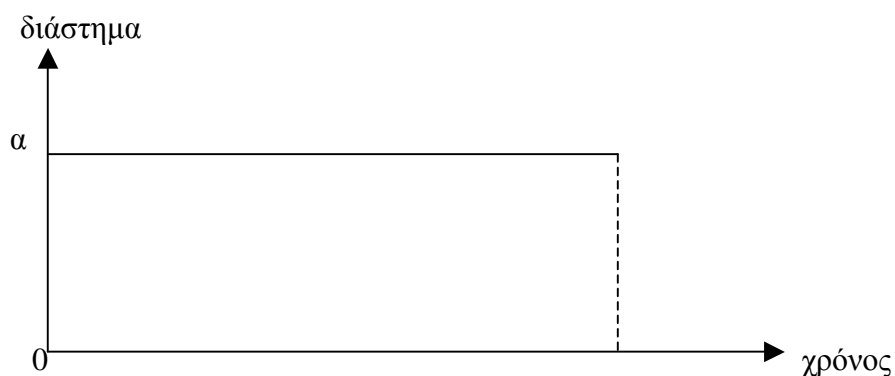


## 4.1 Κινηματική

1. Η πιο απλή «κίνηση»:



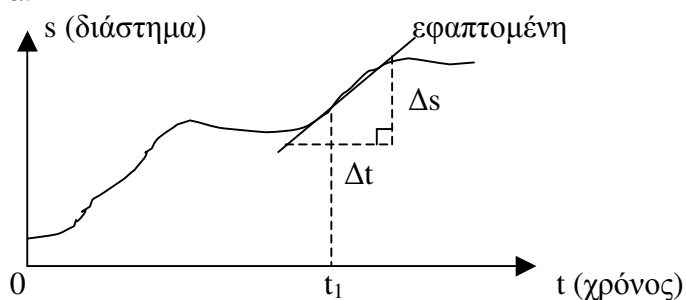
(η ταχύτητα είναι μηδέν!, Απλώς, γερνάμε!)

Η **κλίση** (η ο ρυθμός αύξησης) της γραμμής = 0

Η γραφική παράσταση της ταχύτητας με τον χρόνο θα είναι:



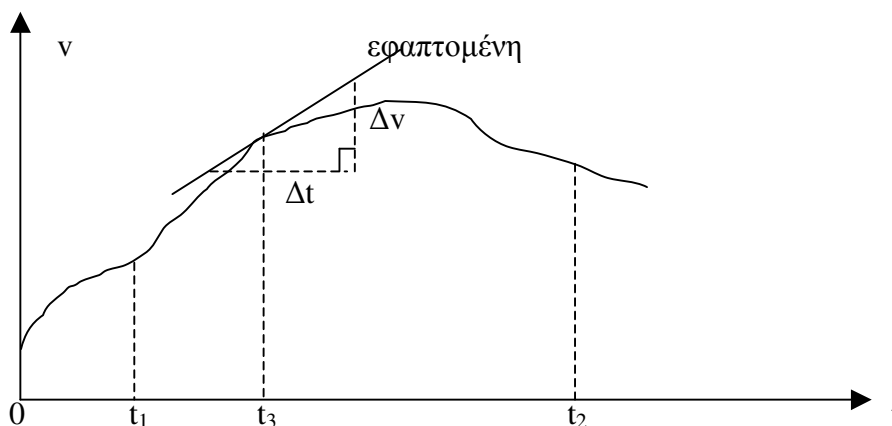
Γενικά:



Η **κλίση** (η ο ρυθμός αύξησης) του διαστήματος με τον χρόνο, είναι ίση με την (στιγμιαία) **ταχύτητα** όταν  $t = t_1$

Ετσι,  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  είναι η στιγμιαία ταχύτητα όταν  $t = t_1$

Από την γραφική παράσταση της ταχύτητας με τον χρόνο, μπορούμε να υπολογίσουμε δύο στοιχεία της κίνησης:



Η **κλίση** (η ο ρυθμός αύξησης) όταν  $t = t_3$  μας δίνει την (στιγμαία) **επιτάχυνση** όταν  $t = t_3$ . Μονάδες: (m/s)/s η  $m/s^2$

Το **εμβαδόν** μεταξύ της καμπύλης, του άξονα του t και τις γραμμές  $t = t_1, t = t_2$

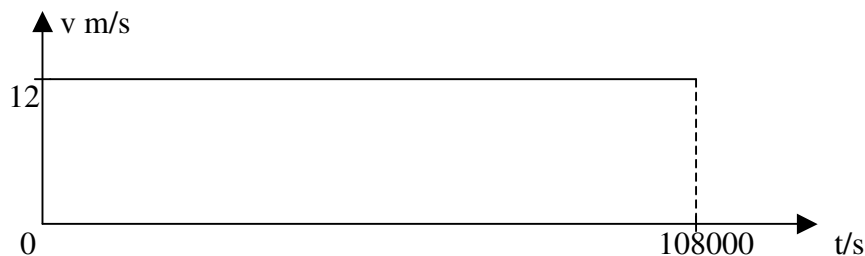
παριστάνει την **αύξηση του διαστήματος** που συνέβη μεταξύ των στιγμών  $t = t_1$  και  $t = t_2$ . **Προσοχή: Το «εμβαδόν» αυτό μετριέται σε m, όχι σε  $m^2$ !**

### Ασκήσεις

1. Ένα κοπάδι πουλιών ταξιδεύει επί 30 ώρες με μέση ταχύτητα 12 m/s. Παραστήστε γραφικά αυτή την κίνηση. Ποιά είναι η συνολική απόσταση που διήνυσαν τα πουλιά;
2. Ένα εκκρεμές κινείται από τις ακραίες θέσεις -5cm και 5cm (ως προς κάποια μέση θέση, 0) σε 1,2 δευτερόλεπτα.
  - (α) Παραστήστε γραφικά αυτήν την περιοδική κίνηση (διάστημα με τον χρόνο). Σε ποιά σημεία έχει μηδέν ταχύτητα; Σε ποιά σημεία έχει μέγιστη ταχύτητα και πόση περίπου είναι;
  - (β) Σκισάρετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας με τον χρόνο για μία περίοδο. Πότε είναι η επιτάχυνση μηδέν; Πότε είναι μέγιστη και πόσο περίπου είναι;
3. Μια αλεξιπτωτίστρια πηδά από ένα αιωρούμενο ελικόπτερο. Πέφτει για 4,0 s σ' ελεύθερη πτώση. Το αλεξίπτωτο της ανοίγει, και σαν αποτέλεσμα η ταχύτητα της μειώνεται στα 5 m/s σε 2,5 s. Συνεχίζει να πέφτει μ' αυτή τη σταθερή ταχύτητα των 5 m/s, μέχρι να φτάσει στο έδαφος, 5 λεπτά αργότερα.
  - (α) Σκισάρετε την γραφική παράσταση της ταχύτητας της με τον χρόνο, μέχρι να φτάσει στο έδαφος. (Πάρτε το g σαν  $10 m/s^2$ )
  - (β) Την μέγιστη ταχύτητα της
  - (γ) Την μέση επιβράδυνση της κατά τα 2,5 s που πήρε να μειωθεί η ταχύτητα λόγω του αλεξίπτωτου
  - (δ) Το ύψος του ελικόπτερου πάνω από το έδαφος.

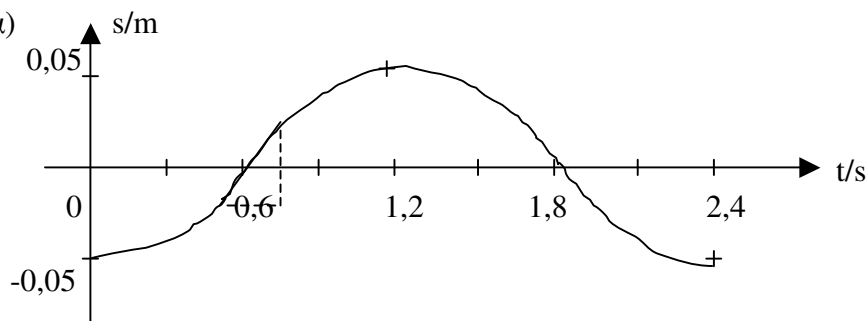
### 4.1 Λύσεις ασκήσεων Κινηματικής

1.



Εμβαδόν = απόσταση =  $12 \times 108000 = 1296000m = 1.296km$

2. (α)

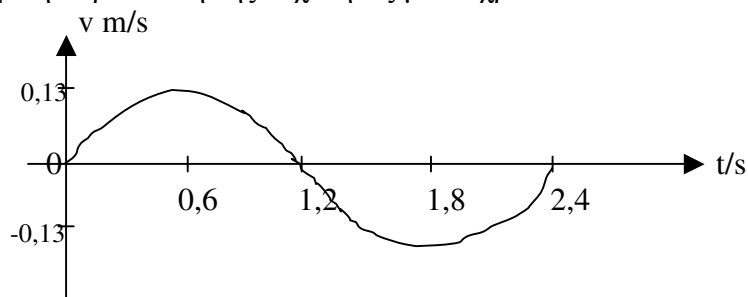


(α) Μηδέν ταχύτητα στα 0, 1,2s, και 2,4s

Μέγιστη ταχύτητα στα 0,6s, 1,8s,

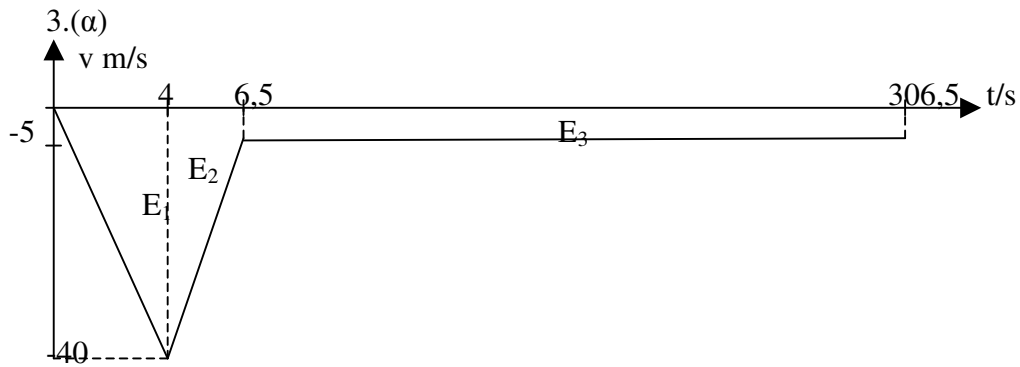
(β) Η κλίση στα 0,6s είναι περίπου  $= \frac{0,02 + 0,02}{0,25} = 0,16m/s =$  μέγιστη ταχύτητα.

Η γραφική παράσταση της ταχύτητας με το χρόνο:



Η επιτάχυνση είναι μηδέν στα 0,6s και στα 1,8s.

Η επιτάχυνση είναι μέγιστη στα 0, 1,2s και στα 2,4s.



(β) 40 m/s

(γ)  $\frac{40 - 5}{2,5} = 14 \text{ m/s}^2$

(δ) Ύψος =

$$E_1 + E_2 + E_3 = 80 + \frac{1}{2}(40 + 5) \cdot 2,5 + 5 \cdot 300 = 80 + 56,25 + 1500 = 1636,25 \approx 1640 \text{ m}$$

(ε) Το ελάχιστο ύψος του ελικοπτήρου πάνω από το έδαφος είναι 136,25 m .

## Δοκιμαστικές εξετάσεις Φυσικών

1. Η Αρχή της Διατήρησης της Ενέργειας λέει ότι:

(α) Η συνολική Μηχανική Ενέργεια σ' ένα κλειστό σύστημα είναι πάντα η ίδια.

(β) Το άθροισμα της Δυναμικής και Κινητικής Ενέργειας σ' ένα σύστημα είναι σταθερό

(γ) Η Ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί ούτε να καταστραφεί, αλλά μόνο να μετατραπεί από μια μορφή σε άλλη.

(δ) Η ολική ορμή ενός απομονωμένου συστήματος είναι πάντα η ίδια.

2. Μη ανανεώσιμες «πηγές» ενέργειας είναι:

(α) Πυρηνική, Αιολική, Φωτοβολταϊκή

(β) Υδροηλεκτρική, Γεωθερμική, ενέργεια από θαλάσσια κύματα

(γ) Ηλεκτρική, Δυναμική, Χημική

(δ) Πυρηνική, Απολιθωμένα καύσιμα

3. Οι κύριες διαφορές μεταξύ του ματιού και μιας φωτογραφικής μηχανής είναι:

(α) Ο φακός του ματιού δεν είναι διαφανής και συγκεντρωτικός, ενώ της μηχανής είναι και τα δύο.

(β) Ο φακός του ματιού εστιάζει με το να αλλάζει πάχος, της μηχανής με το να μετακινείται. Μέσα στο βολβό του ματιού υπάρχει διαφανές υγρό, μέσα στη μηχανή υπάρχει αέρας.

(γ) Ο φακός του ματιού είναι από πολυμερικό υλικό και το είδωλο σχηματίζεται σε φωτοευαίσθητα κύτταρα. Ο φακός της μηχανής είναι από μη πολυμερικό υλικό και το είδωλο σχηματίζεται σε μη φωτοευαίσθητο υλικό.

(δ) Ο φακός του ματιού αναλύει το φως στα χρώματα της ίριδος, ο φακός της μηχανής δεν αναλύει το φως στα χρώματα της ίριδος.

4. Σ' ένα ηλιακό θερμοσίφωνα, οι μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν είναι:

(α) Χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική και μετά σε θερμική

(β) Ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική

(γ) Ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική και μετά σε θερμική

(δ) Φωτοβολταϊκή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική και μετά σε θερμική.

5. Μέσα σ' ένα μέταλλο όπως το βολφράμιο, υπάρχουν «ελεύθερα» ηλεκτρόνια Ποιά απάντηση είναι **λάθος**;

(α) Μερικά ελεύθερα ηλεκτρόνια φεύγουν από το μέταλλο σε υψηλές θερμοκρασίες

(β) Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συνεχώς «σκοντάφτουν» πάνω στα θετικά ιόντα όταν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα

(γ) Κάθε στιγμή, **όλα** τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται προς τον θετικό πόλο μιάς μπαταρίας συνδεδεμένης με ένα σύρμα από βολφράμιο

(δ) Αν το μέταλλο ζεσταθεί, το πλάτος των ταλαντώσεων των θετικών ιόντων αυξάνεται

6. Η διάθλαση των κυμάτων συμβαίνει όταν:

(α) Το κύμα κινείται από ένα μέσο σ' ένα άλλο μέσο και υφίσταται αλλαγή ταχύτητας

(β) Το κύμα περνάει από ένα εμπόδιο η άνοιγμα της ίδιας τάξης μεγέθους με το μήκος κύματος .

(γ) Το κύμα περνάει από ένα εμπόδιο η άνοιγμα πολύ μεγαλύτερο από το μήκος κύματος.

(δ) Το κύμα κινείται από ένα μέσο σ' ένα άλλο μέσο και υφίσταται αλλαγή συχνότητας

7. Όταν το φως περνάει από τον αέρα στο γυαλί,

(α) Η ταχύτητα του και το μήκος κύματος αλλάζει, αλλά η συχνότητα παραμένει η ίδια

(β) Η ταχύτητα και η συχνότητα αλλάζει, αλλά το μήκος κύματος παραμένει το ίδιο

(γ) Το μήκος κύματος και η συχνότητα αλλάζει, αλλά η ταχύτητα παραμένει η ίδια.

(δ) Μπορεί να συμβεί το φαινόμενο της ολικής ανακλάσης.

8. Σαν αποτέλεσμα της περίθλασης των ραδιοκυμάτων,

(α) Η ταχύτητα τους αλλάζει

(β) Η συχνότητα τους αλλάζει

(γ) Το μήκος κύματος τους αλλάζει

(δ) Ένα ραδιόφωνο σε περιοχή με λόφους μπορεί να «πιάσει» ραδιοφωνικό σταθμό στα μακρά κύματα

9. Κατά την ανάκλαση του ήχου

(α) Η συχνότητα και το μήκος κύματος δεν αλλάζουν αλλά η ταχύτητα διάδοσης αλλάζει

(β) Η συχνότητα δεν αλλάζει αλλά το μήκος κύματος και η ταχύτητα διάδοσης αλλάζουν

(γ) Η συχνότητα, το μήκος κύματος και η ταχύτητα παραμένουν τα ίδια

(δ) Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται ομογενώς σ' όλες τις κατευθύνσεις

10. Το δοχείο “Thermos” επιτρέπει την απώλεια θερμότητας κυρίως μέσω:

(α) των διπλών τοιχωμάτων του με ακτινοβολία

(β) των διπλών τοιχωμάτων του με ρεύματα

(γ) των διπλών τοιχωμάτων του με αγωγή

(δ) του φελλού με εξαέρωση

11. Για να ζεστάνουμε  $0,2 \text{ m}^3$  νερό κατά  $30$  βαθμούς Κελσίου για ένα ντούς θα απαιτήσει περίπου: ( $1 \text{ kg}$  νερού χρειάζεται  $4,2 \text{ kJ}$  για να ανέβει η θερμοκρασία του κατά  $1$  βαθμό Κελσίου, πυκνότητα του νερού =  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

- (α)  $2500 \text{ J}$
- (β)  $2500 \text{ kJ}$
- (γ)  $25 \text{ MJ}$
- (δ)  $2,5 \text{ MJ}$

12. Το % ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε ορατό φώς σε μία κοινή ηλεκτρική λάμπα είναι περίπου:

- (α)  $18\%$
- (β)  $8\%$
- (γ)  $68\%$
- (δ)  $98\%$

13. Ένας αστροναύτης μάζας  $70 \text{ kg}$  είναι σε τροχιά γύρω από την Γη, κοντά στην επιφάνεια της Γης. Το βάρος του είναι περίπου: ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

- (α)  $70 \text{ N}$
- (β)  $100 \text{ N}$
- (γ)  $600 \text{ N}$
- (δ)  $800 \text{ N}$

14. Ένας αστροναύτης στη Σελήνη αφήνει να του πέση ένα σφυρί. Πέφτει στο έδαφος πίο αργά απ'ότι θα έπεφτε στη Γη. Αυτό συμβαίνει επειδή:

- (α) δεν υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση στη Σελήνη για να το σπρώξει προς τα κάτω
- (β) το σφυρί έχει πίο λίγη μάζα στη Σελήνη απ'ότι στη Γη.
- (γ) η ένταση του πεδίου βαρύτητας της Σελήνης είναι πίο ασθενής από το πεδίο βαρύτητας της Γης.
- (δ) η δύναμη της βαρύτητας είναι πάντα ασθενέστερη σε κενό αέρα

15. Μία βελόνα ραπτικής εισχωρεί εύκολα σέ ένα χοντρό ύφασμα επειδή:

- (α) Η δύναμη που εξασκεί στην επιφάνεια του υφάσματος είναι πολύ μεγάλη.
- (β) Η πίεση που εξασκεί στην επιφάνεια του υφάσματος είναι πολύ μεγάλη.
- (γ) Η κινητική ενέργεια της βελόνας είναι κυρίως θερμική.
- (δ) Τα άτομα της βελόνας κινούνται πίο γρήγορα από τα άτομα του υφάσματος.

16. Η ταχύτητα μιάς αλεξιπτωτίστριας την στιγμή που αγγίζει το έδαφος είναι:

- (α) Μικρότερη από την ορική ταχύτητα που αποκτά καθώς πέφτει με το αλεξίπτωτο ανοιχτό
- (β) Ιση με την ορική ταχύτητα που αποκτά καθώς πέφτει με το αλεξίπτωτο ανοιχτό.
- (γ) Μεγαλύτερη από την ορική ταχύτητα που αποκτά καθώς πέφτει με το αλεξίπτωτο ανοιχτό
- (δ) Περίπου  $150 \text{ m/s}$

17. Η ταχύτητα μιάς αλεξιπτωτίστριας την στιγμή που αγγίζει το έδαφος είναι:

- (α) Περίπου ίση με 5 m/s
- (β) Ίση με την ορική ταχύτητα που αποκτά καθώς πέφτει με το αλεξίπτωτο ανοιχτό
- (γ) Αρκετά μικρή ώστε να μην προξενηθεί τραυματισμός
- (δ) Όλα τα παραπάνω.

18. Το μεταλλικό τραπέζι συγκόλλησης ευαίσθητων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων είναι γειωμένο έτσι ώστε να:

- (α) Προστατεύονται τα κυκλώματα από συσσώρευση ηλεκτρικών φορτίων
- (β) Προστατεύονται τα κυκλώματα από τις συγκρούσεις των ατόμων τους.
- (γ) Προστατεύεται ο εργαζόμενος από ηλεκτροπληξία.
- (δ) Όλα τα παραπάνω.

19. Οι ηλεκτρικές συσκευές σε ένα σπίτι είναι συνδεδεμένες παράλληλα έτσι ώστε:

- (α) Να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα ηλεκτροπληξίας
- (β) Να μην υπάρχει περίπτωση υπερθέρμανσης.
- (γ) Όλες να λειτουργούν με την ίδια ηλεκτρική ένταση
- (δ) Όλες να λειτουργούν με την ίδια ηλεκτρική τάση.

20. Πιθανή χρήση ηλεκτρομαγνητών είναι:

- (α) Σε διακόπτες ηλεκτρικού ρεύματος
- (β) Σε γερανούς για ανακυκλωμένες ατσαλόβεργες
- (γ) Σε γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος
- (δ) Όλα τα παραπάνω.

21. Η πίεση του αερίου μέσα σε μια κλειστή φιάλη μεγαλώνει όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, επειδή:

- (α) Τά μόρια του αερίου κάνουν πιο συχνές και πιο δυνατές συγκρούσεις με τα τοιχώματα της φιάλης.
- (β) Ο όγκος της φιάλης μειώνεται και έτσι η πίεση αυξάνεται.
- (γ) Ο όγκος της φιάλης μεγαλώνει και το αέριο διαστέλλεται.
- (δ) Το εμβαδόν της εσωτερικής επιφάνειας της φιάλης μειώνεται.

22. Όταν μιά κλειστή μεταλλική φιάλη που περιέχει αέριο θερμανθεί, τότε:

- (α) Ο όγκος της φιάλης μεγαλώνει και το αέριο διαστέλλεται.
- (β) Τα μόρια του αερίου κάνουν πιο συχνές και πιο δυνατές συγκρούσεις με τα τοιχώματα της φιάλης.
- (γ) Η πίεση του αερίου αυξάνεται.
- (δ) Όλα τα παραπάνω.

23. Η μέση πυκνότητα της Γης είναι σχεδόν διπλάσια από την μέση πυκνότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στον στερεό φλοιό της Γης. Αυτό σημαίνει ότι:

- (α) Ο πυρήνας της Γης είναι μεταλλικός.



- (β) Ο πυρήνας της Γης είναι από σίδηρο
- (γ) Ο πυρήνας της Γης περιέχει υλικά με υψηλή πυκνότητα.
- (δ) Ο πυρήνας της Γης είναι πολύ θερμός.

24. Όταν ένα υγρό εξαερώνεται, ψύχεται. Αυτό γίνεται επειδή:

- (α) Δημιουργούνται ρεύματα
- (β) Η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού μεγαλώνει και έτσι χάνει πίο πολύ θερμότητα.
- (γ) Το μέσο βάθος του υγρού μειώνεται.
- (δ) Η μέση ΚΕ των εναπομείναντων μορίων του υγρού μειώνεται.

**Δοκιμαστικές Εξετάσεις Φυσικής 2**

1.γ	6.α	11.γ	16.β	21.α
2.δ	7.α	12.β	17.δ	22.δ
3.β	8.δ	13.γ	18.α	23.γ
4.β	9.γ	14.γ	19.δ	24.δ
5.γ	10.γ	15.β	20.δ	

## **1. Ροπές και ισορροπία στερεού σώματος με μακρύ χάρακα, πρίσμα και βαρίδια**

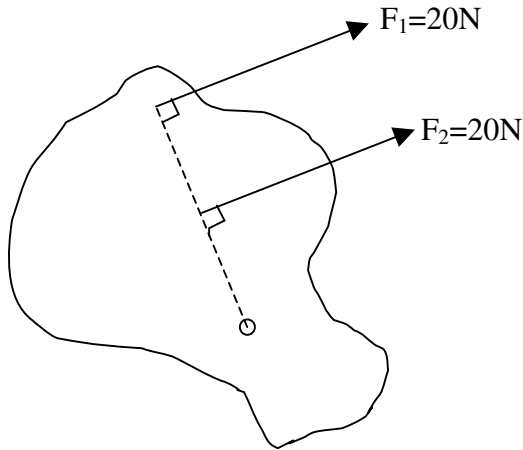
Πρόκειται να διδάξετε την έννοια της ροπής και τις εφαρμογές της στην ισορροπία ενός σώματος.

1. Να υποδείξετε τις βασικές έννοιες που θα χρειασθεί να εξηγήσετε στους μαθητές.
2. Να εξηγήσετε το νόημα της ιδέας της ισορροπίας
3. Χρησιμοποιώντας τον χάρακα, το τριγωνικό πρίσμα και τα βαρίδια, να περιγράψετε ένα απλό πείραμα που θα οδηγήσει τους μαθητές να βρουν την αρχή της ισορροπίας των ροπών.

## 1. ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1. Όταν μία δύναμη εξασκείται σε ένα στερεό σώμα, τότε το σώμα μπορεί να περιστραφεί γύρω από έναν άξονα που δεν διέρχεται από την γραμμή εφαρμογής της δύναμης. Παραδείγματα: Μιά πόρτα, το καπό ενός αυτοκινήτου. (Οι άξονες είναι οι μεντεσέδες).

Όταν η γραμμή εφαρμογής της δύναμης είναι σε μεγάλη απόσταση από τον άξονα περιστροφής, τότε η **ροπή της είναι μεγάλη**.

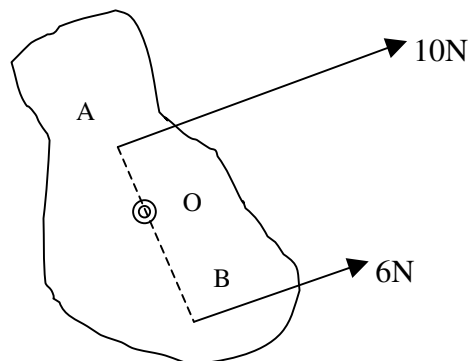


Η δύναμη  $F_1$  έχει πιά μεγάλη ροπή από την  $F_2$ .

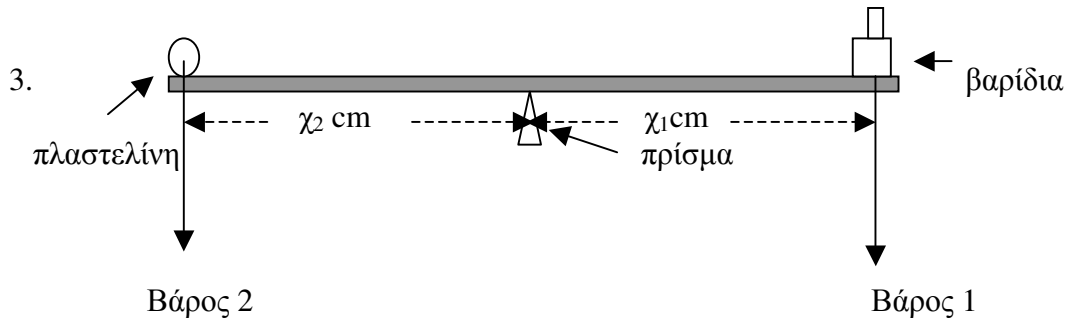
Ροπή είναι ίση με την **Δύναμη**  $\times$  **Απόσταση** Μπορεί να είναι **δεξιόστροφη** ή **αριστερόστροφη**.

2. Αν το άθροισμα των αριστερόστροφων ροπών μείον το άθροισμα των δεξιόστροφων ροπών που ενεργούν σε ένα σώμα είναι μηδέν, τότε το σώμα είναι σε **κατάσταση ισορροπίας**.

Παράδειγμα:



Αν  $AO = 3 \text{ cm}$  και  $OB = 5 \text{ cm}$ , τότε έχουμε ισορροπία.



Θα ζητηθεί από τους μαθητές να πειραματισθούν με διάφορους συνδυασμούς από κομμάτια πλαστελίνης και βαρίδια έτσι ώστε ο χάρακας να είναι σε ισορροπία.

Θα μπορούσαν να καταγράψουν τις μετρήσεις τους στον ακόλουθο πίνακα:

$\chi_1 \text{ cm}$				
$\chi_2 \text{ cm}$				
$B_1 \text{ g}$				
$B_2 \text{ g}$				
$\chi_1 \times B_1$				
$\chi_2 \times B_2$				

Αρχίζοντας με  $\chi_1 = \chi_2$ , ουσιαστικά ζυγίζουν την πλαστελίνη. Μετά, αλλάζουν τις αποστάσεις  $\chi_1$  και  $\chi_2$  και προσπαθούν να βρουν την συνθήκη ισορροπίας,

$$\chi_1 \times B_1 = \chi_2 \times B_2$$

για διαφορετικές θέσεις του πρίσματος.

## 2. Η αναπήδηση μιας μπάλας του πινγκ-πονγκ

Θέλουμε να εκθέσουμε τους μαθητές σέ ιδέες που σχετίζονται με την ελεύθερη πτώση των σωμάτων και την κρούση μεταξύ μιάς μπάλας και σκληρής οριζόντιας

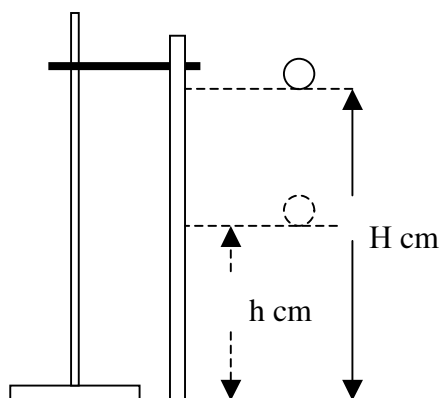
επιφάνειας. Ο λόγος  $\frac{\text{ύψοςαναπήδησης}}{\text{ύψοςπτώσης}}$  είναι σταθερός (για μία ορισμένη μπάλα).

1. Σας δίδεται μία μπάλα του πινγκ-πονγκ, ένας χάρακας 1 m , ορθοστάτης, και ένα τρίγωνο. Σχεδιάστε μια πειραματική δραστηριότητα που να οδηγήσει τους μαθητες να φθάσουν στο συμπέρασμα ότι ο λόγος στην 1 είναι σταθερός για ένα ευρύ φάσμα υψών πτώσης.
2. Σας δίδονται κι άλλες μπάλες. Τένις, “superball”, μικρό λαστιχένιο τόπι. Καταρτίστε έναν πίνακα που να επαναλαμβάνει την ερώτηση 2 και να χρησιμεύει για να βρεθούν οι διαφορετικοί «λόγοι αναπήδησης» για τις διαφορετικές μπάλες.

(Η ερώτηση αυτή προϋποθέτει χρήση υπολογιστή)

## 2. ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1. Στήνουμε τον χάρακα κατακόρυφα με την βοήθεια του ορθοστάτη και με το τρίγωνο. Το σημείο μηδέν του χάρακα πρέπει να εφάπτεται στον πάγκο.



$H$  = αρχικό ύψος πτώσης,

$h$  = ύψος της πρώτης αναπήδησης.

Γιά να μετρηθεί με ακρίβεια το ύψος αναπήδησης, χρειάζονται τρεις μαθητές, ένας για να αφήνει το μπαλάκι να πέφτη από το προκαθορισμένο ύψος, ένας να μετρά το ύψος αναπήδησης και ένας να καταγράφει το ύψος αναπήδησης. Η κάθε πτώση επαναλαμβάνεται για 2 τουλάχιστον φορές και τα αποτελέσματα καταγράφονται κάθε φορά.

Πίνακας καταγραφής δεδομένων:

$H$ cm	100	90	80	70	60	50
$h_1$						
$h_2$						
$h_3$						
$\langle h \rangle$						
$\langle h \rangle / H$						
% απόκλιση						

Συγκρίνουμε τους λόγους  $\frac{\langle h \rangle}{H}$  για τα διαφορετικά αρχικά ύψη. Υπάρχει συμφωνία;

Πόσες είναι οι % αποκλίσεις από τον μέσο λόγο  $\langle \frac{h}{H} \rangle$  ;

2. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα για τα διαφορετικά είδη μπάλας.

Ο τελικός πίνακας μπορεί να είναι ως εξής: (Αφού προηγηθεί η ανάλυση των δεδομένων για κάθε μπάλα

	Μέσος λόγος αναπήδησης	Μέση απόκλ.%
Μπάλα 1		
Μπάλα 2		
Μπάλα 3		
Μπάλα 4		

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΘΕΜΑΤΩΝ**  
**ΓΚΟΥΡΤΖΟΓΙΑΝΝΗΣ ΗΛΙΑΣ**  
**M.PHIL ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ, ΦΥΣΙΚΗ**  
**UNIVERSITY OF LONDON**  
**KINGS COLLEGE**