

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΙΙΙ

- ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ/-ΩΝ		
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	
ΚΑΦΦΕ ΙΩΑΝΝΑ	ΠΕ12.04	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ
ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	ΠΕ12.04	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1.1 ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αλλάζοντας Ταχύτητα – Μετάδοση Κίνησης με Οδοντωτούς Τροχούς (Γρανάζια)

1.2 ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Οδοντωτός τροχός, Γρανάζι, Σχέση μετάδοσης, Φορά περιστροφής, Ταχύτητα “ΟΠΙΣΘΕΝ” κιβωτίου ταχυτήτων

1.3 ΣΚΟΠΟΣ/ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Σκοπός:

Σκοπός της εργασίας είναι να κατασκευάσουν οι μαθητές οδοντωτούς τροχούς διαφορετικών διαμέτρων, για να εξερευνήσουν τον τρόπο συσχέτισης της σχέσης μετάδοσης κίνησης και της φοράς περιστροφής στην οδοντοκίνηση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδοντωτών τροχών.

Αιτιολόγηση:

- Η εργασία απαιτεί απλά υλικά και υλοποιείται στην τάξη χωρίς άλλους πόρους.
- Μέσα από απλές κατασκευές οι μαθητές θα εμπεδώσουν μαθηματικές και τεχνολογικές έννοιες και θα κατανοήσουν τη σημασία των μαθηματικών για τις μηχανολογικές εφαρμογές

1.4 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Γνωστικά αποτελέσματα:

- ✓ Να εξοικειωθούν με τη χρήση των μαθηματικών εννοιών ακτίνα, διάμετρος, περίμετρος κύκλου, ανάλογα και αντιστρόφως ανάλογα ποσά
- ✓ Να γνωρίζουν τι είναι τα γρανάζια και ποιες είναι οι εφαρμογές τους

- ✓ Να γνωρίζουν τι είναι η σχέση μετάδοσης κίνησης, να μπορούν να την υπολογίζουν και να αναγνωρίζουν πως συσχετίζεται με τον λόγο των διαμέτρων των εμπλεκόμενων γραναζιών
- ✓ Να αντιλαμβάνονται πότε η φορά περιστροφής του κινητήριου και του κινούμενου οδοντωτού τροχού θα είναι ίδια και πότε αντίθετη

Ικανότητες

- ✓ Να αναπτύξουν διερευνητικές ικανότητες
- ✓ Να αναπτύξουν κριτική σκέψη
- ✓ Να αναπτύξουν ικανότητες μεταφοράς/εφαρμογής της γνώσης
- ✓ Να αναπτύξουν ικανότητες συνεργασίας

Δεξιότητες:

- ✓ Να αναπτύξουν δεξιότητες οργάνωσης και διεξαγωγής πειραμάτων

Στάσεις:

- ✓ Να βελτιώσουν την άποψή τους για το ρόλο και τη σημασία των μαθηματικών στην κατασκευή και στη λειτουργία τεχνολογικών αντικειμένων.

1.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- Τι είναι τα γρανάζια και ποιος είναι ο ρόλος τους;
- Τι είναι η σχέση μετάδοσης των γραναζιών και πως υπολογίζεται;
- Πως σχετίζεται η σχέση μετάδοσης με τις διαμέτρους των εμπλεκόμενων γραναζιών
- Πότε το κινητήριο και το κινούμενο γρανάζι έχουν ίδια και πότε αντίθετη φορά περιστροφής

1.6 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Χαρτόνι γκοφρέ (από χαρτοκιβώτιο συσκευασίας)
Πινέζες ψηλές ή ξυλόβιδες
ψαλίδι
διαβήτης
κανόνας (χάρακας)
κόλλα
μαρκαδόρος
εφημερίδα

1.7 ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

6 εβδομάδες

2. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

2.1 Μεθοδολογία υλοποίησης

Διεπιστημονική προσέγγιση (Μαθηματικά, Μηχανολογία) με τη βοήθεια καθοδηγούμενης (μέσω του Φύλλου Εργασίας) πειραματικής διερεύνησης.

2.2 Πορεία υλοποίησης

Η πορεία υλοποίησης περιγράφεται αναλυτικά στο Φύλλο Εργασίας των μαθητών.

Βήμα 1:

Εισαγωγή στους οδοντωτούς τροχούς με τη βοήθεια του αντίστοιχου βοηθήματος.

(1 διδακτική ώρα)

Βήμα 2:

Κατασκευή τεσσάρων (4) οδοντωτών τροχών από χαρτόνι με διαμέτρους 12 cm, 8 cm, 6 cm και 4 cm. (Κάθε μέλος της ομάδας θα κατασκευάσει έναν οδοντωτό τροχό).

(4 διδακτικές ώρες)

Βήμα 3:

Πραγματοποίηση πειραμάτων εμπλοκής οδοντωτών τροχών ανά 2 – Εισαγωγή της έννοιας της σχέσης μετάδοσης – Συσχέτιση της σχέσης μετάδοσης με το λόγο των διαμέτρων των οδοντωτών τροχών - Παρατήρηση φοράς περιστροφής κινητήριου και κινούμενου γραναζιού – Εξαγωγή συμπερασμάτων.

(3 διδακτικές ώρες)

Βήμα 4:

Πραγματοποίηση πειραμάτων με εμπλοκή περισσότερων οδοντωτών τροχών - Υπολογισμός ολικής σχέσης μετάδοσης - Παρατήρηση φοράς περιστροφής των εμπλεκόμενων οδοντωτών τροχών – Εξαγωγή συμπερασμάτων

(2 διδακτικές ώρες)

Βήμα 5:

Κατασκευή τελικού προϊόντος: Η ομάδα θα επιλέξει τα κατάλληλα γρανάζια από αυτά που έχει, για να κατασκευάσει διάταξη οδοντωτών τροχών, που αντιστοιχεί σε ταχύτητα “όπισθεν” χειροκίνητου κιβωτίου ταχυτήτων επιβατηγού αυτοκινήτου, με σχέση μετάδοσης 3:1.

(1 διδακτική ώρα)

Βήμα 6:

Παρουσίαση της εργασίας

(1 διδακτική ώρα).

3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Κάθε μέλος της ομάδας θα αξιολογηθεί για τη συμμετοχή στην οργάνωση και στην εκτέλεση των πειραμάτων, τη συμπλήρωση του ατομικού φύλλου εργασίας και τη συμβολή του στην εξαγωγή των συμπερασμάτων και στην κατασκευή του τεχνήματος.

Η ομάδα θα αξιολογηθεί για τη συνεργασία κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραμάτων και για την ποιότητα του τεχνήματος που θα δημιουργήσει.

Η ρουμπρίκα αξιολόγησης της διαδικασίας και του τεχνήματος περιέχεται στο αρχείο με τίτλο “GRANAZIA_4_ROYMPRIKA_AKSIOLOGHSHS”

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Η εργασία βασίστηκε στη δραστηριότητα: “How to Make Gears”, by Beth Touchette, November 15, 2013. (<http://www.education.com/science-fair/article/toothy/>) και έγιναν τροποποιήσεις και προσθήκες.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ / ΠΗΓΕΣ

1. Καρβέλης, Ι., Μπαλντούκας, Α., Ντασκαγιάννη, Α., (1999). Στοιχεία Μηχανών – Σχέδιο. Αθήνα : ΟΕΔΒ.
2. Touchette, Β, (2013). How to Make Gears. Ανακτήθηκε από <http://www.education.com/science-fair/article/toothy/>

Ηλεκτρονικές Σελίδες

1. <http://www.cs.bham.ac.uk/internal/courses/robotics/lectures/Gears.pdf>
2. https://www.teachengineering.org/lessons/view/umo_challenges_lesson02

ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ:

Γραμματοσειρά: Calibri, Μέγεθος 11, Όχι Bold.

Διάστιχο: Μονό

Στοιχίση: Πλήρης

Διάστημα: Πριν και Μετά 0.

Αλλάζοντας Ταχύτητα – Μετάδοση Κίνησης με Οδοντωτούς Τροχούς

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

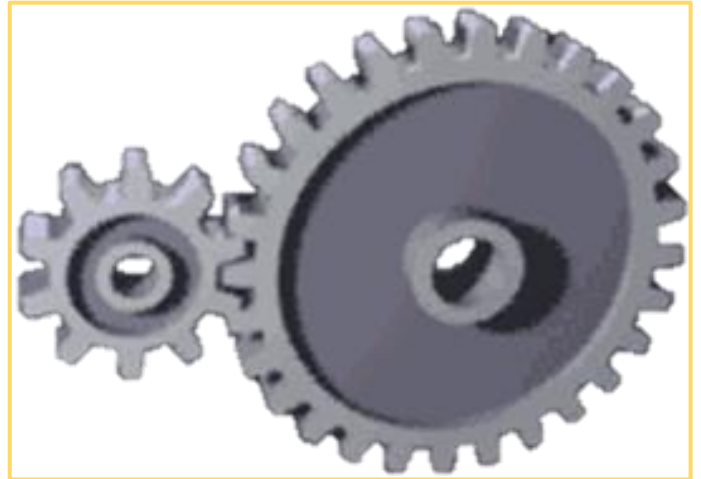
Στην εργασία αυτή θα μάθετε τι είναι οι **οδοντωτοί τροχοί**, ή **γρανάζια**, πως λειτουργούν και που χρησιμοποιούνται.

Θα κατασκευάσετε παράλληλους οδοντωτούς τροχούς, όμοιους με τους τροχούς της φωτογραφίας, χρησιμοποιώντας απλές έννοιες από τη γεωμετρία (**ακτίνα κύκλου**, **διάμετρος κύκλου** και **περίμετρος** ή **περιφέρεια κύκλου**).

Θα κάνετε πειράματα, με τα οποία θα αναπαραστήσετε πως μεταδίδουν περιστροφική κίνηση οι οδοντωτοί τροχοί.

Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα γρανάζια θα αλλάξετε την ταχύτητα περιστροφής και τη φορά περιστροφής.

Θα γνωρίστε την έννοια της **σχέσης μετάδοσης** και θα χρησιμοποιήσετε τις έννοιες **ανάλογα** και **αντιστρόφως ανάλογα ποσά**.



A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΟΥΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

Για μια πολύ σύντομη εισαγωγή στους οδοντωτούς τροχούς μελετήστε το βοήθημα με τίτλο “ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ”.

B. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ (ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ)

Για να κατασκευάσετε τα γρανάζια θα χρησιμοποιήσετε απλά υλικά, όπως χαρτόνι γκοφρέ, πινέζες ή ξυλόβιδες, χάρακα, διαβήτη, ψαλίδι, μαρκαδόρο και κόλλα. Θα χρειαστείτε και εφημερίδα για να μη λερώσετε το χώρο.



Θα κατασκευάσετε τέσσερα γρανάζια από χαρτόνι με διαμέτρους 12, 8, 6 και 4 εκατοστά (cm), αντίστοιχα. Κάθε μέλος της ομάδας θα κατασκευάσει ένα γρανάζι με διαφορετική διάμετρο, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Κόψτε ένα κομμάτι από το χαρτόνι με διαστάσεις τουλάχιστον 30 cm x 30 cm. Θα το χρησιμοποιήσετε ως βάση πάνω στην οποία θα στερεώνετε τα γρανάζια.
2. Σε ένα άλλο κομμάτι από το χαρτόνι, με τη βοήθεια του διαβήτη κάθε μέλος της ομάδας θα χαράξει ένα κύκλο με τη διάμετρο που επέλεξε για το γρανάζι του (δηλαδή 12 cm ή 8 cm, ή 6 cm ή 4 cm). **Θυμηθείτε ότι η διάμετρος (d) του κύκλου είναι διπλάσια από την ακτίνα του (r).** Επομένως για να έχετε π.χ.. διάμετρο 12cm, η ακτίνα που θα μετρήσετε πάνω στον χάρακα πρέπει να είναι 6 cm.
3. Κόψτε τους κύκλους που χαράξατε στο χαρτόνι, με προσοχή για να είναι όσο το δυνατόν πιο στρογγυλοί, ώστε να λειτουργούν σωστά τα γρανάζια που θα κατασκευάσετε.



4. Στη συνέχεια θα κατασκευάσετε τα δόντια των γραναζιών και θα τα κολλήσετε στην περιφέρεια των κύκλων. Πρέπει να γνωρίζετε ακριβώς το μήκος του χαρτονιού που θα χρησιμοποιήσετε για κάθε κύκλο. Για να το υπολογίσετε χρειάζεστε την περίμετρο του κύκλου. Όπως γνωρίζετε από τη γεωμετρία για να υπολογίσετε την περίμετρο του κύκλου πρέπει να πολλαπλασιάσετε τη διάμετρό του επί τον αριθμό π . Ο αριθμός π είναι περίπου 3,14. Επομένως η περίμετρος του κύκλου με διάμετρο π.χ. 12cm, θα είναι:

Περίμετρος $C = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 12 \text{ cm} = 37,68 \text{ cm}$. Δηλαδή το μήκος του χαρτονιού για τον κύκλο με διάμετρο $d=12\text{cm}$, θα είναι 37 εκατοστά και 7 περίπου χιλιοστά.

5. Κάθε μαθητής θα κόψει ένα κομμάτι χαρτόνι, ορθογωνίου σχήματος, με μήκος ίσο με αυτό που υπολόγισε στο προηγούμενο βήμα για τη διάμετρο γραναζιού που έχει επιλέξει και με πλάτος ίσο με το πάχος του χαρτονιού πάνω στο οποίο κόψατε τον κύκλο για το γρανάζι σας. Πρέπει να κόψετε το χαρτόνι κάθετα στις προεξοχές του γκοφρέ, δηλαδή κάθετα στις προεξοχές. Για να δημιουργήσετε τα δόντια, με μεγάλη προσοχή αφαιρέστε από το κομμάτι του χαρτονιού ένα από τα οριζόντια χαρτιά. Χρειάζεται υπομονή γιατί **δεν πρέπει να μείνει κολλημένο χαρτί πάνω στις προεξοχές που θα είναι τα δόντια του γραναζιού.**



6. Τοποθετήστε την εφημερίδα ως επιφάνεια εργασίας. Τοποθετήστε το κομμάτι με τα δόντια πάνω στην περιφέρεια του γραναζιού, (με τα δόντια προς τα έξω), και αφού βεβαιωθείτε ότι την καλύπτει ακριβώς, κολλήστε το και αφήστε να στεγνώσει (Μέχρι την επόμενη ημέρα).

Αν είναι μεγαλύτερο κόψτε το προσεκτικά, αν είναι μικρότερο πρέπει να το ξανακάνετε.

Αν περάσετε με κόλλα τα "δόντια" και τα αφήσετε να στεγνώσουν, τα γρανάζια σας θα περιστρέφονται ευκολότερα λόγω της λείας επιφάνειας.



7. Όταν τα γρανάζια σας είναι έτοιμα μπορείτε να ξεκινήσετε τη διεξαγωγή των πειραμάτων.

Γ. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Σκοπός των πειραμάτων είναι:

- Να ανακαλύψετε τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις στροφές που κάνουν το κινητήριο και το κινούμενο γρανάζι. Η σχέση αυτή καλείται σχέση μετάδοσης. *Η σχέση μετάδοσης δηλαδή, είναι ένα κλάσμα που στον αριθμητή έχει τον αριθμό στροφών του κινητήριου γραναζιού και στον παρονομαστή έχει τον αριθμό στροφών του κινούμενου γραναζιού.*
Οι **αριθμοί στο κλάσμα είναι πρώτοι μεταξύ τους**, δηλαδή έχουν μέγιστο κοινό διαιρέτη τη μονάδα. Π.χ. 1:3, 1:2, 1:5, 1:2.5, 1:3.8, 2:1, 3:2, 4:1, 2.5:1, κ.λ.π.
- Να ανακαλύψετε πως μπορείτε να έχετε την ίδια ή διαφορετική φορά περιστροφής του κινητήριου με το κινούμενο γρανάζι.

Προετοιμασία Πειραμάτων

Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων θα χρησιμοποιήσετε τα γρανάζια που κατασκευάσατε, δηλαδή τα εξής:

- Γρανάζι **A** με διάμετρο **4 cm**
- Γρανάζι **B** με διάμετρο **6 cm**
- Γρανάζι **Γ** με διάμετρο **8 cm**
- Γρανάζι **Δ** με διάμετρο **12 cm**

Για να εξασφαλίζετε την περιστροφή των γραναζιών στερεώστε τα στο χαρτόνι βάσης με πινέζες ή ξυλόβιδες, που θα τοποθετηθούν στο κέντρο του γραναζιού. Σε κάθε δραστηριότητα πριν ξεκινήσετε την περιστροφή σημειώστε με τον μαρκαδόρο δύο δόντια που βρίσκονται σε εμπλοκή, όπως στην εικόνα, για να παρακολουθείτε πόσες στροφές του κινούμενου γραναζιού αντιστοιχούν σε μία στροφή του κινητήριου γραναζιού.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Σε όλες τις παρακάτω δραστηριότητες το μικρότερο γρανάζι θα είναι το **κινητήριο** και το μεγαλύτερο θα είναι το **κινούμενο**. Η παραδοχή αυτή θα σας βοηθήσει στον υπολογισμό της **σχέσης μετάδοσης**.

Δραστηριότητα 1

Έχουμε ένα γρανάζι (**A**) με διάμετρο 4 cm και ένα άλλο (**Γ**) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 8 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (**Γ**) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (**A**); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια A και Γ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.



Ερώτηση 1-1:

Όταν το γρανάζι Γ με διάμετρο 8 cm κάνει 1 περιστροφή το γρανάζι Α με διάμετρο 4 cm κάνει περιστροφές.

Το κλάσμα των στροφών που θα κάνει το πρώτο γρανάζι (κινητήριο) προς τις στροφές που θα κάνει το δεύτερο γρανάζι (κινούμενο) είναι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω η **σχέση μετάδοσης** της κίνησης. Ποια είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Θυμηθείτε τον ορισμό της σχέσης μετάδοσης και την παραδοχή ότι το κινητήριο γρανάζι είναι το μικρότερο και επιλέξτε τη σωστή απάντηση:

- i) Η σχέση μετάδοσης είναι 1: 3 ii) Η σχέση μετάδοσης είναι 1: 2 iii) Η σχέση μετάδοσης είναι 2: 1

Ερώτηση 1-2

Στην παρακάτω πρόταση επιλέξτε τη σωστή συνέχεια της πρότασης:

Το κινούμενο γρανάζι κινείται (με την ίδια φορά με το κινητήριο γρανάζι/ με αντίστροφη φορά από αυτή του κινητήριου γραναζιού)

Δραστηριότητα 2

Επαναλάβετε τον παραπάνω υπολογισμό αλλάζοντας το ζευγάρι των γραναζιών. Έχουμε ένα γρανάζι (Α) με διάμετρο 4 cm και ένα άλλο (Β) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 6 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Β) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Α); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Α και Β που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

Το μικρό γρανάζι (Α) θα κάνει..... στροφές

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Θυμηθείτε τον ορισμό της σχέσης μετάδοσης και την παραδοχή ότι το κινητήριο γρανάζι είναι το μικρότερο και επιλέξτε τη σωστή απάντηση.:

- i) Η σχέση μετάδοσης είναι 1: 1.5 ii) Η σχέση μετάδοσης είναι 2: 1 iii) Η σχέση μετάδοσης είναι 1.5: 1

Δραστηριότητα 3

Επαναλάβετε τον παραπάνω υπολογισμό αλλάζοντας το ζευγάρι των γραναζιών. Έχουμε ένα γρανάζι (Α) με διάμετρο 4 cm και ένα άλλο (Δ) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 12 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Δ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Α); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Α και Δ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

Το μικρό γρανάζι (Α) θα κάνει..... στροφές

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Θυμηθείτε τον ορισμό της σχέσης μετάδοσης και την παραδοχή ότι το κινητήριο γρανάζι είναι το μικρότερο και επιλέξτε τη σωστή απάντηση.:

- i) Η σχέση μετάδοσης είναι 3:1 ii) Η σχέση μετάδοσης είναι 1: 3 iii) Η σχέση μετάδοσης είναι 4: 3

Δραστηριότητα 4

Επαναλάβετε τον παραπάνω υπολογισμό αλλάζοντας το ζευγάρι των γραναζιών. Έχουμε ένα γρανάζι (Β) με διάμετρο 6 cm και ένα άλλο (Δ) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 12 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Δ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Β); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Β και Δ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

Το μικρό γρανάζι (Β) θα κάνει..... στροφές

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Θυμηθείτε τον ορισμό της σχέσης μετάδοσης και την παραδοχή ότι το κινητήριο γρανάζι είναι το μικρότερο και επιλέξτε τη σωστή απάντηση.:

- i) Η σχέση μετάδοσης είναι 3:1 ii) Η σχέση μετάδοσης είναι 1: 2 iii) Η σχέση μετάδοσης είναι 2: 1

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ερώτηση 1

Αν συγκρίνετε τη σχέση μετάδοσης που βρήκατε σε αυτό το πείραμα, με τη σχέση μετάδοσης που βρήκατε στην δραστηριότητα 1, δηλαδή εκεί που ζευγαρώσατε τα γρανάζια Α με διάμετρο 4 cm και Γ με διάμετρο 8cm, τι συμπέρασμα βγάξετε;

Οι σχέσεις μετάδοσης είναι (ΙΣΕΣ/ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ)

Ερώτηση 2

Αν συγκρίνετε τον λόγο (το κλάσμα) των διαμέτρων των γранаζιών σε αυτό το πείραμα, με το κλάσμα των διαμέτρων των γранаζιών που εμπλέκονται στην δραστηριότητα 1, δηλαδή εκεί που ζευγαρώσατε τα γранаζια Α με διάμετρο 4 cm και Γ με διάμετρο 8cm, τι συμπέρασμα βγάξετε;

Οι λόγοι των διαμέτρων είναι (ΙΣΟΙ/ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ)

Σύμφωνα με τις απαντήσεις σας στις ερωτήσεις 1 και 2 επιλέξτε αν η παρακάτω πρόταση είναι σωστή ή λάθος: Γρανάζια με ίδιο λόγο διαμέτρων έχουν ίσες σχέσεις μετάδοσης. (Θυμηθείτε έχουμε κάνει την παραδοχή ότι το κινητήριο γρανάζι είναι το μικρότερο). (ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ)

Δραστηριότητα 5

Επαναλάβετε τον παραπάνω υπολογισμό αλλάζοντας το ζευγάρι των γранаζιών. Έχουμε ένα γρανάζι (Β) με διάμετρο 6 cm και ένα άλλο (Γ) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 8 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Γ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Β); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Β και Γ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

.....

 Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα;

Δραστηριότητα 6

Επαναλάβετε τον παραπάνω υπολογισμό αλλάζοντας το ζευγάρι των γранаζιών. Έχουμε ένα γρανάζι (Γ) με διάμετρο 8 cm και ένα άλλο (Δ) που συνεργάζεται με το πρώτο και έχει διάμετρο 12 cm. Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Δ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Γ); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Γ και Δ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

.....

 Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα;

ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Συμπλήρωση πίνακα αποτελεσμάτων

Από τα αποτελέσματα των 6 δραστηριοτήτων που κάνατε συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα αποτελεσμάτων.

Δραστηριότητες	Σύνδεση Γραναζιών	Σχέση Μετάδοσης
Δραστηριότητα 1	Γρανάζια Α και Γ	
Δραστηριότητα 2	Γρανάζια Α και Β	
Δραστηριότητα 3	Γρανάζια Α και Δ	
Δραστηριότητα 4	Γρανάζια Β και Δ	
Δραστηριότητα 5	Γρανάζια Β και Γ	
Δραστηριότητα 6	Γρανάζια Γ και Δ	

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα που είναι συνέχεια του προηγούμενου πίνακα γράφοντας στην τελευταία στήλη την αντίστοιχη σχέση (κλάσμα ή λόγο) των διαμέτρων των γραναζιών για κάθε μία από τις έξι δραστηριότητες.

Δραστηριότητες	Σύνδεση Γραναζιών	Σχέση Μετάδοσης	Σχέση Διαμέτρων Γραναζιών
Δραστηριότητα 1	Γρανάζια Α και Γ		
Δραστηριότητα 2	Γρανάζια Α και Β		
Δραστηριότητα 3	Γρανάζια Α και Δ		
Δραστηριότητα 4	Γρανάζια Β και Δ		
Δραστηριότητα 5	Γρανάζια Β και Γ		
Δραστηριότητα 6	Γρανάζια Γ και Δ		

Διατύπωση Συμπερασμάτων:

1. Για την παρακάτω πρόταση επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

Η σχέση μετάδοσης δύο γραναζιών που βρίσκονται σε εμπλοκή είναι:

- i) ανάλογη με τη σχέση (το λόγο ή το κλάσμα) των διαμέτρων τους
- ii) αντιστρόφως ανάλογη με τη σχέση (το λόγο ή το κλάσμα) των διαμέτρων τους.

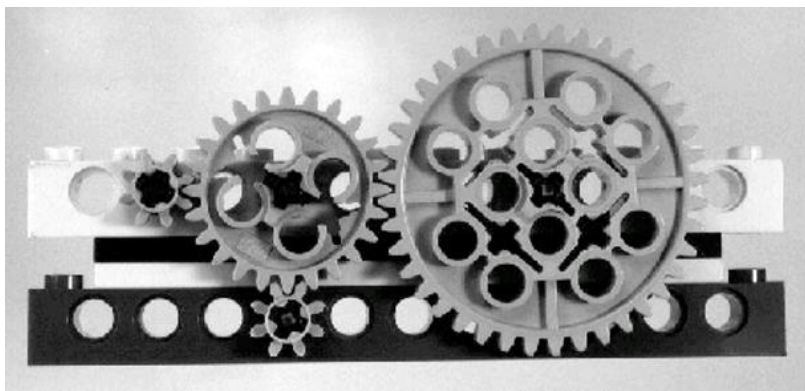
2. Για την παρακάτω πρόταση επιλέξτε τη σωστή απάντηση

Όταν δύο γρανάζια είναι σε εμπλοκή το κινούμενο γρανάζι έχει την ίδια φορά περιστροφής με το κινητήριο (ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΕΜΠΛΟΚΗ ΤΡΙΩΝ ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ

Δραστηριότητα 7

Έχουμε ένα γρανάζι (Α) με διάμετρο 4 cm ένα δεύτερο (Β) με διάμετρο 6 cm και τέλος ένα άλλο (Γ) με διάμετρο 8 cm που συνεργάζονται μεταξύ τους σε σειρά. Πρώτο είναι το Α (κινητήριο) και ακολουθεί το Β και εν συνεχεία το Γ. Όταν το μεσαίο γρανάζι Β κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Α); Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Γ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μεσαίο γρανάζι (Β); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Α, Β και Γ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.



.....

Το κλάσμα των στροφών που θα κάνει το πρώτο γρανάζι (κινητήριο) προς τις στροφές που θα κάνει το δεύτερο γρανάζι (κινούμενο) ονομάζεται **σχέση μετάδοσης** της κίνησης. Η **ολική σχέση μετάδοσης** θα είναι το γινόμενο των δύο σχέσεων μετάδοσης.

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Εδώ θα υπολογίσετε δύο σχέσεις μετάδοσης. Μία για τα δύο πρώτα γρανάζια Α και Β και μία για τα δύο τελευταία γρανάζια Β και Γ. Από το γινόμενό τους θα υπολογίσετε την ολική σχέση μετάδοσης.

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Α και Β

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Β και Γ

ΟΛΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα της δραστηριότητας 7 με τα αποτελέσματα από τις δραστηριότητες 2 και 5. Θα μπορούσατε χωρίς να κάνετε το πείραμα να υπολογίσετε τις σχέσεις μετάδοσης από τις δραστηριότητες 2 και 5;

.....

Δραστηριότητα 8

Επαναλαμβάνουμε τον πειραματισμό με τα γρανάζια Α, Β και Δ. Έχουμε ένα γρανάζι (Α) με διάμετρο 4 cm ένα δεύτερο (Β) με διάμετρο 6 cm και τέλος ένα άλλο (Δ) με διάμετρο 12 cm που συνεργάζονται μεταξύ τους σε σειρά. Πρώτο είναι το Α (κινητήριο) και ακολουθεί το Β και εν συνεχεία το Δ. Όταν το μεσαίο γρανάζι Β κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρό γρανάζι (Α); Όταν το μεγάλο γρανάζι το (Δ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μεσαίο γρανάζι (Β); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Α, Β και Δ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

.....

Το κλάσμα των στροφών που θα κάνει το πρώτο γρανάζι (κινητήριο) προς τις στροφές που θα κάνει το δεύτερο γρανάζι (κινούμενο) ονομάζεται **σχέση μετάδοσης** της κίνησης. Η **ολική σχέση μετάδοσης** θα είναι το γινόμενο των δύο σχέσεων μετάδοσης.

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Εδώ θα υπολογίσετε δύο σχέσεις μετάδοσης. Μία για τα δύο πρώτα γρανάζια Α και Β και μία για τα δύο τελευταία γρανάζια Β και Δ. Από το γινόμενο τους θα υπολογίσετε την ολική σχέση μετάδοσης.

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Α και Β

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Β και Δ

ΟΛΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα της δραστηριότητας 8 με τα αποτελέσματα από τις δραστηριότητες 2 και 4. Θα μπορούσατε χωρίς να κάνετε το πείραμα να υπολογίσετε τις σχέσεις μετάδοσης από τις δραστηριότητες 2 και 4;

Δραστηριότητα 9

Επαναλαμβάνουμε τον πειραματισμό με τα γρανάζια Β, Γ και Δ. Έχουμε ένα γρανάζι (Β) με διάμετρο 6 cm ένα δεύτερο (Γ) με διάμετρο 8 cm και τέλος ένα άλλο (Δ) με διάμετρο 12 cm που συνεργάζονται μεταξύ τους σε σειρά. Πρώτο είναι το Β (κινητήριο) και ακολουθεί το Γ και εν συνεχεία το Δ. Όταν το μεσαίο γρανάζι Γ κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μικρότερο γρανάζι (Β); Όταν το μεγαλύτερο γρανάζι (Δ) κάνει μια περιστροφή πόσες περιστροφές θα έχει κάνει το μεσαίο γρανάζι (Γ); Κάντε το πείραμα με τα γρανάζια Β, Γ και Δ που έχετε κατασκευάσει και απαντήστε γραπτώς στην ερώτηση.

Σημείωση: Το κλάσμα των στροφών που θα κάνει το πρώτο γρανάζι (κινητήριο) προς τις στροφές που θα κάνει το δεύτερο γρανάζι (κινούμενο) ονομάζεται **σχέση μετάδοσης** της κίνησης. Η **ολική σχέση μετάδοσης** θα είναι το γινόμενο των δύο σχέσεων μετάδοσης.

Πόση είναι η σχέση μετάδοσης στο παραπάνω παράδειγμα; Εδώ θα υπολογίσετε δύο σχέσεις μετάδοσης. Μία για τα δύο πρώτα γρανάζια Β και Γ και μία για τα δύο τελευταία γρανάζια Γ και Δ. Από το γινόμενο τους θα υπολογίσετε την ολική σχέση μετάδοσης.

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Β και Γ

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ Γ και Δ

ΟΛΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα της δραστηριότητας 8 με τα αποτελέσματα από τις δραστηριότητες 5 και 6. Θα μπορούσατε χωρίς να κάνετε το πείραμα να υπολογίσετε τις σχέσεις μετάδοσης από τις δραστηριότητες 5 και 6;

ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Συμπλήρωση πίνακα αποτελεσμάτων

Από τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων 7 και 8 συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα αποτελεσμάτων.

Δραστηριότητες	Σύνδεση Γραναζιών	Ολική Σχέση Μετάδοσης
----------------	-------------------	--------------------------

Δραστηριότητα 7	Γρανάζια Α, Β και Γ	
Δραστηριότητα 8	Γρανάζια Α και Β και Δ	
Δραστηριότητα 9	Γρανάζια Β, Γ και Δ	

Διατύπωση Συμπερασμάτων

Επιλέξτε ΣΩΣΤΟ ή ΛΑΘΟΣ για τις παρακάτω προτάσεις:

1. Η φορά περιστροφής του τρίτου στη σειρά κινούμενου γραναζιού είναι ίδια με τη φορά περιστροφής του κινητήριου γραναζιού (ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ)
2. Η ολική σχέση μετάδοσης είναι ίση με τη σχέση μετάδοσης του πρώτου (κινητήριου) γραναζιού και του τρίτου (κινούμενου) γραναζιού (ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ)
3. Το μεσαίο γρανάκι μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε θέση, αρκεί να εμπλέκεται και με τα δύο άλλα γρανάκια. (ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ)

Δ. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΕΧΝΗΜΑΤΟΣ

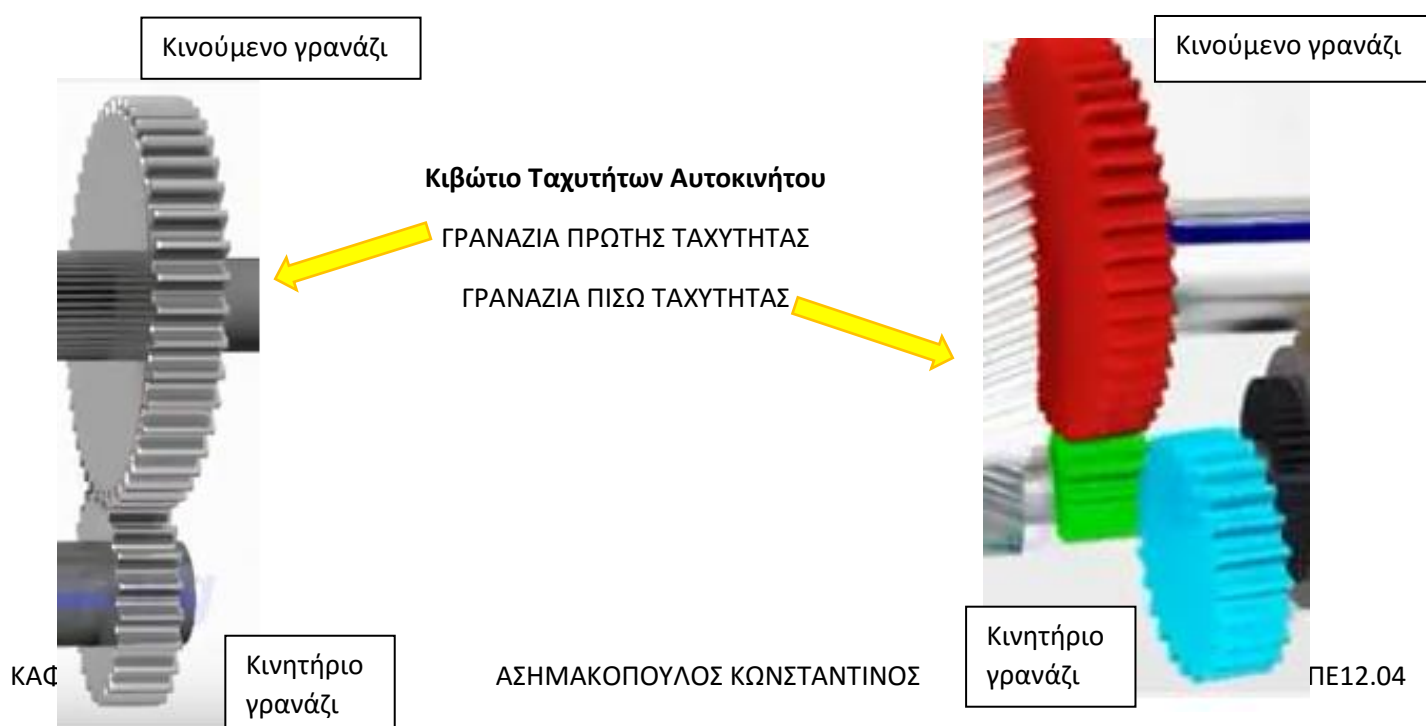
Κατασκευή Διάταξης Ταχύτητας “ΟΠΙΣΘΕΝ” Κιβωτίου Ταχυτήτων Αυτοκινήτου

Δραστηριότητα 1:

Για την “πρώτη” ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων του αυτοκινήτου εμπλέκονται δύο γρανάκια όπως φαίνονται στην παρακάτω φωτογραφία. Η σχέση μετάδοσης είναι περίπου 3:1 και το κινούμενο γρανάκι κινείται με φορά αντίστροφη από το κινητήριο. Χρησιμοποιήστε σε εμπλοκή δύο κατάλληλα γρανάκια από αυτά που έχετε κάνει για να έχετε μία διάταξη γραναζιών όμοια με αυτή της “πρώτης” ταχύτητας και δοκιμάστε τη για να βεβαιωθείτε ότι στη διάταξή σας όταν το κινητήριο γρανάκι κάνει 3 στροφές το κινούμενο κάνει μία.

Επιλέξτε τον συνδυασμό που θα χρησιμοποιήσετε

- α) Κινητήριο γρανάκι με διάμετρο 12 εκατοστά και κινούμενο γρανάκι με διάμετρο 6 εκατοστά.
- β) Κινητήριο γρανάκι με διάμετρο 4 εκατοστά και κινούμενο γρανάκι με διάμετρο 12 εκατοστά.
- γ) Κινητήριο γρανάκι με διάμετρο 12 εκατοστά και κινούμενο γρανάκι με διάμετρο 4 εκατοστά.
- δ) Κινητήριο γρανάκι με διάμετρο 8 εκατοστά και κινούμενο γρανάκι με διάμετρο 6 εκατοστά.



Δραστηριότητα 2 – Τελικό Τέχνημα

Για την ταχύτητα “ΟΠΙΣΘΕΝ” στο κιβώτιο ταχυτήτων εμπλέκονται τρία γρανάζια, (κόκκινο, πράσινο και μπλε γρανάζι στην παραπάνω φωτογραφία). Σκεφθείτε τι αλλαγές πρέπει να κάνετε στη διάταξη της “πρώτης” ταχύτητας του κιβωτίου ταχυτήτων με την οποία το αυτοκίνητο κινείται μπροστά, έτσι ώστε να δημιουργήσετε μία διάταξη για ταχύτητα “ΟΠΙΣΘΕΝ” με την ίδια σχέση μετάδοσης, 3:1. Θυμηθείτε το αυτοκίνητο πρέπει να κινηθεί αντίστροφα.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κάποιο άλλο γρανάζι από αυτά που έχετε ως βοηθητικό. Η διάμετρος του γραναζιού που θα επιλέξετε ως βοηθητικό επηρεάζει τη σχέση μετάδοσης ανάμεσα στο αρχικό κινητήριο γρανάζι και στο τελικό κινούμενο(ΝΑΙ/ΟΧΙ).

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ (ΓΡΑΝΑΖΙΑ)

Τι γνωρίζετε για τα γρανάζια; Στα παρακάτω ερωτήματα γράψτε τις δικές σας ιδέες χωρίς να έχει σημασία εάν είναι σωστές ή λάθος.

Τι είναι ένα γρανάζι; Γιατί τα συναντάμε συνήθως σε ζευγάρια; Ποιος είναι ο σκοπός τους;

.....

.....

.....

.....

Σημειώστε όσα παραδείγματα αντικειμένων, εξαρτημάτων ή εργαλείων γνωρίζετε που χρησιμοποιούν γρανάζια.

.....

.....

.....

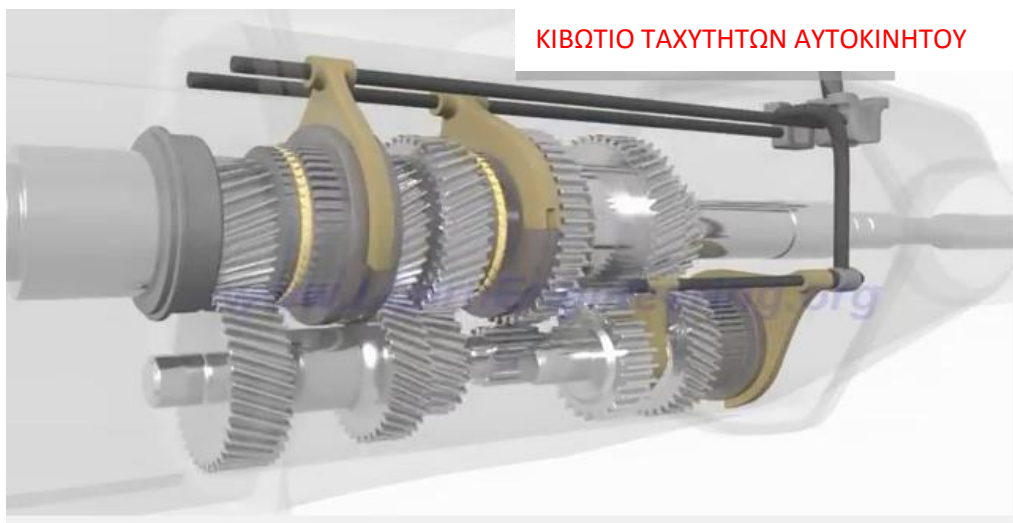
.....

Απαντήσεις

Το γρανάζι είναι ένας οδοντωτός τροχός μετάδοσης κίνησης. Πρώτα από όλα γρανάζι είναι ένας τροχός που έχει όμως και δόντια. Ο τροχός αυτός για να περιστραφεί θα πρέπει να στηρίζεται σε έναν άξονα. Συνήθως έχουμε δύο γρανάζια να δουλεύουν σε ζευγάρι. Με τον τρόπο αυτό μεταδίδεται η κίνηση από τον ένα άξονα στον άλλο. Ονομάζουμε **κινητήριο** το γρανάζι που στερεώνεται στον άξονα που έχει κίνηση και **κινούμενο** το γρανάζι που στερεώνεται στον άξονα στον οποίο μεταδίδεται η κίνηση. Συγκεκριμένα τα γρανάζια χρησιμεύουν για να αλλάζουν τη ροπή, την ταχύτητα περιστροφής και την κατεύθυνση της κίνησης.



Παραδείγματα : ποδήλατο, κιβώτιο ταχυτήτων, διαφορικό, γρανάζια μηχανισμού ρολογιού, γρανάζια σε ανοιχτήρι κονσέρβας κλπ.



ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΡΟΛΟΓΙΟΥ



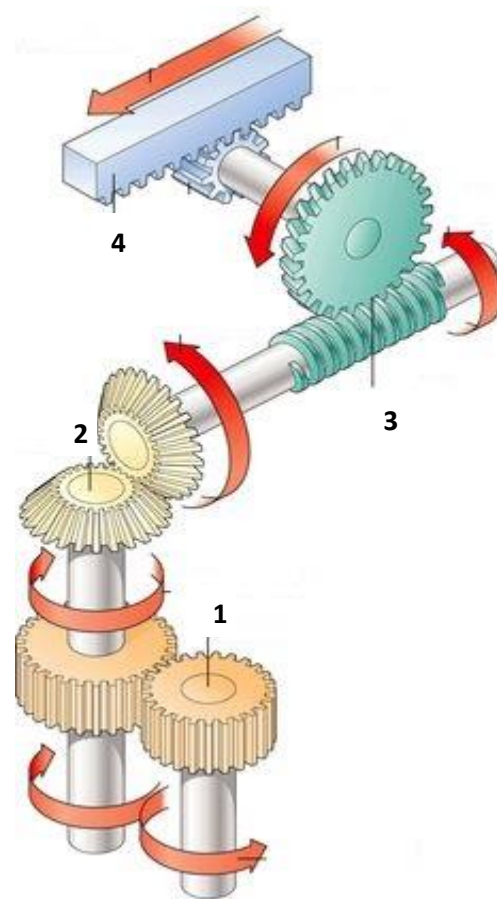
ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΣΤΟ ΠΟΔΗΛΑΤΟ



ΤΥΠΟΙ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ (ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ)

Υπάρχουν διαφορετικά είδη (οδοντωτών τροχών) γραναζιών, που είναι κατάλληλοι για διαφορετικές εφαρμογές

- 1) Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί με ίσια ή λοξά (ελικοειδή) δόντια
- 2) κωνικοί οδοντωτοί τροχοί
- 3) Ελικοειδής οδοντωτός τροχός και ατέρμονας κοχλίας
- 4) Παράλληλος οδοντωτός τροχός και οδοντωτός κανόνας



ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΧΑΜΕΝΟΙ

Η ΡΟΠΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Τα γρανάζια είναι πολύ χρήσιμα γιατί μας βοηθούν να μεταφέρουμε κίνηση από έναν άξονα σε έναν άλλο. Όμως κάθε κέρδος έχει και την αρνητική πλευρά του. Κάτι θα πρέπει να χάσουμε. Συνεπώς στα γρανάζια υπάρχει μια μόνιμη μάχη ανάμεσα σε ροπή στρέψης και ταχύτητα περιστροφής.

Όταν χρησιμοποιούμε ένα ζευγάρι γραναζιών να γνωρίζουμε ότι **όταν κερδίζουμε σε ροπή στρέψης θα χάσουμε σε ταχύτητα περιστροφής ενώ όσο κερδίζουμε σε ταχύτητα περιστροφής θα χάσουμε σε ροπή**. Είναι αδύνατον να κερδίσουμε και στα δύο. Συγκεκριμένα, εάν κερδίζουμε δύο φορές στη ροπή τότε θα χάνουμε δύο φορές στην ταχύτητα περιστροφής. Εάν κερδίζουμε τρεις φορές στην ταχύτητα περιστροφής τότε θα χάνουμε τρεις φορές στη ροπή.

Παράδειγμα: Όταν ανεβαίνουμε με το αυτοκίνητο μία ανηφόρα με την πρώτη ταχύτητα χάνουμε σε στροφές, άρα τελική ταχύτητα, κερδίζουμε όμως σε ροπή στρέψης για να μπορούμε να ανέβουμε.

Βιβλιογραφία

1. <http://www.cs.bham.ac.uk/internal/courses/robotics/lectures/Gears.pdf>
2. https://www.teachengineering.org/lessons/view/umo_challenges_lesson02

Τίτλος ΕΕΤ: Αλλάζοντας Ταχύτητα – Μετάδοση Κίνησης με Οδοντωτούς Τροχούς

Αξιολόγηση – Μέγιστος Βαθμός: 24

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	1	2	3	4	Βαθμός
1	Ατομική συμπλήρωση φύλλων εργασίας και δραστηριοτήτων.	Ελάχιστη προσπάθεια συμπλήρωσης φύλλων εργασίας και δραστηριοτήτων.	Συμπλήρωσης φύλλων εργασίας και δραστηριοτήτων σε ποσοστό < από 50% .	Συμπλήρωσης φύλλων εργασίας και δραστηριοτήτων σε ποσοστό > από 50%	Συμπλήρωση φύλλων εργασίας και δραστηριοτήτων σωστά.	max 4
2	Συμμετοχή στην εκτέλεση του πειράματος.	Ελάχιστη παρακολούθηση των βημάτων.	Παρακολούθησαν τα βήματα σε ποσοστό < από 50%	Παρακολούθησαν τα βήματα σε ποσοστό > από 50%	Παρακολούθησαν όλα τα βήματα με τη σωστή σειρά.	max 4
3	Συμμετοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων	Ελάχιστη συμμετοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων.	Συμμετοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων σε ποσοστό < από 50%	Συμμετοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων σε ποσοστό > από 50%	Σαφή και αιτιολογημένη διατύπωση συμπερασμάτων	max 4
4	Συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος: διάταξη της ταχύτητας “ΟΠΙΣΘΕΝ” του Κιβωτίου Ταχυτήτων	Ελάχιστη συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος	Μέτρια συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας και μικρή συνεισφορά στη δημιουργία του τελικού προϊόντος	Μέτρια συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας και σημαντική συνεισφορά στη δημιουργία του τελικού προϊόντος	Πολύ καλή συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας και σημαντική συνεισφορά στη δημιουργία του τελικού προϊόντος	max 4
5	Παρουσίαση της εργασίας ατομική και ομαδική	Ελάχιστη ατομική συνεισφορά στην παρουσίαση. Μέτρια παρουσίαση	Μέτρια συνεισφορά στην παρουσίαση. Μέτρια παρουσίαση.	Σημαντική συνεισφορά στην παρουσίαση. Μέτρια παρουσίαση	Σημαντική συνεισφορά στην παρουσίαση. Άριστη παρουσίαση.	max 4
6	Τέχνημα – Ποιότητα του τεχνήματος, αναφορικά με την καλή κατασκευή των γραναζιών, τη σωστή επιλογή και διάταξη των γραναζιών για την ταχύτητα “ΟΠΙΣΘΕΝ” και την ορθότητα της αιτιολόγησης επιλογής	Χαμηλού επιπέδου ποιότητα τεχνήματος- όχι καλή κατασκευή γραναζιών, λάθος υπολογισμοί ακτίνας, περιμέτρου, λάθος επιλογή γραναζιών για την ΟΠΙΣΘΕΝ	Μέτριου επιπέδου ποιότητα τεχνήματος- μέτρια κατασκευή γραναζιών, σωστοί υπολογισμοί ακτίνας, περιμέτρου, λάθος επιλογή γραναζιών –διάταξη για την ΟΠΙΣΘΕΝ	Ικανοποιητικού επιπέδου ποιότητα τεχνήματος—καλή κατασκευή γραναζιών, σωστοί υπολογισμοί ακτίνας, περιμέτρου, σωστή επιλογή – διάταξη γραναζιών για την ΟΠΙΣΘΕΝ, ανεπαρκής αιτιολόγηση	Άριστου επιπέδου ποιότητα τεχνήματος- - άριστη κατασκευή γραναζιών, σωστοί υπολογισμοί ακτίνας, περιμέτρου, σωστή επιλογή-διάταξη γραναζιών για την ΟΠΙΣΘΕΝ, πλήρης αιτιολόγηση	max 4

