

ΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ και οι εφαρμογές τους



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ	4
ΠΕΙΡΑΜΑ 1: ΔΕΣ ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ	6
ΕΙΔΗ ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ	8
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΡΟΛΟΓΙΩΝ	10
ΠΕΙΡΑΜΑ 2: ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΝΤΙΩΝ	12
ΚΙΝΟΥΜΑΣΤΕ!	14
ΠΕΙΡΑΜΑ 3: ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ	16
ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΗ ΔΥΝΑΜΗ	18
ΠΕΙΡΑΜΑ 4: ΑΝΥΨΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΓΡΑΝΑΖΙΑ	20
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	22
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ	24
ΡΟΜΠΟΤ	26
ΠΕΙΡΑΜΑ 5: Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ	28
ΓΛΩΣΣΑΡΙ	30
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	32

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Τα γρανάζια, ή αλλιώς οδοντωτοί τροχοί, είναι μέρη μηχανών. Όλα τα είδη μηχανών έχουν μέσα τους γρανάζια. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι τα κινούμενα μέρη της μηχανής κινούνται στη σωστή κατεύθυνση και με τη σωστή ταχύτητα.

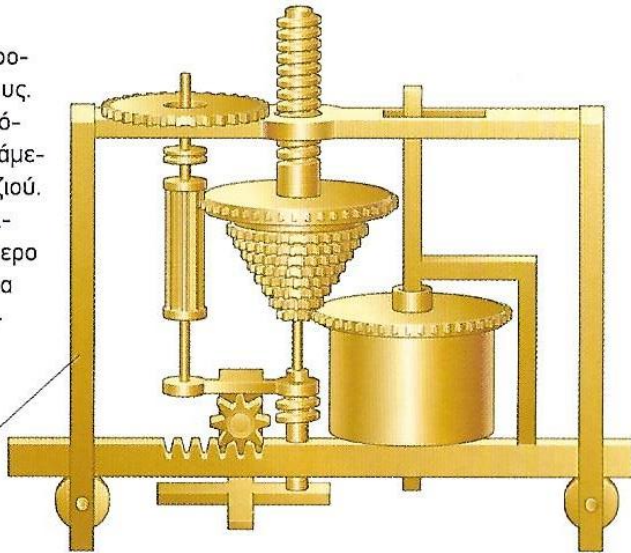
ΓΕΓΟΝΟΣ!

Τα παλαιότερα γρανάζια που έχουν βρεθεί ήταν σ' ένα ναυάγιο στη Μεσόγειο Θάλασσα που χρονολογείται από το 80 π.Χ.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ;

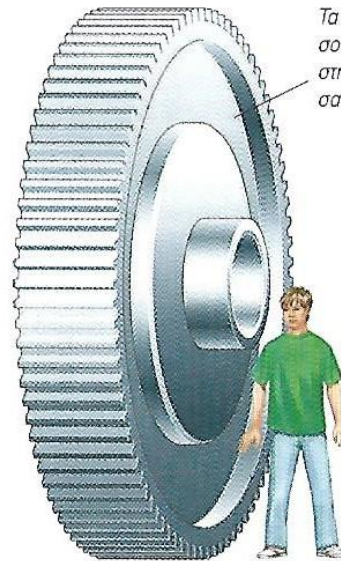
Τα περισσότερα γρανάζια είναι τροχοί με δόντια στην περιφέρειά τους. Τα δόντια ενός γραναζιού εφαρμόζονται στα κενά που υπάρχουν ανάμεσα στα δόντια ενός άλλου γραναζιού. Έτσι, όταν το πρώτο γρανάζι περιστρέφεται, αναγκάζει και το δεύτερο γρανάζι να περιστραφεί. Τα δόντια εμποδίζουν τους τροχούς να γλιστρούν μεταξύ τους.

Ο Λεονάρντο ντα Βίντσι, ο διάσημος Ιταλός καλλιτέχνης και επιστήμονας, είχε σχεδιάσει μηχανισμούς με γρανάζια περισσότερο από 500 χρόνια πριν.



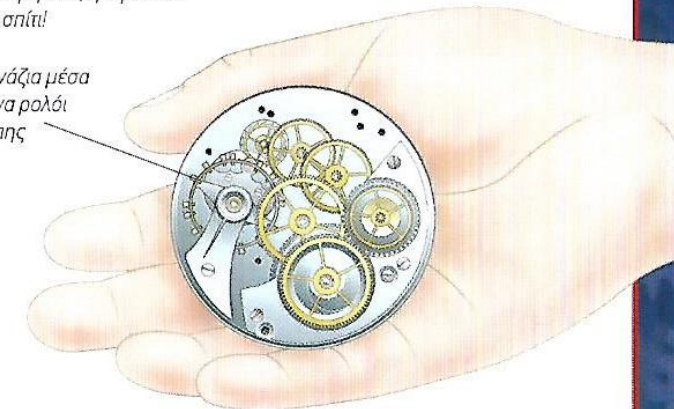
ΠΟΤΕ ΕΦΕΥΡΕΘΗΚΑΝ ΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ;

Κανείς δεν ξέρει με σιγουριά πότε εφευρέθηκαν τα γρανάζια, αλλά σίγουρα αυτό έγινε πριν τουλάχιστον 2000 χρόνια. Γνωρίζουμε γι' αυτά επειδή αναφέρονται σε κείμενα. Δεν μπορούμε όμως να βρούμε πολλά από τα αρχαία γρανάζια, διότι κάποια ήταν φτιαγμένα από ξύλο κι έτσι σάπισαν πριν από πολύ καιρό, ενώ άλλα ήταν φτιαγμένα από μέταλλο και είτε καταστράφηκαν από τη σκουριά είτε οι άνθρωποι τα έλιωσαν για να κατασκευάσουν κάτι άλλο με το μέταλλο.



Τα γρανάζια μπορεί να είναι τόσο μικρά, ώστε να χωρούν στην παλάμη σου, ή τεράστια σαν ένα σπίτι!

Γρανάζια μέσα σ' ένα ρολόι τσέπης



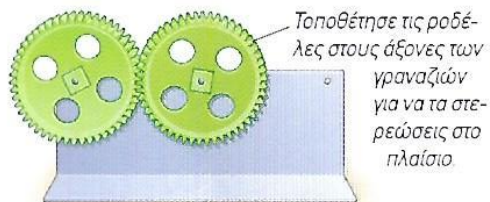
Για εκατοντάδες χρόνια, τα ρολόγια είχαν γρανάζια που κινούσαν τους δείκτες τους με τη σωστή ταχύτητα για να δείχνουν την ώρα.

ΦΤΙΑΧΝΟΝΤΑΣ ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Οι άνθρωποι κατασκεύασαν τους πρώτους οδοντωτούς τροχούς στερεώνοντας ξύλινα δόντια γύρω από έναν ξύλινο τροχό. Σήμερα τα γρανάζια φτιάχνονται από μηχανήματα. Ειδικές μηχανές μπορούν να κατασκευάσουν μεταλλικά γρανάζια σε οποιοδήποτε μέγεθος. Γρανάζια κατασκευάζονται επίσης με τη βοήθεια καλωπίπλων. Μέσα στο καλώπιο χύνεται υγρό πήλαστικό, το οποίο στη συνέχεια σκληραίνει και παίρνει το σχήμα γραναζιού.

1. ΔΕΣ ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ

1. Πάρε δύο γρανάζια του ίδιου μεγέθους και στερέωσέ τα στο πλαίσιο συναρμολόγησης, ώστε να εφαρμόζονται τα δόντια τους.



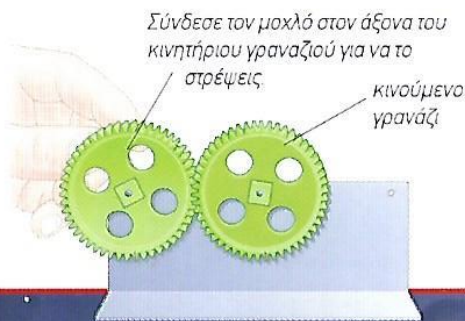
2. Κάνε ένα σημάδι με μολύβι και στα δύο γρανάζια στο σημείο όπου εφάπτονται. Τα σημάδια θα σου δείξουν πόσο περιστρέφεται το κάθε γρανάζι και προς ποια κατεύθυνση. Το γρανάζι που περιστρέφεις ονομάζεται κινητήριο γρανάζι και περιστρέφεται το άλλο γρανάζι του ζεύγους, που ονομάζεται κινούμενο γρανάζι.



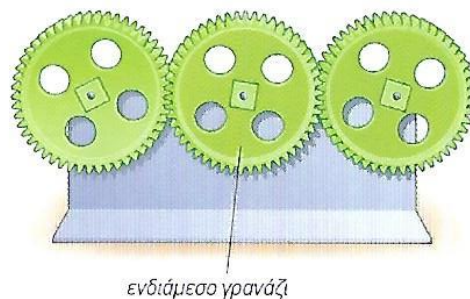
ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΣΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΥΤΙ

- Τρία μεγάλα γρανάζια
- Πλήθιστο συναρμολόγησης και βάση
- Τρεις ροδέλες
- Μοχλό στρέψης

3. Στρέψε το κινητήριο γρανάζι. Παρατήρησε τα σημάδια από μολύβι για να δεις πώς κινούνται τα γρανάζια. Το κινούμενο γρανάζι στρέφεται με την ίδια ταχύτητα που έχει το κινητήριο γρανάζι, αλλά προς την αντίθετη κατεύθυνση. Εάν το κινητήριο γρανάζι στραφεί με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, το κινούμενο γρανάζι θα στραφεί αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού.



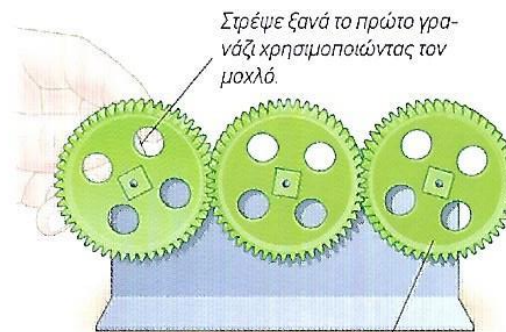
4. Πρόσθεσε τώρα το τρίτο γρανάζι. Το γρανάζι στη μέση ονομάζεται ενδιάμεσο γρανάζι.



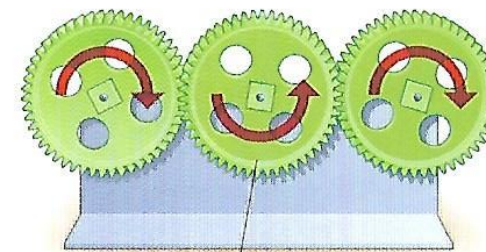
ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ

Όταν στρέφεις το πρώτο γρανάζι, το δεύτερο στρέφεται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Το δεύτερο γρανάζι στρέφει με τη σειρά του το τρίτο προς την αντίθετη κατεύθυνση σε σχέση με αυτή που στρέφεται το ίδιο. Άρα, το τρίτο γρανάζι στρέφεται προς την ίδια κατεύθυνση με το πρώτο γρανάζι (δες εικόνα δεξιά). Τα ενδιάμεσα γρανάζια χρησιμοποιούνται σε μηχανές με αυτόν ακριβώς τον τρόπο, για ν' αντιστρέψουν τη φορά περιστροφής ενός άλλου γραναζιού.

5. Μπορείς να σκεφτείς προς ποια κατεύθυνση θα περιστραφεί το τρίτο γρανάζι όταν περιστρέφεις το πρώτο;



Προς ποια κατεύθυνση θα στραφεί το τρίτο γρανάζι;



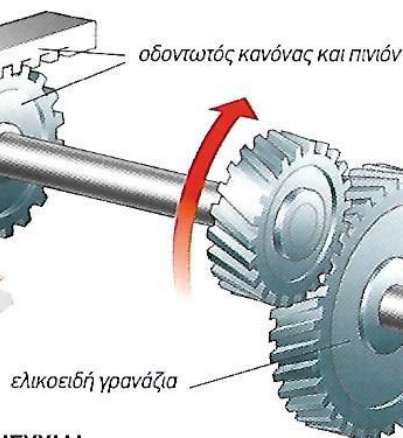
Το ενδιάμεσο γρανάζι κάνει τα γρανάζια που βρίσκονται σε κάθε πλευρά του να κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση.

ΕΙΔΗ ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ

Υπάρχουν διαφορετικά είδη γραναζιών και χρησιμοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους. Σε μια μηχανή μπορεί να υπάρχουν πολλά είδη γραναζιών τα οποία να συνεργάζονται μεταξύ τους.

ΟΔΟΝΤΩΤΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΚΑΙ ΠΙΝΙΟΝ

Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα μικρό γρανάτζι και από μια επίπεδη οδοντωτή ράβδο. Το μικρό γρανάτζι είναι το πινιόν και η επίπεδη ράβδος είναι ο οδοντωτός κανόνας. Τα δόντια του πινιόν εφαρμόζουν στα δόντια του κανόνα. Έτσι, όταν περιστρέφεται το πινιόν, αναγκάζει τον κανόνα να κινηθεί ευθύγραμμα.



ΗΣΥΧΙΑ!

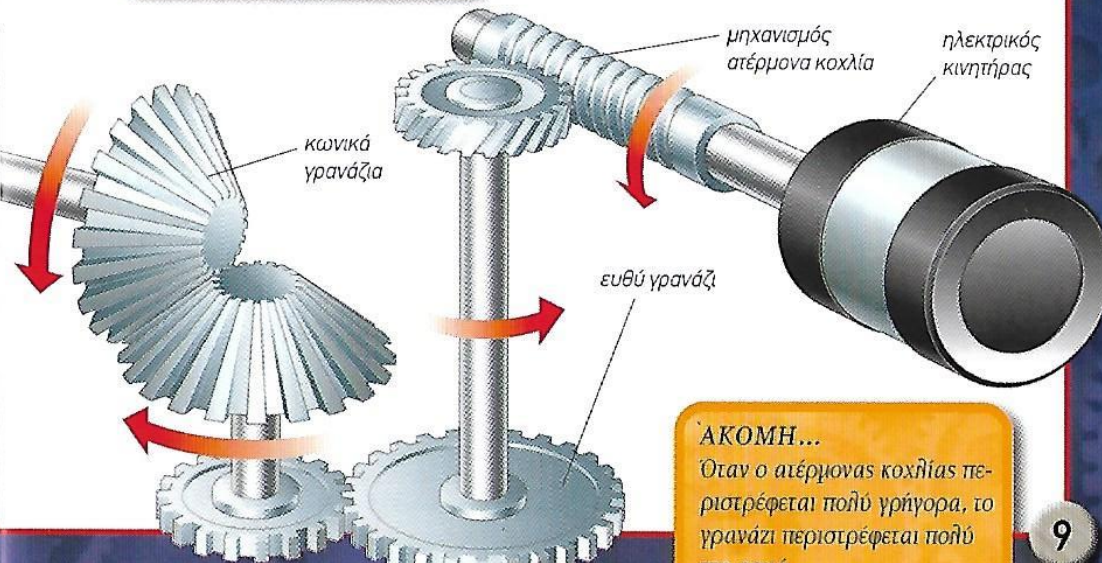
Κάποια γρανάτζια κάνουν πολύ θόρυβο, καθώς τα δόντια του ενός μπλέκονται με τα δόντια του άλλου. Τα γρανάτζια, όμως, με ελικοειδή οδόντωση δουλεύουν πιο ομαλά και πιο ήσυχα. Αυτά ονομάζονται ελικοειδή γρανάτζια.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΤΕΡΜΟΝΑ ΚΟΧΛΙΑ

Ο ατέρμονας κοχλίας μοιάζει με έναν σωλήνα ή με μια ράβδο με σχηματισμένο ένα ελικοειδές αυλάκι γύρω. Αυτό εφαρμόζει στην οδόντωση ενός γραναζιού. Έτσι, όταν ο ατέρμονας κοχλίας περιστρέφεται, περιστρέφεται και το γρανάτζι. Το παράξενο με τον μηχανισμό αυτό είναι πως ο κοχλίας μπορεί να στρέψει το γρανάτζι, αλλά το γρανάτζι δεν μπορεί να στρέψει τον κοχλίο!

ΕΥΘΥ ΓΡΑΝΑΖΙ, ΚΩΝΙΚΟ ΓΡΑΝΑΖΙ ΚΑΙ ΚΟΡΟΝΑ

Το πιο απλό είδος γραναζιού ονομάζεται ευθύ γρανάτζι. Τα δόντια του είναι ευθύγραμμα και κάθετα στην περιφέρεια του τροχού, δηλαδή παράλληλα στον άξονα περιστροφής. Υπάρχουν επίσης γρανάτζια που τα δόντια τους σχηματίζουν γωνία με την περιφέρεια του τροχού. Αυτά ονομάζονται κωνικά. Το γρανάτζι κορόνα (δεν απεικονίζεται παρακάτω) είναι ένας άλλος τύπος γραναζιού που τα δόντια του προεξέχουν στη μια πλευρά, κάνοντάς το να μοιάζει με κορόνα.



ΆΚΟΜΗ...

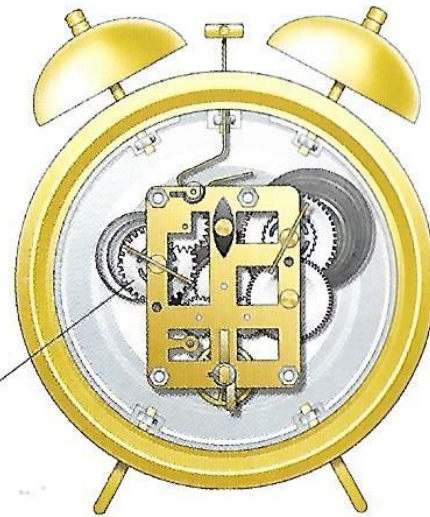
Όταν ο ατέρμονας κοχλίας περιστρέφεται πολύ γρήγορα, το γρανάτζι περιστρέφεται πολύ

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΡΟΛΟΓΙΩΝ

Οι δείκτες των ρολογιών στρέφονται από γρανάζια, τα οποία κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες. Το γρανάζι που είναι συνδεδεμένο στον δευτερολεπτοδείκτη κάνει μία περιστροφή κάθε 60 δευτερόλεπτα και κινεί το γρανάζι που είναι συνδεδεμένο με τον λεπτοδείκτη έτσι, ώστε αυτό να κάνει μία περιστροφή κάθε 60 λεπτά. Η κίνηση μεταδίδεται στο γρανάζι που είναι συνδεδεμένο στον ωροδείκτη, το οποίο περιστρέφεται μία φορά κάθε 12 ώρες.

ΜΕΓΑΛΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Τα γρανάζια μέσα σ' ένα ρολόι έχουν επιλεγεί με προσοχή, ώστε να στρέφουν το ένα το άλλο με τη σωστή ταχύτητα. Έχουν ακριβώς το κατάλληλο μέγεθος και τον κατάλληλο αριθμό δοντιών. Τα δόντια εξασφαλίζουν πως οι τροχοί δεν θα γλιστρήσουν μεταξύ τους. Εάν γλιστρούσαν, το ρολόι θα έδειχνε λάθος ώρα.



Οι δείκτες στρέφονται από γρανάζια.

το εσωτερικό του πίσω μέρους ξυπνητηριού

ΑΚΟΜΗ...

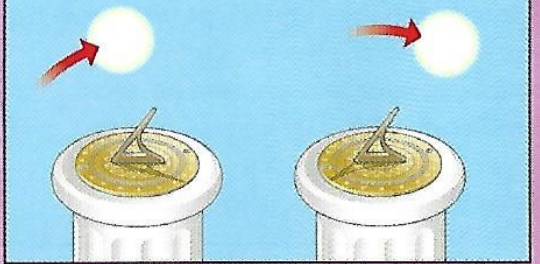
Τα μηχανικά ρολόγια μεγάλης ακριβείας ονομάζονται χρονόμετρα.

10

ΗΛΙΑΚΑ ΡΟΛΟΓΙΑ

Στο παρελθόν, για να υπολογίζουν οι άνθρωποι την ώρα, χρησιμοποιούσαν ηλιακό ρολόι. Ο σταθερός δείκτης σχημάτιζε σκιά από τις ακτίνες του Ήλιου. Με την περιστροφή της Γης, μετακινιόταν και η σκιά. Όταν κατασκευάστηκαν μηχανικά ρολόγια στην Ευρώπη, οι δείκτες τους φτιάχτηκαν να στρέφονται προς την ίδια κατεύθυνση με τη σκιά του δείκτη του ηλιακού ρολογιού.

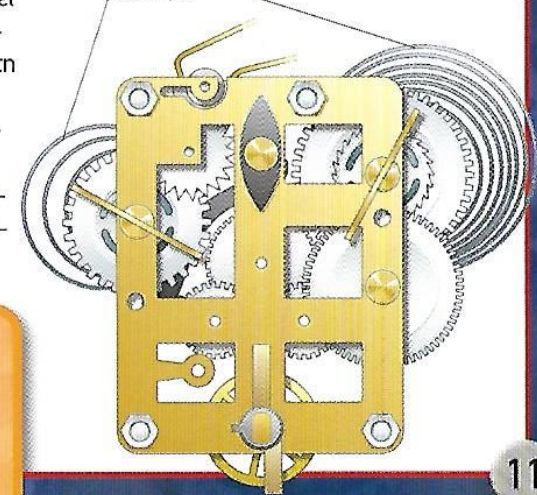
Η σκιά του σταθερού δείκτη κινείται με τη φορά που κινούνται οι δείκτες των μηχανικών ρολογιών.



ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Στο μηχανικό ρολόι, την κίνηση στα γρανάζια δίνει ένα σπειροειδές ελατήριο. Όταν το ρολόι κουρδιστεί, το ελατήριο συσπειρώνεται περισσότερο. Στη συνέχεια, αρχίζει να ξετυλίγεται σιγά σιγά και στρέφει τα γρανάζια. Τα ρολόγια χειρός χρησιμοποιούν επίσης ένα σπειροειδές ελατήριο, που ονομάζεται τριχοειδές, για να κινήσουν τα γρανάζια τους. Στα ηλεκτρικά ρολόγια, αντίθετα, τα γρανάζια κινούνται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

μηχανισμός ρολογιού με σπειροειδή ελατήρια



ΓΕΓΟΝΟΣ!

Ένα από τα πιο παράξενα ρολόγια που έχουν φτιαχτεί ποτέ κατασκευάστηκε από πάγο! Το μεγαλύτερο γρανάζι του από πάγο είχε διάμετρο 1,2 μέτρα και ζύγιζε 35 κιλά!

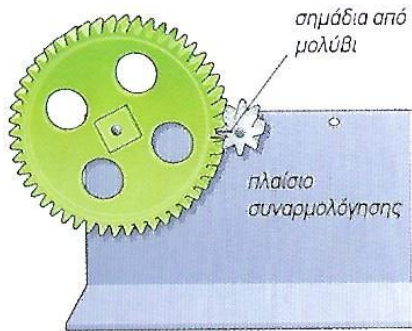
11

2. ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΝΤΙΩΝ

Τα ρολόγια δείχνουν την ώρα με τόση ακρίβεια, επειδή είναι δυνατόν να υπολογιστεί ακριβώς με πόση ταχύτητα στρέφονται τα γρανάζια τους. Εδώ θ' ανακαλύψεις πώς μπορείς να την υπολογίσεις κι εσύ μετρώντας απλά τα δόντια των γραναζιών!

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΣΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΥΤΙ

- Ένα μεγάλο γρανάζι
- Ένα μικρό γρανάζι
- Πλαίσιο συναρμολόγησης και βάση
- Δύο ροδέλες
- Μοχλό στρέψης



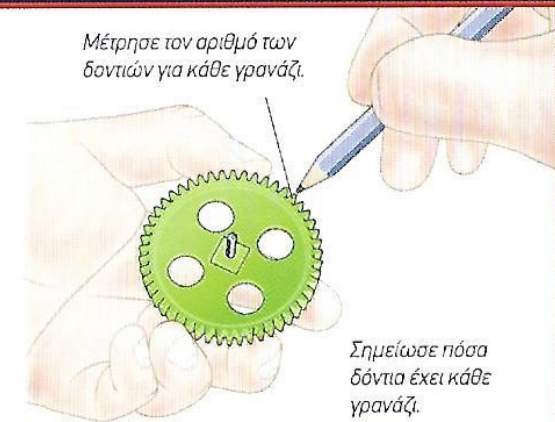
1. Πάρε ένα μικρό κι ένα μεγάλο γρανάζι και στερεώσέ τα στο πλαίσιο, ώστε τα δόντια τους να εφαρμόζονται. Κάνε ένα σημάδι με μολύβι και στα δύο γρανάζια στο σημείο όπου ακουμπούν μεταξύ τους.

2. Άρχισε να περιστρέφεις το μικρό γρανάζι με τον μοχλό. Πόσες φορές πρέπει να περιστραφεί αυτό, ώστε το μεγάλο γρανάζι να κάνει έναν πλήρη κύκλο; Σημείωσε τον αριθμό σ' ένα χαρτί.

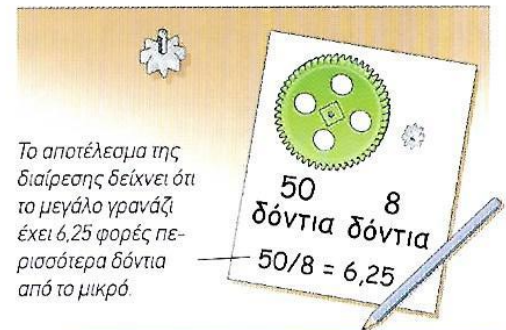


(Όταν κινητήριο γρανάζι είναι το μικρό γρανάζι, αυτό στρέφεται 6,25 φορές προκειμένου να περιστρέψει το μεγάλο γρανάζι μία φορά.)

3. Τώρα μέτρησε τον αριθμό των δοντιών κάθε γραναζιού. Θα προκύψει ένα μεγάλο νούμερο για το μεγάλο γρανάζι κι ένα μικρό νούμερο για το μικρό γρανάζι. Πόσες φορές χωράει το μικρό νούμερο στο μεγάλο; Εάν δεν μπορείς να το βρεις με το μυαλό σου, χρησιμοποίησε ένα κομπιουτεράκι ή ζήτησε τη βοήθεια κάποιου μεγαλύτερου. Σημείωσε την απάντηση στο χαρτί. Τι παρατηρείς για τους δύο αριθμούς που έχεις σημειώσει; Είναι ίδιοι!



4. Λέμε ότι τα συγκεκριμένα γρανάζια έχουν σχέση μετάδοσης κίνησης 6,25:1. Δηλαδή, όταν το μικρό γρανάζι είναι το κινητήριο γρανάζι, περιστρέφεται 6,25 φορές για να περιστραφεί μία φορά το μεγάλο γρανάζι.



5. Εάν ένα γρανάζι έχει 10 δόντια κι ένα άλλο έχει 80 δόντια, μπορείς να υπολογίσεις πόσες φορές θα πρέπει να περιστραφεί το μικρό γρανάζι, ώστε το μεγάλο να περιστραφεί μία φορά; (Η απάντηση βρίσκεται δεξιά.)

Απάντηση: Το μικρό γρανάζι πρέπει να περιστραφεί 8 φορές για να περιστραφεί το μεγάλο γρανάζι μία φορά. Ομοίως, οι αριθμοί 10 και 80 δίνουν το αποτέλεσμα 8, που σημαίνει ότι το μικρό γρανάζι πρέπει να περιστραφεί 8 φορές για να περιστραφεί το μεγάλο γρανάζι μία φορά.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

ΚΙΝΟΥΜΑΣΤΕ!

Τα ποδήλατα, τα αυτοκίνητα και άλλα οχήματα που βλέπουμε στον δρόμο χρησιμοποιούν γρανάζια. Η μηχανή ενός οχήματος δεν δίνει πάντοτε τη σωστή ταχύτητα για την κίνηση των τροχών. Τα γρανάζια, όμως, επιτρέπουν στη μηχανή να στρέφεται με τη βέλτιστη ταχύτητα και στους τροχούς να στρέφονται με διαφορετική ταχύτητα.

ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

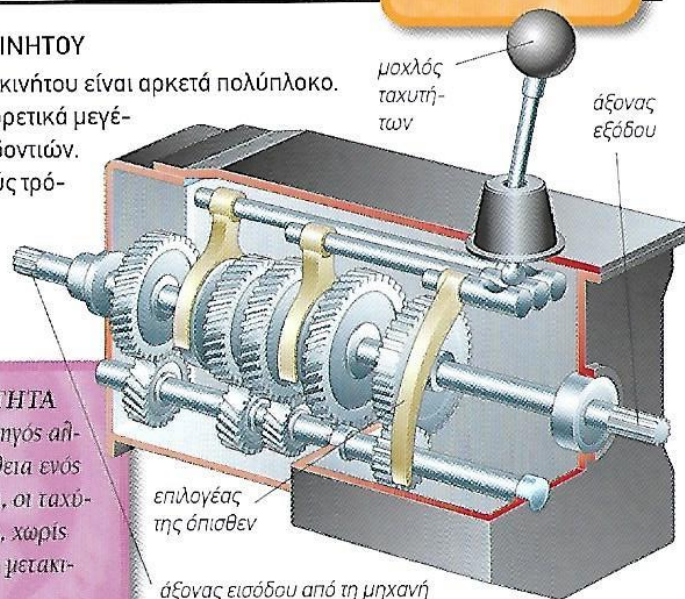
Το κιβώτιο ταχυτήτων του αυτοκινήτου είναι αρκετά πολύπλοκο. Είναι γεμάτο γρανάζια σε διαφορετικά μεγέθη και με διαφορετικό αριθμό δοντιών. Συνδέοντάς τα με διαφορετικούς τρόπους, η μηχανή μπορεί να περιστρέψει τους τροχούς του αυτοκινήτου με διαφορετικές ταχύτητες.

ΑΛΛΑΖΟΝΤΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Σε πολλά αυτοκίνητα ο οδηγός αλλάζει ταχύτητα με τη βοήθεια ενός μοχλού. Σε άλλα οχήματα, οι ταχύτητες αλλάζουν μόνες τους, χωρίς να χρειάζεται ο οδηγός να μετακινήσει κάποιο μοχλό.

ΓΕΓΟΝΟΣ!

Σ' έναν αγώνα αυτοκινήτου ο οδηγός ίσως χρειαστεί ν' αλλάξει ταχύτητα περισσότερες από 2000 φορές!



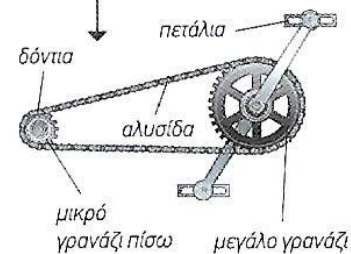
14

ΓΕΓΟΝΟΣ!

Ο οδηγός των αγώνων της Φόρμουλα 1 αλλάζει ταχύτητα πνέζοντας έναν διακόπτη που βρίσκεται πάνω στο τιμόνι. Η ταχύτητα αλλάζει στην επόμενη μέρα σε μόλις 1/15 του δευτερολέπτου!

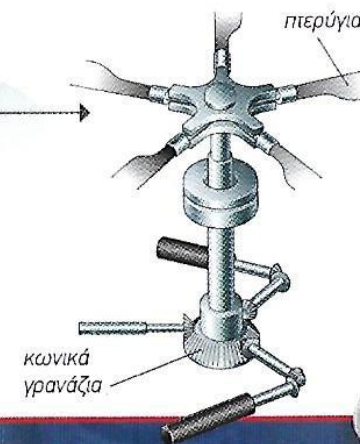
ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟ ΠΕΤΑΛΙΑ

Τα πετάλια του ποδηλάτου περιστρέφουν ένα γρανάζι. Ο πίσω τροχός του ποδηλάτου περιστρέφεται από ένα δεύτερο γρανάζι. Τα γρανάζια αυτά, όμως, δεν έρχονται σ' επαφή, αλλά συνδέονται μεταξύ τους με μια αλυσίδα. Τα δόντια των γραναζιών μπαίνουν στις τρύπες της αλυσίδας. Σπρώχνοντας τα πετάλια, το μεγάλο γρανάζι περιστρέφεται και κάνει την αλυσίδα να γυρίζει. Η αλυσίδα, τότε, περιστρέφει το μικρό γρανάζι που βρίσκεται στον άξονα του πίσω τροχού του ποδηλάτου.



ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΕ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟ;

Γρανάζια συνδέουν τους κινητήρες του ελικοπτερου με τα πτερύγια του ρότορα. Κωνικά γρανάζια περιστρέφουν τον κύριο ρότορα στην κορυφή του ελικοπτερου, καθώς και τον μικρό ρότορα που βρίσκεται στο πίσω μέρος της ουράς του.



15

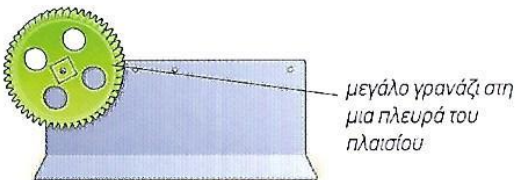
3. ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ

Με το απλό αυτό πείραμα θα καταλάβεις γιατί μπορείς να κάνεις πετάλι στο ποδήλατο με τον ίδιο ρυθμό, αλλά να τρέχεις με διαφορετικές ταχύτητες.

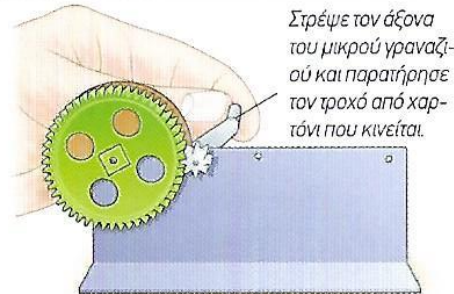
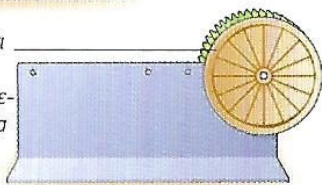
ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΣΑΙ

- Δύο μεγάλα γρανάζια από το κουτί
- Ένα μικρό γρανάζι από το κουτί
- Δύο ροδέλες από το κουτί
- Πλαίσιο συναρμολόγησης και βάση από το κουτί
- Μοχλό στρέψης από το κουτί
- Χαρτόνι

1. Τοποθέτησε ένα μεγάλο γρανάζι στη μια πλευρά του πλαισίου συναρμολόγησης. Κόψε ένα κυκλικό κομμάτι από το χαρτόνι και σχεδίασε πάνω του έναν τροχό. Τοποθέτησε τον τροχό από χαρτόνι στον άξονα του γραναζιού στην άλλη πλευρά του πλαισίου.

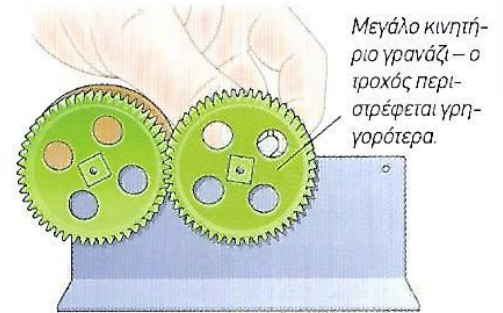


τροχός από χαρτόνι στην άλλη πλευρά του πλαισίου, στερεωμένος στον άξονα του γραναζιού



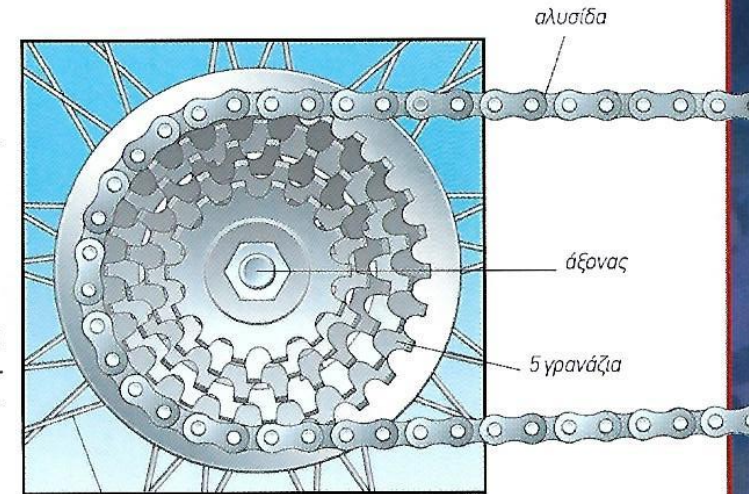
2. Πρόσθεσε ένα μικρότερο γρανάζι δίπλα στο μεγάλο γρανάζι και στρέψε το χρησιμοποιώντας τον μοχλό. Παρατήρησε τον τροχό από χαρτόνι να περιστρέφεται σιγά σιγά. Αυτό συμβαίνει επειδή χρησιμοποιείς μικρό γρανάζι για να τον περιστρέψεις.

3. Αντικατέστησε το μικρό γρανάζι μ' ένα μεγαλύτερο. Στρέψε το μεγαλύτερο γρανάζι με την ίδια ταχύτητα που έστρεφες το μικρό και θα παρατηρήσεις ότι ο τροχός περιστρέφεται πιο γρήγορα. Γι' αυτό τον λόγο, όταν αλλάζεις ταχύτητα στο ποδήλατό σου, αυτό μπορεί να τρέχει γρηγορότερα. Για να τρέχει επομένως το ποδήλατό σου πιο γρήγορα, μπορείς είτε να κάνεις πιο γρήγορα πετάλι είτε ν' αλλάζεις ταχύτητα.



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ

Τα ποδήλατα με ταχύτητες έχουν έναν αριθμό από γρανάζια, όλα σε διαφορετικά μεγέθη, στο μέσο του πίσω τροχού. Κάποια ποδήλατα έχουν γρανάζια διαφορετικών μεγεθών και στο μπροστινό μέρος. Κάθε φορά που αλλάζεις ταχύτητα στο ποδήλατό σου η αλυσίδα μεταφέρεται σε άλλο γρανάζι. Τα γρανάζια που εμπλέκονται σε αλυσίδες ονομάζονται επίσης αλυσοτροχοί.



πίσω τροχός ποδηλάτου με 5 γρανάζια σε διαφορετικά μεγέθη

ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΗ ΔΥΝΑΜΗ

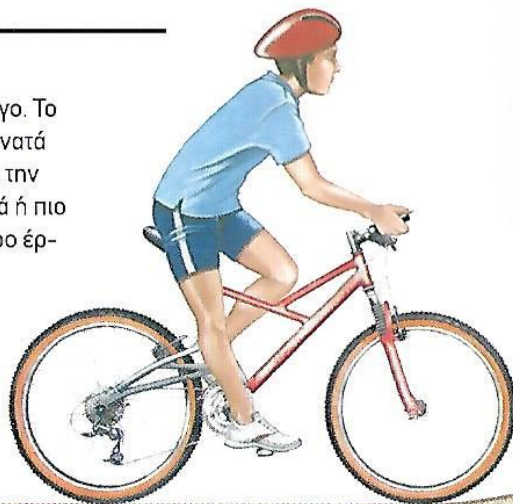
Με τα γρανάζια φαίνεται να γίνεσαι πιο δυνατός. Όταν επιλέξεις τα κατάλληλα γρανάζια, μπορείς να κάνεις πράγματα που κανονικά δεν θα είχες τη δύναμη να καταφέρεις. Τα γρανάζια στις ταχύτητες του ποδηλάτου δεν αλλάζουν απλώς την ταχύτητά του, αλλά μπορείς να τα χρησιμοποιήσεις και για να στρέψεις τον πίσω τροχό του ποδηλάτου με μεγαλύτερη δύναμη.

ΓΕΓΟΝΟΣ!

Τα πρώτα ποδήλατα κινούνταν με τα πόδια και όχι με πετάλια. Το ποδήλατο με πετάλια εφευρέθηκε το 1839.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΡΓΟΥ

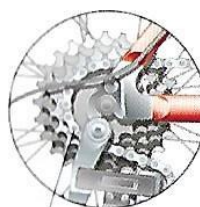
Όταν κάνεις πετάλι στο ποδήλατο, παράγεις έργο. Το πόσο έργο παράγεις εξαρτάται από το πόσο δυνατά σπρώχνεις τα πετάλια και από την ταχύτητα με την οποία τα στρέφεις. Εάν τα σπρώξεις πιο δυνατά ή πιο γρήγορα ή και τα δύο, θα παράγεις περισσότερο έργο. Θα πρέπει να παράγεις περισσότερο έργο για να ανέβεις με το ποδήλατό σου σε μια ανηφόρα, αλλά χρησιμοποιώντας τα γρανάζια αυτό μπορεί να γίνει πιο εύκολα.



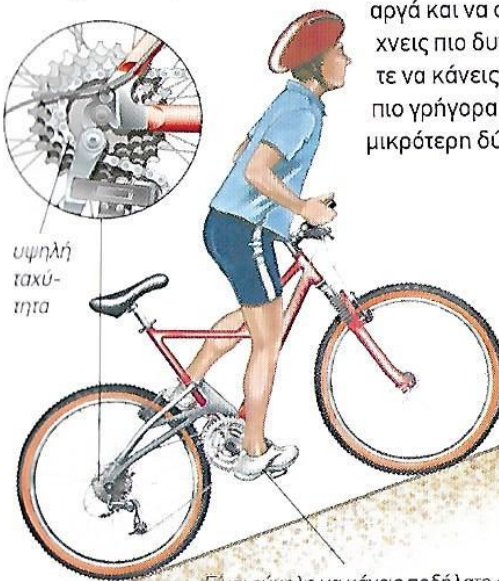
ΠΙΟ ΓΡΗΓΟΡΑ ΚΑΙ ΠΙΟ ΕΥΚΟΛΑ

Εάν δεν μπορείς να σπρώξεις τα πετάλια πιο δυνατά για να ανέβεις μια ανηφόρα, μπορείς να αλλάξεις ταχύτητα και να επιλέξεις αυτήν που σε διευκολύνει να κάνεις πετάλι. Πληρώνεις, όμως, και το τίμημα. Εάν δεν σπρώχνεις πιο δυνατά τα πετάλια, ο μόνος τρόπος να παράγεις περισσότερο έργο για να μπορέσεις να ανέβεις στην ανηφόρα είναι να στρέφεις τα πετάλια πιο γρήγορα. Με τα γρανάζια μπορείς να επιλέξεις είτε να κάνεις πετάλι

αργά και να σπρώχνεις πιο δυνατά είτε να κάνεις πετάλι πιο γρήγορα αλλά με μικρότερη δύναμη.



υψηλή ταχύτητα



Είναι εύκολο να κάνεις ποδήλατο σε οριζόντιο έδαφος, αλλά σε μια απότομη ανηφόρα τα πράγματα δυσκολεύουν.



χαμηλή ταχύτητα

Επιλέγοντας μικρότερη ταχύτητα, το ανέβασμα σε μια ανηφόρα γίνεται πιο εύκολο, αλλά θα πρέπει να κάνεις πετάλι πιο γρήγορα.

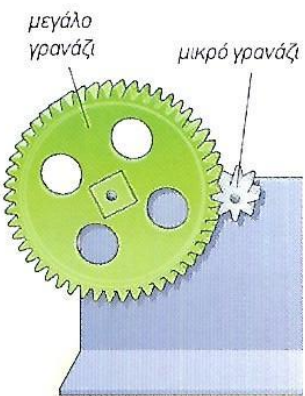
ΓΕΓΟΝΟΣ!

Κάποια ποδήλατα έχουν περισσότερες από 20 ταχύτητες για να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές κλίσεις και επιφάνειες!

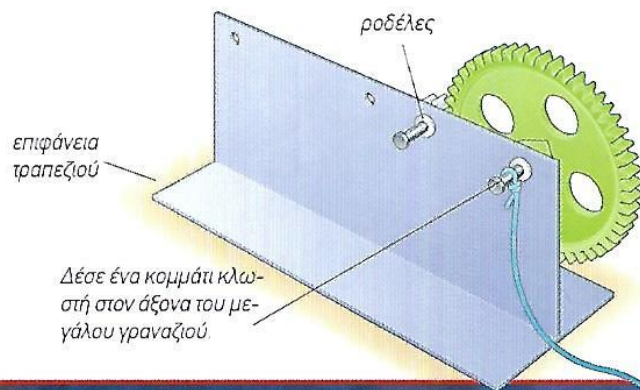
4. ΑΝΥΨΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Το πείραμα αυτό θα σου δείξει πώς η επιλογή του κατάλληλου γραναζιού μπορεί να κάνει μια δουλειά, όπως την ανύψωση ενός φορτίου, αρκετά πιο εύκολη.

1. Πάρε δύο γρανάζια, το ένα μεγαλύτερο από το άλλο. Τοποθέτησέ τα στο πλαίσιο συναρμολόγησης έτσι, ώστε τα δόντια τους να εφαρμόζουν.



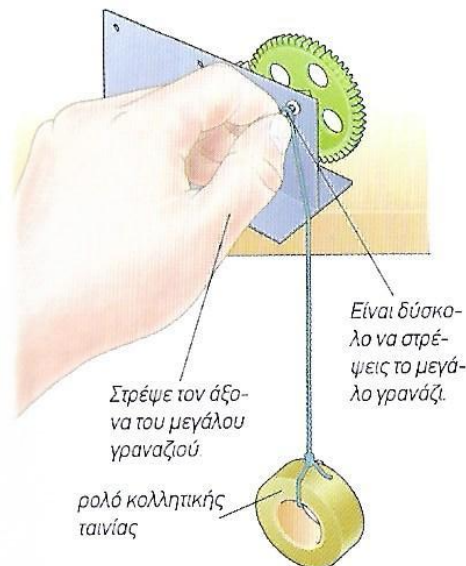
2. Τοποθέτησε το πλαίσιο πάνω σ' ένα τραπέζι, κοντά στην άκρη αυτού. Κράτησέ το σταθερό στη θέση του. Δέσε ένα κομμάτι κλωστή στον άξονα του μεγάλου γραναζιού. Ίσως χρειαστεί να χρησιμοποιήσεις ένα κομμάτι κολλητικής ταινίας για να μην γλιστρά η κλωστή όσο περιστρέφεις τον άξονα.



ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΣΑΙ

- Ένα μεγάλο γρανάζι από το κουτί
- Ένα μικρό γρανάζι από το κουτί
- Πλαίσιο συναρμολόγησης και βάση από το κουτί
- Δύο ροδέλες από το κουτί
- Ένα κομμάτι κλωστή με μήκος 30 εκατοστά
- Ένα ρολό κολλητικής ταινίας

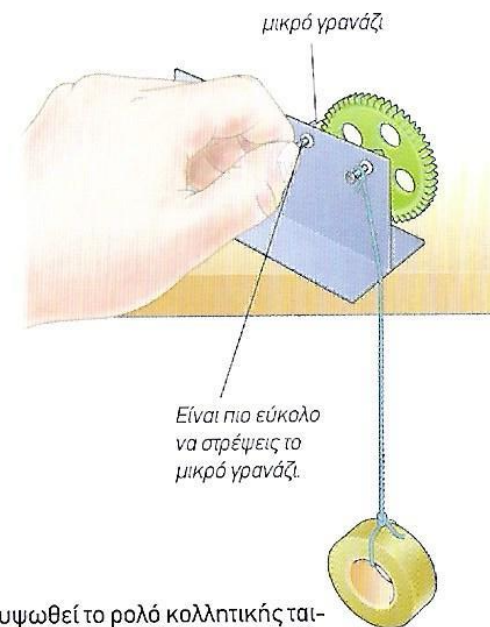
3. Άσε την κλωστή να κρεμαστεί από την άκρη του τραπεζιού και δέσε ένα βάρος στην άκρη της. Μπορείς να χρησιμοποιήσεις ένα μικρό ρολό κολλητικής ταινίας. Δοκίμασε ν' ανυψώσεις το βάρος στρέφοντας τον άξονα του μεγάλου γραναζιού. Δεν είναι αρκετά δύσκολο;



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ

Είναι πιο εύκολο να τυλιχτεί η κλωστή και ν' ανυψωθεί το ρολό κολλητικής ταινίας όταν στρέφεις τον άξονα του μικρού γραναζιού με μικρή δύναμη, αλλά στρέφοντάς το πολλές φορές παράγεις την ίδια ποσότητα έργου όπως εάν χρησιμοποιούσες μεγάλη δύναμη για να στρέψεις το μεγάλο γρανάζι λίγες μόνο φορές.

4. Προσπάθησε τώρα ν' ανυψώσεις το βάρος στρέφοντας τον άξονα του μικρού γραναζιού. Το μικρό γρανάζι περιστρέφει το μεγάλο γρανάζι κι εκείνο ανεβάζει το βάρος τυλίγοντας την κλωστή στον άξονα.



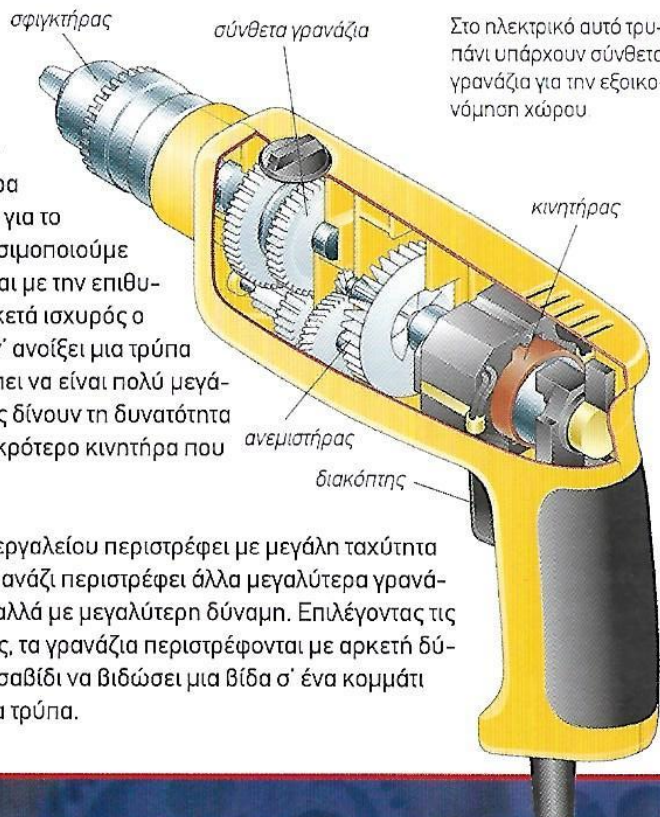
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Πολλά εργαλεία που λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες έχουν μέσα τους γρανάζια.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Εργαλεία όπως τα ηλεκτρικά τρυπάνια και τα ηλεκτρικά κατασβίδια χρησιμοποιούν γρανάζια για να επιβραδύνουν τον μεγάλης ταχύτητας κινητήρα τους στην κατάλληλη ταχύτητα για το εργαλείο. Γιατί, όμως, δεν χρησιμοποιούμε έναν κινητήρα που να στρέφεται με την επιθυμητή ταχύτητα; Για να είναι αρκετά ισχυρός ο κινητήρας, ώστε το εργαλείο ν' ανοίξει μια τρύπα ή να βιδώσει μια βίδα, θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλο και βαρύς. Τα γρανάζια μάς δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε έναν μικρότερο κινητήρα που να χωράει μέσα στο εργαλείο.

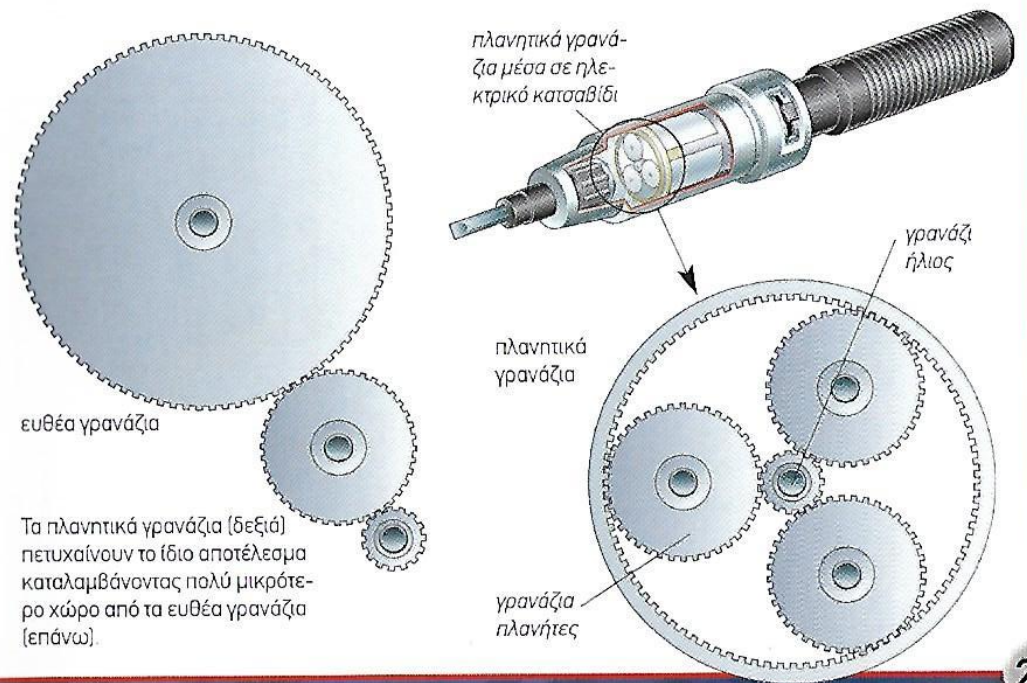
Ο κινητήρας ενός ηλεκτρικού εργαλείου περιστρέφει με μεγάλη ταχύτητα ένα μικρό γρανάζι. Το μικρό γρανάζι περιστρέφει άλλα μεγαλύτερα γρανάζια, που στρέφονται πιο αργά, αλλά με μεγαλύτερη δύναμη. Επιλέγοντας τις κατάλληλες σχέσεις μετάδοσης, τα γρανάζια περιστρέφονται με αρκετή δύναμη ώστε να μπορέσει το κατασβίδι να βιδώσει μια βίδα σ' ένα κομμάτι ξύλο ή το τρυπάνι ν' ανοίξει μια τρύπα.



Στο ηλεκτρικό αυτό τρυπάνι υπάρχουν σύνθετα γρανάζια για την εξοικονόμηση χώρου

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΟΥ

Τα ηλεκτρικά εργαλεία έχουν γρανάζια τοποθετημένα με ειδικό τρόπο, ώστε να γίνεται εξοικονόμηση χώρου και τα εργαλεία να είναι αρκετά μικρά για να κρατιούνται στο χέρι. Εργαλεία όπως τα ηλεκτρικά τρυπάνια έχουν σύνθετα γρανάζια. Τα σύνθετα γρανάζια παρέχουν μεγάλη μείωση ταχύτητας, αλλά καταλαμβάνουν τον μισό χώρο από το κανονικό. Ένα σύνθετο γρανάζι αποτελείται από ένα μικρό γρανάζι στερεωμένο στο μέσο ενός μεγαλύτερου γραναζιού. Ένας άλλος τρόπος για να εξοικονομήσουμε χώρο είναι να τοποθετήσουμε γρανάζια το ένα μέσα στο άλλο. Τα γρανάζια αυτά ονομάζονται πλανητικά, επειδή το γρανάζι στο μέσο είναι σαν τον Ήλιο και τα γρανάζια γύρω του σαν τους πλανήτες.



Τα πλανητικά γρανάζια (δεξιά) πετυχαίνουν το ίδιο αποτέλεσμα καταλαμβάνοντας πολύ μικρότερο χώρο από τα ευθέα γρανάζια (επάνω).

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ

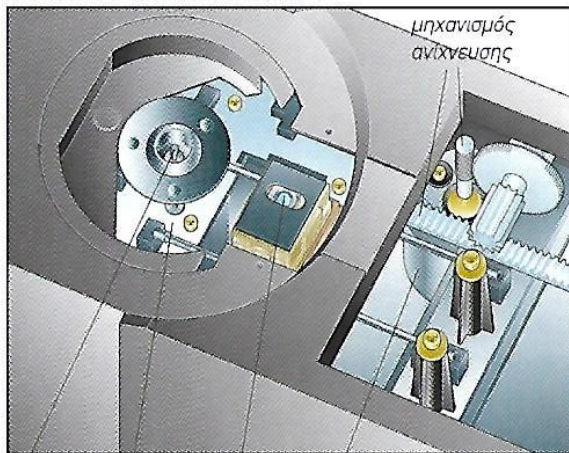
Θα ξαφνιαστείς όταν διαπιστώσεις πόσες πολλές συσκευές στο σπίτι σου έχουν μέσα τους γρανάζια.

ΓΕΓΟΝΟΣ!

Οι ακριβές φωτογραφικές μηχανές χρησιμοποιούν γρανάζια για να στρέφουν τους φακούς, ώστε οι φωτογραφίες να βγαίνουν πολύ καθαρές.

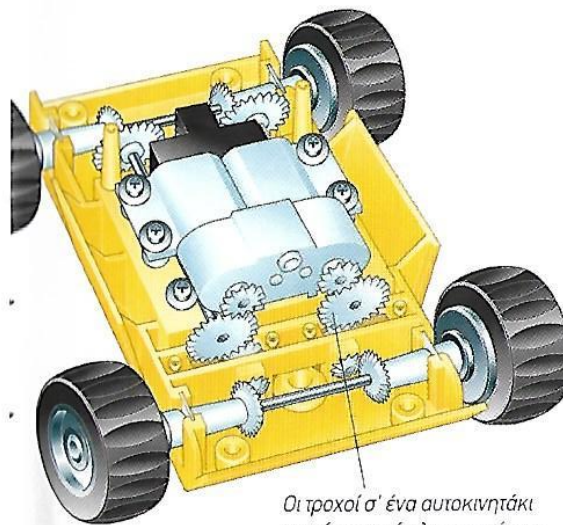
Έχεις στο σπίτι σου συσκευή βίντεο ή συσκευή αναπαραγωγής CD ή DVD; Όλες έχουν μέσα τους γρανάζια. Η συσκευή βίντεο έχει έναν πολύπλοκο μηχανισμό για να τραβά την ταινία μέσα από την κασέτα και να την τυλίγει γύρω από τον κύλινδρο που τη διαβάζει. Κάποιες συσκευές CD έχουν γρανάζια για να βγάζουν τη θήκη στην οποία τοποθετείς το CD. Οι φωτογραφικές μηχανές έχουν γρανάζια για να τυλίγουν το φιλμ κάθε φορά που τραβάς μια φωτογραφία. Και φυσικά όλα τα ρολόγια στο σπίτι σου, ακόμα και τα ηλεκτρικά, έχουν μέσα τους γρανάζια.

Οι συσκευές αναπαραγωγής CD χρησιμοποιούν γρανάζια για να μετακινούν τα κινούμενα μέρη τους.



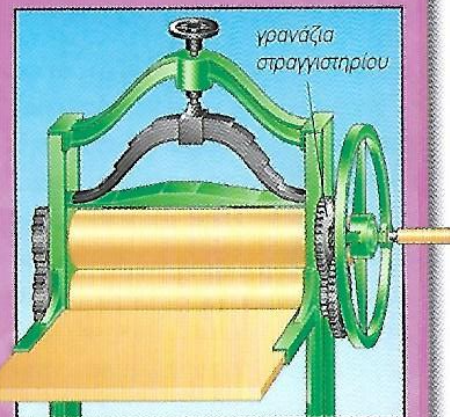
Ο μηχανισμός κίνησης δίσκου κινείται από τον κινητήρα. Ο κινητήρας μετακινεί την ακτίνα λέιζερ πάνω στο CD για να το διαβάσει.

Αν έχεις υπολογιστή, πιθανόν να έχεις και εκτυπωτή. Κάποιοι από τους κινητήρες μέσα του χρησιμοποιούν γρανάζια για να τραβήξουν το χαρτί μέσα στον εκτυπωτή και να κινήσουν τα μέρη που εκτελούν την εκτύπωση. Σε γρανάζια βασίζονται επίσης πολλά παιχνίδια. Οι πολύ μικροί ηλεκτρικοί κινητήρες μέσα σε μερικά παιχνίδια δεν είναι αρκετά ισχυροί για να εκτελέσουν αυτό για το οποίο προορίζονται. Έτσι, χρησιμοποιούνται γρανάζια, ώστε να παράγουν ισχυρότερη δύναμη στρέψης.



Οι τροχοί σ' ένα αυτοκινητάκι κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες και γρανάζια.

ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ



Τα γρανάζια ήταν πιο συνηθισμένα μέσα στο σπίτι στο παρελθόν. Για παράδειγμα, πολλά σπίτια είχαν σπραγιστήρια, μηχανισμούς για να σπραγίσουν τα βρεγμένα ρούχα. Όταν σιρεφόταν ένας μοχλός, τα βρεγμένα ρούχα πέζονταν ανάμεσα σε κυλίνδρους. Τα γρανάζια συνέδεαν τον μοχλό με τους κυλίνδρους. Όλοι οι μηχανισμοί που παλαιότερα λειτουργούσαν με μοχλούς και γρανάζια σήμερα λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες.

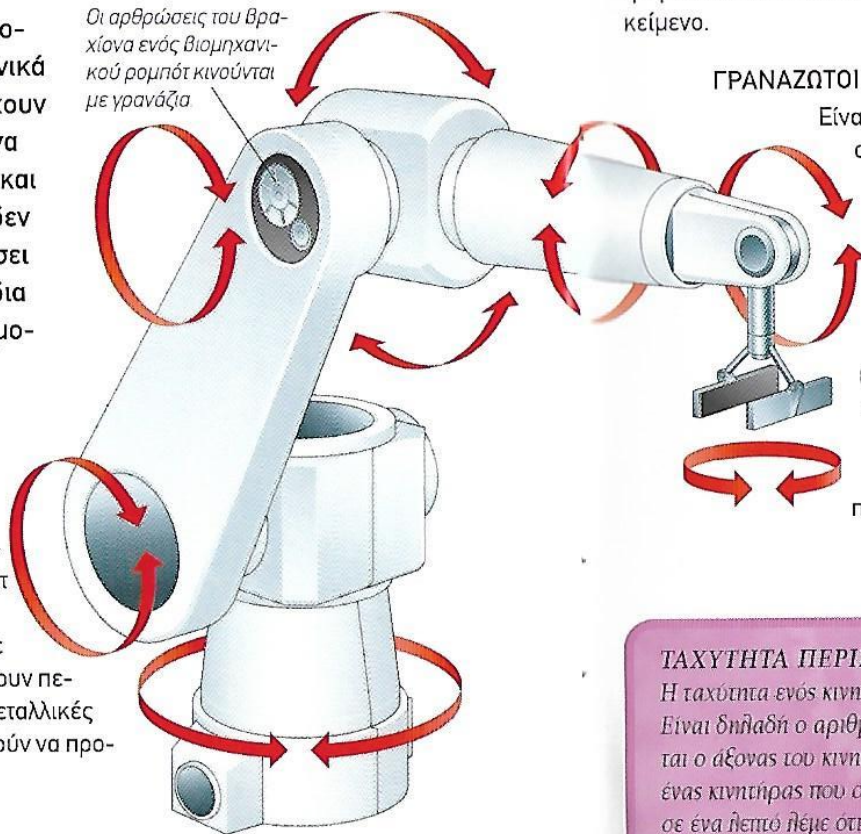
ΡΟΜΠΟΤ

Ο άνθρωπος προσπαθεί εδώ και εκατοντάδες χρόνια να κατασκευάσει μηχανικά ανθρώπινα αντίγραφα. Σήμερα υπάρχουν ρομπότ που μπορούν να περπατούν, να μιλούν, να καταλαβαίνουν τι τους λες και να παίζουν παιχνίδια. Κανείς, όμως, δεν έχει βρει ακόμη τρόπο να κατασκευάσει μινι-άνθρωπο που να κινούν τα χέρια και τα πόδια του ρομπότ. Γι' αυτό τον σκοπό χρησιμοποιούνται κινητήρες και γρανάζια.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΟΜΠΟΤ

Πολλά εργοστάσια έχουν ρομπότ για να κατασκευάζουν διάφορα πράγματα. Τα ρομπότ αυτά ονομάζονται βιομηχανικά. Όμως, δεν περπατούν, δεν μιλούν και δεν μοιάζουν με ανθρώπους. Τα βιομηχανικά ρομπότ μοιάζουν περισσότερο μ' έναν μηχανικό βραχίονα με μεταλλικές αρθρώσεις. Στην άκρη του βραχίονα μπορούν να προσαρμολογούνται πολλά διαφορετικά εργαλεία.

Οι αρθρώσεις του βραχίονα ενός βιομηχανικού ρομπότ κινούνται με γρανάζια



Ο βραχίονας ελέγχεται από έναν υπολογιστή, ο οποίος έχει προγραμματιστεί για την εργασία που πρέπει να εκτελέσει ο βραχίονας. Ίσως πρέπει να κατασκευάσει ένα τμήμα αυτοκινήτου ή να ψεκάσει μπογιά σε κάποιο αντικείμενο.

ΓΡΑΝΑΖΩΤΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

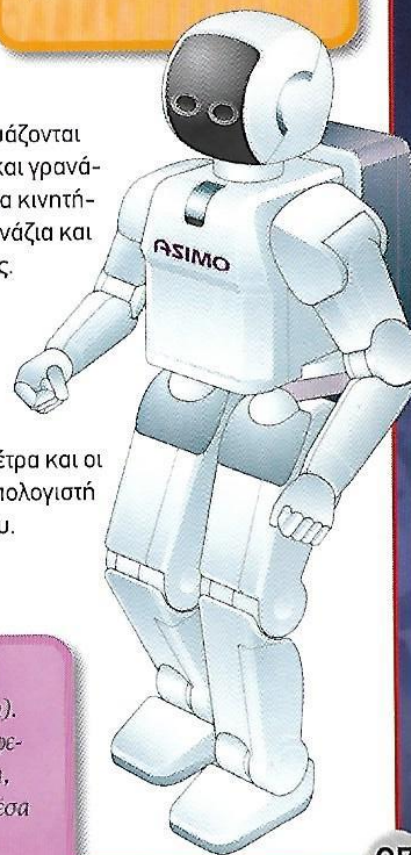
Είναι τόσα πολλά τα ρομπότ που κατασκευάζονται σήμερα, ώστε φτιάχνονται κινητήρες και γρανάζια ειδικά γι' αυτά. Υπάρχουν μάλιστα κινητήρες που έχουν ενσωματωμένα γρανάζια και ονομάζονται γραναζωτοί κινητήρες.

ΑΝΘΡΩΠΟΕΙΔΗ ΡΟΜΠΟΤ

Τα ρομπότ που μοιάζουν με ανθρώπους ονομάζονται ανθρωποειδή. Ο Asimo (δεξιά) είναι ένα από τα πιο εξελιγμένα ρομπότ. Έχει ύψος 1,2 μέτρα και οι κινήσεις του ελέγχονται από έναν υπολογιστή που βρίσκεται στο κουτί στην πλάτη του.

ΓΕΓΟΝΟΣ!

Η λέξη «ρομπότ» προέρχεται από την ιαπωνική λέξη *robot*, που σημαίνει «καταναγκαστική εργασία».



ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

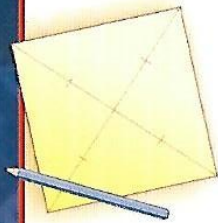
Η ταχύτητα ενός κινητήρα δίνεται σε στροφές ανά λεπτό (rpm). Είναι δηλαδή ο αριθμός που εκφράζει πόσες φορές περιστρέφεται ο άξονας του κινητήρα μέσα σε ένα λεπτό. Για παράδειγμα, ένας κινητήρας που ο άξονάς του περιστρέφεται 200 φορές μέσα σε ένα λεπτό λέμε ότι έχει ταχύτητα 200 στροφές ανά λεπτό.

5. Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Το πείραμα αυτό δείχνει με ποιον τρόπο μπορούμε με τη βοήθεια γραναζιών να εκμεταλλευτούμε τη δύναμη του ανέμου και να προκαλέσουμε κίνηση.

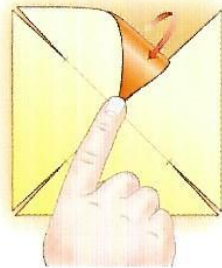
ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΣΑΙ

- Τρία μεγάλα γρανάζια από το κουτί
- Πλαίσιο συναρμολόγησης από το κουτί
- Τρεις ροδέλες από το κουτί
- Ένα κομμάτι χαρτόνι
- Ένα κομμάτι τριγώνω χαρτί ή λεπτό χαρτόνι με διαστάσεις 12 x 12 εκατοστά
- Κολλητική ταινία απλής και διπλής όψης



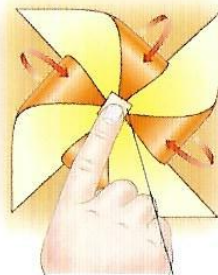
1. Πάρε το κομμάτι από λεπτό χαρτόνι ή χαρτί. Σχεδίασε δύο διαγώνιες γραμμές όπως στο σχήμα.

2. Κόψε το μισό κάθε γραμμής από το εξωτερικό προς το εσωτερικό.



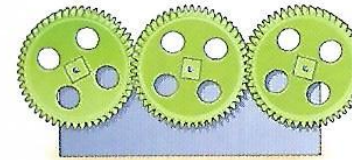
4. Όταν διπλώσεις και τις τέσσερις γωνίες του ανεμόμυλου, στερεώσες στη θέση τους στο κέντρο μ' ένα κομμάτι κολλητικής ταινίας.

3. Δίπλωσε την κάθε γωνία του ανεμόμυλου στο κέντρο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



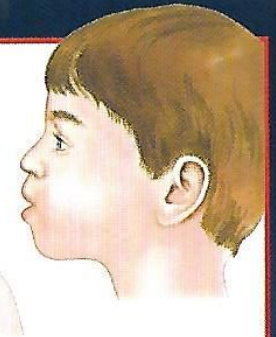
κολλητική ταινία

5. Τοποθέτησε τα τρία μεγάλα γρανάζια στο πλαίσιο συναρμολόγησης, χωρίς τη βάση.

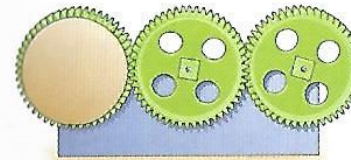


Φύσηξε τον ανεμόμυλο για να κάνεις τον τροχό να περιστραφεί.

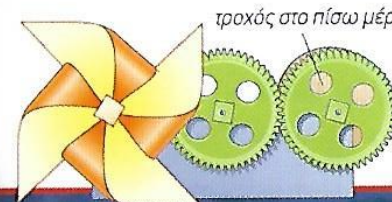
Μπορείς να ρίξεις μια σταγόνα λάδι σε κάθε άξονα, ώστε τα γρανάζια να γυρίζουν πιο εύκολα.



6. Κόψε έναν δίσκο από χαρτόνι περίπου στο μέγεθος του ενός γραναζιού, χωρίς τα δόντια του, και κόλλησέ τον στο αριστερό γρανάζι με κολλητική ταινία διπλής όψης.



7. Κόλλησε τον ανεμόμυλο πάνω στο κυκλικό χαρτόνι χρησιμοποιώντας ξανά κολλητική ταινία διπλής όψης. Πάρε τον τροχό που έφτιαξες στο πείραμα 3 και στερεώσέ τον στον άξονα του γραναζιού που βρίσκεται στα δεξιά, από την άλλη μεριά του πλαισίου (δες κάτω).

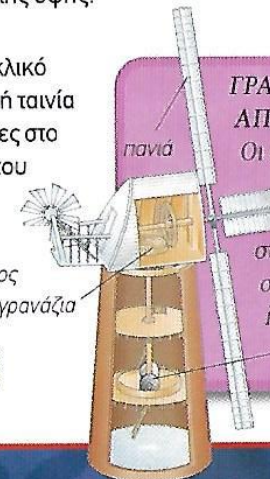


τροχός στο πίσω μέρος γρανάζια

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΠΟΥ ΚΙΝΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούσαν την ενέργεια του ανέμου για ν' αλέθουν τα σιτηρά. Τα πανιά περιστρέφονταν από τον άνεμο και η κίνηση μεταδιδόταν με γρανάζια στις μυλόπετρες.

Τα γρανάζια έστρεφαν τις μυλόπετρες



ΓΛΩΣΣΑΡΙ

Αλυστροχός Οδοντωτός τροχός που τα δόντια του εφαρμόζουν σε μια αλυσίδα. Έτσι, όταν ο τροχός περιστρέφεται, κινεί την αλυσίδα.

Άξονας Η ράβδος που περνά από το κέντρο ενός τροχού ή γραναζιού.

Γρανάζι κορόνα Γρανάζι που αποτελείται από μια μεταλλική στεφάνη με οδόντωση και το οποίο μοιάζει κάπως με κορόνα.

Ελικοειδή γρανάζια Γρανάζια με ελικοειδή οδόντωση. Τα γρανάζια αυτά είναι αρκετά αθόρυβα, εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζουν τα δόντια τους.

Ενδιάμεσο γρανάζι Το γρανάζι που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο άλλα για να τα κάνει να στρέφονται προς την ίδια κατεύθυνση.

Ευθύ γρανάζι Γρανάζι με ευθύγραμμο δόντια παράλληλα στον άξονα περιστροφής του τροχού. Είναι το πιο απλό είδος γραναζιού.

Ζεύγος γραναζιών Δύο γρανάζια που εμπλέ-

κονται μεταξύ τους και όταν περιστρέφεται το ένα, περιστρέφεται και το άλλο.

Κιβώτιο ταχυτήτων Μέρος οχήματος που περιέχει σύστημα γραναζιών. Τα γρανάζια έχουν διάφορα μεγέθη και διαφορετικό αριθμό δοντιών. Ο οδηγός μπορεί να κάνει το όχημα να κινείται με διαφορετικές ταχύτητες αλλάζοντας τα γρανάζια που συνδέουν τη μηχανή με τους τροχούς.

Κινητήριο γρανάζι Το γρανάζι που περιστρέφει τα άλλα γρανάζια.

Κινούμενο γρανάζι Ένα γρανάζι που στρέφεται από ένα άλλο.

Κωνικά γρανάζια Γρανάζια που εφαρμόζουν σε γωνία. Άξονες που σχηματίζουν γωνία μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με κωνικά γρανάζια.

Μηχανισμός ατέρμονα κοκλία Σύστημα που αποτελείται από μια ράβδο με ελικοειδές αυ-

λάκι γύρω της (ατέρμονας κοκλίας) στο οποίο εφαρμόζουν τα δόντια ενός μικρού γραναζιού.

Μοχλός ταχυτήτων Ο μοχλός με τον οποίο αλλάζουν οι ταχύτητες σ' ένα όχημα. Σπρώχνοντας ή τραβώντας στην κατάλληλη θέση τον μοχλό, ο οδηγός επιλέγει μια διαφορετική ομάδα γραναζιών και κάνει το όχημα να κινείται με διαφορετική ταχύτητα.

Οδοντωτός κανόνας και πινιόν Σύστημα που αποτελείται από ένα μικρό γρανάζι (πινιόν) και από μια οδοντωτή ράβδο (οδοντωτός κανόνας). Όταν περιστρέφεται το πινιόν, ο οδοντωτός κανόνας κινείται μπροστά ή πίσω. Όταν κινείται ο οδοντωτός κανόνας, περιστρέφει το πινιόν.

Οδοντωτός τροχός Τροχός με δόντια κατά μήκος της περιφέρειάς του. Είναι μια άλλη ονομασία για το γρανάζι.

Πλανητικά γρανάζια Ομάδα γραναζιών τα οποία κινούνται γύρω από ένα γρανάζι που

βρίσκεται στο κέντρο, όπως οι πλανήτες γύρω από τον Ήλιο. Το κεντρικό γρανάζι συχνά ονομάζεται γρανάζι ήλιος.

Σύνθετα γρανάζια Σύστημα μικρών και μεγάλων γραναζιών που πετυχαίνουν μεγάλη αλλαγή στην ταχύτητα καταλαμβάνοντας πολύ μικρό χώρο.

Σύστημα μετάδοσης κίνησης Τα γρανάζια και άλλα μέρη του αυτοκινήτου που συνδέουν τον κινητήρα με τους τροχούς του αυτοκινήτου.

Σχέση μετάδοσης κίνησης Ο λόγος του αριθμού των δοντιών του κινούμενου γραναζιού προς τον αριθμό των δοντιών του κινητήριου γραναζιού. Δείχνει και τη σχέση του αριθμού των περιστροφών των δύο γραναζιών στη μονάδα του χρόνου. Όταν το κινούμενο γρανάζι έχει διπλάσιο αριθμό δοντιών από το κινητήριο, τότε η σχέση μετάδοσης κίνησης είναι 2:1.