

✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δύναμη - Συνισταμένη δυνάμεων - Ισορροπία σώματος

✎ Στόχοι

- Να διαπιστώσεις ότι το αποτέλεσμα της δράσης μιας δύναμης εξαρτάται από το μέτρο και την κατεύθυνσή της
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι η συνισταμένη δύο δυνάμεων εξαρτάται από τα μέτρα και τις κατευθύνσεις τους
- Να σχεδιάζεις τη συνισταμένη δύο καθέτων δυνάμεων και να υπολογίζεις το μέτρο και την κατεύθυνσή της

✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Τα φυσικά μεγέθη ανήκουν σε δύο κατηγορίες, τα **μονόμετρα** και τα **διανυσματικά**. Στα μονόμετρα αρκεί μόνο ένας αριθμός, το **μέτρο** (και η μονάδα μέτρησης) τους, για να τα προσδιορίσει. Στα διανυσματικά, αυτό δεν είναι αρκετό. Χρειάζεται ακόμη, εκτός από το μέτρο, να προσδιορισθεί η **κατεύθυνσή** τους και το **σημείο εφαρμογής**.

Τα διανυσματικά μεγέθη προστίθενται **διανυσματικά**. Για παράδειγμα αν δύο δυνάμεις $F_1 = 3\text{N}$ και $F_2 = 4\text{N}$, ασκούνται σε ένα σώμα, τότε το μέτρο της συνισταμένης (συνολικής) δύναμης δεν είναι 7N , αλλά εξαρτάται από τη κατεύθυνση της κάθε δύναμης.

Σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μάθουμε να προσθέτουμε δυνάμεις, εκμεταλλευόμενοι το γεγονός ότι όταν ένα σώμα ισορροπεί τότε το άθροισμα των δυνάμεων (δηλ. η συνισταμένη δύναμη) είναι μηδέν.

✎ Απαιτούμενα Υλικά:

Δύο χυτοσιδηρές βάσεις στήριξης

Τρεις ράβδοι στήριξης $0,8\text{m}$.

Δύο σταυροί

Δύο ορειχάλκινοι δακτύλιοι

12 βαρίδια των $0,5\text{N}$

Δύο τροχαλίες διπλής στήριξης

Δύο βαρίδια του 1Kg

Δύο μέτρα μεταξωτό νήμα

Ένα μικρό σιδερένιο κρίκο που περνούν τα κλειδιά

Μοιρογνωμόνιο.



👉 Πειραματική διαδικασία



Εικόνα 1α

1. Πάρε δύο νήματα μήκους ενός μέτρου το καθένα. Δέσε τη μία άκρη και των δύο νημάτων με τον μεταλλικό κρίκο και στο άλλο άκρο τους κάνε θηλιά για να μπορούμε να κρεμάμε τα βαρίδια.

2. Πραγματοποίησε τη διάταξη της διπλανής φωτογραφίας (εικόνα 1α).

Στις δραστηριότητες που ακολουθούν

α. να θεωρείς τον κρίκο σαν σημείο που βρίσκεται στο κέντρο του.

β. Τα διανύσματα που αναπαριστούν τις δυνάμεις θα ξεκινούν από το κέντρο του κρίκου.

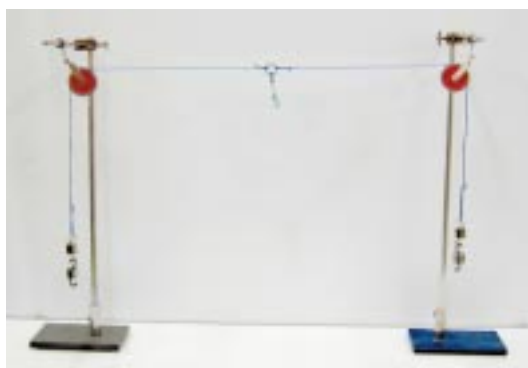
γ. Το βάρος του κρίκου είναι πολύ μικρό σε σχέση με το βάρος των βαριδίων γι' αυτό στο σχεδιασμό των δυνάμεων μη το λαμβάνεται υπόψη. (δεν θα σχεδιάζεται)

3. Στην εικόνα 1β, σχεδίασε με κλίμακα τις δυνάμεις που ενεργούν στον κρίκο από τα νήματα. Αντιστοίχισε μήκος διανύσματος 2cm σε δύναμη μέτρου 1N.



Εικόνα 1β

4. Πρόσθεσε άλλο ένα βαρίδι σε κάθε νήμα (εικόνα 2α) και σχεδίασε πάλι τις δυνάμεις, με την ίδια κλίμακα στην εικόνα 2β.



Εικόνα 2α



Εικόνα 2β

5. Επανάλαβε την ίδια διαδικασία προσθέτοντας και τρίτο βαρίδι σε κάθε νήμα (εικόνα 3α) και σχεδίασε πάλι τις δυνάμεις, με την ίδια κλίμακα στην εικόνα 3β.



Εικόνα 3α



Εικόνα 3β

6. Γιατί και στις τρεις περιπτώσεις ο κρίκος μένει ακίνητος αν και ασκούνται δυνάμεις σε αυτόν;

.....

.....

.....

7. Τι θα γίνει αν προσθέσεις ένα τέταρτο βαρίδι μόνο στο ένα νήμα;

.....

.....

.....

Σχεδίασε ξανά τις δυνάμεις που ασκούνται στον κρίκο (εικόνα 4). Πως ερμηνεύεις αυτό που συμβαίνει;

.....

.....

.....



Εικόνα 4



Εικόνα 5α

8. Βάλε τέσσερα βαρίδια στην άκρη του κάθε νήματος. Ο κρίκος ισορροπεί γιατί η συνολική δύναμη που δέχεται είναι μηδέν.

Κρέμασε ένα βαρίδι από τον κρίκο (εικόνα 5α).

Ο κρίκος μετατοπίστηκε και ισορρόπησε σε μια νέα θέση. Στη νέα θέση ισορροπίας του η συνολική δύναμη που δέχεται πρέπει να είναι μηδέν. Επομένως, η συνισταμένη των δυνάμεων που του ασκούν τα δύο νήματα είναι αντίθετη του βάρους του βαριδιού που του έχεις κρεμάσει. Δηλαδή $0,5\text{N}$.

9. Μέτρησε με το μοιρογνωμόνιο τη γωνία που σχηματίζουν οι δυνάμεις που ασκούνται στον κρίκο από τα δύο νήματα. Σχεδίασε τις δυνάμεις που δέχεται ο κρίκος (σχήμα 6). Σχεδίασε, στο ίδιο σχήμα, ένα παραλληλόγραμμα με πλευρές τις δυνάμεις που ασκούν τα νήματα στον κρίκο.

Χάραξε τη διαγώνιο αυτού του παραλληλογράμμου με κορυφή τον κρίκο. Μέτρησε το μήκος της. Πόσο είναι το μέτρο της δύναμης που παριστάνει η διαγώνιος;

.....

.....

.....

.....

.....

Παρατηρούμε ότι η διαγώνιος του παραλληλογράμμου των δύο δυνάμεων που ασκούν τα νήματα έχει το μέτρο και την κατεύθυνση της συνισταμένης τους.



Εικόνα 5β

10. Κρέμασε διαδοχικά δεύτερο, τρίτο και τέταρτο βαρίδι στον κρίκο και επανάλαβε κάθε φορά, τις διαδικασίες του βήματος 8.



Σε ποιο γενικό κανόνα καταλήγουμε για τον προσδιορισμό της συνισταμένης δύο δυνάμεων που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία;

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο)

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα, επαναλαμβάνοντας όπου χρειάζεται την προηγούμενη πειραματική διαδικασία.

Αριθμός βαριδιών στο νήμα 1	Αριθμός βαριδιών στο νήμα 2	Αριθμός βαριδιών στον κρίκο	Γωνία μεταξύ των νημάτων στη θέση ισορροπίας	Συνισταμένη δύναμη που ασκείται από τα δύο νήματα στον κρίκο
1 (0.5N)	1 (0.5N)	- -		
2 (1.0N)	2 (1.0N)	- -		
3 (1.5N)	3 (1.5N)	- -		
4 (2.0N)	3 (1.5N)	- -		
4 (2.0N)	4 (2.0N)	1 (0.5N)		
4 (2.0N)	4 (2.0N)	2 (1.0N)		
4 (2.0N)	4 (2.0N)	3 (1.5N)		
4 (2.0N)	4 (2.0N)	4 (2.0N)		
4 (2.0N)	4 (2.0N)	5 (2.5N)		
4 (2.0N)	3 (1.5N)	5 (2.5N)		

Τα αποτελέσματα των προηγούμενων πειραμάτων μας οδήγησαν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

Η δύναμη είναι μέγεθος. Η συνισταμένη δύο δυνάμεων παριστάνεται με τη του παραλληλογράμμου που σχηματίζεται απ' αυτές.

Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση ασχολήθηκες με την πρόσθεση διανυσματικών μεγεθών και συγκεκριμένα των δυνάμεων.

Οι δυνάμεις και γενικότερα τα διανυσματικά μεγέθη προστίθενται με βάση τον κανόνα του παραλληλογράμμου: **η συνισταμένη τους δύο δυνάμεων παριστάνεται με τη διαγώνιο του παραλληλογράμμου που έχει πλευρές τις δυνάμεις. Το μέτρο της συνισταμένης ισούται με το μέτρο της διαγωνίου.**

Ερωτήσεις

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα:

1. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για το μέτρο της συνισταμένης δύο δυνάμεων ίσων μέτρων, που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 120° ;
2. Σχεδίασε τις δυνάμεις που ασκούν τα νήματα στον κρίκο και τη συνισταμένη τους, όταν σχηματίζουν γωνία 90° . Υπολόγισε το μέτρο της συνισταμένης τους εφαρμόζοντας με τον κανόνα του παραλληλογράμμου (εφάρμοσε το θεώρημα του Πυθαγόρα). Σύγκρινε την τιμή που βρήκες, με την πειραματική τιμή (τελευταία γραμμή του πίνακα).

👉 Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δύναμη - Επιμήκυνση και συσπίρωση ελατηρίου - Σταθερά ελατηρίου

👉 Στόχοι

- Να ελέγξεις πειραματικά αν η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που την προκαλεί. Να σχεδιάζεις την αντίστοιχη γραφική παράσταση από τον πίνακα πειραματικών τιμών επιμήκυνσης - δύναμης.
- Να υπολογίζεις τη σταθερά ενός ελατηρίου, από το γράφημα επιμήκυνσης - δύναμης.
- Να κατασκευάζεις ένα δυναμόμετρο.

👉 Θεωρητικές Επισημάνσεις

Τι θα συμβεί εάν ασκήσεις μια δύναμη στο ένα άκρο ενός πλαστικού χάρακα που το άλλο άκρο του το στηρίζεις σταθερά σε κάποια θέση;

Το υποδεκάμετρο θα αρχίσει να λυγίζει, και αν το αφήσεις ελεύθερο θα επιστρέψει στην αρχική του θέση. Όσο μεγαλύτερη δύναμη ασκείς, τόσο περισσότερο λυγίζει. Αν αυξήσεις όμως την δύναμη πάνω από ένα όριο, τότε ο πλαστικός χάρακας θα σπάσει. Πώς μπορούμε να εξηγήσουμε αυτό το φαινόμενο;

Γνωρίζουμε ότι τα στερεά αποτελούνται από μόρια που συγκρατούνται μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις. Όταν λυγίζουμε το πλαστικό χάρακα ασκούμε δυνάμεις σε μόριά του, οι οποίες τείνουν να τα απομακρύνουν από τις θέσεις ισορροπίας τους. Τα άλλα μόρια του χάρακα τείνουν να τα επαναφέρουν στις αρχικές τους θέσεις. Πράγμα που συμβαίνει όταν σταματήσουμε να ασκούμε την εξωτερική δύναμη. Αν η δύναμη που ασκούμε ξεπεράσει ένα όριο, που στη Φυσική το λέμε **όριο ελαστικότητας**, τότε οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων δεν μπορούν πλέον να το επαναφέρουν στην αρχική του θέση.

Ωστόσο, υπάρχουν υλικά, όπως το μαλακό σύρμα, που τα λυγίζουμε εύκολα, αλλά δεν επανέρχονται στο αρχικό τους σχήμα όταν πάψουμε να τους ασκούμε δύναμη. Παθαίνουν **μόνιμη παραμόρφωση** και σπάνε δύσκολα.

Τα υλικά που αποκτούν το αρχικό τους σχήμα όταν καταργηθεί η δύναμη που τα παραμορφώνει, ονομάζονται **ελαστικά**. Αν αντίθετα, παθαίνουν μόνιμες παραμορφώσεις, ονομάζονται **πλαστικά**.

Στην άκρη ενός ακλόνητα στερεωμένου ελατηρίου κρεμάμε ένα βαρίδι, οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται και παραμορφώνεται. Όταν το αφαιρέσουμε, το ελατήριο αποκτά το αρχικό του μήκος και σχήμα. Αυξάνουμε σταδιακά το βάρος των βαριδιών που κρεμάμε στο ελατήριο. Παρατηρούμε ότι από κάποια τιμή του βάρους και πάνω, το ελατήριο δεν επιστρέφει στο αρχικό του μήκος. Αυτό δείχνει ότι περάσαμε το **όριο ελαστικότητας**, και η παραμόρφωση του ελατηρίου είναι πλέον **μόνιμη**.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μελετήσουμε την μεταβολή του μήκους του ελατηρίου, σε σχέση με τη δύναμη που την προκαλεί, προσέχοντας να μη φθάσουμε στο όριο ελαστικότητας του ελατηρίου. Η σχέση μεταξύ της δύναμης και της επιμήκυνσης, στις ελαστικές παραμορφώσεις, είναι γνωστή ως νόμος του Hook.

👉 Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Ελατήριο.

Χυτοσιδηρά βάση στήριξης

Ορθοστάτη ενός μέτρου

Ορθοστάτη εξήντα εκατοστών

Ένα σταυρό

Δυναμόμετρο 10N

Βαρίδια 250 g, 500 g, & 1Kg

Κανόνα 1m.



👉 Πειραματική διαδικασία

1. Κρέμασε από τον ορθοστάτη το ελατήριο όπως φαίνεται στην διπλανή εικόνα. Πριν αρχίσεις τις μετρήσεις προσάρτησε στην ελεύθερη άκρη του ελατηρίου το βαρίδι που το συνοδεύει, ώστε να ανοίξουν οι σπείρες του και να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Το μήκος που έχει το ελατήριο θα αντιπροσωπεύει το αρχικό μήκος του ελατηρίου. Τώρα είσαι έτοιμος να αρχίσεις τις μετρήσεις.
2. Πρόσθεσε, διαδοχικά, όλο και περισσότερα βαρίδια στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου και συμπλήρωσε τον πίνακα 1, στο φύλλο εργασίας.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

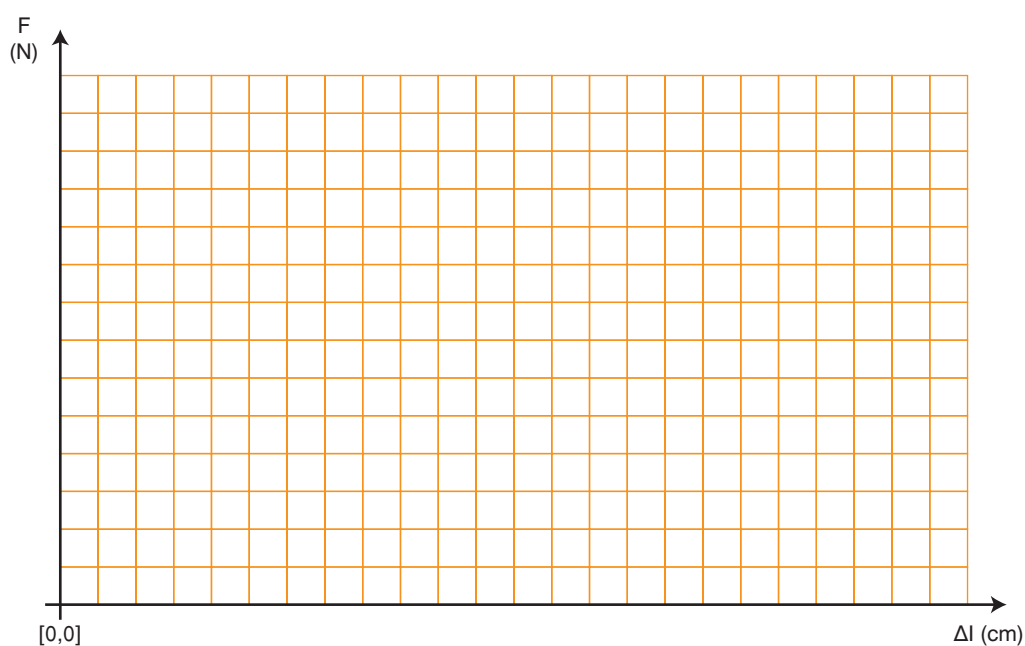
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Συμπλήρωσε τον πίνακα 1:

Πίνακας 1

Μάζα - Βάρος στο άκρο του ελατηρίου		Ολικό μήκος (L) ελατηρίου (cm)	Επιμήκυνση (ΔL) από το αρχικό μήκος του ελατηρίου (cm)
Μάζα (m) (g)	Βάρος (F) (N)		
0	0		
250	2,5		
500			
750			
1000			
1250			
1500			

2. Χρησιμοποίησε τις πειραματικές τιμές του πίνακα 1 για να κάνεις τη γραφική παράσταση της δύναμης (βάρους) που ασκούμε στο ελατήριο σε σχέση με την επιμήκυνση που προκαλεί.



3. Ποια είναι η μαθηματική σχέση που συνδέει την εφαρμοζόμενη δύναμη με την επιμήκυνση του ελατηρίου, με βάση τη μορφή της γραφικής παράστασης που προέκυψε;

.....

.....

.....

.....

.....

4. Υπολόγισε την κλίση της ευθείας της γραφικής παράστασης.

Κλίση =

Η κλίση εκφράζει τη δύναμη που πρέπει να εφαρμόσουμε στο ελατήριο για να το επιμηκύνουμε κατά 1m. Το μέγεθος αυτό ονομάζεται **σταθερά του ελατηρίου**. Συμβολίζεται με το γράμμα **κ**.

5. Με τη γραφική παράσταση και τον κανόνα έχουμε τη δυνατότητα να μετράμε δυνάμεις. Μέτρησε το βάρος του βιβλίου της Φυσικής.

.....

.....

.....

.....

.....

6. Για να κάνουμε πιο εύκολη τη διαδικασία μέτρησης των δυνάμεων κατασκευάσαμε το δυναμόμετρο. Με ποια διαδικασία βαθμολογείται ένα δυναμόμετρο;

.....

.....

.....

.....

.....

Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση

- επαλήθευσες πειραματικά ότι η δύναμη με την οποία επιμηκύνουμε ένα ελατήριο είναι ανάλογη της επιμήκυνσής του (νόμος του Hook).
- Αξιοποίησες τον νόμο του Hook για να κατασκευάσεις ένα δυναμόμετρο.

Ερωτήσεις

1. Πάρε ένα δυναμόμετρο από το εργαστήριο και υπολόγισε τη σταθερά του ελατηρίου του.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Σχεδίασε σε μιλιμετρέ χαρτί τη γραφική παράσταση δύναμης - επιμήκυνσης για το ελατήριο του δυναμόμετρου.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Γιατί δεν προσπαθούμε να βρούμε το όριο ελαστικότητας του ελατηρίου του δυναμόμετρου;

.....

.....

.....

.....

.....

👉 Εννοιες - Φυσικά μεγέθη

Δύναμη - Επιτάχυνση - Σύστημα σωμάτων.

👉 Στόχοι

Να επιβεβαιώσεις πειραματικά τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα

👉 Θεωρητικές επισημάνσεις

Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα δηλώνει ότι η επιτάχυνση (a) ενός σώματος είναι ανάλογη της δύναμης (F) που επιταχύνει το σώμα και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του (m):

$$a = F/m$$

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα επιβεβαιώσεις πειραματικά τη σχέση $a = F/m$. Ένα σύστημα σωμάτων (το αμαξάκι με το βαρίδι) επιταχύνεται από το βάρος του βαριδίου. Η επιτάχυνσή του υπολογίζεται με τη βοήθεια ενός χρονομετρητή, που καταγράφει την κίνησή του σε μια χαρτοταινία. Το σύστημα εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Τότε από τη σχέση:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Leftrightarrow a = \frac{2 \cdot \Delta x}{t^2}$$

υπολογίζουμε την επιτάχυνση αν μετρήσουμε τη μετατόπιση και τον αντίστοιχο χρόνο.

👉 Απαιτούμενα Υλικά:

Χρονομετρητής και παρελκόμενα
Σφικτήρας τύπου C
Τροχαλία και νήμα
Βαρίδι 1Kg
Μετροταινία.

👉 Πειραματική διαδικασία

1. Γράψε την περίοδο του κυλίνδρου του χρονομετρητή στον πίνακα 1.
2. Μέτρησε τη μάζα του εργαστηριακού αμαξιδίου και κατάγραφέ την στον πίνακα 1

3. Πραγματοποίησε τη διάταξη της εικόνας



4. Βάλε σε λειτουργία τον χρονομετρητή και άφησε ελεύθερο το βαρίδι. Η χαρτοταινία θα καταγράψει τη κίνηση του συστήματος αμαξιδίου - βαριδιού. Πιάσε το αμαξίδιο πριν χτυπήσει στην τροχαλία και κλείσε το χρονομετρητή.
5. Πάρε την χαρτοταινία και σημείωσε τον αριθμό μηδέν στην πρώτη κηλίδα που διακρίνεται καθαρά. Σημείωσε μετά από αυτή, την εικοστή κουκίδα.
6. Μέτρησε σε μέτρα την απόσταση μεταξύ της αρχικής και της 20ης κουκίδας. Κατέγραψε την απόσταση που μέτρησες καθώς και τον αριθμό των κουκίδων στο πίνακα 2.
7. Επανάλαβε τα βήματα 4, 5 και 6 άλλες δύο φορές και συμπλήρωσε τον πίνακα 2.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πίνακας 1

Περίοδος του χρονομετρητή (s)	
Μάζα εργαστηριακού αμαξιδίου (Kg)	

1. Υπολόγισε το χρόνο που απαιτείται για να διανυθεί από το αμαξίδιο η απόσταση που μέτρησες πάνω στη χαρτοταινία: πολλαπλασίασε τον αριθμό των κουκίδων με την περίοδο του χρονομετρητή. Κατάγραψε τις τιμές που βρήκες, στον πίνακα 2.

Πίνακας 2

Πειραματική Διαδικασία	Επιταχύνουσα δύναμη (N) – βάρος του βαριδίου	Αριθμός κουκίδων	χρόνος (s)	Μετατόπιση (m)
1η				
2η				
3η				

2. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του πίνακα 2 και τη σχέση $a = \frac{2\Delta x}{\Delta t^2}$ υπολόγισε την επιτάχυνση του αμαξιδίου για την κάθε μία από τις τρεις διαδικασίες. Κατάγραψε τις τιμές στο πίνακα 3.
3. Συμπλήρωσε τον πίνακα 3, μετρώντας τη μάζα του συστήματος (αμαξίδιο και βαρίδι).
4. Υπολόγισε το γινόμενο της μάζας του συστήματος επί την επιτάχυνσή του.

Πίνακας 3

Πειραματική Διαδικασία	Επιτάχυνση m/s^2	Μάζα συστήματος	$m \cdot a$
1η			
2η			
3η			

5. Σύγκρινε τις τιμές του γινομένου $m \cdot a$ που βρήκες, με τη δύναμη που επιταχύνει το σύστημα των δύο σωμάτων. Σε τι συμπέρασμα καταλήγεις;

.....

.....

.....

.....

Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση επιβεβαίωσε πειραματικά τον δεύτερο νόμο το Νεύτωνα: Βρήκες ότι η επιταχύνουσα δύναμη F είναι ίση με το γινόμενο της μάζας του συστήματος των σωμάτων (m) επί την επιτάχυνση (a) που προσδίδει η δύναμη στο σύστημα.

Ερωτήσεις

1. Πού οφείλονται οι μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών του γινομένου $m \cdot a$ και της επιταχύνουσας δύναμης; Μπορείς να προτείνεις τρόπους ελάττωσης τους;
2. Επανάλαβε την πειραματική διαδικασία με βαρίδι διπλάσιας μάζας. Τι προβλέπεις για την επιτάχυνση του σώματος; Επιβεβαίωσε πειραματικά την πρόβλεψη σου.
3. Πώς προβλέπεις ότι θα μεταβληθεί η επιτάχυνση αν διπλασιάσουμε τη μάζα του συστήματος; Πραγματοποίησε την αντίστοιχη πειραματική διαδικασία για να επιβεβαιώσεις τις προβλέψεις σου.

👉 Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δυναμική ενέργεια βαρύτητας - Κινητική ενέργεια - Μηχανική ενέργεια - Διατήρηση Μηχανικής ενέργειας

👉 Στόχοι

- Να χρησιμοποιείς μετροταινία και χρονόμετρο για να μετράς την κινητική ενέργεια ενός σώματος.
- Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι η μηχανική ενέργεια ενός σώματος διατηρείται σταθερή, όταν οι δυνάμεις τριβής που ασκούνται πάνω του είναι αμελητέες.

👉 Θεωρητικές Επισημάνσεις

Όταν ένα σώμα κινείται κάτω από την επίδραση του βάρους του, έχει μηχανική ενέργεια, που ισούται με το άθροισμα της κινητικής και της βαρυτικής δυναμικής του ενέργειας. Όταν πάνω στο σώμα δεν ασκούνται δυνάμεις τριβής, τότε η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή. Δηλαδή, κατά την κίνησή του η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και αντίστροφα, έτσι ώστε το άθροισμά τους να παραμένει πάντοτε το ίδιο.

Η κινητική ενέργεια ενός σώματος μάζας m , που κινείται με ταχύτητα μέτρου u δίνεται από τη σχέση:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot u^2$$

Επομένως για να την υπολογίσουμε, πρέπει να υπολογίσουμε την ταχύτητα και να μετρήσουμε τη μάζα του σώματος.

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος μάζας m , που βρίσκεται σε ύψος h από οριζόντιο επίπεδο, δίνεται από τη σχέση:

$$U = m \cdot g \cdot h$$

Επομένως, για να την υπολογίσουμε, θα μετρήσουμε με τη μετροταινία, το ύψος του σώματος από το οριζόντιο επίπεδο.

Στην άσκηση αυτή θα υπολογίσεις την κινητική και τη δυναμική ενέργεια ενός σώματος σε δύο σημεία της τροχιάς του. Θα υπολογίσεις το άθροισμά τους, δηλαδή τη μηχανική ενέργεια του σώματος σε δύο σημεία, και θα επιβεβαιώσεις ότι οι δύο τιμές της είναι σχεδόν ίδιες. Οι μικρές διαφορές που παρουσιάζονται οφείλονται στη δύναμη της τριβής η οποία μετατρέπει ένα μέρος της κινητικής ενέργειας του σώματος σε θερμική.

✎ Απαιτούμενα Υλικά:

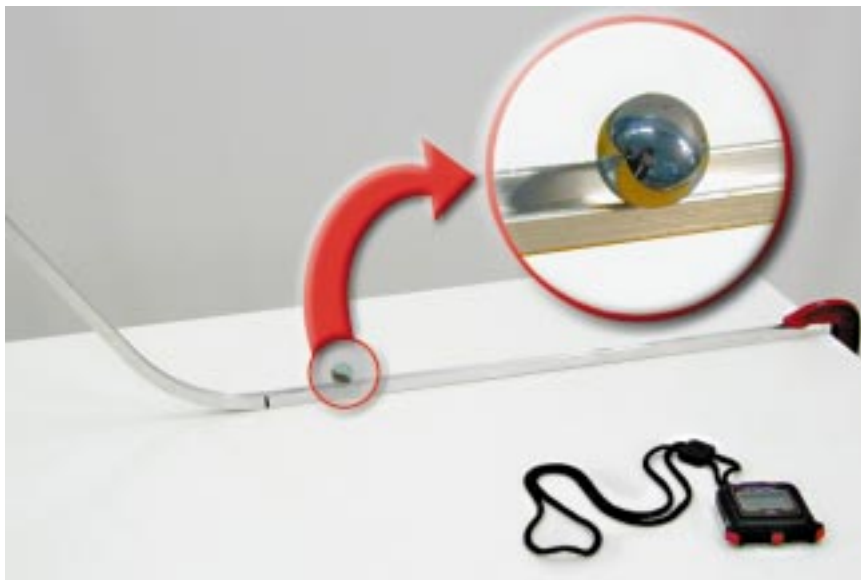
Κεκλιμένο επίπεδο από σωλήνα σχήματος ανάποδου Π

Ζυγός

Μετροταινία

Χρονόμετρο ή φωτοπύλες

Πλαστική μπίλια κατάλληλου μεγέθους για κίνηση στο σωλήνα σχήματος ανάποδου Π



✎ Πειραματική Διαδικασία:

1. Συναρμολόγησε την πειραματική διάταξη της παρακάτω εικόνας. Σημείωσε πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο τα σημεία που βρίσκονται σε ύψος 0.1, 0.2, 0.3 και 0.4 m.



2. Μέτρησε τη μάζα της μπίλιας $m = \dots\dots\dots$
3. Τοποθέτησε τη μπίλια σε ύψος 0,4 m πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο. Άφησέ τη να κυλήσει ελεύθερα. Υπολόγισε την ταχύτητα της όταν φθάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου (σημείο Α). Για να την υπολογίσεις μέτρησε το χρονικό διάστημα (Δt) που απαιτείται για να διανύσει ορισμένη μετατόπιση Δx (πχ 40cm) στο οριζόντιο επίπεδο.

Αν διαθέτεις ηλεκτρονικό χρονόμετρο με ζεύγος φωτοπυλών χρησιμοποίησε το για καλλίτερα αποτελέσματα.

Ο υπολογισμός της ταχύτητας στηρίζεται στο γεγονός ότι η μπίλια στο οριζόντιο επίπεδο εκτελεί σχεδόν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (Η δύναμη της τριβής που αντιστέκεται στην κίνηση είναι πολύ μικρή) . Η ταχύτητα της επομένως παραμένει σταθερή και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

4. Επανάλαβε την ίδια διαδικασία, αφήνοντας τη μπίλια να κυλήσει κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου, από τα ύψη που έχεις σημειώσει.
Κατάγραψε τα αποτελέσματα των μετρήσεων σου στο πίνακα 1.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Χρησιμοποιώντας τη σχέση $U = m \cdot g \cdot h$ υπολόγισε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της μπίλιας και συμπλήρωσε την 2^η στήλη του πίνακα 1.
- Χρησιμοποιώντας τη σχέση $K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ υπολόγισε τη κινητική ενέργεια της μπίλιας και συμπλήρωσε την 5^η στήλη του πίνακα 1.

Πίνακας 1

Ύψος h (m)		Αρχική δυναμική ενέργεια $U = m \cdot g \cdot h$ (joule) $*g = 9,81 \text{ m/s}^2$	Χρονικό διάστημα Δt (s) (για την μετατόπιση στο οριζόντιο επίπεδο $\Delta x = 40 \text{ cm}$).	Τελική ταχύτητα της μπίλιας: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (m/s)	Τελική κινητική ενέργεια: $K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ (joule)
Διαδικασία 1	0,4				
Διαδικασία 2	0,3				
Διαδικασία 3	0,2				
Διαδικασία 4	0,1				

- Με βάση τα αποτελέσματα που κατέγραψες στον πίνακα 1, συμπλήρωσε τον πίνακα 2

Πίνακας 2

	Αρχική δυναμική ενέργεια	Αρχική κινητική ενέργεια	Αρχική Μηχανική ενέργεια	Τελική Δυναμική ενέργεια	Τελική κινητική ενέργεια	Τελική μηχανική ενέργεια
Διαδικασία 1		0		0		
Διαδικασία 2		0		0		
Διαδικασία 3		0		0		
Διαδικασία 4		0		0		

- Σύγκρινε τα αποτελέσματα για τη μηχανική ενέργεια της μπίλιας στην αρχική και τελική θέση, διατύπωσε τα συμπεράσματά σου.

.....

.....

.....

.....

.....

Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση χρησιμοποίησες ένα κεκλιμένο επίπεδο για τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας μιας μπίλιας σε κινητική.

Από τα αποτελέσματα διαπίστωσες ότι, αν η τριβή είναι πολύ μικρή, η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική αλλά το άθροισμά τους δηλαδή η μηχανική ενέργεια της μπίλιας παραμένει σταθερό.

Ερωτήσεις:

1. Ποίου φυσικού μεγέθους η μέτρηση γίνεται με μεγαλύτερο σφάλμα; Δικαιολόγησε την άποψή σου.
Πώς μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε τα σφάλματα των μετρήσεών μας;
2. Υπολόγισε το χρόνο κίνησης της σφαίρας πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο για κάθε ύψος.
Στον υπολογισμό σου να χρησιμοποιήσεις τα στοιχεία από τον πίνακα 1 καθώς και το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου, το οποίο θα μετράς σε κάθε περίπτωση.

✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Πίεση - Πυκνότητα - Ύψος - Επιτάχυνση βαρύτητας - Ελεύθερη επιφάνεια υγρού

✎ Στόχοι

- > Να διερευνήσεις τα μεγέθη από τα οποία εξαρτάται η υδροστατική πίεση.
- > Να επιβεβαιώσεις πειραματικά το νόμο της υδροστατικής πίεσης.

✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

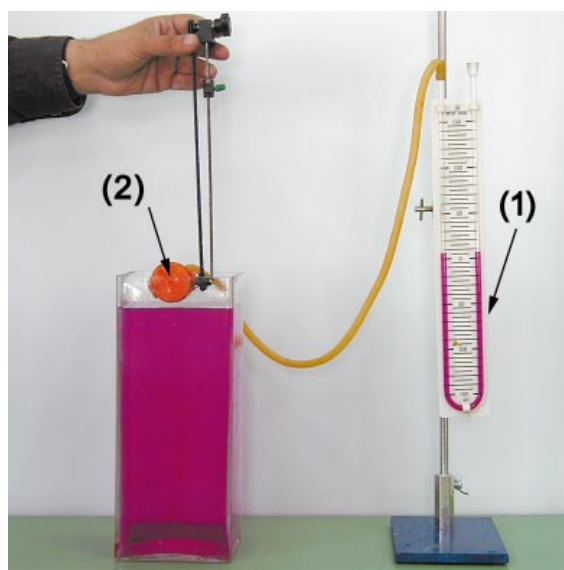
Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα επιβεβαιώσεις πειραματικά το νόμο της υδροστατικής πίεσης. Με τη διεξαγωγή της θα διαπιστώσεις ότι η υδροστατική πίεση είναι:

- > ανάλογη του βάθους και της πυκνότητας του υγρού
- > ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό της επιφάνειας στην οποία ασκείται.

✎ Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Ανοικτό μανόμετρο (1) συνδεδεμένο με:
 μανομετρική κάψα (2)
 γυάλινη λεκάνη
 κανόνα (χάρακα)
 νερό χρωματισμένο με υπερμαγκανικό κάλιο



✎ Πειραματική διαδικασία

Πριν προχωρήσεις στην εργαστηριακή διαδικασία θα πρέπει να προετοιμάσεις το μανόμετρο για τις μετρήσεις. Κοίταξε αν η μανομετρική κάψα είναι τεντωμένη και βούτηξε την μέσα σε νερό για να ελέγξεις τη στεγανότητα της. Για να μπορέσεις να πάρεις σωστές μετρήσεις πρέπει η μανομετρική κάψα να είναι απόλυτα στεγανοποιημένη. Γέμισε με νερό το σωλήνα τύπου **U** του μανομέτρου μέχρι την ένδειξη μηδέν. Για να φαίνεται το νερό διέλυσε σε ένα ποτήρι ζέσης που περιέχει 100ml νερό δυο τρεις κόκκους υπερμαγκανικού καλίου, έτσι το νερό θα πάρει ένα ελαφρά κόκκινωπό χρώμα

ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο



Σχέση υδροστατικής πίεσης-βάθους

1. Ρίξε στη γυάλινη λεκάνη το χρωματισμένο νερό μέχρι να φθάσει 10 πόντους από τα χείλη της.
2. Τοποθέτησε τον κανόνα κατακόρυφα στην πλευρά της λεκάνης με την ένδειξη μηδέν στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού.
3. Άρχισε να βυθίζεις τη μανομετρική κάψα του μανομέτρου μέσα στο νερό της λεκάνης και σημείωσε τις ενδείξεις του μανομέτρου στον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο

Σχέση υδροστατικής πίεσης-πυκνότητας υγρού

1. Πρόσθεσε στο νερό της λεκάνης δέκα κουταλιές αλάτι και επανέλαβε τη διαδικασία του πειράματος 1.
2. Συμπλήρωσε στο φύλλο εργασίας τον πίνακα 2

ΠΕΙΡΑΜΑ 3ο

Σχέση της υδροστατικής πίεσης με τον προσανατολισμό της μανομετρικής κάψας

1. Τοποθέτησε τη μανομετρική κάψα σε βάθος 15cm.
2. Περίεστρεψε την έτσι ώστε να αλλάζει ο προσανατολισμός της.
Παρατήρησε αν μεταβάλλεται και πώς η υδροστατική πίεση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πίνακας 1

Μετρήσεις	Βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού της λεκάνης (cm)	Διαφορά ύψους του νερού στους δύο σωλήνες του μανομέτρου (cm)
1η	0	
2η	5	
3η	10	
4η	15	
5η	20	
6η	25	

1. Παρατήρησε τη στήλη 2 και 3 του πίνακα 1. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση του βάθους και της διαφοράς ύψους του νερού στους δύο σωλήνες του μανομέτρου:

.....

2. Γνωρίζεις ότι η διαφορά ύψους του νερού στο σωλήνα τύπου U του μανομέτρου είναι ανάλογη με την πίεση που ασκεί το νερό της λεκάνης στη μανομετρική κάψα. Λαμβάνοντας υπόψη το προηγούμενο συμπέρασμα συμπλήρωσε την πρόταση

Η υδροστατική πίεση είναι του βάθους από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Πίνακας 2

Μετρήσεις	Βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του αλατόνευρο της λεκάνης (cm)	Διαφορά ύψους του νερού στους δύο σωλήνες του μανομέτρου (cm)
1η	0	
2η	5	
3η	10	
4η	15	
5η	20	
6η	25	

3. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο πινάκων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και με το αλατόνερο η υδροστατική πίεση είναι του βάθους από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Στο ίδιο βάθος η υδροστατική πίεση που ασκεί το νερό, είναι από την υδροστατική πίεση που ασκεί το αλατόνερο στο ίδιο βάθος. Δηλαδή σε ορισμένο βάθος, όσο μεγαλύτερη είναι η του υγρού, τόσο είναι η υδροστατική πίεση που ασκεί.

4. Γράψε τις παρατηρήσεις σου και το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξες από το 3ο πείραμα.

.....

.....

.....

.....

Συμπεράσματα

Από τις παραπάνω πειραματικές διαδικασίες καταλήξαμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η υδροστατική πίεση αυξάνεται ανάλογα με το βάθος.
2. Η υδροστατική πίεση εξαρτάται από την πυκνότητα του υγρού.
3. Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό της μανομετρικής κάψας.

Ερωτήσεις

1. Γνωρίζεις ότι η υδροστατική πίεση οφείλεται στο βάρος του υπερκείμενου υγρού. Μπορείς με βάση αυτή τη παραδοχή να εξηγήσεις τις μεγαλύτερες τιμές πίεσης για το αλατόνερο;

.....

.....

.....

.....

2. Πάρε δύο κυλινδρικά δοχεία ζέσης των 250 και των 1000ml. Πρόσθεσε στο καθένα 15cm νερό. Πρόβλεψε τη σχέση μεταξύ των υδροστατικών πιέσεων στον πυθμένα του κάθε δοχείου.

.....

.....

.....

.....

3. Με το μανόμετρο επιβεβαίωσε τη πρόβλεψη σου .

✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Πυκνότητα - Όγκος - Βάρος - Άνωση

✎ Στόχοι

Ο στόχος αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι να διαπιστώσεις ότι:

- τα υγρά ασκούν δύναμη στα σώματα που επιπλέουν ή βρίσκονται μέσα σε αυτά.
Η δύναμη αυτή ονομάζεται άνωση.
- Η άνωση έχει κατεύθυνση, αντίθετη του βάρους του σώματος.
- Η άνωση είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζομένου από το σώμα υγρού.

✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Όταν βυθίζουμε ένα σώμα σε ένα υγρό ή αέριο (ρευστό), τότε το ρευστό ασκεί πάνω στο σώμα μια δύναμη που ονομάζεται άνωση. Η άνωση (A) έχει κατεύθυνση αντίθετη του βάρους του σώματος. Το μέτρο της είναι ίσο με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει το σώμα:

$$A = d_{\text{ρευστού}} \cdot g \cdot V$$

Σ' αυτήν την εργαστηριακή άσκηση θα υπολογίσουμε την άνωση που ασκεί το νερό και το οινόπνευμα σε ένα μεταλλικό κύλινδρο. Ο υπολογισμός θα γίνει με τη μέτρηση του βάρους του σώματος και της συνισταμένης του βάρους και της άνωσης, όταν βυθίσουμε το σώμα μέσα σε κάθε υγρό. Στη συνέχεια θα μετρήσουμε το βάρος του υγρού που εκτοπίζει το σώμα και θα το συγκρίνουμε με την άνωση.

✎ Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

- Συσκευή άνωσης (κύλινδρος Αρχιμήδη) (1)
- Ογκομετρικός σωλήνας 0,5 ή 1L (2)
- Δυναμόμετρο 5N (3)
- Υδροβολέας (4)
- Διάλυμα υπερμαγνητικού καλίου

Η συσκευή της άνωσης (κύλινδρος του Αρχιμήδη) αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο μέσα στο οποίο χωρά ακριβώς ένα κυλινδρικό βαρίδι. Ο όγκος του βαριδιού είναι ίσος με τον όγκο του εσωτερικού του δοχείου.





Εικόνα 1

✎ Πειραματική διαδικασία

1. Κρέμασε από το δυναμόμετρο τη συσκευή του Αρχιμήδη (Εικόνα 1).

Σημείωσε την ένδειξη του δυναμόμετρου που αντιστοιχεί στο βάρος W_0 της συσκευής, στο πίνακα 1 του φύλλου εργασίας.

2. Τράβηξε με το χέρι σου τον κύλινδρο προς τα κάτω. Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμόμετρου.

Η αρχική ένδειξη του δυναμόμετρου αυξάνεται αν ασκήσεις με το χέρι σου μια δύναμη με κατεύθυνση προς

Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι ίση με το βάρος της συσκευής και της δύναμης που ασκεί το χέρι σου.

Μπορείς να το εξηγήσεις;

.....

Μπορείς να υπολογίσεις τη δύναμη που ασκεί το χέρι σου στον κύλινδρο;

.....



Εικόνα 2

3. Σπρώξε με το χέρι σου το κυλινδρικό βαρίδι της συσκευής προς τα πάνω (εικόνα 2). Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμόμετρου.

Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι ίση με το βάρος της μείον τη δύναμη που ασκεί το

..... δηλαδή ισούται με την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στη συσκευή (εικόνα 2).

Μπορείς τώρα να υπολογίσεις τη δύναμη που ασκεί το χέρι σου στον κύλινδρο;

4. Γέμισε τον ογκομετρικό σωλήνα (εικόνα 3) με το διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4) μέχρι την ένδειξη των 800ml (ή 400mL, αν διαθέτεις κύλινδρο χωρητικότητας 500mL).

Βύθισε ολόκληρο το βαρίδι της συσκευής μέσα στο διάλυμα.

Στον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας σημείωσε

- την ένδειξη του δυναμόμετρου και
- τη μεταβολή στην ένδειξη του όγκου του νερού.

5. Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι τώρα μικρότερη από το βάρος της συσκευής.

Αυτό σημαίνει ότι το διάλυμα ασκεί μια δύναμη στο βαρίδι με κατεύθυνση του βάρους του.

Τη δύναμη αυτή την ονομάζουμε άνωση (A).



Εικόνα 3

6. Με τη βοήθεια του υδροβολέα, ρίξε νερό στο κυλινδρικό δοχείο της συσκευής μέχρις ότου η ένδειξη του δυναμόμετρου γίνει ίση με το βάρος της συσκευής (εικόνα 4).

Παρατηρείς ότι η ποσότητα του νερού που πρόσθεσες είναι ίση με το νερό που εκτοπίζει ο κύλινδρος της συσκευής που είναι ολόκληρος βυθισμένος μέσα στο νερό του ογκομετρικού σωλήνα.

Τώρα το βάρος του νερού που προσθέσαμε στο κυλινδρικό δοχείο εξουδετερώνει τη δύναμη της που ασκείται στο βαρίδι από το νερό

Άρα η άνωση ισούται με το του νερού που εκτοπίζει ο κύλινδρος.



Εικόνα 4

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Υπολόγισε την άνωση (A) που ασκεί το υγρό στο σώμα, από τη διαφορά των δύο ενδείξεων του δυναμόμετρου που έχεις καταγράψει στον πίνακα 1.

Πίνακας 1

Αρχική ένδειξη δυναμόμετρου - Βάρος της συσκευής (N)	Τελική ένδειξη δυναμόμετρου (N)	Άνωση	Μεταβολή του όγκου του νερού (ΔV σε ml)

- Υπολόγισε το βάρος του νερού που εκτοπίζει ο κύλινδρος και σύγκρινέ το με την άνωση. Τι παρατηρείς;

.....

.....

.....

Συμπεράσματα:

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση παρατήρησες ότι τα υγρά ασκούν δύναμη στα σώματα που βρίσκονται μέσα σε αυτά, που την ονομάζουμε **άνωση**.

Διαπίστωσες πειραματικά ότι η άνωση έχει κατεύθυνση αντίθετη του βάρους του σώματος. Υπολόγισες το μέτρο της άνωσης και το βρήκες ίσο με το βάρος του νερού που εκτοπίζει το σώμα που βυθίζεται.

Ερωτήσεις

- Υπολόγισε την πυκνότητα του μεταλλικού κυλίνδρου, της συσκευής του Αρχιμήδη.
- Με τον εξοπλισμό της εργαστηριακής άσκησης, πρότεινε έναν τρόπο μέτρησης της πυκνότητας ενός άγνωστου υγρού.
- Άνωση δέχονται και τα σώματα που βρίσκονται μέσα στον ατμοσφαιρικό αέρα. Πρότεινε μια πειραματική διαδικασία για να υπολογίσεις το βάρος ενός μικρού μπαλονιού με αέριο ήλιο. Η πυκνότητα του αέρα είναι 0.29 gr/ml
- Πρόσθεσε δυο κουταλιές αλάτι στο νερό του ογκομετρικού σωλήνα. Υπολόγισε την άνωση που ασκείται με τον κύλινδρο του Αρχιμήδη. Τι παρατηρείς και πώς το ερμηνεύεις;