

# ΦΩΣ

Η όραση είναι η σημαντικότερη αίσθηση του ανθρώπου. Μας επιτρέπει να διακρίνουμε τη μέρα από τη νύχτα, να αναγνωρίζουμε τους ανθρώπους και τα αντικείμενα γύρω μας, να αντιλαμβανόμαστε τα χρώματα, να διαβάζουμε, να χειριζόμαστε μηχανήματα.



Το όργανο της όρασης είναι το μάτι. Δεν αρκούν όμως μόνο τα μάτια, για να δούμε. Χρειάζεται και φως. Το φως μεταφέρει πληροφορία:

- Το φανάρι είναι κόκκινο. Σταματώ.
- Στο βιβλίο γράφει «συμπλήρωσε την παρατήρηση». Παίρνω το μολύβι και γράφω.
- Στην τηλεόραση βλέπω τις ειδήσεις. Μαθαίνω τι γίνεται στον κόσμο.
- Βλέπω τη φίλη μου να χαμογελά. Είναι χαρούμενη.



Ο άνθρωπος παρατηρώντας τις σταγόνες του νερού πάνω στα αντικείμενα τα είδε να μεγαθύνονται. Χρησιμοποιώντας γυαλί ή κρύσταλλο κατασκεύασε φακούς. Τους φακούς σήμερα τους χρησιμοποιούμε στις φωτογραφικές μηχανές, στα τηλεσκόπια, στα μικροσκόπια, για να διορθώσουμε προβλήματα στην όραση.



Τα περισσότερα ζώα που γνωρίζεις έχουν δύο μάτια, όχι όμως όλα. Οι αράχνες έχουν έξι ως οκτώ μάτια. Οι μύγες έχουν επίσης πολλά μάτια. Καθένα από αυτά βλέπει ένα μέρος της εικόνας.



Παρατηρώντας προσεκτικά τη φύση προσπάθησε να καταλάβει τα φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως και να τα αξιοποιήσει, για να κάνει τη ζωή του πιο εύκολη.

Στις επιφάνειες των λιμνών και των ποταμών είδε τα αντικείμενα να καθρεπτίζονται. Χρησιμοποιώντας γυαλιστερά μέταλλα, αργότερα και γυαλί, έφτιαξε καθρέπτες.

Σήμερα τους καθρέπτες τους χρησιμοποιούμε καθημερινά στα σπίτια, στα αυτοκίνητα, ακόμη και στις προσόψεις των κτηρίων.



Η όραση δεν είναι προνόμιο μόνο του ανθρώπου. Τα περισσότερα ζώα μπορούν να δουν. Σε μερικά ζώα η αίσθηση αυτή είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη, όπως στον αετό, που μπορεί από πολύ μεγάλο ύψος να διακρίνει ακόμη και μικρά ζώα. Σε άλλα ζώα πάλι η αίσθηση της

όρασης δεν είναι αναπτυγμένη. Τα σκουλήκια δεν έχουν καν μάτια. Σε όλο τους το σώμα έχουν κύτταρα ευαίσθητα στο φως, που τους επιτρέπουν να καταλαβαίνουν αν βρίσκονται σε φωτεινό ή σκοτεινό μέρος. Όταν το φως είναι έντονο, τρυπώνουν στο έδαφος, για να προστατευτούν.

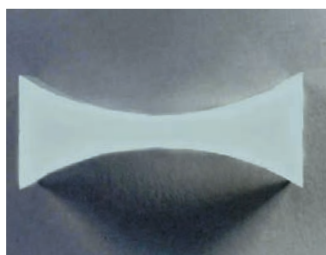


## Διάθλαση

Όταν το φως συναντά αντικείμενα στην πορεία της διάδοσής του, αναγκάζεται να αλλάξει κατεύθυνση. Έχεις ήδη μάθει ότι, όταν το φως συναντά λείες και σιλιπνές επιφάνειες, ανακλάται, ενώ, όταν συναντά ανώμαλες τραχιές επιφάνειες, διαχέεται.



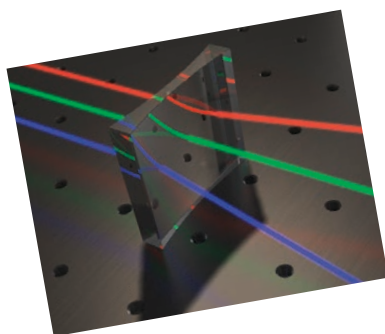
Όταν το φως συναντά στην πορεία του άλλα διαφανή αντικείμενα, όπως για παράδειγμα νερό ή γυαλί, αλλάζει επίσης κατεύθυνση αλλά με διαφορετικό τρόπο απ' ό,τι όταν ανακλάται ή διαχέεται. Όταν οι φωτεινές ακτίνες περνούν πλάγια από τον αέρα σε ένα άλλο διαφανές υλικό ή από ένα άλλο διαφανές υλικό στον αέρα, αλλάζουν πορεία. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **διάθλαση**. Το φαινόμενο της διάθλασης το αξιοποιούμε με ειδικού σχήματος διαφανή σώματα, τους **φακούς**. Διακρίνουμε δύο είδη φακών, τους συγκλίνοντες και τους αποκλίνοντες. Όταν μια φωτεινή δέσμη συναντήσει στην πορεία της έναν συγκλίνοντα φακό, οι φωτεινές ακτίνες



κατευθύνονται, συγκλίνουν, προς ένα σημείο. Αντίθετα, όταν συναντήσουν έναν αποκλίνοντα φακό, απλώνουν, όπως λέμε διαφορετικά αποκλίνουν.



Το φως μπορούμε να το αντιμετωπίσουμε είτε ως κύμα, φωτεινό ηλεκτρομαγνητικό κύμα, είτε ως σωματίδια που ονομάζουμε φωτόνια. Η διάθλαση του φωτός εξηγείται από την αλληλεπίδραση του κύματος ή των φωτονίων με τα άτομα του διαφανούς υλικού σώματος, το οποίο συναντά το φως στην πορεία του.



### Εντυπωσιακές διαθλάσεις...

Έχεις σίγουρα κάποια φορά παρατηρήσει πριν από μια βουτιά ότι η θάλασσα ή η πισίνα σου φαίνεται πιο ρηχή από ό,τι είναι στην πραγματικότητα. Όμοια, ένα αντικείμενο που βρίσκεται μέσα στο νερό νομίζεις πολλές φορές ότι είναι πιο κοντά σου απ' ό,τι πραγματικά συμβαίνει. Μια κουτάλα που βρίσκεται η μισή μέσα σε μια κατσαρόλα με νερό ή ένα μολύβι σε ένα ποτήρι φαίνονται σπασμένα στην επιφάνεια του νερού. Όλα τα παραπάνω εξηγούνται από τη διάθλαση του φωτός, καθώς αυτό περνά από το νερό στο γυαλί και αντίστροφα. Λόγω της αλλαγής της πορείας του φωτός βλέπουμε τα αντικείμενα που είναι μέσα στο νερό σε διαφορετική απόσταση από εκείνη που πραγματικά βρίσκονται.



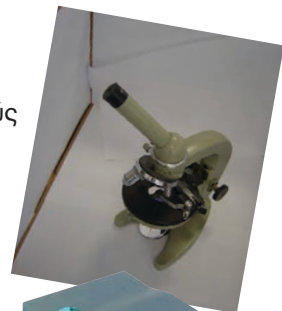


## Οι φακοί στη ζωή μας

Οι φακοί χρησιμοποιούνται σε πολλές συσκευές που έχουμε στη διάθεσή μας καθημερινά διευκολύνοντας διάφορες δραστηριότητές μας. Για να παρατηρούμε καλύτερα μικρά αντικείμενα, χρησιμοποιούμε συγκλίνοντες φακούς. Εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούμε τους φακούς αυτούς τους ονομάζουμε μεγεθυντικούς φακούς.

Με τα κιάλια παρατηρούμε μακρινά αντικείμενα. Στα κιάλια συνδυάζονται καθρέπτες και συγκλίνοντες φακοί. Όμοια είναι κατασκευασμένα και τα τηλεσκόπια. Και εκεί συνδυάζονται καθρέπτες και συγκλίνοντες φακοί.

Στα μικροσκόπια χρησιμοποιούνται επίσης συγκλίνοντες φακοί. Παρότι τα τηλεσκόπια και τα μικροσκόπια δε μοιάζουν εξωτερικά μεταξύ τους, στηρίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας. Ένα σύστημα φακών και κατόπτρων βοηθά, ώστε να μεγεθύνεται πολλές φορές το αντικείμενο που παρατηρούμε είτε αυτό είναι μακρινό ουράνιο σώμα είτε μικροσκοπικό κύτταρο. Τα πρώτα όργανα παρατήρησης κατασκευάστηκαν στη δυτική Ευρώπη περίπου το 1600, αφού τότε πρωτοκατασκευάστηκαν με ακρίβεια φακοί στο επιθυμητό σχήμα.



## Τηλεσκόπια και μικροσκόπια

Η κατασκευή και χρήση του τηλεσκοπίου προηγήθηκε του μικροσκοπίου. Και τα δύο όμως βοήθησαν να γίνουν σημαντικά βήματα προόδου ήδη από τον 17ο αιώνα, τόσο στην αστρονομία όσο και στη βιολογία.

Ο πρώτος που χρησιμοποίησε το τηλεσκόπιο για αστρονομικές παρατηρήσεις ήταν ο Γαλιλαίος, ο οποίος παρατηρώντας με αυτό τη Σελήνη έφτιαξε όμορφα σχέδια της επιφάνειάς της.

Για να διορθώσουμε προβλήματα στην όραση, χρησιμοποιούμε επίσης φακούς, συγκλίνοντες ή αποκλίνοντες, ανάλογα με το πρόβλημα. Φακοί χρησιμοποιούνται επίσης στις μηχανές προβολής διαφανειών, στις φωτογραφικές και στις κινηματογραφικές μηχανές.



## Οι φακοί και η φακή

Παρατήρησε προσεκτικά μία φακή. Είναι λεπτή στα άκρα και παχιά στη μέση, όπως δηλαδή ένας συγκλίνων φακός.

Η ομοιότητα στο σχήμα και στο όνομα δεν είναι τυχαία.

Οι πρώτοι φακοί που ο άνθρωπος κατασκεύασε και χρησιμοποίησε ήταν συγκλίνοντες. Από την ομοιότητα του σχημάτός τους με τη φακή προέκυψε και η ονομασία τους.

## Χρώματα



Όταν το λευκό φως του Ήλιου πέσει επάνω σε ένα γυαλί με ακανόνιστο σχήμα, σε μια σαπουνόφουσκα, ακόμη και σε ένα διάφανο πλαστικό συλλό, παρατηρούμε ότι εμφανίζονται διάφορα χρώματα. Το λευκό φως είναι, λοιπόν, σύνθεση πολλών απλών ακτινοβολιών με διαφορετικά **χρώματα**. Την ανάλυση του λευκού φωτός παρατήρησε πρώτος ο Newton το 1666. Στη φύση την ανάλυση του λευκού φωτός την παρατηρούμε, όταν μετά από βροχή επικρατεί ηλιοφάνεια. Το φως τότε αναλύεται στα αιωρούμενα σταγονίδια του νερού δημιουργώντας το **ουράνιο τόξο**.



Το φωτεινό κύμα ή τα φωτόνια, όταν αλληλεπιδρούν με τα σωματίδια ενός υλικού σώματος, δεν αλλάζουν μόνο κατεύθυνση αλλά και χαρακτηριστικά. Γιατί όμως έχουν τα διάφορα αντικείμενα γύρω μας διαφορετικό χρώμα; Ας πάρουμε τα πράγματα με τη σειρά... Γνωρίζεις ότι το λευκό φως είναι η σύνθεση όλων των χρωμάτων. Όταν το λευκό φως πέφτει, για παράδειγμα, σε ένα κόκκινο αντικείμενο, απορροφώνται όλα τα φωτόνια εκτός από αυτά με μια συγκεκριμένη συχνότητα, τη συχνότητα που αντιστοιχεί στο κόκκινο χρώμα. Τα φωτόνια αυτά ανακλώνται από την επιφάνεια του αντικειμένου και φτάνουν μέχρι τα μάτια μας. Βλέπουμε το αντικείμενο κόκκινο! Και πότε ένα σώμα έχει μαύρο χρώμα; Όταν απορροφά όλα τα φωτόνια και δεν ανακλά κανένα! Τώρα μένει μόνο να σκεφτείς πότε ένα αντικείμενο έχει λευκό χρώμα...

### Δημιούργησε... ένα ουράνιο τόξο

Μία ηλιόλουστη μέρα, αφού ζητήσεις άδεια από κάποιον μεγαλύτερο, πήγαινε σε έναν ανοιχτό χώρο και πάρε έναν σωλήνα του ποτίσματος. Αφού βεβαιωθείς ότι δε θα ενοχλήσεις κανέναν, άνοιξε τη βρύση και πίεσε το δάχτυλό σου στην άκρη του σωλήνα, έτσι ώστε το νερό να πέφτει σαν βροχή. Στρέψε τον σωλήνα προς τα πάνω, ενώ έχεις την πλάτη σου γυρισμένη στον Ήλιο.

Αν προσπαθήσεις λίγη ώρα, θα δεις το ουράνιο τόξο να εμφανίζεται, αφού υπάρχουν και οι δύο προϋποθέσεις για τη δημιουργία του, το φως και το νερό.

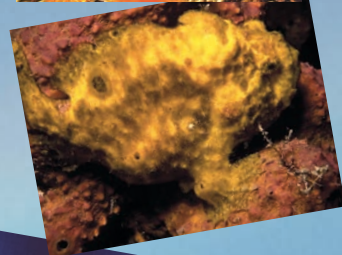


## Η σημασία των χρωμάτων

Τα χρώματα στη φύση έχουν πολύ μεγάλη σημασία ακόμη και για την επιβίωση. Τα έντονα χρώματα των λουλουδιών τραβούν την προσοχή των εντόμων. Οι πεταλούδες ανοίγουν τα πολύχρωμα φτερά τους, για να προσελκύσουν το ταίρι τους, ενώ τα κλείνουν, όταν θέλουν να περνούν απαρατήρητες.



Σε κάποια ζώα τα χρώματα του σώματος έχουν μία διαφορετική σημασία. Το έντονο κόκκινο, κίτρινο ή πορτοκαλί χρώμα μπορεί να είναι μία προειδοποίηση για τους εχθρούς του ζώου ότι αυτό έχει δηλητήριο, δαγκώνει ή έχει πολύ πικρή γεύση. Σε άλλα ζώα πάλι το χρώμα του σώματός τους ταιριάζει με τα χρώματα του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Αυτό τα βοηθά να κρύβονται από τους εχθρούς τους. Παρατήρησε τις εικόνες. Είναι εύκολο να διακρίνεις τα ζώα;



## Μικροί χρωματιστοί κόκκοι...

Με τη μείξη των βασικών χρωμάτων μπορούμε να «δημιουργήσουμε» όλα τα χρώματα. Αν «ανακατέψουμε» κόκκινο με κίτρινο χρώμα, φτιάχνουμε πορτοκαλί. Πολλές φορές δεν είναι καν ανάγκη να «ανακατέψουμε» τα χρώματα, αρκεί να τοποθετήσουμε πολλές μικρές κουκκίδες διαφορετικών χρωμάτων πλάι-πλάι. Καθώς οι κουκκίδες είναι πολύ κοντά, δεν μπορούμε να τις ξεχωρίσουμε και το οπτικό ερέθισμα που παίρνουμε είναι αυτό του χρώματος που προκύπτει από τη μείξη τους. Αν με έναν ισχυρό μεγεθυντικό φακό παρατηρήσεις αυτό το ίδιο το βιβλίο που κρατάς, θα δεις, για παράδειγμα, ότι το πορτοκαλί δεν είναι παρά ένα μείγμα πολλών μικροσκοπικών κόκκινων και κίτρινων κουκκίδων.

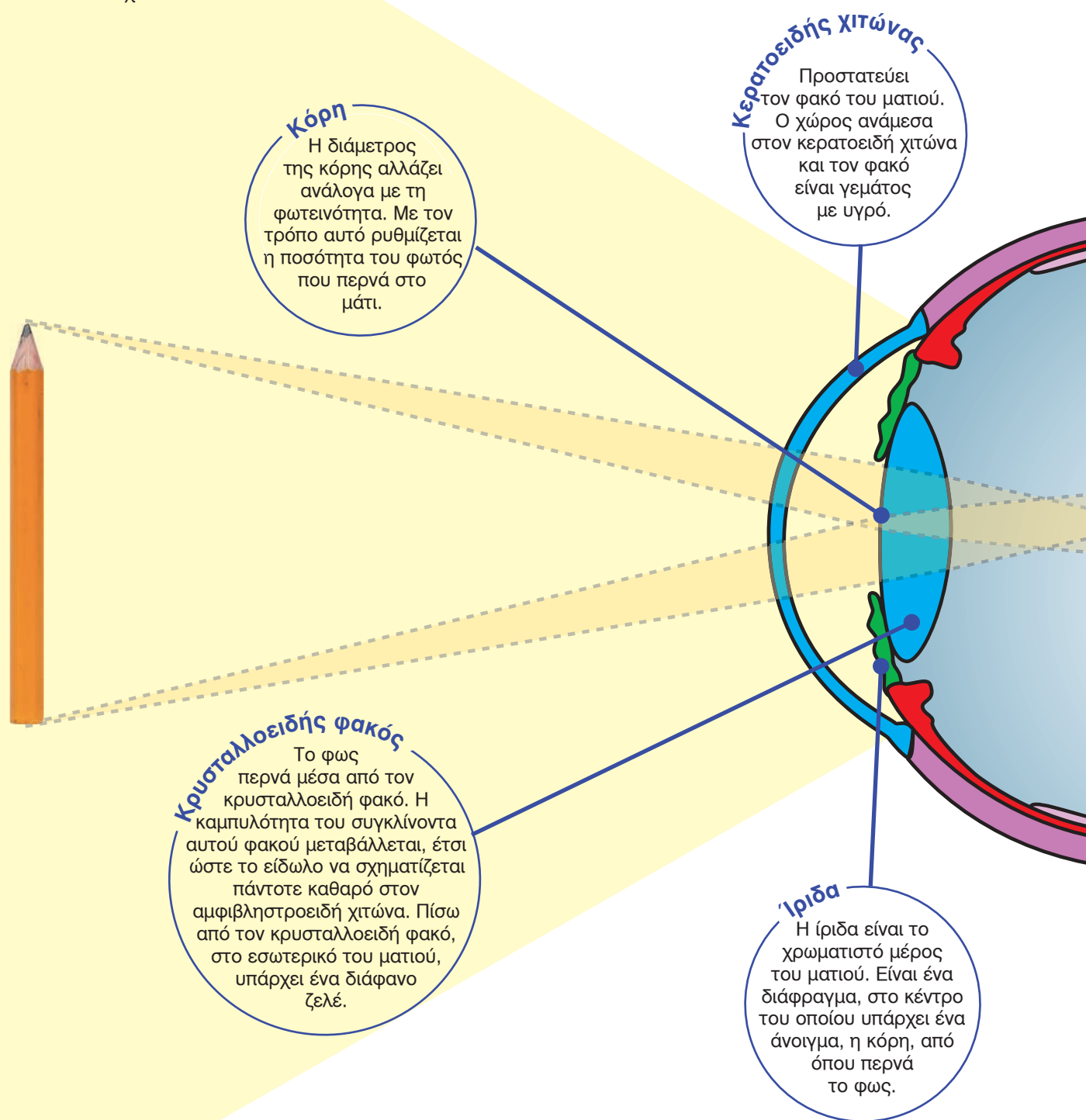
Με παρόμοιο τρόπο δημιουργούνται τα χρώματα στην τηλεόραση. Αν εξετάζαμε τη φωτισμένη οθόνη μιας έγχρωμης τηλεόρασης μ' έναν μεγεθυντικό φακό, θα διαπιστώναμε ότι καλύπτεται από ομάδες μικροσκοπικών κόκκων. Η κάθε ομάδα περιλαμβάνει έναν κόκκινο, έναν πράσινο και έναν μπλε κόκκο. Ανάλογα με το πόσο ακτινοβολεί κάθε κόκκος έχουμε την αίσθηση διαφορετικού χρώματος.





## Μάτι

Οι φωτεινές ακτίνες ανακλώνται και διαχέονται πάνω σε όλα τα αντικείμενα. Έτσι κάποιες από αυτές φτάνουν στα μάτια μας. Οι φωτεινές ακτίνες διαθλώνται στον κρυσταλλοειδή φακό και εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, όπου σχηματίζεται το είδωλο της εικόνας που παρατηρούμε. Η επιφάνεια του χιτώνα αυτού είναι καλυμμένη με εκατομμύρια φωτοευαίσθητα κύτταρα. Το οπτικό ερέθισμα, η εικόνα που βλέπουμε, μεταφέρεται στον εγκέφαλο μέσα από το οπτικό νεύρο. Παρόλο που τα είδωλα σχηματίζονται αντεστραμμένα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, ο εγκέφαλός μας τα «αναλύει» αυτόματα, οπότε βλέπουμε τα αντικείμενα κανονικά και όχι... ανάποδα.





### Αμφιβληστροειδής χιτώνας

Ο αισθητήριος χιτώνας του ματιού. Εδώ σχηματίζεται το είδωλο των αντικειμένων που παρατηρούμε. Η επιφάνειά του είναι καλυμμένη από εκατομμύρια φωτοευαίσθητα οπτικά κύτταρα.

### Οπτικό νεύρο

Το οπτικό νεύρο συνδέει τον αμφιβληστροειδή χιτώνα με τον εγκέφαλο. Μεταφέρει το οπτικό ερέθισμα από το μάτι στον εγκέφαλο.

### Φως αγγελιαφόρος...

Το φως μεταφέρει πληροφορία. Τα φωτόνια, το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, ξεκινούν από τη φωτεινή πηγή και μεταδίδονται ευθύγραμμα, ωστόσο να συναντήσουν κάποιο διαφανές, ημιδιαφανές ή αδιαφανές σώμα. Εκεί είτε συνεχίζουν την πορεία τους είτε αλλάζουν κατεύθυνση είτε απορροφώνται. Σε κάθε περίπτωση, αν στη συνέχεια συναντήσουν το μάτι μας, μας πληροφορούν για την ύπαρξη, τη μορφή και τις ιδιότητες του σώματος και της φωτεινής πηγής. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, λοιπόν, ή τα φωτόνια λειτουργούν στον μικρόκοσμο ως «αγγελιαφόροι» πληροφορίας.





## Προσέχω τα μάτια μου σαν τα μάτια μου!

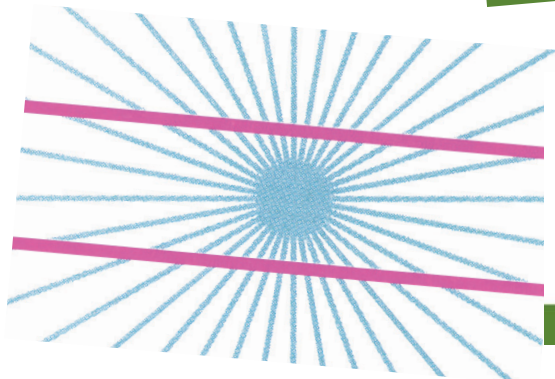
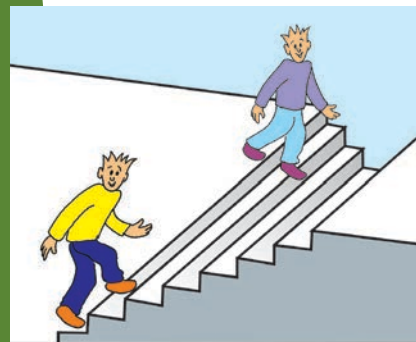
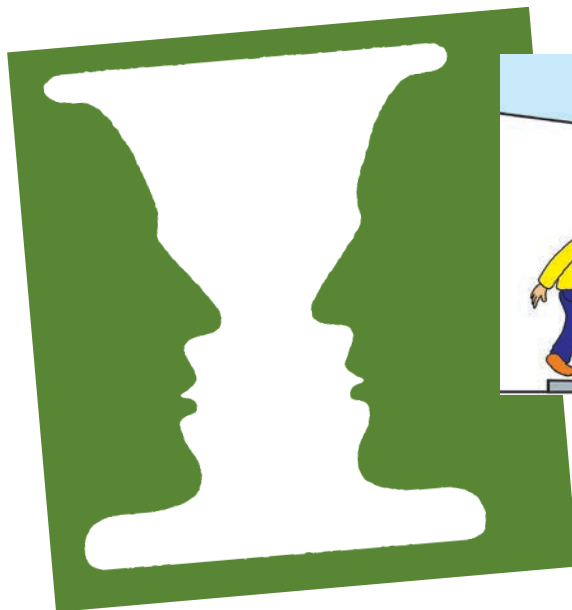
Τα μάτια μας είναι πολύτιμα. Είναι σημαντικό να φροντίζουμε για την καλή τους υγεία υιοθετώντας κάποιους απλούς βασικούς κανόνες:

- Το έντονο φως είναι επικίνδυνο. Προστατεύουμε τα μάτια μας τοποθετώντας μπροστά τους τα χέρια μας, όταν το φως είναι έντονο.
- Κατά την παραμονή μας στον ήλιο φοράμε οπωσδήποτε γυαλιά ηλίου, που προστατεύουν τα μάτια μας από την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία.
- Φοράμε πάντα προστατευτικά γυαλιά, όταν εργαζόμαστε με ουσίες που μπορεί να πεταχτούν στα μάτια μας ή όταν κάνουμε εργασίες κατά τις οποίες μπορεί να μπουν στα μάτια μας θραύσματα.
- Τα μάτια μας κουράζονται, όταν εργαζόμαστε πολλές ώρες στον υπολογιστή, ιδιαίτερα όταν καθόμαστε πολύ κοντά στην οθόνη. Πρέπει, λοιπόν, να κάνουμε τακτικά διαλείμματα και η απόστασή μας από την οθόνη να είναι τουλάχιστον 50 εκατοστά. Για τον ίδιο λόγο καθόμαστε μακριά από την οθόνη της τηλεόρασης.
- Η σωστή διατροφή είναι σημαντική για την καλή υγεία των ματιών μας. Η βιταμίνη Α που παίρνουμε από τα καρότα, το άσπρο λάχανο, τις ντομάτες και το σπανάκι είναι πολύτιμη για τα μάτια μας.



## Οπτικές απάτες

Σίγουρα θεωρείς τα μάτια σου αξιόπιστα. Μπορείς άραγε να τα εμπιστευτείς πάντα; Οι παρακάτω εικόνες θα σε μπερδέψουν. Γιατί όμως μπερδεύομαστε όλοι το ίδιο; Είναι οι οριζόντιες γραμμές παράλληλες; Τι βλέπεις στην εικόνα; Μία πραγματικά περίεργη σκάλα... Είναι τα τούβλα πράγματι στραβά;





## Κινούμενα σχέδια



Κόψε ένα χαρτόνι με πλευρά περίπου 10 εκατοστά. Ζωγράφησε στη μία όψη του ένα κλουβί και στην άλλη έναν παπαγάλο. Άνοιξε μία τρύπα αριστερά και μία δεξιά από το κλουβί, στο μέσο του χαρτονιού. Δέσε στις τρύπες τις δύο άκρες μιας χοντλής κλωστής με μήκος περίπου 80 εκατοστά, όπως βλέπεις στην εικόνα. Πέρασε τα δάχτυλά σου στην κλωστή και τέντωσέ την. Ζήτησε από μια φίλη ή έναν φίλο σου να γυρίσει το χαρτόνι πολλές φορές και να το αφήσει, όταν η κλωστή τυλιχτεί αρκετά. Τέντωσε την κλωστή και παρατήρησε το χαρτόνι που περιστρέφεται. Ο εγκέφαλος διατηρεί την εντύπωση μιας εικόνας

για κάποιο χρονικό διάστημα. Η ιδιότητα αυτή του εγκεφάλου ονομάζεται μεταίσθημα. Αν στο χρονικό διάστημα δούμε μια άλλη εικόνα, ο εγκέφαλος δεν ξεχωρίζει τις δύο εικόνες. Στην ιδιότητα αυτή στηρίζεται η λειτουργία του κινηματογράφου και της τηλεόρασης. Οι εικόνες προβάλλονται γρήγορα η μία μετά την άλλη κι έτσι έχουμε την αίσθηση της κίνησης.

## Ανάγλυφη γραφή για τυφλούς

Ο γραπτός λόγος είναι βασικό μέσο επικοινωνίας. Τον τρόπο αυτό επικοινωνίας δε στερούνται ούτε οι συνάνθρωποί μας που δεν μπορούν να δουν. Η αίσθηση που χρησιμοποιούν, για να διαβάσουν, είναι η αφή. «Διαβάζουν» ακουμπώντας το χέρι τους πάνω σε ανάγλυφα γράμματα, συνδυασμούς από μικρές τελίτσες και γραμμές. Η γραφή αυτή ονομάζεται γραφή Braille, προς τιμήν του Louis Braille που την

εφηύρε. Η γραφή Braille δε χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικά βιβλία αλλά και σε πινακίδες σε δημόσιους χώρους, στους ανελκυστήρες, ακόμη και σε πολλά μηχανήματα. Ανάγλυφα σύμβολα και ειδικά σημάδια παρατηρούμε και σε διάφορες συσκευές, όπως για παράδειγμα στο τηλέφωνο, όπου μια ανάγλυφη τελίτσα στο πλήκτρο με τον αριθμό 5 βοηθά στον εντοπισμό των πλήκτρων. Ακόμη και στα χαρτονομίσματα υπάρχουν ειδικά σύμβολα που βοηθούν τους συνανθρώπους μας που δεν μπορούν να δουν.



## Με μια ματιά...

- Όταν το φως περνά από τον αέρα σε ένα άλλο διαφανές υλικό ή από ένα διαφανές υλικό στον αέρα, αλλάζει πορεία.

- Στους φακούς το φως διαθλάται. Ένας φακός μπορεί να είναι συγκλίνων ή αποκλίνων.

- Στους συγκλίνοντες φακούς, οι φωτεινές ακτίνες συγκεντρώνονται σε ένα σημείο, ενώ με τους αποκλίνοντες, απομακρύνονται η μία από την άλλη.

- Το φως του Ήλιου μπορεί να αναλυθεί σε φως διαφόρων χρωμάτων, όπως στο ουράνιο τόξο. Η σύνθεση όλων των χρωμάτων δίνει λευκό χρώμα.

- Το εσωτερικό του ματιού μας αποτελείται από την ίριδα, την κόρη και τον συγκλίνοντα φακό. Οι εικόνες των αντικειμένων που βλέπουμε σχηματίζονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα αντεστραμμένες.

- Το οπτικό νεύρο, το οποίο συνδέει τον αμφιβληστροειδή χιτώνα με τον εγκέφαλο, μεταφέρει τα οπτικά ερεθίσματα από το μάτι μας στον εγκέφαλο.

## Γλωσσάρι...

- **Διάθλαση** ονομάζουμε την αλλαγή της πορείας του φωτός, όταν αυτό συναντά διαφανή ή ημιδιαφανή σώματα.
- **Φακοί** ονομάζονται ορισμένα διαφανή σώματα ειδικού σχήματος.
- **Συγκλίνοντες** ονομάζονται οι φακοί που είναι παχύτεροι στη μέση και λεπτότεροι στα άκρα.
- **Αποκλίνοντες** ονομάζονται οι φακοί που είναι λεπτότεροι στη μέση και παχύτεροι στα άκρα.
- **Φάσμα** ονομάζεται το σύνολο των χρωμάτων που εμφανίζονται κατά την ανάλυση του λευκού φωτός.
- **Ίριδα** ονομάζεται το χρωματιστό μέρος του ματιού.
  - **Κόρη** ονομάζεται το άνοιγμα στο κέντρο της ίριδας, από όπου περνά το φως.
    - Στον **αμφιβληστροειδή χιτώνα** σχηματίζεται το είδωλο των αντικειμένων που παρατηρούμε.

