



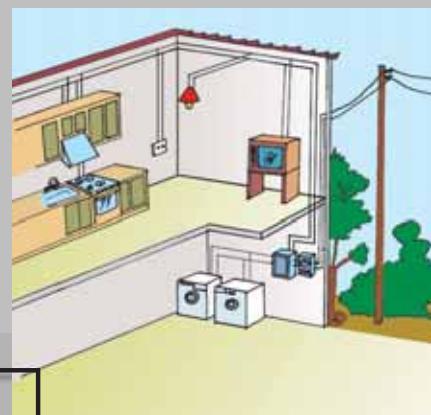
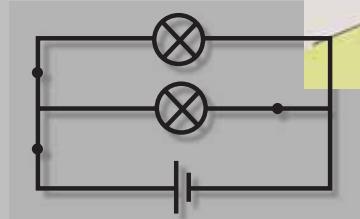
## Το ηλεκτρικό κύκλωμα

Για να είναι δυνατή η ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων, για να έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος. Τα βασικά στοιχεία του ηλεκτρικού κυκλώματος είναι: οι αγωγοί, μέσα από τους οποίους ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα, η πηγή που αναγκάζει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν, ο διακόπτης με τον οποίο μπορούμε να διακόψουμε τη ροή του ρεύματος, όποτε το επιθυμούμε, και η ηλεκτρική συσκευή.



### Παράλληλη σύνδεση

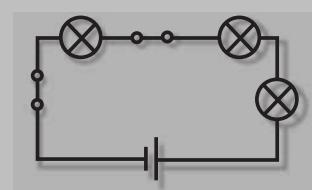
Στην παράλληλη σύνδεση οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται παράλληλα, έτσι ώστε οι επαφές κάθε συσκευής να συνδέονται απευθείας με τους πόλους της πηγής. Έτσι δημιουργούνται πολλά, ανεξάρτητα ηλεκτρικά κυκλώματα, οπότε, ακόμη και αν αποσυνδέσουμε μία συσκευή, οι υπόλοιπες εξακολουθούν να λειτουργούν. Οι ηλεκτρικές συσκευές και οι λάμπες στα σπίτια μας είναι συνδεδεμένες παράλληλα.



### Σύνδεση σε σειρά



Στη σύνδεση σε σειρά οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται η μία μετά την άλλη. Αν αποσυνδέσουμε μία συσκευή, η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος διακόπτεται και οι υπόλοιπες συσκευές σταματούν να λειτουργούν. Τη σύνδεση σε σειρά χρησιμοποιούσαν παλιότερα στα λαμπάκια του χριστουγεννιάτικου δένδρου. Τα τελευταία χρόνια όμως δε χρησιμοποιείται ούτε εκεί γιατί, κάθε φορά που «καιγόταν» ένα λαμπάκι, έσβηναν και τα υπόλοιπα.





## Μικροσκοπικά κυκλώματα



Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές, από τις πιο απλές ώς τις πιο σύνθετες, λειτουργούν χάρη στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Ξέρεις όμως ότι για τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι απαραίτητη η ύπαρξη κυκλωμάτων. Σε σχέση με τα κυκλώματα που χρησιμοποιούμε για το φωτισμό του σπιτιού μας, τα κυκλώματα των ηλεκτρονικών συσκευών είναι πολύ πιο μικρά σε μέγεθος. Είναι τόσο μικροσκοπικά, που εκατοντάδες από αυτά χωρούν σε μια πλακέτα πιο μικρή και από το πιο μικρό μας νύχι. Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατόν τα κυκλώματα αυτά να κατασκευαστούν με καλώδια και διακόπτες, όπως αυτούς που χρησιμοποιούμε στα σπίτια μας.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή αυτών των κυκλωμάτων είναι εντυπωσιακή. Αρχικά τα κυκλώματα σχεδιάζονται σε μεγάλη κλίμακα. Στη συνέχεια το σχέδιο σμικρύνεται κατά χιλιάδες φορές. Το μικροσκοπικό αυτό σχέδιο αποτυπώνεται σε μια λεπτή πλάκα πυριτίου. Η πλάκα αυτή ψεκάζεται με ατμούς μετάλλων. Τα μόρια των μετάλλων προσκολλώνται στις γραμμές του σχεδίου, φτιάχνοντας μικροσκοπικούς αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος. Ακόμα και μία τρίχα ή ένας κόκκος σκόνης αρκεί, για να καταστρέψει το τελικό αποτέλεσμα! Γι' αυτό και στα εργοστάσια αυτά οι συνθήκες που επικρατούν είναι πιο αυστηρές ακόμη και από αυτές που επικρατούν στα χειρουργεία. Μάσκες και ειδικές στολές για τους εργαζομένους, όπως και ειδικές συσκευές καθαρισμού του αέρα, ανήκουν στον αυτονόητο εξοπλισμό τέτοιων μονάδων.





## Αγωγοί και μονωτές



Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δεν κινούνται με την ίδια ευκολία σε όλα τα υλικά. Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι σε άλλα υλικά ευκολότερη και σε άλλα δυσκολότερη. Τα υλικά, μέσα από τα οποία το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει εύκολα, ονομάζονται **αγωγοί**. Αγωγοί είναι όλα τα μέταλλα, όπως ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο χαλκός και άλλα.

Αγωγός είναι και ο γραφίτης.

Τα υλικά μέσα από τα οποία δεν είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται **μονωτές**. Μονωτές είναι το ξύλο, το ύφασμα, το γυαλί και τα πλαστικά. Για την κατασκευή των κυκλωμάτων είναι απαραίτητοι τόσο οι αγωγοί όσο και οι μονωτές. Οι αγωγοί χρησιμοποιούνται, όταν είναι επιθυμητή η εύκολη ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων, ενώ οι μονωτές χρησιμοποιούνται για την προστασία μας από αυτή. Από αγωγούς κατασκευάζεται, λοιπόν, το εσωτερικό των καλωδίων, για να μπορεί να ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από αυτά, ενώ οι μονωτές μάς προστατεύουν περιβάλλοντας τους αγωγούς.

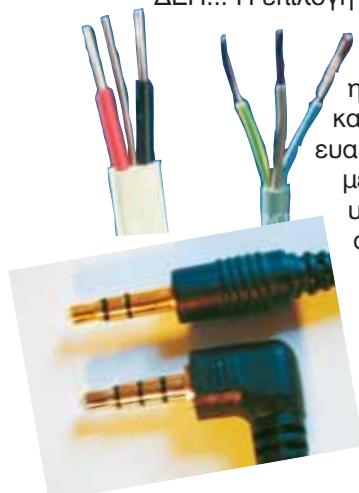


### Εφαρμογές των αγωγών

Οι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος είναι απαραίτητοι, όπου είναι επιθυμητή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, στα καλώδια, στο εσωτερικό των ηλεκτρικών συσκευών, στα σύρματα της ΔΕΗ...

Η επιλογή του υλικού των αγωγών εξαρτάται από το πόσο εύκολα πρέπει να

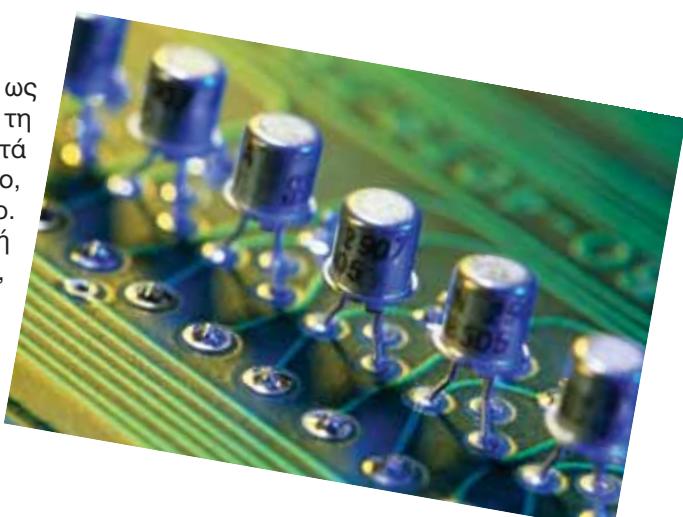
ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα αλλά και από το κόστος του υλικού. Ο χρυσός και ο άργυρος, για παράδειγμα, είναι πολύ καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μικρών βυσμάτων, με τα οποία συνδέονται μεταξύ τους ευαίσθητες ηλεκτρικές συσκευές, όπως είναι τα επιστημονικά όργανα μέτρησης ή τα ακριβά ηχητικά συστήματα. Είναι προφανές ότι η επιλογή των υλικών αυτών για την κατασκευή μεγαλύτερων καλωδίων είναι οικονομικά ασύμφορη. Στα καλώδια της ΔΕΗ χρησιμοποιείται κυρίως χαλκός και ένα κράμα αλουμινίου. Το μήκος των καλωδίων που διαθέτει η ΔΕΗ είναι τόσο μεγάλο, ώστε τα μέταλλα, από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα καλώδια της, είναι ένα από τα βασικά περιουσιακά της στοιχεία.



### Οι ημιαγωγοί

Ορισμένα υλικά στη φύση συμπεριφέρονται άλλοτε ως αγωγοί και άλλοτε ως μονωτές ανάλογα με τη θερμοκρασία και άλλους παράγοντες. Τα υλικά αυτά ονομάζονται ημιαγωγοί. Τέτοια υλικά είναι το πυρίτιο, που βρίσκουμε σε αφθονία στην άμμο και το γερμάνιο.

Οι ημιαγωγοί χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που ονομάζονται δίοδοι, χάρη στις οποίες λειτουργούν οι ηλεκτρονικές συσκευές.





## Μονωτές: «ντύνοντας» τους αγωγούς

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή των μονωτών είναι η χρήση τους ως περίβλημα των αγωγών. Το περίβλημα των καλωδίων των ηλεκτρικών συσκευών είναι συνήθως διπλό. Κάθε καλώδιο περιβάλλεται από πλαστικό μονωτή, ενώ δύο, τρία ή και περισσότερα καλώδια τοποθετούνται σε δεύτερο πλαστικό περίβλημα, συνήθως λευκό ή μαύρο. Και οι δύο αγωγοί του ηλεκτρικού κυκλώματος δηλαδή βρίσκονται μέσα στο ίδιο καλώδιο.

Το εξωτερικό τμήμα μιας πρίζας, επίσης, μονώνεται. Παλιότερα, στις πρίζες χρησιμοποιούνταν το ξύλο και η πορσελάνη.

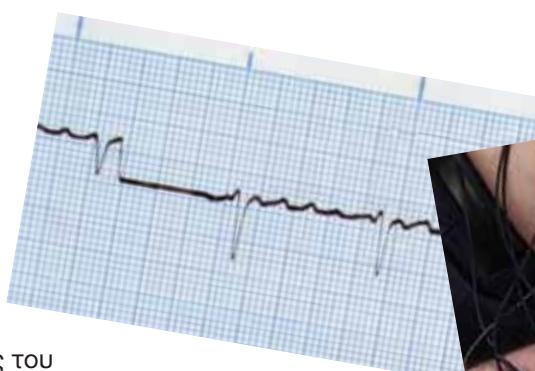
Στις μέρες μας τόσο στις πρίζες όσο και στα φις χρησιμοποιούνται διάφορα συνθετικά υλικά με πολύ καλές μονωτικές ιδιότητες. Όταν στο σπίτι υπάρχουν μικρά παιδιά, η προστασία αυτή δεν είναι αρκετή. Στις πρίζες τότε πρέπει να τοποθετούμε ειδικές προστατευτικές τάπες από μονωτικό υλικό.

Ημόνωσε έχει ιδιαίτερη σημασία στη στήριξη των αγωγών του δικτύου της ΔΕΗ στις κολόνες. Εκεί χρησιμοποιούνται ειδικά μονωτικά εξαρτήματα από γυαλί ή πορσελάνη. Μονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται επίσης στις λαβές των εργαλείων των ηλεκτρολόγων καθώς και στο περίβλημα πολλών ηλεκτρικών συσκευών.

## Ένας πολύτιμος αγωγός...

Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα μας είναι πολύ επικίνδυνη. Γι' αυτό και οι αγωγοί στα κυκλώματα των ηλεκτρικών συσκευών πρέπει να μονώνονται προσεκτικά. Όσο επικίνδυνη είναι η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα μας, όταν η έντασή του είναι μεγάλη, τόσο πολύτιμη μπορεί να είναι πολλές φορές η ροή ηλεκτρικού ρεύματος με μικρή ένταση.

Το ανθρώπινο σώμα διαρρέεται συνεχώς από ρεύμα. Μέσω του νευρικού συστήματος το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει εντολές και πληροφορίες από και προς τον εγκέφαλο. Ό,τι βλέπουμε και ό,τι ακούμε μετατρέπεται σε ηλεκτρικά σήματα, που μεταδίδονται στον εγκέφαλο. Οι εντολές στους διάφορους μυς μεταφέρονται επίσης με ηλεκτρικά σήματα. Στην ιατρική τα ηλεκτρικά σήματα στο ανθρώπινο σώμα αξιοποιούνται και δίνουν στους γιατρούς χρήσιμες πληροφορίες. Με το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα εντοπίζονται τα ηλεκτρικά σήματα στον εγκέφαλο, ενώ στο ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτυπώνεται το ηλεκτρικό ρεύμα που διεγείρει το μυ της καρδιάς. Σε κάθε σύσπαση που κάνει ο μυ σχηματίζεται ένα «αιχμηρό σημείο». Όταν η καρδιά είναι υγιής, τα «αιχμηρά» αυτά σημεία είναι ομοιόμορφα, κάτι που δε συμβαίνει, όταν υπάρχουν καρδιακά προβλήματα.





## Ηλεκτρικές πηγές



Για τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα είναι απαραίτητη μια **ηλεκτρική πηγή**. Ηλεκτρικές πηγές είναι οι **μπαταρίες** που χρησιμοποιούμε στα μικρά κυκλώματα και στις ηλεκτρικές συσκευές και οι **γεννήτριες** των εργοστάσιων της ΔΕΗ που χρησιμοποιούνται στο τεράστιο κύκλωμα του δικτύου της χώρας μας.

Οι ηλεκτρικές πηγές, οι μπαταρίες και οι γεννήτριες, δεν «παράγουν» ηλεκτρόνια, αλλά αναγκάζουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των αγωγών να κινούνται ομαδικά προς μια κατεύθυνση. Την ομαδική αυτή κίνηση ονομάζουμε **ηλεκτρικό ρεύμα**.



### Ένα τεράστιο κύκλωμα

Όλη η Ελλάδα είναι ένα τεράστιο, σύνθετο ηλεκτρικό κύκλωμα. Τα περισσότερα από τα εργοστάσια της

ΔΕΗ βρίσκονται στη Βόρειο Ελλάδα. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται σε όλη τη χώρα με εναέρια, υπόγεια, ακόμη και υποθαλάσσια καλώδια. Αν παρατηρήσεις το γεωγραφικό ανάγλυφο της χώρας μας, με τα πολλά βουνά και τα απομακρυσμένα νησιά, θα καταλάβεις πόσο δύσκολη είναι η προσπάθεια της

ΔΕΗ να ηλεκτροδοτήσει όλη τη χώρα.

Το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από τα εργοστάσια της ΔΕΗ στα μεγάλα αστικά κέντρα και στις βιομηχανίες αποτελείται από γραμμές, που το συνολικό μήκος τους ξεπερνά τα 10.000 χιλιόμετρα. Το συνολικό μήκος των γραμμών του δικτύου διανομής ξεπερνά τα 170.000 χιλιόμετρα.



### Οι μπαταρίες

Οι μπαταρίες αποτελούν την ηλεκτρική πηγή σε πολλές από τις συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Στις μπαταρίες γίνεται μετατροπή χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Οι περισσότερες μπαταρίες αποτελούνται από δύο ηλεκτρόδια, που είναι κατασκευασμένα από διαφορετικά είδη μετάλλων. Ανάμεσα στα ηλεκτρόδια υπάρχει ένα υγρό, ο ηλεκτρολύτης. Μία χημική αντίδραση αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να κινηθούν από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο. Οι μπαταρίες έχουν δύο πόλους που τους ονομάζουμε θετικό και αρνητικό. Τα καλώδια του κυκλώματος συνδέονται στους δύο πόλους της μπαταρίας.

Οι μπαταρίες είναι διαθέσιμες σε διάφορες μορφές και διάφορα μεγέθη.

Άλλες μπαταρίες είναι πλακέ, άλλες κυλινδρικές, ενώ άλλες έχουν σχήμα κουμπιού. Άλλες έχουν μικρό και άλλες μεσαίο ή μεγάλο μέγεθος. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες είναι πιο ακριβές, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές φορές, αφού φορτιστούν.

Επειδή οι μπαταρίες περιέχουν μέταλλα και άλλες χημικές ουσίες, δεν πρέπει να πετιούνται στα σκουπίδια, αλλά να συλλέγονται σε ξεχωριστούς κάδους και να δίνονται για ανακύκλωση.



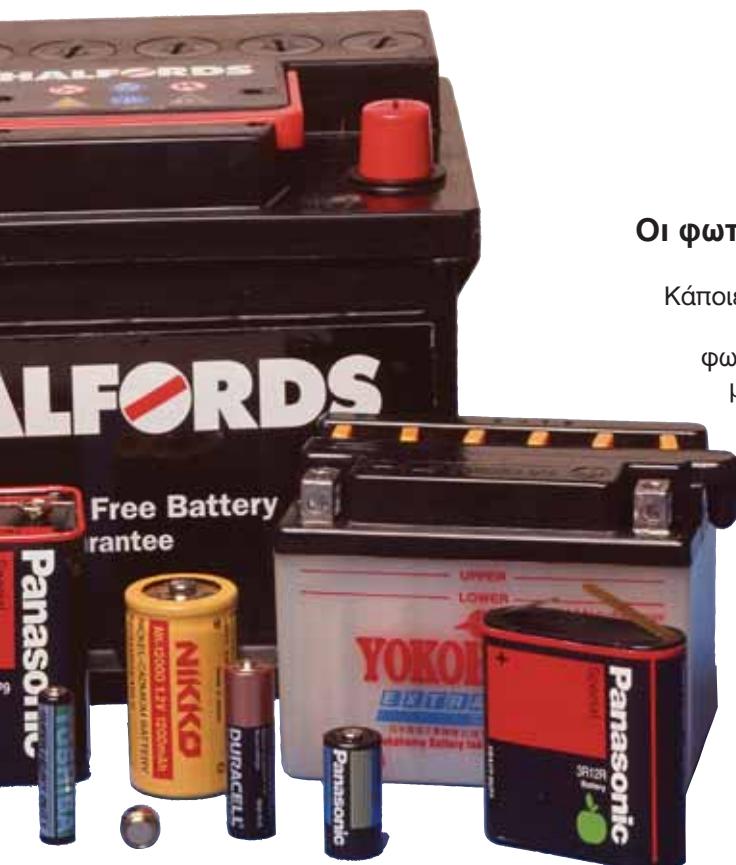


## Η γεννήτρια

Οι περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν με ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ. Η τηλεόραση, ο ανελκυστήρας, το πλυντήριο και το ψυγείο είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο της ΔΕΗ. Το δίκτυο της ΔΕΗ είναι ένα τεράστιο ηλεκτρικό κύκλωμα. Αν ακολουθούσες τα καλώδια που ξεκινούν από το σπίτι σου, θα κατέληγες σε κάποιο από τα εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας. Η πηγή

στα τεράστια αυτά κυκλώματα που φτάνουν μέχρι το σπίτι μας είναι η γεννήτρια στο εργοστάσιο της ΔΕΗ. Δεν είναι όμως όλες οι γεννήτριες τόσο μεγάλες. Μικρές φασαριόζικες γεννήτριες έχεις σίγουρα παρατηρήσει σε κάποιο πανηγύρι ή σε κάποια υπαίθρια καντίνα. Οι μικρές αυτές γεννήτριες λειτουργούν με πετρέλαιο, μετατρέποντας τη χημική ενέργεια του πετρελαίου σε ηλεκτρική. Οι γεννήτριες στα εργοστάσια της ΔΕΗ λειτουργούν με ενέργεια από την καύση λιγνίτη ή με την ενέργεια του νερού που πέφτει από ψηλά. Οι γεννήτριες είναι, λοιπόν, μηχανές που μετατρέπουν ενέργεια σε ηλεκτρική και θέτουν σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος.

Άλλοτε οι γεννήτριες βρίσκονται κοντά στις ηλεκτρικές συσκευές και άλλοτε πολύ μακριά. Γεννήτριες χρησιμοποιούνται και στις ανεμογεννήτριες, που βλέπουμε σε πολλά νησιά. Τον έλικα στις ανεμογεννήτριες κινεί ο άνεμος. Οι συσκευές αυτές μετατρέπουν δηλαδή την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.



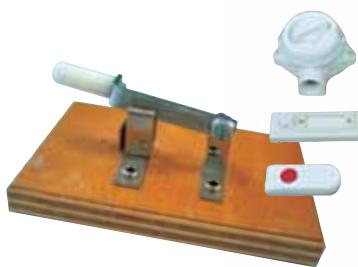
## Οι φωτοβολταϊκοί μετατροπείς

Κάποιες ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν με ενέργεια από το φως του Ήλιου. Η ηλεκτρική πηγή στις συσκευές αυτές είναι ο φωτοβολταϊκός μετατροπέας, που έχει ένα χαρακτηριστικό μπλε μεταλλικό χρώμα. Σε αυτόν η ενέργεια από το φως του Ήλιου μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Οι φωτοβολταϊκοί μετατροπείς χρησιμοποιούνται συνήθως ως ηλεκτρική πηγή σε μικρές συσκευές, όπως ρολόγια, αριθμομηχανές, παιδικά παιχνίδια. Σε μεγαλύτερες διατάξεις μπορούν ωστόσο να τροφοδοτήσουν ακόμη και μικρούς οικισμούς.

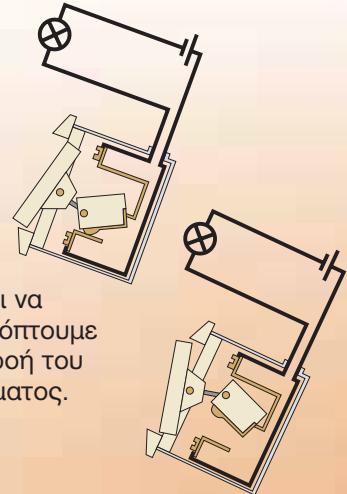




## Διακόπτης



Οι διακόπτες είναι απαραίτητο στοιχείο κάθε ηλεκτρικού κυκλώματος. Τους παρατηρούμε παντού γύρω μας, σε όλες τις ηλεκτρικές συσκευές και σε κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα. Με τη χρήση του διακόπτη μπορούμε εύκολα να ανοίγουμε και να κλείνουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα, να διακόπτουμε δηλαδή για όσο διάστημα επιθυμούμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος.



### Διακοπή με... αέρα



Η διακοπή της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται με την παρεμβολή του ατμοσφαιρικού αέρα σε ένα σημείο του μεταλλικού αγωγού. Στα συνηθισμένα κυκλώματα που χρησιμοποιούμε καθημερινά η παρεμβολή ελάχιστου αέρα αρκεί, για να διακοπεί η ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Στον ατμοσφαιρικό αέρα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι ελάχιστα, οπότε δεν είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτόν.

Για τη διακοπή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος είναι απαραίτητο να μην έρχεται ο άνθρωπος σε επαφή με το μεταλλικό αγωγό. Γ' αυτό οι διακόπτες στα κυκλώματα της ΔΕΗ κατασκευάζονται από μονωτικό υλικό, στο οποίο τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι λίγα, ώστε να μην είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτό.

### Ένας... ανάποδος διακόπτης

Το φως στο εσωτερικό του ψυγείου ανάβει, μόνον όταν η πόρτα είναι ανοιχτή. Πώς γίνεται όμως αυτό;

Στην πόρτα του ψυγείου υπάρχει ένας διακόπτης με τον οποίον ανάβει και σβήνει το φως στο εσωτερικό του ψυγείου. Όταν κλείνουμε την πόρτα, αυτή πιέζει το διακόπτη, το κύκλωμα ανοίγει και το φως σβήνει. Όταν πάλι ανοίγουμε την πόρτα του ψυγείου, αυτή παύει να πιέζει το διακόπτη, το κύκλωμα κλείνει



και το φως ανάβει. Ο διακόπτης αυτός δηλαδή λειτουργεί «ανάποδα», διακόπτει το κύκλωμα, όταν είναι πατημένος και κλείνει το κύκλωμα, όταν τον αφήσουμε!



### Διπλοί... ανάποδοι διακόπτες

Το φως στο εσωτερικό του αυτοκινήτου ανάβει, όταν ανοίγουμε μία από τις πόρτες. Σε κάθε πόρτα είναι τοποθετημένος ένας διακόπτης που λειτουργεί «ανάποδα», όμοιος δηλαδή με αυτόν στην πόρτα του ψυγείου. Οι δύο διακόπτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. Αρκεί, λοιπόν, να είναι ένας από τους δύο διακόπτες κλειστός, για να κλείσει το κύκλωμα, οπότε το φως φωτίζει το εσωτερικό του αυτοκινήτου. Το αναμμένο φως στο εσωτερικό του αυτοκινήτου μάς προειδοποιεί ότι κάποια πόρτα είναι ανοιχτή!





## Διακόπτες που προστατεύουν



Τα μεγάλα ηλεκτρικά ψαλίδια κόβουν πάνω από χήλια φύλλα χαρτιού μαζί. Η χρήση τους είναι πολύ επικίνδυνη. Για την προστασία του χειριστή τα μηχανήματα αυτά λειτουργούν, μόνον αν δύο διακόπτες, τοποθετημένοι σε διαφορετικά σημεία, πατηθούν ταυτόχρονα. Οι δύο αυτοί διακόπτες είναι συνδεδεμένοι σε σειρά στο ηλεκτρικό κύκλωμα, οπότε, για να κλείσει το κύκλωμα, πρέπει και οι δύο διακόπτες να είναι κλειστοί. Για να γίνει αυτό, πρέπει ο χειριστής να τοποθετήσει ένα χέρι σε κάθε διακόπτη, οπότε είναι σίγουρο ότι τα χέρια του βρίσκονται μακριά από τη λεπίδα.

Διακόπτες προστασίας είναι τοποθετημένοι και στα πλυντήρια. Αν η πόρτα του πλυντηρίου είναι ανοιχτή, δε λειτουργεί το πλυντήριο. Διαφορετικά θα κινδυνεύουμε να γεμίσει το σπίτι νερό.



## Διακόπτες διπλής διαδρομής

Σε υπνοδωμάτια, σε διαδρόμους ή σε κλιμακοστάσια υπάρχουν συχνά δύο διακόπτες σε δύο διαφορετικά σημεία. Στο υπνοδωμάτιο ο ένας διακόπτης είναι τοποθετημένος συνήθως δίπλα στην πόρτα και ο άλλος κοντά στο κρεβάτι, ενώ στο διάδρομο τοποθετούνται δύο διακόπτες στις δύο άκρες του. Οι διακόπτες αυτοί ονομάζονται διακόπτες διπλής διαδρομής ή αλέ-ρετούρ. Η συνδεσμολογία του κυκλώματος είναι τέτοια, ώστε να μπορούμε να ανάβουμε και να σβήνουμε το φως χρησιμοποιώντας όποιον από τους δύο διακόπτες μας εξυπηρετεί κάθε φορά.



## Ένα μικρό μπέρδεμα



Στην καθημερινή μας ζωή, όταν σβήνουμε το φως, λέμε συχνά «κλείνω το διακόπτη». Αντίστοιχα, όταν θέλουμε να έχουμε φως σε ένα σκοτεινό χώρο, λέμε «ανοίγω το διακόπτη». Τώρα πια ξέρεις ότι οι εκφράσεις αυτές δεν είναι σωστές. Όταν λέμε «κλείνω το διακόπτη», ανοίγουμε το κύκλωμα, αντίθετα, όταν λέμε «ανοίγω το διακόπτη», κλείνουμε το κύκλωμα που μεταφέρει ενέργεια στη λάμπα. Κάθε φορά, λοιπόν, που θα χρησιμοποιείς τους διακόπτες στο σπίτι, θα σκέφτεσαι αυτή τη μικρή αναποδιά και θα... χαμογελάς!



## Ηλεκτρικές συσκευές

Το βασικότερο στοιχείο κάθε ηλεκτρικού κυκλώματος είναι η ηλεκτρική συσκευή, που είναι συνδεδεμένη σε αυτό. Από τη στιγμή που ανακαλύφθηκε το ηλεκτρικό ρεύμα, κατασκευάστηκε πλήθος ηλεκτρικών συσκευών και μηχανημάτων, που κάνουν τη ζωή μας πιο εύκολη και πιο άνετη.

### Ενέργεια ηλεκτρικού ρεύματος



Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζουμε την κινητική ενέργεια που έχουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, καθώς κινούνται ομαδικά προς μία κατεύθυνση στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Για να εξηγήσουμε τη μετατροπή της ενέργειας του ηλεκτρικού ρεύματος σε θερμική και φωτεινή στις ηλεκτρικές συσκευές, όπως για παράδειγμα στο

θερμοσίφωνα και στον ηλεκτρικό λαμπτήρα, πρέπει να μελετήσουμε το μικρόκοσμο. Στην περίπτωση του θερμοσίφωνα, τα κινούμενα ελεύθερα ηλεκτρόνια «συγκρούονται» με τα άτομα του αγωγού, που βρίσκεται στο εσωτερικό του θερμοσίφωνα, αυξάνουν την ταχύτητά τους και επομένως τη θερμοκρασία του αγωγού. Η θερμότητα από τον αγωγό μεταδίδεται στο νερό.

Στην περίπτωση του λαμπτήρα, τα κινούμενα ελεύθερα ηλεκτρόνια θερμαίνουν με τον ίδιο τρόπο τον αγωγό στο εσωτερικό του λαμπτήρα και διεγέρουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων του, έτσι ώστε αυτά να εκπέμπουν φως.

### Οι ηλεκτρικές συσκευές μετατρέπουν την ενέργεια

Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια από τα εργοστάσια της ΔΕΗ στο σπίτι μας. Εκεί η ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος μετατρέπεται στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη. Η μετατροπή αυτή γίνεται με τις ηλεκτρικές συσκευές. Η ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος μετατρέπεται σε φωτεινή στους λαμπτήρες, σε θερμική στο θερμοσίφωνα, την ηλεκτρική κουζίνα και την τοστιέρα, σε κινητική ενέργεια στον ανεμιστήρα και το μίξερ.



### Οι πρώτες ηλεκτρικές συσκευές

Τα πρώτα πλυντήρια ρούχων που κατασκευάστηκαν, για να απαλλάξουν τις γυναίκες από την κοπιαστική δουλειά του πλυσίματος δεν έμοιαζαν καθόλου με τα σημερινά. Σ' ένα

πλυντήριο του 1904 ο κάδος ήταν ξύλινος και ο ηλεκτρικός κινητήρας δεν ήταν ενσωματωμένος σ' αυτό, αλλά έπρεπε να στερεώνεται σε κάποιον τοίχο κοντά στο πλυντήριο. Έξι χρόνια αργότερα, το 1910, κατασκευάστηκε πλυντήριο που έστειβε τα ρούχα, καθώς αυτά πιέζονταν ανάμεσα σε δύο κυλίνδρους, ενώ το 1914 ο κινητήρας ενσωματώνεται στο πλυντήριο.

Εκείνη την εποχή υπήρχε πλυντήριο σε ελάχιστα σπίτια στην Ευρώπη, αφού η σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο ήταν προνόμιο λίγων και το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας πολύ υψηλό.

Το πρώτο ηλεκτρικό ψυγείο κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ το 1911.

Το πρώτο πλυντήριο πιάτων στην Ευρώπη κατασκευάστηκε αρκετά χρόνια αργότερα, περίπου το 1929, ενώ την ίδια περίπου εποχή κυκλοφόρησαν και οι πρώτες ηλεκτρικές σκούπες.





## Μία σημαντική εφεύρεση: η λάμπα πυράκτωσης

Η πρώτη λάμπα πυράκτωσης φώτιζε το εργαστήριο του Αμερικανού εφευρέτη Thomas Edison από τις 19 ώς τις

21 Οκτωβρίου του 1879. Τις λάμπες και τα λαμπάκια πυράκτωσης τα χρησιμοποιούμε και σήμερα. Η κατασκευή τους έχει βελτιωθεί, δε διαφέρουν όμως σημαντικά από τη λάμπα που κατασκεύασε ο Edison. Το ηλεκτρικό ρεύμα περνά από το πολύ λεπτό συρματάκι της λάμπας, το οποίο θερμαίνεται, πυρακτώνεται και φωτίζει. Όταν

η λάμπα είναι αναμμένη, η θερμοκρασία στο συρματάκι είναι πολύ υψηλή. Γι' αυτό το συρματάκι κατασκευάζεται από βολφράμιο, ένα μέταλλο που

λιώνει στους 3400 °C. Για να μην καίγεται το συρματάκι, δεν υπάρχει αέρας μέσα στη λάμπα αλλά αέρια με τα οποία δεν είναι δυνατή η καύση.

Σήμερα χρησιμοποιούμε και διάφορους άλλους, πιο σύγχρονους τύπους λαμπτήρων. Σε χώρους όμως στους οποίους επιθυμούμε «θερμό» φωτισμό ή σε χώρους στους οποίους ανάβουμε και σβήνουμε συχνά τα φώτα, οι λαμπτήρες πυράκτωσης εξακολουθούν να αποτελούν την πιο συνηθισμένη επιλογή. Λαμπτήρες πυράκτωσης χρησιμοποιούνται επίσης στις περισσότερες φωτεινές πηγές, που λειτουργούν με ενέργεια από μπαταρίες.



## Μπλακ άουτ

Το πόσο εξαρτημένοι είμαστε από το ηλεκτρικό ρεύμα το

καταλαβαίνουμε, μόνον όταν το στερηθούμε. Το 1998

σημειώθηκε γενική

διακοπή ρεύματος στην

Αθήνα. Διαβάζοντας το

απόσπασμα της

εφημερίδας

καταλαβαίνεις τις

συνέπειες που έχει για

τη ζωή της πόλης, μια

τέτοια απροειδοποίητη

διακοπή.

## Πόλη στο σκοτάδι!

**Αθήνα, Μάρτιος 1998**



Και ξαφνικά σκοτάδι. Η Αθήνα καταλαβαίνει ότι που παραπρήθηκε χτες βράδυ στις 9 και 20 το βράδυ λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου. Τα φώτα στα σπίτια και στους δρόμους έσβησαν, τα φανάρια νέκρωσαν, ο ηλεκτρικός και τα τρόλεϊ ακινητοποιήθηκαν! Χάσος στο κέντρο της πόλης. Η Πυροσβεστική Υπηρεσία δέχτηκε

δεκάδες κλήσεις για τον απεγκλωβισμό ανθρώπων από τα ασανσέρ. Ο ηλεκτρικός ακινητοποιήθηκε για περισσότερες από δύο ώρες, ενώ οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας λειτούργησαν με συστήματα έκτακτης ανάγκης. Η κατάσταση στα νοσοκομεία ήταν καλή, αφού σε όλα λειτούργησαν έγκαιρα οι γεννήτριες...



## Ηλεκτρικό ρεύμα, μια επικίνδυνη υπόθεση



Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Αν ρεύμα μεγάλης έντασης περάσει μέσα από το σώμα μας, ο κίνδυνος μόνιμης βλάβης είναι ιδιαίτερα μεγάλος.

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, καθώς κινούνται ομαδικά προς μια κατεύθυνση, προκαλώντας το ηλεκτρικό ρεύμα, ακολουθούν κάθε φορά την ευκολότερη πορεία, την πορεία δηλαδή με τη μικρότερη αντίσταση.

Το σώμα μας έχει μικρή αντίσταση σε σχέση με αυτή των συνηθισμένων κυκλωμάτων γι' αυτό πρέπει να αποφεύγουμε να αποτελεί το σώμα μας μέρος ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Είναι λοιπόν απαραίτητο να χειρίζόμαστε με ιδιαίτερη προσοχή και σύνεση τις ηλεκτρικές συσκευές ακολουθώντας τις οδηγίες προφύλαξης που αναγράφονται σε πολλές από αυτές.



### Ηλεκτροπληξία και πρώτες βοήθειες

Οι μύες στο σώμα μας παίρνουν εντολές από τον εγκέφαλο με ασθενή ηλεκτρικά σήματα. Αν ακουμπήσουμε ένα καλώδιο στο οποίο έχει φθαρεί ο μονωτής, το σώμα μας γίνεται μέρος του κυκλώματος. Αν το ρεύμα που διαρρέει το σώμα μας είναι ισχυρό, ο μυς της καρδιάς δεν μπορεί να λειτουργήσει σωστά. Το φαινόμενο ονομάζεται ηλεκτροπληξία και μπορεί να έχει ως συνέπεια την αναισθησία ή ακόμη και τη διακοπή της λειτουργίας της καρδιάς.

Σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας πρέπει να προσφέρουμε γρήγορα βοήθεια. Προσοχή όμως, δεν πλησιάζουμε ποτέ τον άνθρωπο που διαρρέεται από ρεύμα, πριν κατεβάσουμε το γενικό διακόπτη. Άλλως, κινδυνεύουμε και οι ίδιοι. Αν δεν ξέρουμε πού είναι ο γενικός διακόπτης, απομακρύνουμε τον άνθρωπο που κινδυνεύει από το ηλεκτρικό κύκλωμα χρησιμοποιώντας ένα μονωτή: ένα σκουπόξυλο ή μία ξύλινη καρέκλα. Στη συνέχεια πρέπει να καλέσουμε τις Πρώτες Βοήθειες και να φωνάξουμε κάποιον μεγαλύτερο.



### Κεραυνός: ένα επικίνδυνο φαινόμενο

Δεν κινδυνεύουμε μόνο από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει στα κυκλώματα του σπιτιού μας. Κίνδυνος υπάρχει και από τα ηλεκτρικά φαινόμενα στη φύση. Ένα από τα πιο εντυπωσιακά αλλά και επικίνδυνα φαινόμενα είναι και ο κεραυνός. Για να προστατευτείς από τον κεραυνό, πρέπει να θυμάσαι τα εξής:

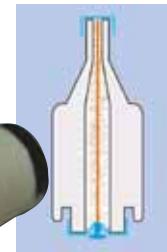
Η καλύτερη προστασία είναι να βρίσκεσαι μέσα στο σπίτι κατά τη διάρκεια της καταιγίδας, στην περίπτωση αυτή όμως μακριά από το τηλέφωνο! Περίπου το 1% των ανθρώπων που έχασαν τη ζωή τους από χτύπημα κεραυνού μιλούσαν εκείνη τη στιγμή στο τηλέφωνο. Αν βρίσκεσαι έξω, να μείνεις μέσα στο αυτοκίνητο με τα παράθυρα κλειστά. Ποτέ μην αναζητήσεις προστασία κάτω από το μοναδικό δέντρο της περιοχής, όπου βρίσκεσαι. Επίσης, πρέπει να μείνεις μακριά από αγωγούς, όπως οι συρμάτινοι φράκτες, οι μεταλλικοί σωλήνες ή ακόμη και τα μεταλλικά ποδήλατα.



## Ασφάλεια: ένας αυτόματος διακόπτης



Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια ακολουθούν κάθε φορά την ευκολότερη πορεία, την πορεία δηλαδή με τη μικρότερη αντίσταση. Την πορεία αυτή, όταν δεν είναι επιθυμητή, την ονομάζουμε βραχυκύκλωμα. Από τα βραχυκύκλωματα μάς προστατεύουν οι ασφάλειες που διακόπτουν το κύκλωμα και εμποδίζουν τη ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων, όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος γίνει πολύ μεγάλη. Με απλά λόγια, η ασφάλεια είναι ένας αυτόματος διακόπτης που προστατεύει το κύκλωμα. Υπάρχουν δύο ειδών ασφάλειες: οι τηκόμενες, που



συνήθως βιδώνονται σε μία βάση πορσελάνης και οι αυτόματες.

Οι τηκόμενες ασφάλειες έχουν στο εσωτερικό τους ένα λεπτό συρματάκι, από το οποίο περνά το ρεύμα του κυκλώματος. Όταν η ένταση του ρεύματος υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή, το συρματάκι αυτό λιώνει διακόπτοντας το κύκλωμα. Οι αυτόματες ασφάλειες αποτελούνται από δύο λεπτές μεταλλικές πλάκες κολλημένες μεταξύ τους. Όταν το κύκλωμα θερμανθεί πάνω από ένα ασφαλές όριο, τότε οι πλάκες αυτές λυγίζουν ανοίγοντας το κύκλωμα και διακόπτοντας έτσι τη ροή του ρεύματος. Το μικρό αυτό εξάρτημα του ηλεκτρικού κυκλώματος πήρε την ονομασία του από τη λειτουργία που έχει. Προσφέρει «ασφάλεια» από το βραχυκύκλωμα και την υπερφόρτωση.



## Με μια ματιά...

### Γλωσσάρι...

- **Τα άτομα** είναι μικροσκοπικά σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα σώματα.
- Τα άτομα αποτελούνται από τον **πυρήνα** και τα **ηλεκτρόνια**, που κινούνται γύρω από τον πυρήνα. Ο πυρήνας αποτελείται από **πρωτόνια** και **νετρόνια**.
- **Αγωγοί** ονομάζονται τα υλικά μέσα από τα οποία είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Μονωτές** ονομάζονται τα υλικά μέσα από τα οποία δεν είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Ηλεκτρικό ρεύμα** ονομάζουμε την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων των αγωγών.
- Η **ηλεκτρική πηγή** αναγκάζει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν προκαλώντας το ηλεκτρικό ρεύμα.
- **Διακόπτης** ονομάζεται το στοιχείο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, με το οποίο μπορούμε να διακόπτουμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος..
- Οι **ασφάλειες** μας προστατεύουν από τα βραχυκύκλωματα.

- Όταν τρίβουμε δύο σώματα, μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το ένα σώμα στο άλλο. Τα σώματα τότε φορτίζονται ηλεκτρικά. Όταν δύο σώματα είναι φορτισμένα όμοια, απωθούνται, ενώ όταν είναι φορτισμένα διαφορετικά, έλκονται.
- Σε κάποια υλικά, ορισμένα ηλεκτρόνια που ονομάζονται ελεύθερα ηλεκτρόνια, μπορούν να κινηθούν από το ένα άτομο στο άλλο. Στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα η πηγή αναγκάζει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στα υλικά αυτά να κινηθούν.
  - Για να ανάψει ένα λαμπάκι, πρέπει να ενώσουμε τις επαφές του με τους πόλους μιας μπαταρίας. Έχουμε τότε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
  - Για να διακόψουμε εύκολα και για όσο χρονικό διάστημα θέλουμε τη ροή του ρεύματος σε ένα κύκλωμα, χρησιμοποιούμε τους διακόπτες.
  - Αν το σώμα μας αποτελέσει μέρος ενός κυκλώματος, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
  - Οι ηλεκτρικές συσκευές κάνουν τη ζωή μας πιο εύκολη. Κάποιες από αυτές λειτουργούν με ενέργεια από μπαταρίες, οι περισσότερες όμως λειτουργούν με ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ.



## ΦΩΣ

Ο Ήλιος είναι η σημαντικότερη πηγή φωτός για τη Γη. Χωρίς το φως του δε θα υπήρχε ζωή στον πλανήτη μας. Δεν είναι, λοιπόν, τυχαίο ότι ο Ήλιος λατρεύτηκε σαν θεός από όλους σχεδόν τους λαούς. Σύμφωνα με ένα μύθο ο Ήλιος είχε φτερά και ταξίδευε στον ουρανό από την ανατολή προς τη δύση πάνω σε ένα άρμα από φωτιά. Ο χιτώνας του ήταν από φως και στο χέρι του κρατούσε ένα τόξο. Με αυτό έριχνε τα βέλη του, που δεν ήταν άλλα από τις ηλιαχτίδες. Σήμερα δεν πιστεύουμε πια σε μύθους. Με τη βοήθεια της επιστήμης έχουμε εξηγήσει πολλά φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως.



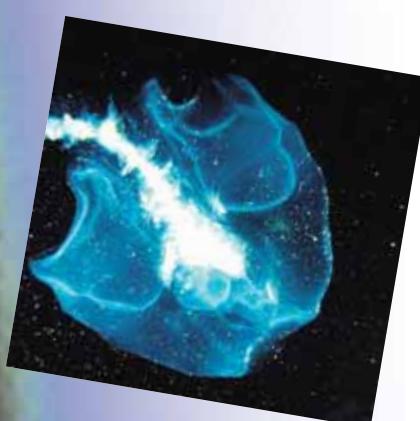
Στο βασίλειο των φυτών και των ζώων υπάρχουν και ζωντανές φωτεινές πηγές. Ένα από τα ζώα που εκπέμπουν φως είναι η πυγολαμπίδα. Με το φως της, η πυγολαμπίδα γοητεύει το ταίρι της.



Ξέρουμε ότι ο Ήλιος είναι ένα αστέρι. Τα αστέρια εκπέμπουν φως, γι' αυτό τα ονομάζουμε αυτόφωτα σώματα. Η Γη είναι ένας πλανήτης. Οι πλανήτες φωτίζονται από τα αστέρια, γι' αυτό τους ονομάζουμε ετερόφωτα σώματα. Η Γη φωτίζεται από τον Ήλιο. Είναι κι αυτή, όπως κι ο δορυφόρος της, η Σελήνη, ένα ετερόφωτο σώμα. Στη φωτογραφία, από την επιφάνεια της Σελήνης, μπορείς να δεις τη Γη να φωτίζεται από τον Ήλιο.



Πολλοί άνθρωποι αισθάνονται άβολα στο σκοτάδι. Κάποιους τους φοβίζει κιόλας. Στα σκοτεινά δεν μπορούμε να προσανατολιστούμε, δεν ξέρουμε τι υπάρχει και τι συμβαίνει γύρω μας. Τα κεριά, τα καντήλια, τα λυχνάρια και οι λάμπες είναι φωτεινές πηγές που ο άνθρωπος κατασκεύασε, για να μπορεί να συνεχίζει τις δραστηριότητές του ακόμη και μετά τη δύση του Ήλιου.



Κάποια είδη ζώων της θάλασσας είναι επίσης φωτεινές πηγές. Με το φως που εκπέμπουν προσελκύουν τα θηράματά τους.



Στα τροπικά δάση υπάρχουν μανιτάρια που φωτίζουν, όμως κανείς δεν ξέρει αν αυτό τους χρησιμεύει σε κάτι.



## Διάδοση του φωτός

Κάθε φωτεινή πηγή εκπέμπει φως προς όλες τις κατευθύνσεις. Το φως διαδίδεται **ευθύγραμμα**. Συχνά, για να απεικονίσουμε την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, σχεδιάζουμε φωτεινές ακτίνες ή φωτεινές δέσμες.

### Φως και γιορτές



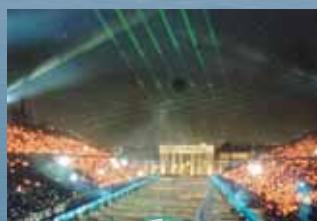
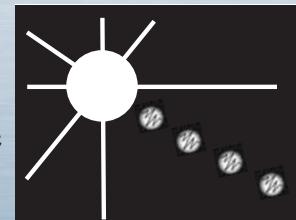
Το φως δημιουργήθηκε, σύμφωνα με τη διήγηση της Παλαιάς Διαθήκης, την πρώτη μέρα της δημιουργίας του κόσμου. «Να γίνει το φως», είπε ο Θεός. Και έγινε φως. Και από τότε ταυτίστηκε με καθετί καλό. Δεν είναι τυχαίο, λοιπόν, ότι συναντάμε το φως, ως σύμβολο, σε πολλές γιορτές της θρησκείας μας. Τα Χριστούγεννα είναι συνδεδεμένα με το φως, αφού ο Χριστός είναι ο Ήλιος της Δικαιοσύνης, που φωτίζει όλο τον κόσμο. Στη γιορτή των Φώτων το φως σχετίζεται με τον πνευματικό φωτισμό. Στον εορτασμό του Πάσχα πάλι κυριαρχεί το φως. Οι πιστοί ακολουθούν τον επιτάφιο με κατάνυξη κρατώντας σκουρόχρωμα κεριά και φαναράκια. Η Ανάσταση γιορτάζεται με λαμπτρότητα από τους πιστούς, οι οποίοι κρατούν λευκά αναμμένα κεριά.

Το φως συμβολίζει επίσης τη θετική διάθεση. Το γιορτινό σπίτι είναι πάντοτε κατάφωτο και στις μεγάλες γιορτές οι πλατείες και τα δημόσια κτήρια είναι φωταγωγημένα. Τέλος, ας μην ξεχνάμε ότι με πυροτεχνήματα και πολύχρωμα φώτα γιορτάζουμε μεγάλα και σπουδαία γεγονότα.

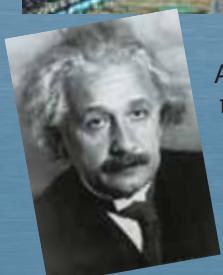
### Φωτόνια ή ηλεκτρομαγνητικό κύμα;



Στο μικρόκοσμο θεωρούμε ότι το φως έχει δύο μορφές. Άλλοτε το αντιμετωπίζουμε με τη μορφή σωματιδίων που ονομάζουμε φωτόνια. Τα φωτόνια δεν έχουν μάζα αλλά μόνον ενέργεια. Άλλοτε πάλι αντιμετωπίζουμε το φως ως κύμα ηλεκτρομαγνητικό, φωτεινό κύμα, το οποίο μεταφέρει ενέργεια. Μπορούμε μάλιστα να αντιμετωπίζουμε το φως και με τις δύο μορφές συγχρόνως, με τη μορφή του κύματος και με τη μορφή των σωματιδίων. Δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε ότι το φως είναι μία μορφή ενέργειας που την ονομάζουμε φωτεινή ενέργεια. Την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός μπορούμε να την εξηγήσουμε μελετώντας το μικρόκοσμο, είτε θεωρήσουμε ότι το φως είναι κύμα είτε το αντιμετωπίζουμε με τη μορφή σωματιδίων. Τόσο τα κύματα όσο και τα φωτόνια κινούνται ευθύγραμμα στο κενό, αν δε συναντήσουν στο δρόμο τους μεγαλύτερα υλικά σωματίδια ή σώματα με τα οποία θα αλληλεπιδράσουν, οπότε θα σταματήσουν ή θα αλλάξουν την πορεία τους.



### Πιο γρήγορα δε γίνεται...



Τίποτε δεν μπορεί να κινηθεί πιο γρήγορα από το φως! Το βασικό αυτό νόμο της φυσικής διατύπωσε πρώτος ο Γερμανός φυσικός Albert Einstein. Η ταχύτητα με την οποία κινείται το φως είναι τόσο μεγάλη, που δυσκολεύεται να την αντιληφθούμε. Το φως διανύει σε ένα δευτερόλεπτο 300.000 χιλιόμετρα! Αυτή είναι περίπου η απόσταση ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη. Το φως δηλαδή που ανακλάται στη Σελήνη φτάνει στη Γη μόλις μετά από ένα δευτερόλεπτο. Ο Ήλιος απέχει από τη Γη 150.000.000 χιλιόμετρα, δηλαδή χρειάζονται περίπου 8,3 λεπτά, για να φτάσει το φως του Ήλιου στη Γη.

