

## Σύνθεση δυνάμεων

Μια ζυγαριά κουζίνας δεν είναι τίποτα περισσότερο παρά ένας αισθητήρας δύναμης με κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα ρύθμισης και απεικόνισης. Αν και μετράει δύναμη (ίση με το βάρος που τοποθετούμε στον οριζόντιο δίσκο της), ο κατασκευαστής, αξιοποιώντας την αναλογία μάζας-βάρους σε έναν τόπο, την έχει ρυθμίσει έτσι, ώστε να εμφανίζει το αποτέλεσμα σε μονάδες μάζας.

Για τις ανάγκες της δραστηριότητας που ακολουθεί θα θεωρούμε πως η τιμή που αναγράφει η ζυγαριά αντιστοιχεί στη δύναμη που ασκείται στον αισθητήρα μετρημένη σε αυθαίρετες μονάδες.

### Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

1. Πάρτε ένα λεπτό ξύλινο πηχάκι λίγο μεγαλύτερο από τη διάμετρο του δίσκου της ζυγαριάς και στερεώστε το πάνω στον δίσκο κατά μήκος μιας διαμέτρου του με μια ισχυρή κόλλα στιγμής (ή βιδώνοντάς το πάνω στον δίσκο). Στη μέση στο ξύλινο πηχάκι βιδώστε έναν μεταλλικό γάντζο.
2. Στερεώστε τη ζυγαριά με μια λαβίδα στον ορθοστάτη μιας μεταλλικής βάσης στήριξης και περάστε πάνω στο ξύλινο πηχάκι και γύρω από τη ζυγαριά έναν βρόχο από ανθεκτικό νήμα.
3. Ανοίξτε και μηδενίστε τη ζυγαριά.
4. Αναρτήστε στον νημάτινο βρόχο πρώτα το μεγαλύτερο κι έπειτα το μικρότερο από τα βαράκια που σας έδωσε ο/η καθηγητής/καθηγήτριά σας.



Εικόνα 1 Δύναμη σε ζυγαριά

### Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- i. Πόση είναι η δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά από το μεγαλύτερο βαρίδι;
- ii. Πόση είναι η δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά από το μικρότερο βαρίδι;

Αναρτήστε μετά και τα δύο βαρίδια στο νήμα.

- iii. Πόση είναι τώρα η συνολική δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά;

Στη συνέχεια, αφήστε το μεγαλύτερο βαρίδι αναρτημένο στο νήμα και με ένα δεύτερο νήμα και τη βοήθεια μιας τροχαλίας αναρτήστε το μικρότερο βαρίδι από τον γάντζο στο μέσο στο ξύλινο πηχάκι.

- iv. Πόση είναι τώρα η συνολική δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά;
- v. Ποιο είναι το συμπέρασμά σας για τη συνολική δύναμη που ασκείται στη ζυγαριά; Είναι ίση με το άθροισμα των μέτρων των επιμέρους δυνάμεων που ασκούνται σε αυτήν ή μήπως όχι;

## Πείραμα: Σύνθεση δυνάμεων με τράπεζα δυνάμεων



Εικόνα 2 Σύνθεση τριών ομοεπίπεδων δυνάμεων

### Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

1. Με τρεις σφιγκτήρες στερεώστε πάνω στον πάγκο εργασίας τρία δυναμόμετρα. Κρατήστε τεντωμένα τα ελατήρια των δυναμομέτρων με τη βοήθεια τριών νημάτων, τα άλλα άκρα των οποίων συνδέονται σε μικρή μεταλλική ροδέλα.
2. Κάτω από το σύστημα τοποθετήστε ένα φύλλο χαρτιού A4 στο οποίο έχει σχεδιαστεί ένας γωνιομετρικός κύκλος. Κολλήστε το φύλλο χαρτιού στον πάγκο εργασίας, ώστε το κέντρο της ροδέλας να ταυτίζεται με το κέντρο του γωνιομετρικού κύκλου (**Εικόνα 2**).
3. Η διεύθυνση κάθε νήματος ορίζει τη διεύθυνση της δύναμης που το αντίστοιχο νήμα ασκεί στο ανάλογο ελατήριο και το μέτρο της δύναμης αυτής είναι ίσο με την ένδειξη του αντίστοιχου δυναμομέτρου. Σημειώστε πάνω στον γωνιομετρικό κύκλο τη γωνία που σχηματίζει κάθε νήμα, καθώς και την ένδειξη του αντίστοιχου δυναμομέτρου.
4. Σχεδιάστε τη διεύθυνση κάθε δύναμης και επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα σχεδιάστε το αντίστοιχο διάνυσμα.
5. Με βάση τον κανόνα του παραλληλογράμμου σχεδιάστε τη συνισταμένη δύο εκ των τριών δυνάμεων. Εξηγήστε γιατί η συνισταμένη που σχεδιάσατε θα πρέπει να είναι αντίθετη της τρίτης δύναμης.

Επαναλάβετε το πείραμα αλλάζοντας τα χαρακτηριστικά των τριών δυνάμεων. Πώς θα πραγματοποιήσετε αυτό;

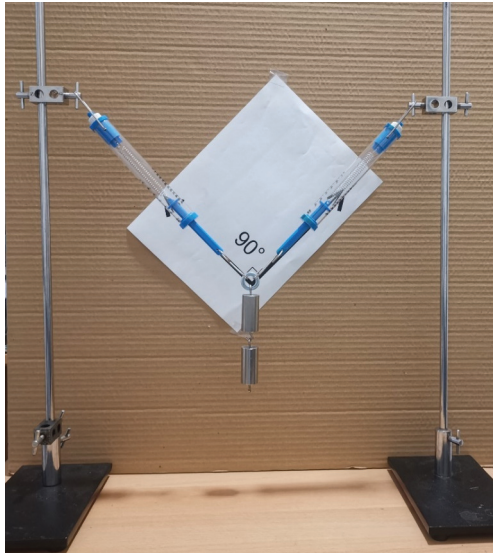
Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Αναφερθείτε ιδιαίτερα στην ακρίβεια της μεθόδου.

## Εναλλακτική εργαστηριακή άσκηση: Σύνθεση δυνάμεων υπό γωνία

### Θα χρειαστείτε:

- δύο δυναμόμετρα,
- δύο μεταλλικές βάσεις με ορθοστάτη και μεταλλικό σύνδεσμο,
- διάφορα βάρη,
- χαρτί με σχεδιασμένη μια ορθή γωνία.



Εικόνα 3 Σύνθεση δυνάμεων υπό γωνία

### Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

Αφού συναρμολογήσετε τη διάταξη όπως φαίνεται στην **εικόνα 3**, αναρτήστε από το κοινό κάτω άκρο των δύο δυναμομέτρων κάποιο από τα διαθέσιμα βάρη.

Μεταβάλετε τα σημεία ανάρτησης των δυναμομέτρων, ώστε να τεθούν παράλληλα με τις πλευρές της ορθής γωνίας στο λευκό χαρτί.

Επιβεβαιώστε σε διάφορες περιπτώσεις ότι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούν τα δύο δυναμόμετρα έχει μέτρο ίσο με το βάρος του σώματος που έχετε αναρτήσει κάθε φορά.

Το ένα δυναμόμετρο μπορεί να αντικατασταθεί από έναν αισθητήρα δύναμης και ένα Multilog.

## Εναλλακτική εργαστηριακή άσκηση: Αντίρροπες δυνάμεις

Θα χρησιμοποιήσετε την ηλεκτρονική ζυγαριά που παρουσιάσαμε στο πρώτο πείραμα πάνω στη «Σύνθεση δυνάμεων».



Εικόνα 4 Σύνθεση δυνάμεων υπό γωνία

### Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

1. Με τη βοήθεια ενός νήματος αναρτήστε πάνω στο ξύλινο πηγάκι της ζυγαριάς δύο σώματα γνωστού βάρους.
2. Συνδέστε το κάτω άκρο του δυναμομέτρου στον κρίκο που έχετε βιδώσει στο κέντρο στο ξύλινο πηγάκι και αναρτήστε το άλλο άκρο του σε μεταλλική ράβδο στερεωμένη σε μεταλλικό ορθοστάτη, όπως φαίνεται στην **εικόνα 4**.
3. Μελετήστε πώς μεταβάλλεται η ένδειξη της ζυγαριάς καθώς θα μετακινείτε προς τα πάνω τη ράβδο ανάρτησης του δυναμομέτρου. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας αισθητήρας δύναμης και ένα Multilog, αντί για δυναμόμετρο.