



## ΗΧΟΣ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ

8 διδακτικές ώρες

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Πώς παράγεται ο ήχος (1 διδακτική ώρα)
2. Διάδοση του ήχου (2 διδακτικές ώρες)
3. Ανάκλαση του ήχου (1 διδακτική ώρα)
4. Απορρόφηση του ήχου (2 διδακτικές ώρες)
5. Άνθρωπος και ήχος - Το αφτί μας (1 διδακτική ώρα)
6. Ηχορρύπανση - Ηχοπροστασία (1 διδακτική ώρα)

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- ταλάντωση
- ηχητική πηγή
- διάδοση του ήχου
- ηχητικό κύμα
- ανάκλαση
- ηχώ
- απορρόφηση
- αφτί
- πτερύγιο
- θόρυβος
- ηχορρύπανση
- ηχομόνωση
- ηχοπροστασία

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να κατανοήσουν οι μαθητές τον τρόπο παραγωγής και διάδοσης του ήχου, να μελετήσουν απλά ηχητικά φαινόμενα, να γνωρίσουν το αφτί ως όργανο ακοής του ανθρώπου και να ευαισθητοποιηθούν σχετικά με τις πηγές ηχορρύπανσης και τους τρόπους προστασίας από αυτές.

### ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι ο ήχος δημιουργείται από την ταλάντωση μιας ηχητικής πηγής.
- Να μπορούν οι μαθητές να εντοπίσουν την ηχητική πηγή που δημιουργεί έναν ήχο.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η διάδοση του ήχου γίνεται με ηχητικά κύματα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης των ηχητικών κυμάτων.
- Να γνωρίσουν οι μαθητές τη χρησιμότητα των πτερυγίων των αφτιών.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα ύπαρξης δύο αφτιών.

- Να αναφέρουν οι μαθητές τις επιπτώσεις της ηχορρύπανσης στη ζωή μας, καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισής της.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ηχομόνωση επιτυγχάνεται με δύο τρόπους, με την ανάκλαση και την απορρόφηση των ηχητικών κυμάτων.

### ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Ο ήχος παράγεται, όταν μια ηχητική πηγή εκτελεί παλμικές κινήσεις (ταλαντώσεις).
- Ο ήχος διαδίδεται στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα.
- Ο ήχος διαδίδεται με ηχητικά κύματα, τα οποία μεταφέρουν ενέργεια.
- Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι μεγαλύτερη στα υγρά συγκριτικά με τα αέρια, ενώ στα στερεά είναι ακόμη μεγαλύτερη απ' ό,τι στα υγρά.
- Όταν τα ηχητικά κύματα συναντούν λείες και σκληρές επιφάνειες, ανακλώνται, δηλαδή αλλάζουν κατεύθυνση.
- Το φαινόμενο της επανάληψης του ήχου εξαιτίας της ανάκλασης ονομάζεται ηχώ.
- Τα ηχητικά κύματα απορροφώνται από τα μαλακά και πορώδη υλικά.
- Το όργανο της ακοής είναι το αφτί. Το πτερύγιο του αφτί συλλέγει το ηχητικό κύμα.
- Οι ενοχλητικοί ήχοι ονομάζονται θόρυβοι και μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Το πρόβλημα της έντονης ενόχλησης από τους θορύβους ονομάζεται ηχορρύπανση. Η ηχορρύπανση αντιμετωπίζεται με διάφορα μέτρα ηχοπροστασίας.
- Τα φαινόμενα της ανάκλασης και απορρόφησης του ήχου αξιοποιούνται στην εφαρμογή μέτρων προστασίας από την ηχορρύπανση.

### ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ- ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η παραγωγή του ήχου αποτελεί φυσική ιδιότητα κάποιων σωμάτων. Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι οι ήχοι παράγονται από ταλαντώσεις των ηχητικών πηγών, γιατί αυτές δεν είναι ορατές.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι ο ήχος αποτελεί ένα ρευστό που διαδίδεται στον αέρα, γι' αυτό δύσκολα προσεγγίζουν την έννοια του μη ορατού ηχητικού κύματος.
- Αν και οι μαθητές γνωρίζουν ότι το όργανο ακοής είναι το αφτί, πολλές φορές συγχέουν το αφτί με το πτερύγιο. Καθώς αγνοούν τη σύνθετη δομή του οργάνου της ακοής, ταυτίζουν το μέρος που βλέπουν, το πτερύγιο, με το όργανο της ακοής.
- Σε σχέση με την απορρόφηση του ήχου, ορισμένοι μαθητές θεωρούν ότι ο ήχος ή παγιδεύεται μέσα στο υλικό ή εξέρχεται από αυτό πιο αργά απ' ό,τι εισήλθε.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

#### Φύλλο Εργασίας 1:

- βελόνα πλεξίματος
- ψαλίδι
- καλαμάκι
- φορητό ραδιόφωνο (πείραμα επίδειξης)
- πλαστική σακούλα (πείραμα επίδειξης)
- κομμάτι φελιζόλ (πείραμα επίδειξης)

#### Φύλλο Εργασίας 2:

- Ξυπνητήρι
- λεκάνη
- 2 κουτάλια
- 2 ταμπουρίνα ή μεταλλικά στρογγυλά κουτιά από μπισκότα (πείραμα επίδειξης)

- μπαλάκι πινγκ πονγκ (πείραμα επίδειξης)
- κλωστή (πείραμα επίδειξης)
- βελόνα (πείραμα επίδειξης)

#### Φύλλο Εργασίας 3:

- Ξυπνητήρι
- χάρτινο κουτί (να χωρά το Ξυπνητήρι)
- γυαλί

#### Φύλλο Εργασίας 4:

- Ξυπνητήρι
- μεγάλο σφουγγάρι
- ξύλο

- φελιζόλ
- πανί
- γυαλί
- χαρτόνι
- μέταλλο
- φορητό ραδιόφωνο
- χοντρό πουλόβερ

#### Φύλλο Εργασίας 5:

- εύκαμπτος πλαστικός σωλήνας μήκους 1m

#### Φύλλο Εργασίας 6:

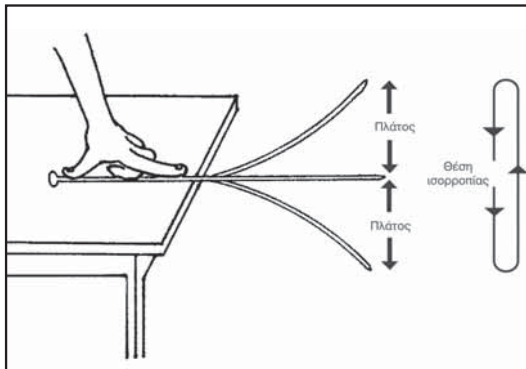
- φορητό ραδιόφωνο



## ΗΧΟΣ

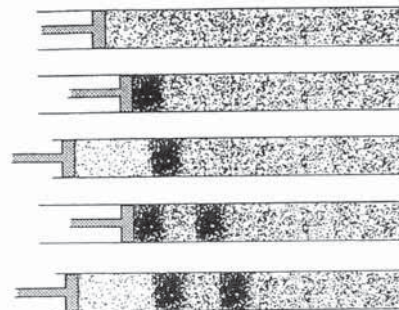
### ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ήχος δημιουργείται, όταν μια ηχητική πηγή, όπως για παράδειγμα η μεμβράνη ενός ταμπούρινου ή το διάφραγμα ενός μεγαφώνου, ταλαντώνεται. **Ταλάντωση** ονομάζουμε την περιοδική κίνηση ενός σώματος γύρω από μια θέση ισορροπίας. Παράδειγμα ταλάντωσης αποτελεί η κίνηση μιας βελόνας του πλεξίματος, που εξέρχεται από ένα τραπέζι, όταν λυγίζουμε το άκρο που εξέρχεται από το τραπέζι και το αφήνουμε στη συνέχεια ελεύθερο. Η θέση ισορροπίας στην περίπτωση αυτή είναι εκείνη κατά την οποία η βελόνα είναι οριζόντια. Όταν λυγίζουμε το άκρο της βελόνας, που εξέρχεται από το τραπέζι, και το αφήνουμε στη συνέχεια ελεύθερο, η βελόνα αρχίζει να κινείται περιοδικά. Όταν η βελόνα επιστρέψει για πρώτη φορά στη θέση απ' όπου ξεκίνησε την κίνησή της, λέμε ότι έχει πραγματοποιήσει μια πλήρη ταλάντωση. Ο χρόνος που χρειάζεται η βελόνα, για να πραγματοποιήσει μία πλήρη ταλάντωση, ονομάζεται **περίοδος**. Ο αριθμός των ταλαντώσεων, που πραγματοποιεί η βελόνα σε ένα δευτερόλεπτο, ονομάζεται **συχνότητα**. Αν για παράδειγμα η βελόνα πραγματοποιεί δέκα ταλαντώσεις σε ένα δευτερόλεπτο, τότε λέμε ότι η συχνότητα της ταλάντωσης είναι δέκα κύκλοι το δευτερόλεπτο ή απλούστερα 10 Hz (Hertz). Ονομάζουμε **πλάτος** της ταλάντωσης της βελόνας τη μέγιστη απομάκρυνσή της από τη θέση ισορροπίας.



Ο ήχος διαδίδεται με διαμήκη κύματα. Η διαδικασία παραγωγής και διάδοσης του ήχου γίνεται σαφής στο παρακάτω παράδειγμα:

Σε στενό σωλήνα πολύ μεγάλου μήκους, στον οποίο περιέχεται κάποιο αέριο, κλείνουμε το ένα άκρο με ένα έμβολο. Όταν το έμβολο τεθεί σε ταλάντωση, το αέριο που βρίσκεται σε επαφή με το εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα θα συμπιέζεται και θα εκτονώνεται περιοδικά ακολουθώντας την κίνηση του εμβόλου. Κάθε φορά που το έμβολο πιέζει το αέριο του σωλήνα, δημιουργείται δεξιά από το έμβολο ένα στρώμα συμπιεσμένου αέρα, ένα **πύκνωμα**, καθώς ο χώρος που είχε αρχικά στη

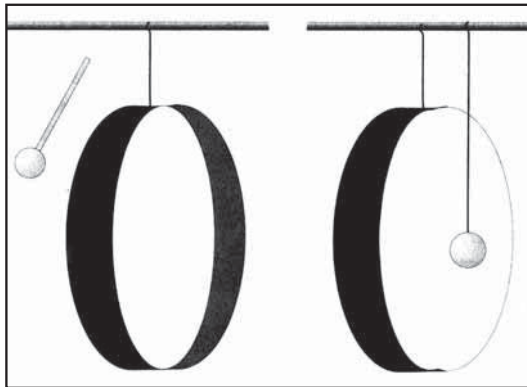


διάθεσή του το αέριο περιορίζεται.

Όταν πάλι το έμβολο οπισθοδρομεί στο σωλήνα, το αέριο που βρίσκεται σε επαφή μαζί του εκτονώνεται, καθώς έχει τη δυνατότητα να καταλάβει μεγαλύτερο χώρο από πριν, με αποτέλεσμα δεξιά από το έμβολο να δημιουργείται ένα **αραιώμα**. Τα πυκνώματα και αραιώματα διαδίδονται κατά μήκος του σωλήνα, καθώς τα συμπιεσμένα μόρια του αερίου συμπιέζουν με τη σειρά τους τα μόρια που βρίσκονται δεξιά τους. Η διάδοση των πυκνωμάτων και αραιωμάτων γίνεται χωρίς τα μόρια του αερίου να κινούνται κατά μήκος του σωλήνα. Τα μόρια του αερίου εκτελούν ταλάντωση γύρω από μια θέση ισορροπίας, που είναι διαφορετική για κάθε μόριο.

Η αλληλουχία πυκνωμάτων και αραιωμάτων, η διάδοση δηλαδή της «διαταραχής» κατά μήκος του σωλήνα, ονομάζεται **διαμήκης κύμα**.

Τα ηχητικά κύματα μεταφέρουν ενέργεια. Η κινητική ενέργεια του εμβόλου στο παραπάνω παράδειγμα μεταφέρεται στο στρώμα αέρα δεξιά από το έμβολο, καθώς τα μόρια του αέρα τίθενται σε κίνηση. Καθώς το ένα στρώμα αέρα αναγκάζεται σε ταλάντωση το διπλανό του, η ενέργεια μεταφέρεται κατά μήκος της διεύθυνσης διάδοσης του κύματος. Η διαπίστωση της μεταφοράς ενέργειας από τα ηχητικά κύματα μπορεί να γίνει εύκολα, αν κρατήσουμε δύο ταμπουρίνα παράλληλα και θέσουμε σε ταλάντωση τη μεμβράνη του ενός ταμπουρίνου χτυπώντας με την μπαγκέτα. Η ενέργεια μεταφέρεται από το ηχητικό κύμα στη μεμβράνη του άλλου ταμπουρίνου, που αρχίζει και αυτή να ταλαντώνεται. Την ταλάντωση της



μεμβράνης του δεύτερου ταμπουρίνου μπορούμε να τη διαπιστώσουμε πλησιάζοντας σε αυτήν ένα ελαφρύ μπαλάκι, που κρέμεται από ένα νήμα.

Για να μπορεί να διαδοθεί ένα ηχητικό κύμα, είναι απαραίτητη η δημιουργία πυκνωμάτων και αραιωμάτων στο μέσο διάδοσης. Επομένως, ο ήχος μπορεί να διαδοθεί στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια, όχι όμως στο κενό. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου, η ταχύτητα δηλαδή με την οποία διαδίδονται τα πυκνώματα και τα αραιώματα, είναι μεγαλύτερη στα στερεά, μικρότερη στα υγρά και ακόμη μικρότερη στα αέρια.

Για να μπορεί ένας ήχος να γίνει αισθητός από το ανθρώπινο αφτί, πρέπει η ηχητική πηγή να ταλαντώνεται περισσότερες από 16 και λιγότερες από 20.000 φορές σε ένα δευτερόλεπτο, πρέπει δηλαδή η συχνότητα ταλάντωσης της ηχητικής πηγής να είναι μεγαλύτερη από τα 16 Hz και μικρότερη από τα 20.000 Hz. Το εύρος των συχνοτήτων που ακούμε δεν είναι ακριβώς ίδιο για όλους τους ανθρώπους και περιορίζεται ελαφρά όσο μεγαλώνουμε. Τα διαμήκη κύματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη συχνότητά τους:

- **Ήχοι:** διαμήκη κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη από τα 16 Hz και μικρότερη από τα 20.000 Hz. Τα ηχητικά αυτά κύματα διεγείρουν το αίσθημα της ακοής του ανθρώπου.
- **Υπόηχοι:** διαμήκη κύματα με συχνότητα μικρότερη από τα 16 Hz, όπως για παράδειγμα τα σεισμικά κύματα.

- **Υπέρηχοι:** διαμήκη κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη από τα 20.000 Hz. Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται σε μηχανήματα διαγνωστικής ιατρικής (υπερηχογράφοι) και στις βυθομετρήσεις.

Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις, εφόσον θεωρήσουμε ότι η ηχητική πηγή είναι σημειακή. Τότε τα πυκνώματα και τα αραιώματα διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις, δημιουργώντας σφαιρικά ηχητικά κύματα.

Όταν το ηχητικό κύμα κατά τη διάδοσή του συναντά λείες επιφάνειες, **ανακλάται** προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Όταν αντίθετα η επιφάνεια είναι πορώδης, τότε το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του ηχητικού κύματος **απορροφάται** από το σώμα, στο οποίο το κύμα προσπίπτει, καθώς το ηχητικό κύμα ανακλάται διαδοχικά στις επιφάνειες, που οριοθετούνται από τους πόρους του σώματος.

Αποτέλεσμα της ανάκλασης του ήχου είναι και η **ηχώ**, η επανάληψη δηλαδή της φωνής μας και των ήχων γενικότερα, που παρατηρείται, όταν βρισκόμαστε σε αρκετή απόσταση από μια λεία επιφάνεια, όπως για παράδειγμα ένα βράχο ή έναν τοίχο. Για να παρατηρήσουμε την ηχώ, πρέπει η απόστασή μας από τη λεία επιφάνεια να είναι μεγαλύτερη από 17 μέτρα.

Για να μπορούμε να διακρίνουμε δύο ήχους, πρέπει αυτοί να απέχουν χρονικά μεταξύ τους περισσότερο από 0,1 του δευτερολέπτου. Ο ήχος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα 340 μέτρων το δευτερόλεπτο. Όταν λοιπόν η απόσταση, στην οποία βρισκόμαστε από τη λεία επιφάνεια, είναι μεγαλύτερη από 17 μέτρα, η απόσταση που πρέπει να διανύσει ο ήχος από το σημείο, στο οποίο βρισκόμαστε, μέχρι να ανακλαστεί στη λεία επιφάνεια και να φτάσει πάλι στο σημείο, στο οποίο βρισκόμαστε, είναι μεγαλύτερη από 34 μέτρα. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να διαδοθεί ο ήχος στην απόσταση αυτή είναι συνεπώς μεγαλύτερο από 0,1 του δευτερολέπτου, οπότε μπορούμε να διακρίνουμε τον ήχο που προκαλούμε από τον ανακλώμενο ήχο. Όταν αντίθετα η απόσταση, στην οποία βρισκόμαστε από τη λεία επιφάνεια, είναι μικρότερη από 17 μέτρα, δεν μπορούμε να διακρίνουμε τους δύο ήχους, οπότε δεν παρατηρούμε το φαινόμενο της ηχούς.

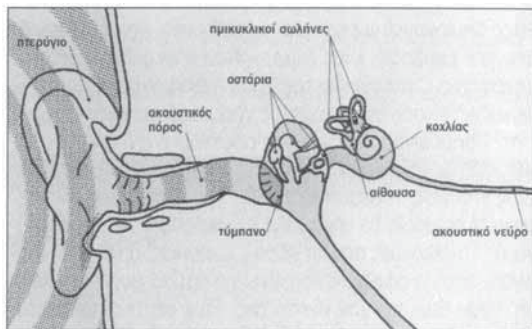
Το όργανο ακοής του ανθρώπου είναι το **αφτί**. Το αφτί αποτελείται από τρία μέρη: το εξωτερικό αφτί, το μέσο αφτί και το εσωτερικό αφτί.

Το **εξωτερικό αφτί** αποτελείται από το πτερύγιο και τον ακουστικό πόρο. Το πτερύγιο είναι το μόνο μέρος του αφτιού που βλέπουμε. Με το πτερύγιο «συλλέγονται» τα ηχητικά κύματα και οδηγούνται μέσω του ακουστικού πόρου στο μέσο αφτί.

Το **μέσο αφτί** αποτελείται από μία κοιλότητα γεμάτη αέρα, που χωρίζεται από το εξωτερικό αφτί με το τύμπανο, που φράσσει τον ακουστικό πόρο, και από το εσωτερικό αφτί με μια μεμβράνη. Το τύμπανο του αφτιού τίθεται σε ταλάντωση από το ηχητικό κύμα με τρόπο όμοιο με αυτόν που περιγράφηκε παραπάνω στο πείραμα με τα δύο ταμπουρίνα. Τρία μικρά οστάρια, η σφύρα, ο άκμονας και ο αναβολέας, που αποτελούν ένα σύστημα μοχλών, μεταδίδουν την ταλάντωση του τυμπάνου στη μεμβράνη, που χωρίζει το μέσο από το εσωτερικό αφτί. Η κοιλότητα του μέσου αφτιού επικοινωνεί με τη στοματική κοιλότητα έτσι, ώστε η πίεση μπροστά και πίσω από το τύμπανο να είναι ίση με την ατμοσφαιρική.

Το **εσωτερικό αφτί** είναι γεμάτο με υγρό που ονομάζεται λέμφος. Το εσωτερικό αφτί είναι το πιο πολύπλοκο μέρος του αφτιού. Αποτελείται από την αίθουσα, τον κοχλία και μια σειρά από τρεις ημικυκλικούς σωλήνες. Μέσω της λέμφου και του ακουστικού νεύρου το ερέθισμα του ήχου μεταδίδεται στον εγκέφαλο. Η αίθουσα και οι τρεις ημικυκλικοί σωλήνες στο εσωτερικό αφτί δεν έχουν σχέση με την αίσθηση της ακοής. Είναι τα όργανα με τα οποία έχουμε αντιληφθεί την θέση του σώματός μας, εξασφαλίζουν συνεπώς την ισορροπία του σώματός μας. Οι τρεις σωλήνες περιέχουν υγρό, το οποίο κινείται ανάλογα με την κλίση του κεφαλιού μας. Το υγρό διεγείρει τα ευαίσθητα τριχίδια, που βρίσκονται στα εσωτερικά τοιχώματα των σωλήνων έτσι, ώστε να φτάνει τελικά στον εγκέφαλο το αντίστοιχο προς τη θέση του σώματός μας ερέθισμα.

Πολλοί από τους ήχους που ακούμε είναι ενοχλητικοί. Ακόμη



και ευχάριστοι ήχοι κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπως, για παράδειγμα, όταν έχουν παρατεταμένη διάρκεια και μεγάλη ηχηρότητα, μπορεί να είναι ενοχλητικοί. Οι έντονοι ήχοι έχουν αρνητική επίδραση στις διάφορες λειτουργίες του οργανισμού: Η πίεση ανεβαίνει, η αναπνοή γίνεται πιο γρήγορη, δεν μπορούμε να συγκεντρωθούμε και να κοιμηθούμε. Όταν η ηχηρότητα είναι μεγάλη, το τύμπανο του αφτιού ταλαντώνεται με μεγάλο πλάτος. Συνεχής ταλάντωση του τυμπάνου με μεγάλο πλάτος προκαλεί πόνο. Το τύμπανο χάνει σταδιακά την ευαισθησία του. Η συνεχής παραμονή σε περιβάλλον με ήχους μεγάλης ηχηρότητας μπορεί τελικά να προκαλέσει βαρηκοΐα. Το πρόβλημα των ενοχλητικών ήχων παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονο στις μεγάλες πόλεις. Το πρόβλημα της ενόχλησης από τους διαρκείς, έντονους ήχους ονομάζεται **ηχορρύπανση**.

Την ανάκλαση και την απορρόφηση των ηχητικών κυμάτων εκμεταλλευόμαστε για την **προστασία** από τους ενοχλητικούς ήχους, τους θορύβους. Όταν για παράδειγμα κλείνουμε το παράθυρο στο δωμάτιο που βρισκόμαστε, για να περιορίσουμε το θόρυβο που προέρχεται από το δρόμο, εκμεταλλευόμαστε την ανάκλαση των ηχητικών κυμάτων στη λεία επιφάνεια του τζαμιού, ενώ, όταν τοποθετούμε μαλακά και πορώδη υλικά ανάμεσα στους τοίχους των σπιτιών μας, για να περιορίσουμε τους ενοχλητικούς ήχους, εκμεταλλευόμαστε την απορρόφηση του ήχου από τα υλικά αυτά. Η προστασία από τους θορύβους μπορεί να επιτευχθεί με επέμβαση στην ηχητική πηγή, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση σιγαστήρων στις εξατμίσεις, με επέμβαση στην πορεία διάδοσης του ήχου, για παράδειγμα με την τοποθέτηση διπλών τζαμιών και ηχομονώσεων στα σπίτια μας, αλλά και με επέμβαση στο δέκτη, για παράδειγμα με χρήση ωτοασπίδων.