που βλέπει, καταλαβαίνει τι θα πει κόκκινο τόπι - πράσινο τόπι. Αν υπήρχε κάποια διαφορά μεγέθους, θα υπέθετε π.χ. ίσως ότι κόκκινο σημαίνει το μεγαλύτερο από τα δύο. Μη βλέποντας όμως άλλη διαφορά, καταλαβαίνει και “συνειδητοποιεί” τον ορισμό του χρώματος. Το βασικό σημείο είναι ότι είναι αδύνατο να περιγραφεί.

Στο παιδί που μαθαίνει να μιλάει, εξηγούμε τι θα πει στρόγγυλο ή τετράγωνο δίνοντας παραδείγματα ή κάνοντας το σχήμα με τα χέρια μας. Για να εξηγήσουμε τι θα πει ζεστό ή κρύο, δίνουμε να αγγίξει κάτι αντίστοιχο και από την αντίδρασή του καταλαβαίνουμε ότι το κατάλαβε. Στο χρώμα αυτό είναι αδύνατο. Υποθέτουμε, ότι βλέπει με τον ίδιο τρόπο με εμάς. Επιβεβαίωση είναι η σωστή εκτέλεση της εντολής “πιάσε το κίτρινο”.

Σε όλες τις αισθήσεις υπάρχει αυτή η δυσκολία απόδοσης ορισμού, που ασφαλώς θα οδήγησε και στην διατύπωση, από τον Πλάτωνα, της έννοιας της πρωτότυπης Ιδέας, για όλα τα αισθητά. Η ονομασία μόνο της Ιδέας δόθηκε από τους ανθρώπους, στα πλαίσια της γλώσσας, για την μεταξύ τους συνεννόηση. Έτσι ξινή ονομάστηκε η γεύση, που μη δυνάμενη να περιγραφεί διαφορετικά, λέγεται ότι είναι η γεύση του λεμονιού. Το ίδιο, θα πούμε αλμυρή την γεύση του αλατιού, πράσινο το χρώμα των φύλλων κ.ο.κ. Στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα συγκεκριμένο ερεθισμό του σχετικού νεύρου, που δίνει ένα συγκεκρι-

μένο μήνυμα στον εγκέφαλο. Σ' αυτό το μήνυμα δόθηκε όνομα από τον ομιλούντα άνθρωπο για την δυνατότητα συνεννόησης.

Όσον αφορά τα χρώματα, υπάρχουν στον αμφιβληστροειδή και συγκεκριμένα στην ωχρά κηλίδα, ειδικά μικροσκοπικά κύτταρα, τα κωνία, που διεγείρονται με την ακτινοβολία του μήκους κύματος του ορατού, στέλνοντας αντίστοιχο μήνυμα στον εγκέφαλο. Το είδος της διέγερσης είναι διαφορετικό για κάθε συχνότητα ακτινοβολίας, οπότε το μήνυμα είναι διαφορετικό για το κόκκινο, το μπλε κλπ. Πέραν της ωχράς κηλίδας δεν υπάρχουν κωνία, αλλά άλλου είδους όργανα, τα ραβδία, που πραγματοποιούν μόνο ενός είδους διέγερση για όλο το φάσμα συχνοτήτων του ορατού. Έτσι, στο κέντρο της κηλίδας γίνονται αντιληπτά όλα τα χρώματα και στην περιφέρειά της μόνο το κίτρινο και το μπλε, ενώ το πράσινο και το κόκκινο φαίνονται σαν γκριζα διαφορετικής φωτεινότητας. Στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδούς, όπου υπάρχουν μόνο ραβδία, βλέπουμε άχρωμα. Η αίσθηση του χρώματος προκαλείται στον εγκέφαλο από την διαφορετικότητα του μήκους κύματος της ενέργειας που μεταφέρεται εκεί από το οπτικό νεύρο. Τα κωνία και ραβδία του αμφιβληστροειδούς δέχονται το καθένα τους ένα κύμα ενέργειας συγκεκριμένης έντασης και μήκους κύματος, που είναι το φως που κάθε φορά δέχονται. Το οπτικό νεύρο μεταβιβάζει ηλεκτρονικά αυτή την ενέργεια στον εγκέφαλο και αυτός την καταγράφει σαν μία συγκεκριμένη εντύπωση. Κάθε φορά που το μήκος κύματος είναι ίδιο, η ίδια εντύπωση καταγράφεται, και επομένως επαναλαμβάνεται. Στα άτομα με αχρωματοψία το οπτικό νεύρο δεν μεταδίδει μήκος κύματος, αλλά μόνο την ένταση της ακτινοβολίας που δέχεται.

Σ' αυτήν την διαρρύθμιση του αμφιβληστροειδούς οφείλονται όλα τα οπτικά φαινόμενα που έχουν σχέση με τα χρώματα. Η σύνθεση όλων των ακτινοβολιών δίνει το λευκό φως, που είναι διαφορετικό στον ήλιο, διαφορετικό στον δίσκο του Νεύτωνα και διαφορετικό στο οπτικό νεύρο, όπου βλέπουμε αυτό που λέμε λευκό, δηλαδή το χιόνι, το γάλα κλπ. Τα χαμηλά μήκη κύματος, από 380 έως 500 nm φαίνονται σκοτεινά και γι' αυτό ονομάζονται ψυχρά χρώματα (πράσινο, μπλε) ενώ τα μεγάλα μήκους κύματος έως 780 nm είναι φωτεινά και λέγονται θερμά χρώματα (κίτρινο, κόκκινο). Στο ημίφως όμως συμβαίνει το αντίθετο. Βλέπουμε πιο εύκολα τα ψυχρά και πιο δύσκολα το κόκκινο και το κίτρινο. Αυτό περιγράφεται σαν φαινόμενο Purkinje. Τα χρώματα επίσης φαίνονται διαφορετικά σε λευκό φόντο, σε μαύρο φόντο και μόνα τους χωρίς φόντο. Τέλος σε ανωμαλίες του αμφιβληστροειδούς οφείλονται οι δυσχρωματοψία και αχρωματοψία, που είναι αντίστοιχα, η μη αναγνώριση κάποιου χρώματος, συνήθως πράσινου ή κόκκινου και η παντελής έλλειψη αντίληψης χρωμάτων.



2. Χρώμα και Φυσική

Γνωρίζουμε ότι η μετάδοση ενέργειας γίνεται όχι συνεχώς αλλά με κυματικό τρόπο. Όλα αυτά που ονομάζονται ακτινοβολίες είναι μετάδοση ενέργειας και στο σύμπαν έχουμε ακτινοβολίες μήκους κύματος από 0,00001 nm έως 1015 nm. Έτσι, έχουμε τις ακτίνες γ, τις ακτίνες Χ, την θερμότητα, τα ερτζιανά της ραδιοφωνίας κλπ. Από αυτό το τεράστιο εύρος μήκους κύματος μόνο ένα μικρό κομμάτι, από 380 έως 780 nm, διεγείρει το οπτικό νεύρο και γι' αυτό ονομάζεται ακτινοβολία του ορατού φωτός.

Είναι ενδιαφέρον να σχολιασθεί για να κατανοηθεί αυτό το σημείο. Αν το οπτικό νεύρο δεν διεγείρονταν σε αυτό το μήκος κύματος, αλλά σε άλλο π.χ. στα 50-100 nm, τότε θα “βλέπαμε” όχι το φως, αλλά τις ακτίνες Χ που εκπέμπει ένα αντικείμενο, και έτσι, θα το ξεχωρίζαμε από το περιβάλλον του. Όπως στις διόπτρες νυκτερινής όρασης του στρατού. Τα αντικείμενα δεν ξεχωρίζουν από το φως, αλλά από την θερμότητα που εκπέμπουν. Δηλαδή πάλι θα βλέπαμε, αλλά διαφορετικά, με άλλη αντίληψη όρασης, που θα την θεωρούσαμε βέβαια κανονική. Για παράδειγμα, υπάρχουν είδη ζώων που ξέρουμε ότι βλέπουν και πέρα από το ορατό. Αλλά και σαν σενάριο φαντασίας, τυχόν εξωγήινοι θα μπορούσε να βλέπουν έτσι διαφορετικά, όπως είδαμε στον χολυγουντιανό “Κυνηγό”. Και αυτό, σαν υπόθεση, δεν είναι λάθος.

Το ορατό φως αναλύεται μέσω του πρίσματος, στο γνωστό πείραμα, σε επτά επί μέρους ακτινοβολίες. Το σύνολο, όπως προβάλλεται στην οθόνη του πειράματος, λέγεται ηλιακό φάσμα και είναι τα επτά γνωστά χρώματα. Η μετάβαση βέβαια από το ένα στο άλλο δεν είναι απότομη, αλλά με μεσολαβούσες ενδιάμεσες καταστάσεις. Έτσι στην πραγματικότητα, τα χρώματα του φάσματος δεν είναι επτά, αλλά πολύ περισσότερα. Συνηθίζεται όμως να μιλάμε για επτά, όπως τα όρισε ο Νεύτων που έκανε το πείραμα. Κατά σειρά, από μεγάλα προς μικρά μήκη κύματος, είναι τα

Κόκκινο - Πορτοκαλί - Κίτρινο - Πράσινο - Γαλάζιο - Μπλε - Ιώδες

Τα χρώματα αυτά λέγονται και απλά ή βασικά, γιατί δεν είναι δυνατό να αναλυθούν σε επί μέρους άλλες ακτινοβολίες. Αν τα επτά χρώματα ξανασυντεθούν, προκύπτει πάλι λευκό φως. Το σχετικό πείραμα είναι ο λεγόμενος Δίσκος του Νεύτωνα. Τα επτά χρώματα ζωγραφίζονται με την σειρά σαν βεντάλια πάνω στον δίσκο. Φαίνονται λευκά όταν αυτός περιστρέφεται με ταχύτητα. Στις πραγματικές συνθήκες εκτέλεσης του πειράματος, ο δίσκος φαίνεται συνήθως ανοι-

κτό γκρι, αντί λευκό. Ο λόγος είναι ότι τα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για το βάψιμο του δίσκου, δεν είναι ακριβώς τα ίδια με του ηλιακού φάσματος, ιδίως ως προς την καθαρότητα, και έτσι το ανακλώμενο φως δεν είναι πλήρες, ώστε να είναι λευκό.

Με την μείξη των ακτινοβολιών προς παραγωγή λευκού φωτός, σχετίζεται και η έννοια των συμπληρωματικών χρωμάτων. Αν το γαλάζιο και μπλε θεωρηθούν ένα χρώμα και αντικατασταθούν με μπλε, προκύπτουν έξι χρώματα, που είναι ανά δύο τα παρακάτω ζεύγη.

Κόκκινο	Πορτοκαλί	Κίτρινο	Πράσινο	Μπλε	Ιώδες
Πράσινο	Ιώδες	Μπλε	Κόκκινο	Κίτρινο	Πορτοκαλί

Τα ζεύγη αυτά προκύπτουν από συνδυασμούς σύνθεσης των σχετικών ακτινοβολιών. Αν από το φάσμα αφαιρέσουμε το κόκκινο και συνθέσουμε τα υπόλοιπα, θα προκύψει πράσινο. Το ίδιο και αντίστροφα. Αν αφαιρέσουμε το μπλε και προσθέσουμε τα υπόλοιπα θα προκύψει κίτρινο. Αν στο χρώμα σύνθεσης που προέκυψε, ξαναπροσθεθεί το χρώμα που αφαιρέθηκε, θα προκύψει λευκό, αφού θα έχουμε πάλι όλες τις ακτινοβολίες. Το ίδιο θα συμβεί αν αναμειχθούν οι δύο ακτινοβολίες κατά ζεύγη. Θα προκύψει πάλι λευκό. Δηλαδή αν αναμειχθεί μόνο πορτοκαλί και ιώδες ή πράσινο και κόκκινο κλπ θα παραχθεί λευκό φως. Τα ζεύγη αυτά λόγω αυτής της ιδιότητας ονομάζονται συμπληρωματικά χρώματα.

Προσοχή. Σε όλα τα παραπάνω, αναφερόμαστε σε ανάμειξη ακτίνων φωτός και όχι σε ανάμειξη χρωμάτων βαφικής ή ζωγραφικής. Εκεί τα φαινόμενα είναι διαφορετικά για συγκεκριμένους λόγους που θα δούμε τώρα. Όλα τα αντικείμενα, εκτός από τις πηγές φωτός, είναι ετερόφωτα. Αυτό σημαίνει ότι είναι ορατά διότι αντανακλούν το φως κάποιας φωτεινής πηγής που πέφτει επάνω τους, είτε απευθείας είτε κατόπιν διαχύσεως. Αυτό το φως που αντανακλούν τα αντικείμενα φθάνει στο μάτι μας και έτσι γίνονται ορατά. Η επιφάνεια όμως του αντικειμένου, ανάλογα με την φυσική της κατάσταση και κυρίως την χημική της σύσταση, απορροφά ένα μέρος του φωτός που δέχεται και αντανακλά το υπόλοιπο. Η απορρόφηση μπορεί να αφορά α) ορισμένα μήκη κύματος φωτός β) πλήρη απορρόφηση γ) καμμία απορρόφηση αλλά πλήρη ανάκλαση. Στην δεύτερη και τρίτη περίπτωση το σώμα φαίνεται μαύρο ή λευκό αντίστοιχα. Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται έγχρωμο.

Έτσι, αν το σώμα απορροφά μόνο την κόκκινη ακτινοβολία, σημαίνει ότι αντανακλά όλες τις υπόλοιπες, που σε σύνθεση κάνουν πράσινο. Άρα το σώμα θα φαίνεται πράσινο. Αν απορροφά όλες τις ακτινοβολίες και αντανακλά μόνο την πράσινη, θα φαίνεται πάλι πράσινο. Αν απορροφά τις μισές ακτινοβολίες, θα φαίνεται στο χρώμα που συνθέτουν οι άλλες μισές, που αντανακλώνται.

Αν η πηγή φωτός δεν εκπέμπει λευκό φως αλλά έγχρωμο, έχουμε τα ίδια φαινόμενα με το ανάλογο αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, καύση νατρίου σε άχρωμη φλόγα Bunsen παράγει κίτρινο φως. Σε όλα τα γύρω αντικείμενα επομένως προσπίπτει κίτρινη ακτινοβολία. Τα αντικείμενα που είναι κίτρινα θα φαίνονται έτσι, ενώ όλα τα υπόλοιπα θα φαίνονται μαύρα, διότι απορροφούν το κίτρινο φως και δεν υπάρχει άλλη ακτινοβολία για ανάκλαση. Επίσης κίτρινα θα φαίνονται και τα λευκά αντικείμενα που αντανακλούν οτιδήποτε τους προσπίπτει.

Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται, αν τοποθετηθούν έγχρωμα αντικείμενα στην οθόνη ανάλυσης του ηλιακού φάσματος από το πρίσμα. Αν ένα κόκκινο αντικείμενο τοποθετηθεί στην κόκκινη ακτινοβολία θα φαίνεται κόκκινο, ενώ σε οποιαδήποτε άλλη θα φαίνεται μαύρο. Αν όμως το αντικείμενο είναι χρωματισμένο από μείγμα χρωστικών, δεν θα φαίνεται μαύρο σε όλα τα υπόλοιπα τμήματα του φάσματος, αλλά θα ανακλά και τα άλλα χρώματα που περιέχει, στην αντίστοιχη περιοχή. Έτσι, τοποθετώντας μια λωρίδα υφάσματος βαμμένη με μείγμα χρωστικών, σε όλο το πλάτος του φάσματος, θα ανακλάσει τα χρώματα που περιέχει, και θα γίνει ανάλυση των χρωστικών του. Για παράδειγμα, αν η λωρίδα φαίνεται κόκκινη στην περιοχή του κόκκινου, μπλε στην περιοχή του μπλε και στα υπόλοιπα μαύρη, σημαίνει ότι βάφηκε με κόκκινο και μπλε.

Τα μείγματα χρωστικών δεν συμπεριφέρονται όπως οι ακτινοβολίες. Έτσι μείγμα μπλε και κίτρινου (που είναι συμπληρωματικά) δεν δίνει λευκό αλλά πράσινο. Το φαινόμενο εξηγείται ως εξής. Τα μόρια των χρωστικών δεν αντανακλούν μόνο μία ακτινοβολία ενός μήκους κύματος, αλλά και ποσοστό άλλων γειτονικών. Γι' αυτό και υπάρχουν πολλών ειδών κόκκινα, διαφορετικά μπλε κλπ. Στο μείγμα λοιπόν μπλε και κίτρινης χρωστικής, τα μόρια του μπλε εκπέμπουν και πράσινη και ιώδη ακτινοβολία. Ομοίως τα μόρια του κίτρινου εκπέμπουν πορτοκαλί και πράσινο. Με την ανάμειξη όμως, οι κρύσταλλοι του μπλε απορροφούν το κίτρινο και πορτοκαλί που εκπέμπει το κίτρινο συστατικό και αφήνουν το πράσινο, που το εκπέμπουν και μόνα τους. Το ίδιο, οι κρύσταλλοι του κίτρινου απορροφούν το μπλε και ιώδες που εκπέμπουν οι μπλε χρωστικές και αφήνουν το πράσινο, που αντανακλούν έτσι κι αλλιώς, κατά ένα ποσοστό. Έτσι το μίγμα φαίνεται πράσινο. Το ίδιο συμβαίνει και με ανάμειξη κίτρινου και κόκκινου που δίνει πορτοκαλί.

Το πορτοκαλί εκπέμπεται και από τις δύο χρωστικές, σαν γειτονικό στο φάσμα, ενώ το κόκκινο απορροφάται από την κίτρινη χρωστική και αντιστρόφως, το κίτρινο από την κόκκινη.

Το πράσινο που προκύπτει από το μείγμα μπλε και κίτρινου δεν είναι ποτέ το ίδιο με το φυσικό πράσινο, διότι τόσο η κίτρινη όσο και η μπλε χρωστική απορροφούν ένα μέρος του. Αντίθετα, η κανονική πράσινη χρωστική εκπέμπει όλο το πράσινο από το λευκό φως που της προσπίπτει. Έτσι γίνεται η διάκριση

ότι το πράσινο από ανάμειξη μπλε-κίτρινου είναι χρώμα αφαίρεσης (από διαφορά απορροφήσεων) ενώ το λευκό της ανάμειξης μπλε και κίτρινης ακτινοβολίας είναι χρώμα πρόσθεσης.

Το χρώμα των διαφανών αντικειμένων, όπως γιαλιά, μάζα υγρού ή αερίου προκύπτει αφού απορροφηθούν από τα μόριά του ορισμένες ακτινοβολίες και διέλθουν οι υπόλοιπες. Έτσι, αν το διαφανές μέσο αφήνει μόνο μία ακτινοβολία, δείχνει το χρώμα της, ενώ αν αφήνει περισσότερες, δείχνει ότι προκύπτει από το μείγμα τους.

Το χρώμα κάθε αντικειμένου εξαρτάται από τις έγχρωμες χημικές ουσίες που υπάρχουν στην επιφάνειά του ή στην μάζα του (αν είναι διαφανές) ανεξάρτητα αν αυτές είναι χρωστικές ή όχι. Το χρώμα αυτών των χημικών ουσιών, δηλαδή τα μήκη κύματος που αντανακλώνται αφού απορροφηθούν τα υπόλοιπα, εξαρτάται από την διάταξη και τις δονήσεις των ηλεκτρονίων στις ατομικές και μοριακές τους δομές. Το χρώμα αυτό επηρεάζεται επίσης από το κρυσταλλικό σύστημα της συγκεκριμένης ουσίας ή την μορφή του συσσωματώματος κρυστάλλων (κόκκοι) ή το μέγεθος των κόκκων.

Έτσι έχουμε διαφορά στο χρώμα μεταξύ ενώσεων του ίδιου στοιχείου. Ο χρωμικός μόλυβδος π.χ. είναι κίτρινος, το οξειδίο μόλυβδου πορτοκαλί, ενώ ο θειούχος μόλυβδος είναι μαύρος. Το ίδιο και οι ενώσεις του οξυγόνου με όλα τα στοιχεία. Το οξειδίο ψευδαργύρου λευκό, του χρωμίου πράσινο, του σιδήρου κόκκινο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το διαφορετικό χρώμα οφείλεται στην διαφορετική συχνότητα δόνησης των ηλεκτρονίων στις δομές τους. Σε κάθε χημική ένωση τα ηλεκτρόνια δονούνται με χαρακτηριστική συχνότητα, ανάλογα με το είδος των ατόμων που συμμετέχουν και τον τρόπο ένωσης μεταξύ τους. Επειδή η μάζα του ηλεκτρονίου είναι μικρή, η συχνότητα δόνησης είναι υψηλή, συνήθως της περιοχής του υπεριώδους. Αν ο τρόπος σύνδεσης των μορίων είναι τέτοιος ώστε τα ηλεκτρόνια να αναγκάζονται να δονούνται με χαμηλότερες συχνότητες, τότε μπαίνουμε στην περιοχή του ορατού. Οι συχνότητες αυτές απορροφούνται, αντανακλώνται οι υπόλοιπες και το μόριο γίνεται έγχρωμο. Έτσι π.χ. αν τα ηλεκτρόνια ενός μορίου δονούνται στην συχνότητα της πράσινης ακτινοβολίας, το μόριο απορροφά αυτήν και εκπέμπει τις υπόλοιπες. Επομένως θα φαίνεται κόκκινο, όπως εξηγήθηκε προηγουμένως σχετικά.



3. Το χρώμα και η μέτρησή του

Η ανάγκη μέτρησης του Χρώματος δημιουργήθηκε από την πρακτικά άπειρη ποικιλία των δυνατών αποχρώσεων, στις οποίες έπρεπε να μπει κάποια λογική τάξη, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή μιας απόχρωσης με ακριβή μίμηση κάποιου πρότυπου. Βέβαια η σύνθεση ενός χρώματος από έναν ζωγράφο, για να μιμηθεί κάποια απόχρωση του αντικειμένου-μοντέλου, γινόταν και γίνεται πάντοτε εμπειρικά, αποτελώντας και ένα μέτρο της αξίας του καλλιτέχνη. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν να συμβαίνει στην βιομηχανική παραγωγή χρωμάτων, όπου χρειάζεται να ταυτίζεται η απόχρωση κάθε παρτίδας με όλες τις προηγούμενες, σαν στοιχειώδης τυποποίηση, για την απαίτηση του καταναλωτή να παραγγέλνει βάσει ενός συγκεκριμένου διαχρονικού χρωματολογίου.

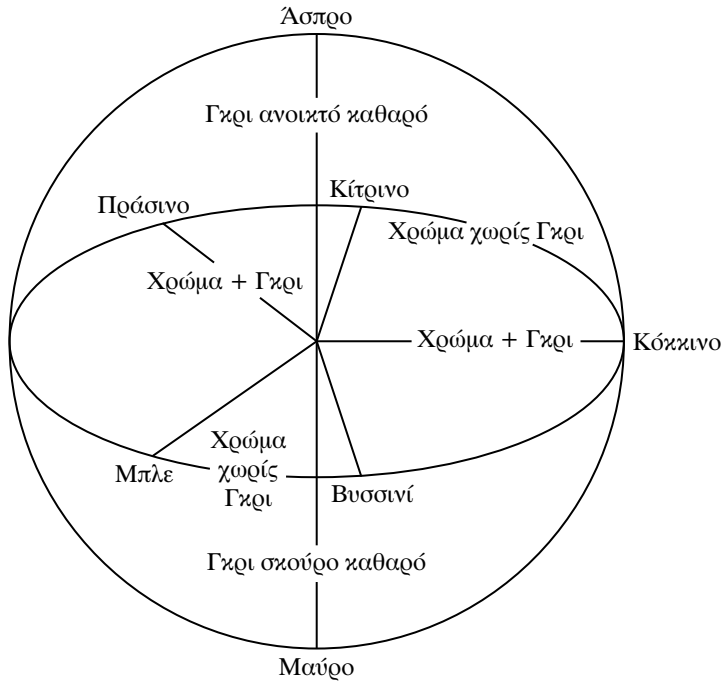
Έτσι, η μέτρηση του χρώματος έχει σκοπό:

1. Να διατηρήσει μία στάνταρ απόχρωση σαν πρότυπο.
2. Να μπορούν να συγκρίνονται δείγματα με το πρότυπο.
3. Να μπορεί να καθοδηγήσει την διόρθωση ενός δείγματος, για να ταυτισθεί με το πρότυπο.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, κορμός της μέτρησης είναι η με κάποιο τρόπο σύγκριση του παραγόμενου χρώματος με το πρότυπο. Η σύγκριση αυτή γίνεται με δύο τρόπους, οπτικά και ενόργανα. Η οπτική σύγκριση γίνεται με την βοήθεια οργάνων, αλλά και με γυμνό μάτι, αρκεί να είναι έμπειρο. Μηχανικά η σύγκριση γίνεται με χρήση χρωματόμετρου ή φασματοφωτόμετρου που αναλύουν το χρώμα σε διάγραμμα συντεταγμένων.

Ένα σοβαρό πρακτικό πρόβλημα είναι η συλλογή και κωδικοποίηση των χιλιάδων προτύπων. Οι αποχρώσεις που υπάρχουν είναι παρά πολλές, διότι συχνά είναι επιθυμητές μικρές διαφορές, από κάποιες άλλες ήδη υπάρχουσες. Είναι προφανές ότι πρέπει να γίνει ένα τεράστιο χρωματολόγιο με την εικόνα του πρότυπου και κάποιο κωδικό αριθμό. Βεβαίως όταν λέμε πρότυπο, δεν μπορεί να εννοούμε μόνο κάποιο εσωτερικό δείγμα ενός παραγωγού, που φυλάσσεται στο αρχείο, για να μπορεί να αναπαραχθεί. Εννοούμε κυρίως ένα κωδικοποιημένο πρότυπο εθνικής ή διεθνούς ισχύος, ώστε όλοι οι παραγωγοί με έναν κωδικό να εννοούν την ίδια ακριβώς απόχρωση. Πριν από τον Β' παγκόσμιο πόλεμο υπήρχαν τέτοια εθνικά πρότυπα μόνο στις λίγες βιομηχανικά προηγμένες χώρες. Μετά τον πόλεμο, καθιερώθηκε ένας τέτοιος διεθνής κωδικός, που ισχύει μέχρι σήμερα και είναι τα RAL. Περισσότερα γι' αυτά θα δούμε στο σχετικό κεφάλαιο.

Έχει ενδιαφέρον να δούμε πώς έγινε η πρώτη επιστημονική κωδικοποίηση που κυκλοφόρησε και ίσχυσε στις ΗΠΑ και ήταν το χρωματολόγιο Munsell Book of color. Ο Munsell φαντάστηκε το σύνολο των αποχρώσεων να σχηματίζουν μία σφαίρα.



Στη σφαίρα αυτή το λευκό είναι στην κορυφή του άξονα και το μαύρο στο κάτω άκρο. Όλα τα καθαρά γκρι, που είναι μείγματα μόνο λευκού-μαύρου καταλαμβάνουν θέσεις ενδιάμεσες στον άξονα, που είναι συγχρόνως και μέτρο φωτεινότητας. Στον ισημερινό τοποθετήθηκαν πέντε βασικές αποχρώσεις, σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις. Έτσι ένα καθαρό χρώμα (χωρίς γκριζο) είναι τοποθετημένο κάπου στον ισημερινό. Αν σ' αυτό προστεθεί άσπρο ή μαύρο, πλησιάζει στον άξονα, στο βόρειο ή νότιο ημισφαίριο αντίστοιχα. Μεγάλη αναλογία αυτής της προσθήκης τα φέρνει κοντά στον άξονα, ενώ μικρή τα κρατά κοντά στην περιφέρεια. Στον ισημερινό τα πέντε χρώματα και τα ενδιάμεσα τους σχηματίζουν τα παρακάτω δέκα χρώματα με τους συμβολισμούς τους

Κόκκινο R
 Κόκκινο - βυσινί RP
 Βυσινί P
 Βυσινί - μπλε PB
 Μπλε B

Μπλε - πράσινο BG
 Πράσινο G
 Πράσινο - κίτρινο GY
 Κίτρινο Y
 Κίτρινο - κόκκινο YR

Τηρούμενης αυτής της σειράς, ο ισημερινός βαθμολογείται από 5 έως 9,9 μεταξύ δύο βασικών χρωμάτων, έτσι ώστε το καθαρό χρώμα να είναι 5 και το ενδιάμεσο 7,5. Π.χ. το καθαρό μπλε είναι 5, το πράσινο-μπλε 7,5. Το πράσινο 5, το κίτρινο-πράσινο 7,5, το κίτρινο 5 κλπ. Επίσης βαθμολογείται ο άξονας του γκρι από 1-9, με 1 το μαύρο και 9 το λευκό. Οι ακτίνες του κύκλου, που δείχνουν τον βαθμό του γκριζου, βαθμολογούνται με 2-12 από τον άξονα.

Έτσι οποιαδήποτε απόχρωση μπορεί να δοθεί με τα αντίστοιχα γράμματα και τις τρεις συντεταγμένες. Π.χ. 6GY8/9 σημαίνει πράσινο-κίτρινο με περισσότερο πράσινο και λιγότερο κίτρινο απ' ό,τι το κανονικό ενδιάμεσο, με λίγο λευκό που να δίνει υψηλή φωτεινότητα (8) αλλά δεν απομακρύνει πολύ (9) από την περιφέρεια (12) όπου είναι το καθαρό κίτρινο-πράσινο. Το στίγμα του χρώματος είναι πολύ ακριβές γιατί οι μικροδιαφορές στις αποχρώσεις δείχνονται με δεκαδικά π.χ. 7,6B 6,3/8,4.

Μεγάλη σημασία για την ταυτοποίηση του χρώματος έχει ο φωτισμός. Η σύσταση του ηλιακού φωτός, του διάχυτου φωτός της ημέρας και του τεχνητού φωτισμού είναι διαφορετική. Βιομηχανίες παράγουν ειδικούς λαμπτήρες με συνδυασμό A, B και C φωτισμού, όπως πρωτοχαρακτηρίστηκε από την ICI. A είναι ο κίτρινος φωτισμός λάμπας βολφραμίου, B είναι το ηλιακό φως του μεσημεριού και C το διάχυτο φως στον πεντηκοστό παράλληλο του βόρειου ημισφαιρίου. Όλες οι μετρήσεις γίνονται με σύγκριση του παρασκευαζόμενου χρώματος με το πρότυπο. Ειδικά με τα όργανα, μετρούμε το ανακλώμενο φως από βαμμένη επιφάνεια. Το χρωματόμετρο (colorimeter) χρησιμοποιεί τρία φίλτρα. Το μπλε το πράσινο και ένα καφέ όμπρας. Το μπλε καλύπτει την περιοχή του φάσματος από 400 - 480 nm. Το πράσινο την περιοχή 480 - 580 και το καφέ το υπόλοιπο. Αντίθετα το φασματοφωτόμετρο (spectrophotometer) βλέπει ξεχωριστά την συμπεριφορά όλων των ακτινοβολιών του φάσματος ανά 10 ή 20 nm. Η ρύθμιση των οργάνων γίνεται με την ανάκλαση σε πρότυπο λευκό, που είναι επιφάνεια οξειδίου του μαγνησίου.

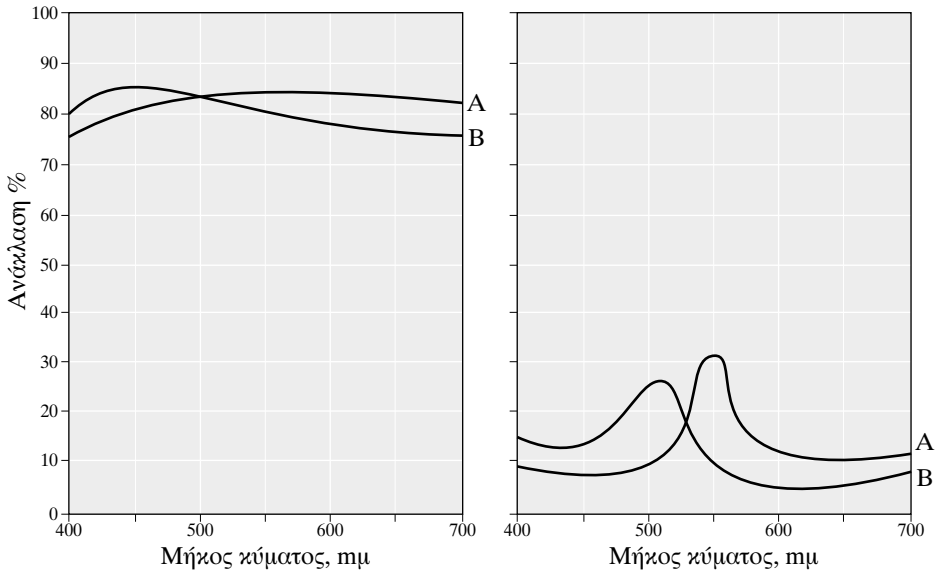
Με το χρωματόμετρο παίρνουμε τρεις τιμές απορρόφησης X Y Z από τα αντίστοιχα τρία φίλτρα. Οι τιμές είναι βέβαια διαφορετικές σε φωτισμούς A ή B ή C γι' αυτό και πρέπει να αναφέρονται πάνω στο διάγραμμα. Επίσης οι τρεις τιμές πρέπει να μετατραπούν σε συντελεστές με άθροισμα μονάδα, για αποφυγή σφαλμάτων.

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad x+y+z=1$$

Το σύστημα παρουσιάζει προβλήματα σε αρκετές περιπτώσεις ταύτισης και γι' αυτό χρησιμοποιείται λιγότερο από ό,τι τα φασματοφωτόμετρα.

Τα συνήθη φασματοφωτόμετρα που γνωρίζουμε οι χημικοί, μετρούν την απορρόφηση της ακτινοβολίας σε διαφανές μέσο. Όμως για χρωματισμένες

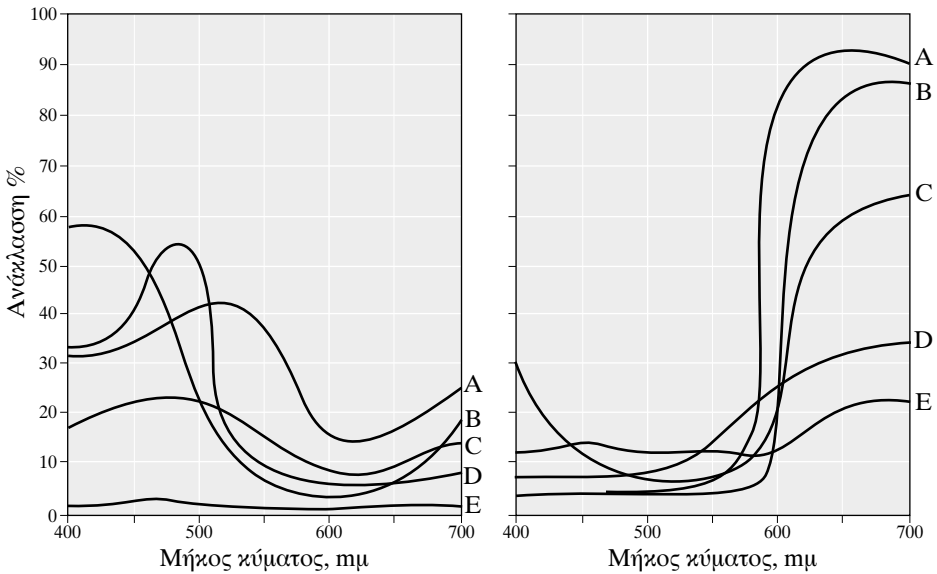
αδιαφανείς επιφάνειες, που εδώ μας ενδιαφέρει, μετράμε την αντανάκλαση (δηλαδή την μη απορρόφηση) για κάθε μήκος κύματος ακτινοβολίας. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται σε διάγραμμα, σαν τα παρακάτω παραδείγματα. Η κορυφή του διαγράμματος αντιστοιχεί στην 100% ανάκλαση, δηλαδή στο λευκό του οξειδίου του μαγνησίου. Η βάση με 0% ανάκλαση αντιστοιχεί στο μαύρο.



Στο αριστερό διάγραμμα βλέπουμε δύο συνηθισμένα λευκά του εμπορίου. Η αντανάκλασή τους είναι περίπου στο 85% και το χρώμα της καμπύλης B δείχνει λίγο λευκότερο στην περιοχή του μπλε, γιατί είναι “διορθωμένο” με λουλάκι, ενώ της καμπύλης A δεν περιέχει γαλάζιο για βοήθεια. Στο δεξιό διάγραμμα έχουμε τα δύο συνηθέστερα πράσινα. Η καμπύλη A είναι της φθαλοκυανίνης ενώ η B του οξειδίου του χρωμίου. Η καθαρότητα του χρώματος φαίνεται από την στενότητα της καμπύλης, γιατί τότε έχουμε ακτινοβολία ενός χρώματος (“ενός” μήκους κύματος) χωρίς και άλλα γειτονικά χρώματα. Αυτό συμβαίνει στην καμπύλη B, όπου έχουμε και κάποια ποσότητα μπλε ακτινοβολίας.

Τα επόμενα διαγράμματα παρουσιάζουν καμπύλες από τις κυριότερες σε χρήση χρωστικές. Στο αριστερό διάγραμμα φαίνονται αντανάκλασεις στην περιοχή του μπλε. Όλες οι μπλε χρωστικές για να δείξουν το Χρώμα τους πρέπει να περιέχουν έστω και λίγο λευκό, αλλιώς φαίνονται σχεδόν μαύρες. Όλες λοιπόν οι καμπύλες αυτές αντιστοιχούν σε μίγματα λευκού και μπλε χρωστικής, εκτός από την E που είναι καθαρή μπλε χρωστική. Όπως βλέπουμε η E δεν αντανάκλα τίποτα και σχεδόν ταυτίζεται με το μαύρο. Καθαρή μπλε ακτινοβολία δίνει μόνο η καμπύλη D που αντιστοιχεί στην μπλε φθαλοκυανίνη. Οι κα-

μπύλες A και C δίνονται από δύο διαφορετικής προέλευσης χρωστικές σιδήρου (κυανούν του Βερολίνου) όπου η πράσινη χροιά είναι εμφανής και με το μάτι. Η καμπύλη B αντιστοιχεί στην Ουλτραμαρίνη που είναι η παλαιότερη σωζόμενη μπλε χρωστική και είναι περισσότερο ιώδης παρά μπλε, πράγμα που φαίνεται και στο διάγραμμα.



Στο δεξιό διάγραμμα βλέπουμε την καμπύλη A του χρωμικού μολύβδου με μέγιστη αντανάκλαση στο κίτρινο και πορτοκαλί και την B που αντιστοιχεί στο κόκκινο της τολουιδίνης που είναι καθαρό κόκκινο. Αντίθετα η C που δίνεται από μία οργανική μπορντώ χρωστική, αντανακλά τόσο κόκκινο όσο και ιώδες. Οι καμπύλες D και E δίνονται από δύο διαφορετικής προέλευσης κόκκινα οξειδια σιδήρου. Το διαφορετικό κόκκινο αυτής της πανάρχαιας χρωστικής εξηγείται από αυτό το διάγραμμα. Όλες οι ακτινοβολίες από το πράσινο και πέρα αντανακλώνται σχεδόν εξίσου, με μικρή υπεροχή της κόκκινης. Γι' αυτό αυτή η χρωστική ονομάστηκε καφεκόκκινη ή κεραμιδί.

Στα παραδείγματα αυτά δίδονται καμπύλες μιας χρωστικής. Όταν το εξεταζόμενο δείγμα είναι μείγμα χρωστικών θα ληφθεί καμπύλη με περισσότερες κορυφές. Είναι προφανές ότι τα διαγράμματα αυτά είναι ασφαλές μέσο για την σύγκριση χρωμάτων με το πρότυπό τους. Αρκεί, να ταυτίζονται οι καμπύλες.



4. Χρώμα και χρώματα

Η Ελληνική γλώσσα, που θεωρείται πλούσια, έκανε δυστυχώς, στο αντικείμενο που εξετάζουμε, μία εξαίρεση. Χρησιμοποιούμε την ίδια λέξη (χρώμα) και για το οπτικό φαινόμενο και για το υλικό με το οποίο βάφουμε. Έτσι λέμε π.χ.: δεν μ' αρέσει το χρώμα της γραβάτας σου, όπως επίσης λέμε: Θα αγοράσω χρώματα για να βάψω το σαλόνι. Στην αγγλική γλώσσα η διαφορά είναι σαφής. Το φυσικό φαινόμενο λέγεται colour, ενώ το υλικό βαφίματος ή ζωγραφικής λέγεται paint.

Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την λέξη χρωστική γιατί αφορά ένα μόνο συστατικό του υλικού βαφής, ούτε προφανώς θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το “μπογιά”, που είναι ανεπιθύμητα ξένο και κακόηχο. Χρωστική (pigment) είναι μια συνήθως καθαρή χημική ένωση, που είναι υπεύθυνη για το Χρώμα και την βαφική ικανότητα, ενός πιο σύνθετου υλικού που χρησιμοποιείται για χρωματισμούς. Υπάρχει επίσης και η λέξη βαφή, που χρησιμοποιείται όμως μόνο για υφάσματα και κλωστές. Είναι η ελληνική απόδοση του αγγλικού dying. Αντίθετα το ρήμα βάφω χρησιμοποιείται γενικότερα. Λέμε π.χ.: θα βάψω το σπίτι μου. Αλλά δεν λέμε: γι' αυτό θα αγοράσω βαφές. Λέμε: θα αγοράσω χρώματα. Ακόμα και ο σχεδιασμός με ζωγραφίες των υφασμάτων, χρησιμοποιεί την ίδια λέξη. Λέγεται τυποβαφική. Για να “λυθεί” αυτό το πρόβλημα, τουλάχιστον σ' αυτό το κείμενο, θα χρησιμοποιείται κεφαλαίο Χ για το οπτικό φαινόμενο και μικρό για το υλικό χρωματισμού. Χρώμα και χρώματα λοιπόν.

Όπως προκύπτει από όλα τα κείμενα, επιστημονικά και νομικά (τελωνειακά, κρατικές οδηγίες κλπ) ο ορισμός του χρώματος είναι: μία χρωματισμένη υγρή σύνθεση που μετατρέπεται σε αδιαφανές στερεό φιλμ, όταν εφαρμόζεται επί αντικειμένου με μορφή λεπτής στοιβάδας. Όπως φαίνεται και από τον ορισμό, τα δύο βασικά χαρακτηριστικά του χρώματος είναι το Χρώμα και η αδιαφάνεια. Αντίθετα, το βερνίκι, που έχει περίπου τον ίδιο ορισμό, μπορεί να είναι ή να μην είναι χρωματισμένο, αλλά οπωσδήποτε δίνει διαφανές και όχι αδιαφανές φιλμ. Την αδιαφάνεια ή καλυπτικότητα ή καλυπτική ισχύ (hiding power) θα εξετάσουμε αναλυτικά στην συνέχεια.

Πάλι από τον ορισμό, γίνεται αντιληπτό ότι το χρώμα είναι ένα τέλεια ομοιογενές μείγμα μιας στερεάς (χρωστικές) και μιας υγρής μάζας, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι μία υγρή πολτώδης σύνθεση. Επομένως η υγρή μάζα είναι το μέσο στο οποίο “διαλύονται” οι χρωστικές, ώστε να είναι δυνατή η επάλειψή τους σε μια επιφάνεια. Πράγματι, δεν μπορούμε να φαντασθούμε κάποιον να προσπαθεί να ζωγραφίσει ή να βάψει έναν τοίχο χρησιμοποιώντας χρωστικές

σε σκόνη. Και αυτό ήταν, όπως φαίνεται, σαφές από τα προϊστορικά χρόνια, όπως θα δούμε στην συνέχεια.

Η υγρή μάζα θα μπορούσε να είναι νερό ή ένας οργανικός διαλύτης π.χ. οινόπνευμα. Τότε όμως, μετά την χρήση, το υγρό θα εξατμιζονταν και θα άφηνε στην βαμμένη επιφάνεια τις χρωστικές σαν απλή σκόνη, χωρίς να τις συγκρατεί τίποτα, ούτε μεταξύ τους, ούτε με την επιφάνεια. Άρα, η υγρή μάζα πρέπει να μην εξατμίζεται, να προσκολλάται στην επιφάνεια, να συγκρατεί τις χρωστικές μεταξύ τους σαν συνδετικό υλικό και να έχει κάποιες ιδιότητες αντοχής, ώστε να εξασφαλίζεται κάποια χρονική διάρκεια της χρωματικής εφαρμογής. Πράγματι από τα βάθη του χρόνου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά για αυτό το σκοπό, που θα τα δούμε στην συνέχεια αναλυτικά. Τώρα λέμε μόνο ότι η υγρή αυτή μάζα, με αυτές τις ιδιότητες, λέγεται συνδετικός φορέας ή απλώς φορέας (οι ζωγράφοι το λένε μίντιουμ) και είναι αυτός που δίνει την τεχνολογική φυσιογνωμία του χρώματος, ενώ οι χρωστικές περιορίζονται μόνο στην διαχείριση του φωτός στην χρωματισμένη επιφάνεια.

Εκτός από τα δύο αυτά κύρια συστατικά, η χρωματισμένη υγρή σύνθεση περιέχει και άλλα συστατικά, σε μικρές ποσότητες, που παίζουν κάποιο συγκεκριμένο ρόλο και λέγονται βοηθητικά πρόσθετα. Τέτοια είναι ρυθμιστές ιξώδους, τασενεργές ουσίες, συντηρητικά, ρεολογικοί παράγοντες, καταλύτες και άλλα. Επίσης περιέχει μέρος του συνολικού απαραίτητου διαλυτικού μέσου, που θα μειώσει το ιξώδες στο επιθυμητό επίπεδο για την τελική χρήση.

Το διαλυτικό μέσο είναι νερό ή οργανικοί διαλύτες, πράγμα που διαχωρίζει τα χρώματα στις δύο μεγάλες κατηγορίες με τις οποίες εμφανίζονται στην αγορά. Τα χρώματα νερού και τα χρώματα διαλύτη ή ελαιοχρώματα. Οι δύο αυτές κατηγορίες προσανατολίζουν επιπλέον και για την τελική χρήση του χρώματος, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο. Τα χρώματα νερού είναι συνήθως για οικιακή (αρχιτεκτονική) χρήση, ενώ τα διαλυτικού για βιομηχανικές εφαρμογές. Δηλαδή βαφή μηχανών, οχημάτων, επίπλων ξύλινων ή μεταλλικών, ηλεκτρικών συσκευών κλπ. Δεν είναι απόλυτο, γιατί υπάρχουν εξαιρέσεις. Χρησιμοποιούνται ελαιοχρώματα και για οικιακή χρήση, όπως και χρώματα νερού σε βιομηχανικές εφαρμογές. Η σύγχρονη τάση που κυριαρχείται, από οικολογικά κριτήρια, είναι ο συνεχής περιορισμός των οργανικών διαλυτών και η αντικατάστασή τους με το νερό. Το θέμα αυτό θα το δούμε λεπτομερέστερα στο ειδικό κεφάλαιο.

Η τελική χρήση του χρώματος απαιτεί από αυτό να έχει κάποιες συγκεκριμένες ποιοτικά ιδιότητες, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες αυτής της τελικής χρήσης. Έτσι π.χ. οι συμπαγείς μεταλλικές κατασκευές χρειάζονται σκληρό χρώμα για αντοχή σε κτυπήματα και καταπονήσεις, ενώ οι λαμαρίνες χρειάζονται χρώμα με ελαστικότητα, για να ακολουθεί τις κινήσεις του μεταλλικού φύλλου χωρίς να σπάει. Για να έχει το χρώμα αυτές τις επιθυμητές ιδιότητες, χρειάζεται να γίνει η παραγωγή του με πρώτες ύλες που να έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Πράγματι

οι πρώτες ύλες και κυρίως ο φορέας και οι χρωστικές έχουν μια σειρά τεχνικά χαρακτηριστικά, ώστε να καθοδηγήσουν τον παραγωγό του χρώματος στην επιλογή του. Τα χαρακτηριστικά αυτά φαίνονται επιγραμματικά στον παρακάτω πίνακα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ	ΦΟΡΕΑ
Χρώμα	Χημική σύσταση
Καλυπτική ικανότητα	Στερεά %
Μέγεθος - μορφή κόκκου	Ιξώδες
Ευκολία διαβροχής	Αριθμός οξύτητας
Ελαιοαπορροφητικότητα	Ταχύτητα ξήρανσης
Αντοχή στον ήλιο	Σκληρότητα-ελαστικότητα
Αντοχή στην θέρμανση	Αντοχή στον ήλιο
Αντοχή στα οξέα - αλκάλια	Αντοχή στο νερό
	Αντοχή σε χημικά διαβρωτικά

Ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά θα τα δούμε με περισσότερες λεπτομέρειες στην συνέχεια.

Αφού λοιπόν επιλεγούν οι κατάλληλες πρώτες ύλες, θα γίνει μία σύνθεση που θα έχει ορισμένες ιδιότητες. Αυτή, στην συνέχεια, θα εφαρμοσθεί σε κάποια επιφάνεια και εκεί το φιλμ του χρώματος θα παρουσιάσει τις τελικές επιθυμητές του ιδιότητες. Επομένως, εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά χρωστικής και φορέα, έχουμε και λίστα των τεχνικών χαρακτηριστικών του έτοιμου υγρού χρώματος καθώς και του τελικού στεγνού φιλμ.

ΥΓΡΟ ΧΡΩΜΑ		
• Χρώμα	• Στερεά %	• Τρόπος στεγνώματος (αέρας, θερμότης κλπ)
• Καλυπτικότητα	• Αραιώση	• Χρόνος στεγνώματος
• Απόδοση M ² /ΛΙΤ	• Ιξώδες	• Αντοχή σε θερμότητα και ψύχος
• Ειδικό βάρος	• Διαλυτικό	• Σταθερότητα εντός συσκευασίας
ΦΙΛΜ ΣΤΕΓΝΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ		
• Χρώμα	• Σκληρότητα	• Αντοχή σε χημικά διαβρωτικά
• Καλυπτικότητα	• Ελαστικότητα	• Αντοχή στην τριβή (υγρή - ξερή)
• Γυαλιστερό - ματ	• Στέγνωμα σε βάθος	• Αντοχή στον χρόνο (γήρανση)
• Βαθμός γυαλάδας	• Πρόσφυση	• Αντοχή στον ήλιο
• Είδος επιφάνειας	• Αντοχή στο νερό	(αλλοίωση Χρώματος)

Κάθε χρήστης χρώματος γνωρίζοντας τις επιθυμητές ιδιότητες που πρέπει να έχει το στεγνό χρώμα στο αντικείμενό του, επιλέγει το χρώμα που τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανταποκρίνονται σ' αυτές τις προδιαγραφές. Μερικά τεχνικά χαρακτηριστικά αναγράφονται στην συσκευασία και τα υπόλοιπα διατίθενται γραπτά από τους παραγωγούς τους, όταν ζητηθούν.

Στα αρχιτεκτονικά χρώματα σημαντικότερες επιθυμητές προδιαγραφές είναι η αντοχή στον χρόνο και στα αλκάλια, τόσο του φιλμ όσο και της απόχρωσης. Όταν δεν υπάρχουν αυτά, βλέπουμε την απόχρωση να ξεθωριάζει σε σύντομο χρόνο και το χρώμα να σκάζει, με διάφορους τρόπους, καταστρεπτικούς για την εμφάνιση του κτιρίου. Η καταστροφή από τα αλκάλια οφείλεται στην παρουσία τους στα οικοδομικά υλικά (ασβέστης, μπετόν) ενώ ο χρόνος επιδρά κυρίως με τις υπεριώδεις ακτίνες, αλλά και με την συχνή εναλλαγή καιρικών συνθηκών. Επιτάχυνση της γήρανσης προκαλείται περισσότερο από ακραίες, παρά από ήπιες συνθήκες. Έτσι, περισσότερη προσοχή χρειάζονται περιοχές με

- α) υψηλή υγρασία
- β) υψηλές θερμοκρασίες
- γ) γεινίαση με θάλασσα
- δ) συνδυασμό των ανωτέρω

Στις διακοσμήσεις και την ζωγραφική είναι προφανές ότι δεν έχουμε δεδομένες προδιαγραφές εκ των προτέρων. Ο καλλιτέχνης μπορεί να χρησιμοποιήσει οτιδήποτε υλικό, είτε για δοκιμή, είτε γιατί τον εκφράζει περισσότερο κάποιο είδος χρώματος. Τους τεχνικούς περιορισμούς απλώς θα τους λάβει υπόψη του. Αυτό βέβαια συμβαίνει σήμερα, με την υπάρχουσα ποικιλία. Στο παρελθόν, ο καλλιτέχνης ήταν υποχρεωμένος να περιοριστεί σε ό,τι του έδινε η τεχνολογία της εποχής του. Αυτό είναι άλλωστε και το κύριο θέμα αυτής της εργασίας. Πριν περάσουμε όμως σε αυτό το κεφάλαιο θα πρέπει να δούμε και κάποια άλλα χαρακτηριστικά των χρωμάτων, μετά το Χρώμα που ήδη εξετάσαμε.

