



# Δείγμα

## Α. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην όψη-εμφάνιση των αντικειμένων

### Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται τα οπτικά φαινόμενα της συμπεριφοράς του φωτός σε σχέση με τα αντικείμενα. Η δεύτερη παράμετρος που συμβάλλει στην αντίληψη του χρώματος είναι το **δείγμα (sample)-αντικείμενο** (object). Με τον όρο δείγμα θα εννοείται στο εξής το εκάστοτε προς παρατήρηση ή μέτρηση αντικείμενο. Παράλληλα, θα ακολουθήσει εκτεταμένη αναφορά στις οπτικές παραμέτρους που συμβάλλουν στην αντίληψη της **όψης ή της εμφάνισης ενός αντικειμένου** (Appearance of object).

Όψη ή εμφάνιση των αντικειμένων είναι το οπτικό φαινόμενο με βάση το οποίο γίνονται αυτά αντιληπτά μέσω του σχήματος, του μεγέθους, του χρώματος, της επιφανειακής υφής και της ημιδιαφάνειάς τους.

Η διαδικασία της οπτικής αντίληψης είναι ένα ιδιαίτερο σύνθετο φαινόμενο δεδομένης της ποικιλίας των μορφών του φωτός που προσ-

λαμβάνει ο οφθαλμός όπως και του μεγέθους του νευρικού ερεθίσματος που είναι αναγκαίο ώστε να καθορίζεται το χρώμα, ο χώρος, η θέση, το σχήμα, το μέγεθος και η κίνηση των αντικειμένων<sup>1,2</sup>. Στην πραγματικότητα η συσσωρευμένη πείρα παίζει μεγάλο ρόλο στην εκτίμηση της εμφάνισης των αντικειμένων δεδομένου ότι αυτή αναπτύσσεται προοδευτικά από την παιδική ηλικία και ασύνειδα πλέον θεωρούμε ότι ένα αντικείμενο είναι τραχύ ή λείο, στιλπνό ή θαμπό, καθαρό ή βρόμικο, αδιαφανές ή διαφανές, καινούργιο ή παλιό, φρέσκο ή μπαγιάτικο, φθαρμένο ή αχρησιμοποίητο.

### Πρακτική σημασία

Η εκτίμηση ή μέτρηση του χρώματος των αντικειμένων περιλαμβάνει τη μελέτη των χρωματικών και των γεωμετρικών ιδιοτήτων των υλικών που τα αποτελούν, και των γεωμετρικών και χρωματικών φαινομένων που παράγονται ως συνέπεια της διαφορετικής συμπεριφοράς του φωτός πάνω στο υλικό των αντικειμένων.

Για να αντιληφθούμε τη διαδικασία της αντίληψης της όψης των αντικειμένων πρέπει να κατανοήσουμε τη λειτουργία και τους μηχανισμούς των οπτικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα καθώς και τους παράγοντες που συμβάλλουν στην αντίληψη αυτή. Οι παράγοντες αυτοί είναι ουσιαστικά οι **ιδιότητες της όψης των αντικειμένων** (attributes of appearance), του φωτός και του οφθαλμού που παράγουν τα **οπτικά φαινόμενα** (visual phenomena) (Πίν. 1). Γίνεται έτσι κατανοητό ότι η μελέτη της αντίληψης της όψης των αντικειμένων απαιτεί τη συνδρομή πολλών ειδικοτήτων όπως είναι η φυσική, η φυσιολογία, η ψυχολογία, η ψυχοφυσική, και η τεχνολογία των υλικών<sup>1</sup>.

### Πρακτική σημασία

Τα αντικείμενα είναι ορατά είτε λόγω των χρωματικών είτε λόγω των γεωμετρικών ιδιοτήτων του υλικού τους. Οι παραπάνω ιδιότητες των αντικειμένων δημιουργούν το φαινόμενο της όψης τους και περιγράφουν τη διασπορά του φωτός όταν προσκρούει σε αυτά. Η διασπορά του φωτός όταν προσκρούει πάνω σε ένα αντικείμενο αναλύεται από τη γεωμετρική ή ευθύγραμμη Οπτική Φυσική. Οι γεωμετρικές ιδιότητες της όψης των αντικειμένων είναι η επιφανειακή μορφολογία (Surface anatomy, morphology), η επιφανειακή υφή (Surface texture), και η ημιδιαφάνεια (translucency). Ιδιότητες της επιφανειακής υφής είναι η λειότητα (gloss) και η στιλπνότητα (luster).

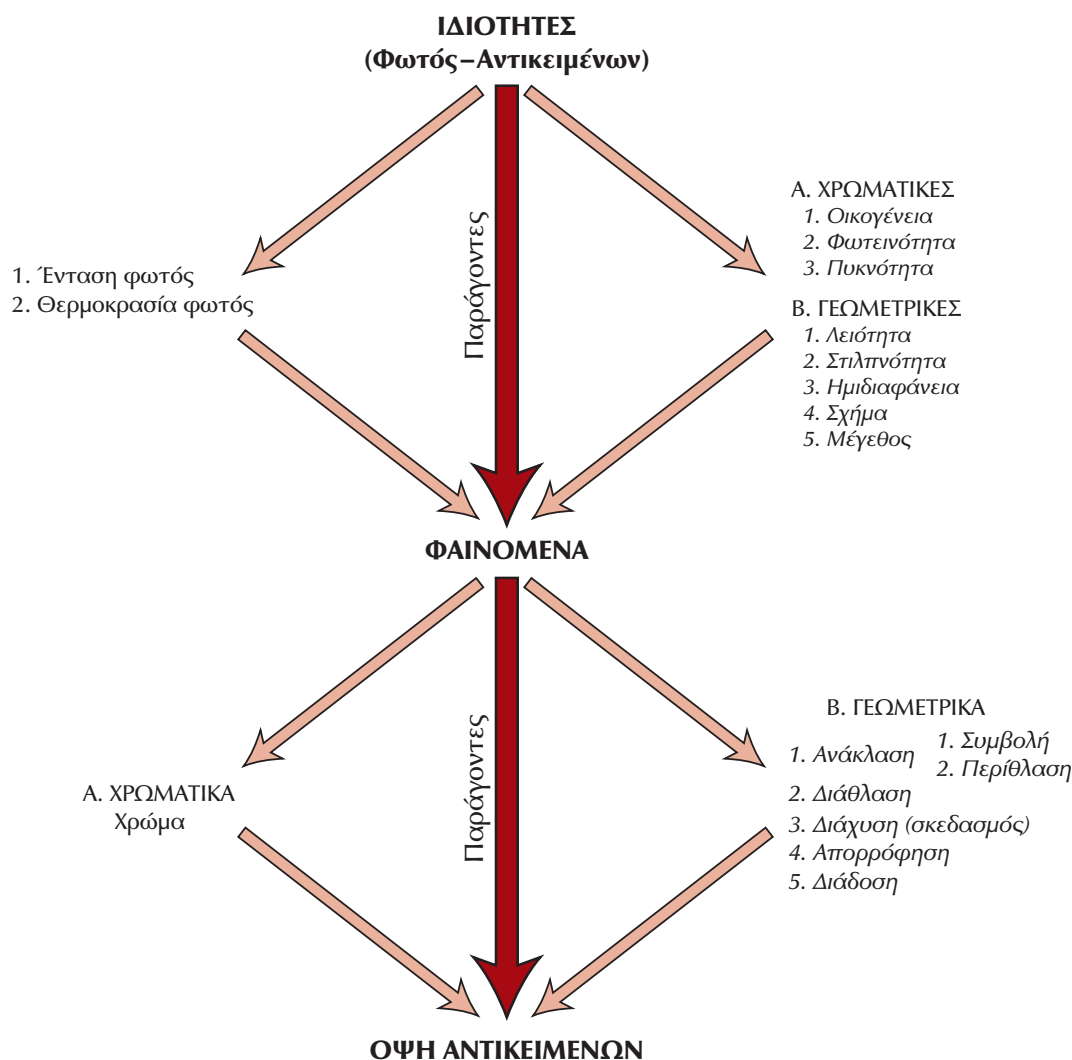
## ΑΙ. ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗΣ

Όπως έχει αναφερθεί, η οπτική εκτίμηση της όψης των αντικειμένων οφείλεται στις ιδιότητες του φωτός, που μαζί με τις χρωματικές και γεωμετρικές ιδιότητες των αντικειμένων παράγουν αντίστοιχα χρωματικά και γεωμετρικά φαινόμενα, το αποτέλεσμα των οποίων είναι η όψη των αντικειμένων. Έτσι η όψη των αντικειμένων διακρίνεται σε **χρωματική όψη** (color appearance) και **γεωμετρική-χωροταξική ή σχηματική όψη** (geometric or spatial, appearance) (Πίν. 1).

Εκτός λοιπόν από τις ιδιότητες του φωτός που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, στην εκτίμηση του χρώματος εμπλέκονται και γεωμετρικές και φυσικές ιδιότητες των αντικειμένων όπως η **λειότητα** (gloss), η **στιλπνότητα** (luster) και η **ημιδιαφάνεια** (translucency). Η συμβολή των παραπάνω ιδιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας στον καθορισμό του χρώματος των αντικειμένων.

Για να γίνουν αντιληπτά τα παραπάνω, μπορούμε να δώσουμε το παρακάτω απλό παράδειγμα από το οποίο αναδύεται και η πολυπλοκότητα του προβλήματος της αναγνώρισης της γεωμετρικής και χρωματικής συμπεριφοράς των δειγμάτων και των επιφανειών τους (Εικ. 1). Ας υποθέσουμε ότι μία κυρία ζητεί από έναν ελαιοχρωματιστή να της βάψει ένα δωμάτιο. Τόσο η κυρία όσο και ο ελαιοχρωματιστής έχουν φυσιολογική χρωματική όραση. Ο ελαιοχρω-

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.** Τα χρωματικά και γεωμετρικά φαινόμενα που δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση των χρωματικών και γεωμετρικών ιδιοτήτων του φωτός και των αντικειμένων και προσδιορίζουν την όψη των αντικειμένων.



ματιστής της παρουσιάζει ένα χάρτινο ή πλαστικό χρωματολόγιο και η νοικοκυρά επιλέγει ένα χρώμα. Εάν ο ελαιοχρωματιστής είναι βαθύς γνώστης της συμπεριφοράς των επιφανειών, των υλικών και των φωτισμών των χώρων, προκειμένου να έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα, πρέπει να λάβει υπ' όψιν του τα παρακάτω ερωτήματα που δεν αναφέρονται αποκλειστικά στο χρώμα, αλλά επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα της χρωματικής όψης του δωματίου.

- Η βαφή θα αποδώσει επιφάνεια γυαλιστερή ή θαμπή, λεία ή τραχιά; (*Υφή επιφάνειας*).
- Πόσες διαστρωματώσεις (χέρια) πρέπει να κάνει ο ελαιοχρωματιστής για να καλύψει εντελώς το υποκείμενο χρώμα; (*Αδια-*



**Εικ. 1.** Εκτός από τα χρωματικά χαρακτηριστικά (No 217, 218 κ.ο.κ.) ο ελαιοχρωματιστής πρέπει να λάβει υπ' όψιν του και τη γεωμετρική πορεία του φωτός πάνω και μέσα στο υλικό. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της πορείας το φως θα έχουν άμεση επίδραση στο τελικό χρωματικό αποτέλεσμα.

*φάνεια-ημιδιαφάνεια βαφής).*

- Οι σκούρες ή οι ανοιχτές βαφές καλύπτουν καλύτερα βρόμικους τοίχους; (*Αδιαφάνεια υλικού*).
- Το μικρό σε έκταση χρωματικό δείγμα του χρωματολογίου θα ταιριάζει χρωματικά με τη μεγάλη επιφάνεια των τοίχων; Τι μπορεί να συμβεί; (*Μέγεθος επιφάνειας*).
- Το χρώμα της υγρής μπογιάς θα είναι ίδιο με το τελικό χρώμα του τοίχου; Σε τι πιθανόν θα διαφέρει και γιατί; (*Ανάκλαση-διάχυση βαφής*).
- Η επιλογή του χρώματος από το δείγμα θα γίνει μέσα στο δωμάτιο ή στο φως της ημέρας; (*Ανάκλαση-απορρόφηση*).
- Υπάρχει πιθανότητα ο ένας τοίχος να διαφέρει χρωματικά από το διπλανό, ενώ βιάστηκαν κάτω από τις ίδιες συνθήκες; (*Ανάκλαση-απορρόφηση φωτός*).
- Εάν η οροφή είναι ανώμαλη, μπορεί η ατέλεια να καλυφθεί με μία επικάλυψη; Θα χρησιμοποιηθεί λεπτόκοκκη ή χονδρόκοκκη βαφή; (*Υφή επιφάνειας*).
- Η βαφή θα ταιριάζει με τη βαφή στα ξύλινα μέρη του δωματίου (πόρτες, παράθυρα κ.λπ.); (*Υφή επιφάνειας*).
- Μπορεί ένα μικρό δωμάτιο να φαίνεται μεγαλύτερο; Ένας στενός διάδρομος να φαίνεται φαρδύτερος μετά τη βαφή; (*Ανάκλαση-απορρόφηση*).

### Πρακτική σημασία

Παράλληλα με τη γνώση του χρώματος των αντικειμένων, επιβάλλεται και η γνώση της γεωμετρικής συμπεριφοράς τους. Το χρώμα τους επηρεάζεται από τη λειότητα, τη στιλπνότητα και την ημιδιαφάνειά τους.

Το χρωματικό αποτέλεσμα που θα προκύψει θα εξαρτηθεί από τις γνώσεις και την εμπειρία που διαθέτει ο ελαιοχρωματιστής, προκειμένου να διαχειριστεί σωστά τη χρωματική και γεωμετρική συμπεριφορά των υλικών και των επιφανειών. Οι πληροφορίες που θα αναλυθούν παρακάτω θα βοηθήσουν στην κατανόηση των παραπάνω ερωτημάτων που αφορούν όλα τα αντικείμενα που μας περιβάλλουν.

## **A2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (geometric attributes arrangement)**

Ας δούμε με παραδείγματα και με τη σειρά τα κύρια φαινόμενα που συμβαίνουν, όταν το φως προσκρούει στα διάφορα αντικείμενα (Εικ. 2). Το κίτρινο χρώμα όλων των αντικειμένων της παραπάνω εικόνας θεωρούμε ότι οφείλεται στη διαφορετική πορεία και συμπεριφορά του φωτός πάνω ή μέσα σ' αυτά.

Τα αντικείμενα αυτά από πλευράς κύριας εμφάνισης διακρίνονται σε:

- 1. Αδιαφανή μη μεταλλικά αντικείμενα (opaque nonmetals)** (Εικ. 3α). Στο παράδειγμα (Εικ. 2.1.) το κίτρινο αδιάφανο μεγάλο πλαστικό σκεύος αποδίδει το χρώμα του με **διαχεόμενη ανάκλαση** (diffused reflection), διότι, από όποια θέση και αν το



**Εικ. 2.** Τα τέσσερα αντικείμενα της εικόνας παρουσιάζουν ίδιο κίτρινο χρώμα αλλά διαφορετικές γεωμετρικές ιδιότητες και φαινόμενα. Το αδιαφανές πλαστικό δοχείο (1) παρουσιάζει διαχεόμενη ανάκλαση, το μεταλλικό κηροπήγιο (2) κατοπτρική ανάκλαση, το μπολ (3) διαχεόμενη διάδοση και το γυάλινο μπουκάλι (4) κανονική διάδοση.

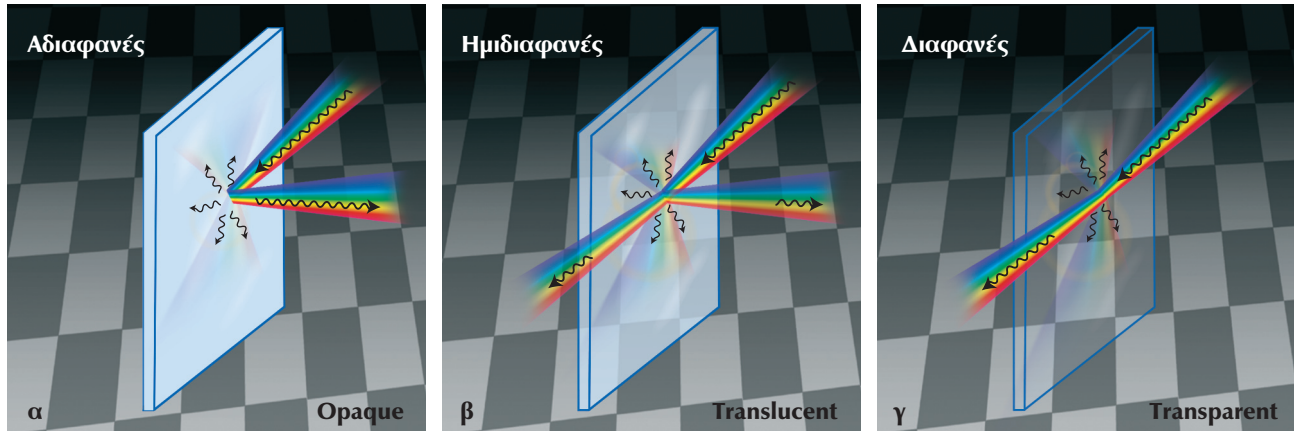
φωτίσουμε ή από όποια θέση και αν το παρατηρήσουμε, το κίτρινο χρώμα που αποδίδει παραμένει το ίδιο. Με άλλα λόγια το κίτρινο φως που αποδίδει το πλαστικό δοχείο ανακλάται ή διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Τα αντικείμενα που το χρώμα τους αποδίδεται με διαχεόμενη ανάκλαση (αδιαφανή-έγχρωμα αντικείμενα) αποτελούν την πλειονότητα αυτών που μελετώνται στην επιστήμη και χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.

2. **Αδιαφανή Μεταλλικά αντικείμενα (Opaque metallic surfaces)** (Εικ. 3α). Στο παράδειγμα (Εικ 2.2) το μεταλλικό κίτρινο κηροπήγιο αποδίδει το κίτρινο χρώμα του με **κατοπτρική ανάκλαση** (specular reflection). Το κίτρινο της ανάκλασης είναι εξ ολοκλήρου κατοπτρικό, σε αντίθεση με τα αδιαφανή μη μεταλλικά που παρουσιάζουν ελάχιστη κατοπτρική ανάκλαση και το χρώμα τους προέρχεται από τη διαχεόμενη ανάκλαση.
3. **Ημιδιαφανή αντικείμενα (Translucent objects)** (Εικ. 3β). Στο παράδειγμα (Εικ. 2.3) ένα πλαστικό κίτρινο μπολ αποδίδει το χρώμα του με **διαχεόμενη διάδοση** (diffused transmission), με το φως να διέρχεται εν μέρει το αντικείμενο και να προβάλλει το χρώμα από την αντίθετη πλευρά. Η λίγη διαχεόμενη διάδοση λέγεται και θολερότητα (turbidity) ή ομιχλώδης διάδοση (haziness).
4. **Διαφανή αντικείμενα (Transparent objects)** (Εικ. 3γ). Στο παράδειγμα (Εικ. 2.4) ένα διαφανές μπουκάλι που περιέχει λάδι προβάλλει το κίτρινο χρώμα του λαδιού με **κανονική διάδοση** (regular transmission) χωρίς καθόλου διάχυση από το γυαλί.

#### Πρακτική σημασία

Τα αντικείμενα από πλευράς γεωμετρικών ιδιοτήτων διακρίνονται σε:

1. **Αδιαφανή**
  - Μη μεταλλικά (διαχεόμενη ανάκλαση ή απορρόφηση φωτός)
  - Μεταλλικά (κατοπτρική ανάκλαση).
2. **Ημιδιαφανή** (διαχεόμενη διάδοση).
3. **Διαφανή** (κανονική διάδοση).



**Εικ. 3.** Η πορεία του φωτός μέσα και έξω από κάθε αντικείμενο καθορίζεται από τις οπτικές ιδιότητες του υλικού του. Στο διαφανές υλικό διέρχεται όλο το προσπίπτον φως (γ). Στο αδιαφανές δεν διέρχεται καθόλου φως (α), αλλά ανακλάται ή απορροφάται. Στο ημιδιαφανές εν μέρει διέρχεται, εν μέρει ανακλάται και εν μέρει απορροφάται (β).

**Πρακτική σημασία**

Η απλοποιημένη ταξινόμηση των αντικειμένων σε αδιαφανή, ημιδιαφανή και διαφανή είναι χρήσιμη για τη μελέτη και μέτρηση των γεωμετρικών φαινομένων που παρουσιάζουν.

Η παραπάνω ταξινόμηση χρησιμεύει ως βάση για την τοποθέτηση των αντικειμένων σε κατηγορίες σύμφωνα με τον κυρίαρχο τρόπο που αυτά κατανέμουν το φως. Βέβαια, η παραπάνω ταξινόμηση βασίζεται σε μερικές παραδοχές απλοποίησης, δεδομένου ότι μερικά αντικείμενα δεν εμπίπτουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες και άλλα φαίνεται να εμπίπτουν μεταξύ δύο ομάδων· π.χ. όταν η ανάκλαση και η διάχυση συνυπάρχουν, δεν είναι πάντα διακριτές σε πολλές περιπτώσεις. Η συγκεκριμένη ταξινόμηση επίσης παραβλέπει αλλαγές του χρώματος των αντικειμένων που προέρχεται από αλλαγή του φωτισμού ή του τρόπου παρατήρησης. Ακόμη όμως και με αυτούς τους περιορισμούς η παραπάνω ταξινόμηση είναι πολύ χρήσιμη στη γενική μελέτη και τη μέτρηση των φαινομένων που παράγουν την όψη των αντικειμένων.

**A3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΟΨΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ**

Το φως από τη δημιουργία του μέχρι τη μετατροπή του σε θερμότητα μπορεί να περάσει από διαφορετικές μορφές. Επειδή το φως αποτελείται από μία ευρεία ζώνη μηκών κύματος (πολυχρωματικό λευκό φως) με διαφορετική ενέργεια, παρουσιάζει διαφορετικές δράσεις κατά την πορεία του στα αντικείμενα και έτσι εμφανίζεται αλλαγή στην κατανομή της φασματικής του ισχύος και διαχωρισμός των μηκών κύματός του. Οι αλλαγές αυτές εκδηλώνονται σαν **γεωμετρική** και **χρωματική συμπεριφορά** και συνεπώς αντίστοιχη οπτική αντίληψη<sup>3</sup>.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι γεωμετρικές ιδιότητες

των αντικειμένων προσδιορίζουν τη διασπορά του φωτός στον χώρο όταν αυτό προσκρούει πάνω στην επιφάνειά τους, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη γνωστών γεωμετρικών οπτικών φαινομένων (Πίν. 2). Τα γεωμετρικά αυτά φαινόμενα μπορούν να ορισθούν, αλλά είναι δύσκολο να ταξινομηθούν σε ένα **οργανωμένο σύστημα συντεταγμένων** (organized coordinate arrangement), όπως συμβαίνει με τις χρωματικές ιδιότητες. Ωστόσο, είναι δυνατόν ευτυχώς να γίνουν μερικές σημαντικές απλοποιήσεις και οργανώσεις των γεωμετρικών ιδιοτήτων της όψης των αντικειμένων όταν πρόκειται για σχετικά επίπεδα και ομοιόμορφη περιοχή μιας επιφάνειας. Το φως καθώς εγκαταλείπει την επιφάνεια χαρακτηρίζεται είτε ως **ανακλώμενο** (reflected) είτε ως **διαδιδόμενο** (transmitted) από το αντικείμενο. Το ανακλώμενο φως εγκαταλείπει το αντικείμενο από την ίδια πλευρά με το προσπίπτον. Το διαδιδόμενο φως εγκαταλείπει το αντικείμενο από την αντίθετη πλευρά της πρόσπτωσης, αφού διέλθει μέσα από αυτό. Το διαδιδόμενο και ανακλώμενο φως μπορούν αυθαίρετα να διαιρεθούν επιπλέον σε διαχεόμενο και μη διαχεόμενο και έτσι προκύπτει η γνωστή γενική ταξινόμηση των φαινομένων της συμπεριφοράς του φωτός<sup>4</sup>.

### Πρακτική σημασία

Τα γεωμετρικά φαινόμενα (ανάκλαση, διαχεόμενη διάδοση, απορρόφηση, διάδοση (Πίν. 2) μπορούν να ορισθούν, αλλά είναι δύσκολο να ταξινομηθούν σε ένα οργανωμένο σύστημα συντεταγμένων (organized coordinate arrangement), όπως ταξινομούνται τα χρωματικά φαινόμενα.

1. Διαχεόμενη ανάκλαση (Diffuse reflection).
2. Κατοπτρική ανάκλαση (Specular reflection).
3. Διαχεόμενη διάδοση (Diffuse transmission).
4. Κανονική διάδοση (Regular transmission).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.** Οι γεωμετρικές ιδιότητες των υλικών των αντικειμένων και τα παραγόμενα γεωμετρικά φαινόμενα που προσδιορίζουν την όψη τους όπως συναντώνται στη βιβλιογραφία.

<i>Γεωμετρικές ιδιότητες</i>	<i>Γεωμετρικά φαινόμενα</i>
• Λειότητα (Gloss)	• Ανάκλαση (Reflection)
• Τραχύτητα (Roughness)	– Κατοπτρική ανάκλαση (Specular Reflection)
• Στιλπνότητα (Luster, Shine, Glisten)	• Διαχεόμενη ανάκλαση (Diffused reflection)
• Θάμπωμα (dimness)	• Λάμψη, εκθάμβωση (Glare)
• Στιλπνότητα και φωτεινότητα (Sheen)	• Ανταύγεια (Cliter, Flash)
• Ημιδιαφάνεια (Tranlusency)	• Απορρόφηση (Absorption)
• Διαφάνεια (Transparency)	• Διάθλαση (Refraction)
• Αδιαφάνεια (Opacity)	• Διάχυση (Diffusion)
• Θολερότητα (Turbidity)	• Σκεδασμός (Scattering)
• Αχλύτητα (Haze)	• Διάδοση (Transmission)
• Διαύγεια, καθαρότητα (Clarity)	– Διαχεόμενη διάδοση (Diffused)
	– Κανονική διάδοση (Regular)

### Α3α. Η διάθλαση του φωτός (Refraction)

Αρχικά, για να μελετηθεί η συμπεριφορά του φωτός κατά την είσοδό του από τον αέρα σε κάποιο άλλο υλικό, είναι απαραίτητο να αναλυθεί το φαινόμενο της διάθλασης που συμβαίνει σε κάθε επιφάνεια που διαχωρίζει δύο διαφορετικά υλικά. Όταν το φως διαπερνά την επιφάνεια που χωρίζει δύο υλικά διαφορετικής οπτικής πυκνότητας, συμβαίνει το φαινόμενο της **διάθλασης** (Refraction), δηλαδή το φως εκτρέπεται της αρχικής του πορείας λόγω της εισόδου του σε πυκνότερο οπτικά υλικό και ελαττώνει την ταχύτητά του (Εικ. 4). Ο βαθμός εκτροπής της πορείας του φωτός καθορίζει και τον **δείκτη διάθλασης  $n$**  (Refractive Index) των δύο υλικών σύμφωνα με τον τύπο:

$$n = \frac{v_{\text{κενό}}}{v_{\text{υλικού}}}$$

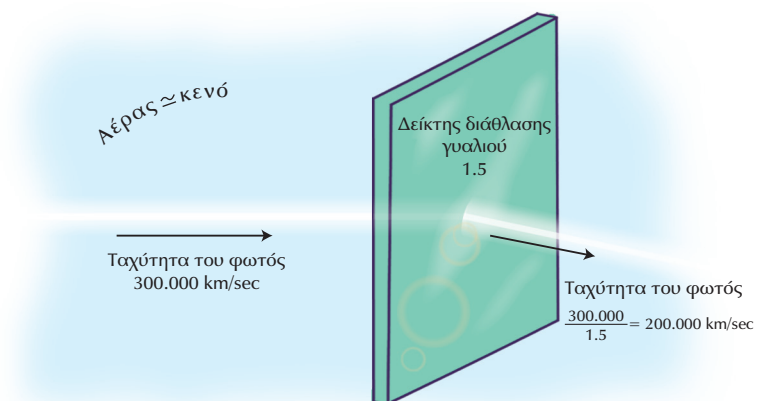
όπου  $v_{\text{κενό}}$  η ταχύτητα του φωτός στο κενό (στο κενό το φως πορεύεται με τη μεγαλύτερη τιμή:  $c = 299.792.456 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) και  $v_{\text{υλικού}}$  η ταχύτητα του φωτός στο υλικό<sup>5,6</sup> (Εικ. 4).

#### Πρακτική σημασία

Όταν το φως διαπερνά την επιφάνεια που χωρίζει δύο υλικά διαφορετικής οπτικής πυκνότητας συμβαίνει το φαινόμενο της διάθλασης, αλλάζει δηλαδή ταχύτητα και κατεύθυνση στο δεύτερο υλικό (Εικ. 4, 5).

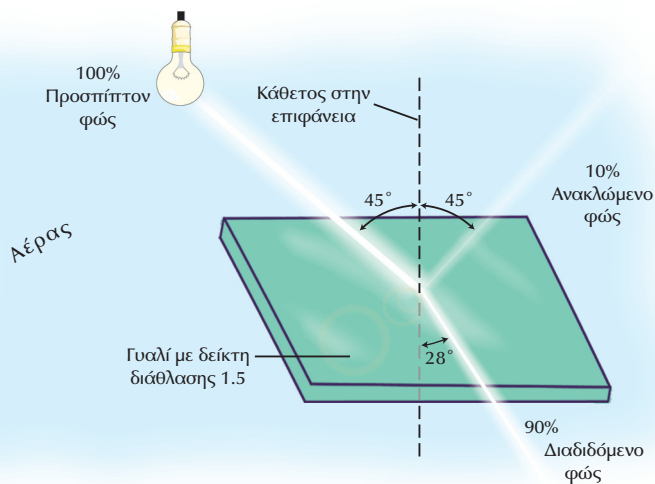
Το φαινόμενο της διάθλασης ελέγχεται από τον νόμο του Snell, με βάση τον οποίο η πορεία του φωτός μέσα σε ένα υλικό καθορίζεται από τη διαφορά των δεικτών διάθλασής του και τη διαφορετική γωνία πρόσπτωσης. Έτσι, όταν δεν υπάρχει διαφορά του δείκτη διάθλασης, δεν υπάρχει καμία εκτροπή του φωτός και έτσι ένα κομμάτι καθαρού γυαλιού μέσα σε ένα υγρό με τον ίδιο δείκτη διάθλασης είναι απολύτως αόρατο<sup>6</sup>.

Η ανάκλαση και η περισσότερο σημαντική διάχυση του φωτός συμβαίνουν, όταν υπάρχει αλλαγή στην τιμή του δείκτη διάθλασης, που επιφέρει επιβράδυνση της ταχύτητας του φωτός σε ένα υλικό συ-



**Εικ. 4.** Ο δείκτης διάθλασης ισούται με το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό και της ταχύτητας μέσα στο υλικό (γυαλί 1,5). Ο αέρας έχει δείκτη διάθλασης πολύ κοντά στο 1.





**Εικ. 5.** Όταν το φως διαπερνά μια επιφάνεια που ενώνει δύο υλικά με διαφορετικούς δείκτες διάθλασης, τότε υφίσταται μερική ανάκλαση επάνω στην επιφάνεια και διάθλαση κατά την διέλευση διά μέσου της επιφάνειας.

γκριτικά με την ταχύτητά του στον αέρα. Σε μια επιφάνεια-όριο μεταξύ δύο διαφορετικών υλικών το φως αλλάζει την ταχύτητά του. Έτσι ένα μικρό τμήμα του φωτός ανακλάται (εκτός αν η πρόσπτωση είναι κάθετη-κανονική πρόσπτωση) και η υπόλοιπη ακτίνα, διαδιδόμενη μέσα στο υλικό, αλλάζει κατεύθυνση. Για πολλά συνήθη ημιδιαφανή υλικά με δείκτη διάθλασης 1,5 (γυαλί) το ποσό που ανακλάται είναι περίπου 10% για πρόσπτωση με γωνία  $45^\circ$  (Εικ. 5). Επειδή ο δείκτης διάθλασης του υλικού εξαρτάται και από το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός, τα διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός (χρώματα) αλλάζουν κατεύθυνση περνώντας μέσα από ένα γυάλινο πρίσμα. Αυτό εξηγούν και οι Billmeyer και Saltzman<sup>4</sup> στο πείραμα του Newton. Έτσι η διάθλαση θεωρείται ότι αποτελεί μέθοδο διαχωρισμού ενός φωτισμού στα επιμέρους μήκη κύματος του, όταν αυτός φυσικά αποτελείται από μίγμα μηκών κύματος<sup>3</sup> (πολυχρωματικό φως) (Εικ. 6).

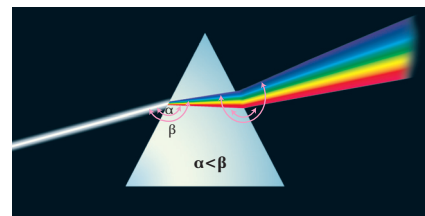
Αυτό συμβαίνει διότι το υλικό εκτρέπει σε διαφορετικό βαθμό (δείκτης διάθλασης του υλικού) τα διαφορετικά μήκη κύματος του προσπίπτοντος φωτός.

Ο σχετικός δείκτης διάθλασης των φάσεων ενός υλικού (ο λόγος των δεικτών διάθλασης των φάσεων) καθορίζει την ανακλαστικότητα και τις ιδιότητες διάθλασης της συνολικής φάσης ενός ημιδιαφανούς υλικού<sup>5</sup>.

Η κατανόηση του φαινομένου της διάθλασης κατά τη διέλευση του φωτός από την επιφάνεια που ενώνει δύο διαφορετικά υλικά είναι προϋπόθεση για τη μελέτη της συμπεριφοράς του φωτός.

### Πρακτική σημασία

Το φαινόμενο της διάθλασης αποτελεί και μέθοδο διαχωρισμού (φίλτρο) των μηκών κύματος (χρωμάτων) που απαρτίζουν ένα φωτισμό (Εικ 6).



**Εικ. 6.** Η διάθλαση του υλικού εξαρτάται και από το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός. Τα διαφορετικά μήκη κύματος (χρώματα) διαχωρίζονται ακολουθώντας διαφορετική κατεύθυνση (γωνία) μέσω ενός γυάλινου πρίσματος.