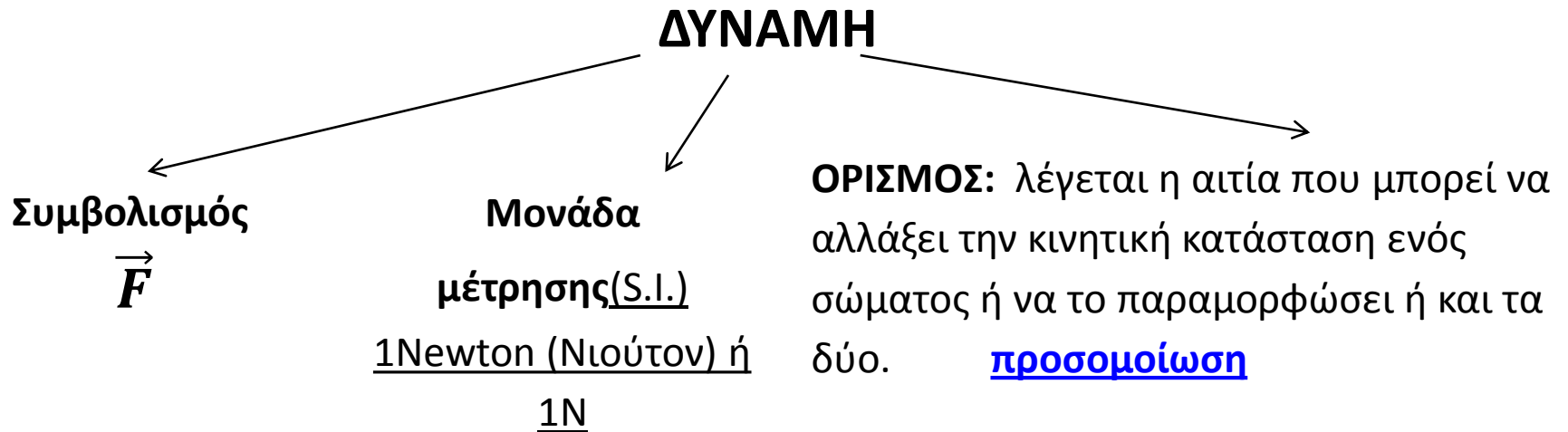


ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Η ενότητα της Φυσικής που μελετά τις δυνάμεις και τα αποτελέσματά τους, λέγεται **Δυναμική**.

Η έννοια της δύναμης



Ας προσέξουμε

Μονάδες δύναμης

Η μονάδα μέτρησης της δύναμης είναι το 1Newton ή 1N.

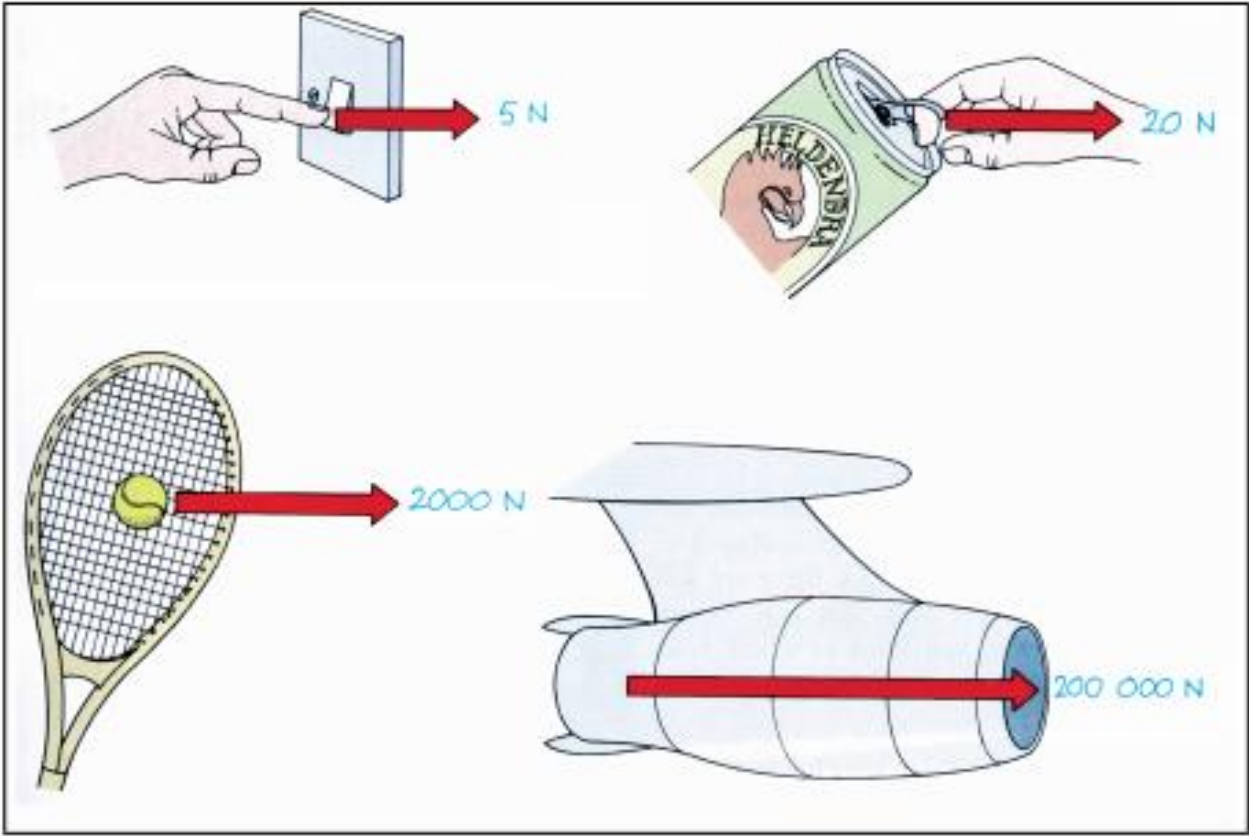
Άλλες μονάδες μέτρησης της δύναμης είναι το 1ρ, το 1κρ και το 1Μρ.

Σχέσεις που συνδέουν τις μονάδες δύναμης:

$$1 \text{ κρ} = 9,81 \text{ N}$$

$$1 \text{ κρ} = 1000 \text{ ρ}$$

$$1 \text{ Μρ} = 1000 \text{ κρ.}$$



Η δύναμη είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο σωμάτων.

Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος δηλαδή για τον προσδιορισμό της απαιτείται να γνωρίζουμε

- Το σημείο εφαρμογής της
- Τη διεύθυνσή της
- Τη φορά της
- Το μέτρο της

Η τιμή της δύναμης (το μέτρο της) είναι το στοιχείο εκείνο που καθορίζει πόσο πολύ ή πόσο δυνατά η δύναμη σπρώχνει ή έλκει ένα σώμα.

Μέτρηση της δύναμης

Μία δύναμη μπορεί να μετρηθεί με το ζυγό ελατηρίου ή με το δυναμόμετρο .



Η αρχή μέτρησης της δύναμης με τα παραπάνω όργανα στηρίζεται στην ελαστική παραμόρφωση που αυτή προκαλεί. Όταν από το ελατήριο κρεμάσουμε ένα σώμα, η επιμήκυνση εξαρτάται από το βάρος του σώματος αυτού. Διπλάσιο βάρος προκαλεί διπλάσια επιμήκυνση. Έτσι κρεμώντας διαφορετικά σώματα γνωστών βαρών και σημειώνοντας τις αντίστοιχες επιμηκύνσεις είναι δυνατό να βαθμολογήσουμε το ελατήριο και να κατασκευάσουμε ένα δυναμόμετρο.

Ελαστική παραμόρφωση

Η παραμόρφωση ενός σώματος λέγεται ελαστική όταν το σώμα επανέρχεται στην αρχική του μορφή, μόλις πάψει να ενεργεί σε αυτό η δύναμη που προκάλεσε την παραμόρφωσή του. Παραδείγματος χάρη, το κοντάρι του άλτη υφίσταται ελαστική παραμόρφωση.

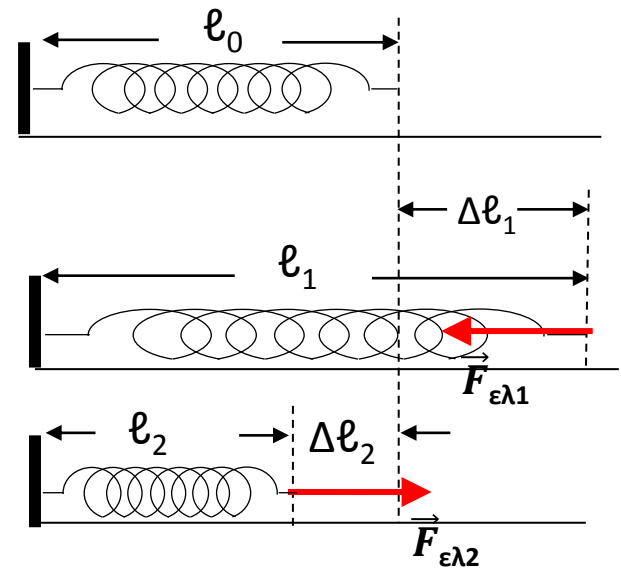
Νόμος του Hooke

Ο νόμος του Hooke διατυπώνεται ως εξής:

“Οι ελαστικές παραμορφώσεις είναι ανάλογες με τις δυνάμεις που τις προκάλεσαν”.

Η μαθηματική έκφραση του νόμου του Hooke, για τα ελατήρια, είναι: $F = -K \cdot \Delta \ell$.

Η σταθερά K ονομάζεται σταθερά του ελατηρίου και εξαρτάται από τη φύση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ελατηρίου (μήκος, πάχος κ.λπ.) και $\Delta \ell$ η μεταβολή του μήκους του.



Σύνθεση συγγραμμικών δυνάμεων (ΣΕΛΙΔΑ 77)

Σε κάποιο σώμα που επενεργούν δύο ή περισσότερες δυνάμεις ταυτόχρονα, στο ίδιο σημείο του, υπάρχει μία δύναμη που μπορεί να αντικαταστήσει τις δυνάμεις αυτές και να επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα.



Η δύναμη αυτή λέγεται **συνισταμένη** (πολλές φορές συμβολίζεται με ΣF) και οι δυνάμεις που αντικαθιστά λέγονται **συνιστώσες** της.

Τη διαδικασία που ακολουθούμε για τον προσδιορισμό της συνισταμένης δύναμης δύο ή περισσότερων δυνάμεων, που ενεργούν στο ίδιο σώμα, την ονομάζουμε **σύνθεση** δυνάμεων.

Επειδή η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος, οι δυνάμεις προστίθενται διανυσματικά.

Η **συνισταμένη δύναμη** προκύπτει με τη **διανυσματική πρόσθεση** των **συνιστωσών δυνάμεων** (αρχή της επαλληλίας).

$$\Sigma F = F_1 + F_2 + \dots$$

ΠΡΟΣΟΧΗ !!!

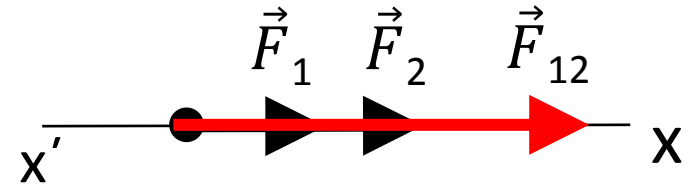
- Οι δυνάμεις για να προστεθούν πρέπει να δρουν στο ίδιο σημείο.
- Αν στην εκφώνηση άσκησης ή σε σχέδιο το σώμα έχει διαστάσεις, εμείς το θεωρούμε σαν υλικό σημείο.

1η) Περίπτωση: Οι δυνάμεις έχουν την ίδια κατεύθυνση (ομόρροπες δυνάμεις).

Αν δύο δυνάμεις έχουν την ίδια κατεύθυνση η συνισταμένη τους (διανυσματικό άθροισμα) έχει τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των συνιστωσών δυνάμεων και φορά τη φορά τους.

Η συνισταμένη \vec{F}_{12} ($\vec{F}_{12} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$) δυο ομόρροπων δυνάμεων έχει:

- ίδιο σημείο εφαρμογής με τις δύο δυνάμεις
- ίδια διεύθυνση με τις δύο δυνάμεις
- ίδια φορά με τις δύο δυνάμεις
- μέτρο $F_{12} = F_1 + F_2$



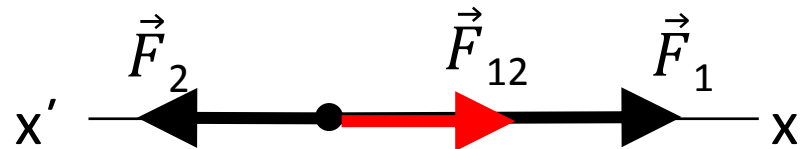
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 1

2η) Περίπτωση: Οι δυνάμεις έχουν αντίθετη κατεύθυνση (αντίρροπες).

Η συνισταμένη δύο δυνάμεων που έχουν αντίθετη κατεύθυνση έχει τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των δυνάμεων και κατεύθυνση αυτή που αντιστοιχεί στη δύναμη με τη μεγαλύτερη τιμή.

Η συνισταμένη \vec{F}_{12} ($\vec{F}_{12} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$) δυο αντίρροπων δυνάμεων έχει:

- ίδιο σημείο εφαρμογής με τις δύο δυνάμεις
- ίδια διεύθυνση με τις δύο δυνάμεις
- ίδια φορά με τη μεγαλύτερη δύναμη
- μέτρο $F_{12} = |F_1 - F_2|$



3η) Περίπτωση: Σύνθεση πολλών συγγραμμικών δυνάμεων .

Γενικότερα, για τη σύνθεση πολλών συγγραμμικών δυνάμεων που ασκούνται στο ίδιο σημείο ενός σώματος ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

α' τρόπος :

α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά.

β) Προσθέτουμε τα μέτρα των δυνάμεων με θετική φορά.

$$F_{\text{θετική φορά}} = F_1 + F_2 + \dots$$

γ) Κατόπιν προσθέτουμε τα μέτρα των δυνάμεων με αρνητική φορά.

$$F_{\text{αρνητική φορά}} = F_3 + F_4 + \dots$$

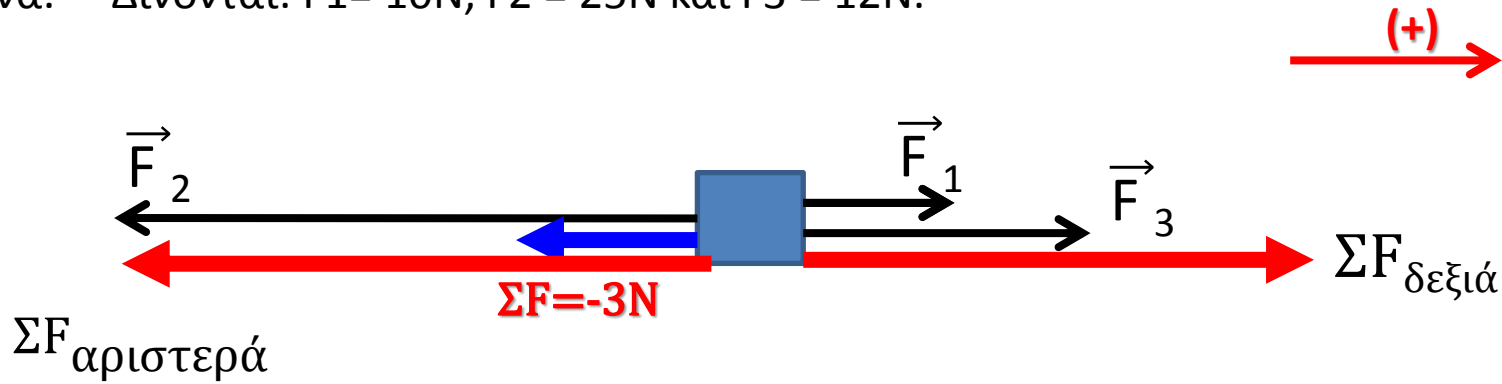
δ) Στη συνέχεια, αφαιρούμε από το άθροισμα των μέτρων των δυνάμεων με θετική φορά, το άθροισμα των μέτρων των δυνάμεων με αρνητική φορά.

$$\Sigma F = F_{\text{θετική φορά}} - F_{\text{αρνητική φορά}} \cdot$$

ε) Αν το αποτέλεσμα είναι θετικός αριθμός η συνισταμένη έχει θετική φορά, ενώ αν είναι αρνητικός αριθμός η συνισταμένη έχει αρνητική φορά.

(Παράδειγμα σελίδα 80)

Να βρεθεί η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα σώμα όπως φαίνεται στην εικόνα. Δίνονται: $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 25\text{N}$ και $F_3 = 12\text{N}$.



α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά. (Προς τα δεξιά)

β) $\Sigma F_{\text{δεξιά}} = F_1 + F_3 = 10 + 12 = 22\text{ N}$

$$\Sigma F_{\text{αριστερά}} = F_2 = 25\text{ N}$$

γ) $\Sigma F = \Sigma F_{\text{δεξιά}} - \Sigma F_{\text{αριστερά}} = 22 - 25 = -3\text{ N}$ Δηλαδή έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά

β' τρόπος :

α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά.

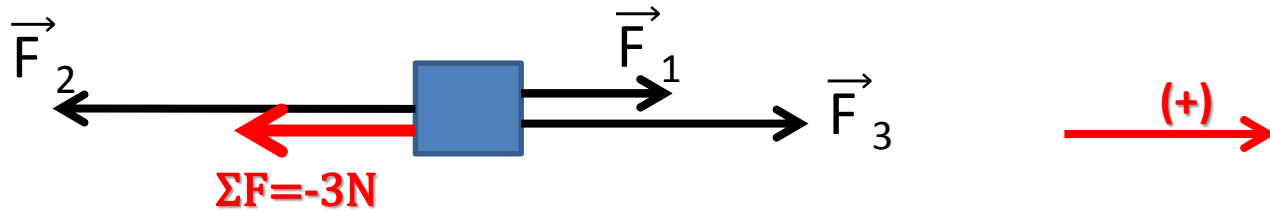
β) Ισχύει : $\Sigma F = F_1 + F_2 + \dots$.

Όσες δυνάμεις έχουν τη θετική φορά λαμβάνονται με θετικό πρόσημο ενώ όσες δυνάμεις έχουν την αρνητική φορά λαμβάνονται με αρνητικό πρόσημο .

γ) Αν το αποτέλεσμα είναι θετικός αριθμός η συνισταμένη έχει θετική φορά, ενώ αν είναι αρνητικός αριθμός η συνισταμένη έχει αρνητική φορά.

(Παράδειγμα σελίδα 80)

Να βρεθεί η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα σώμα όπως φαίνεται στην εικόνα. Δίνονται: $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 25\text{N}$ και $F_3 = 12\text{N}$.

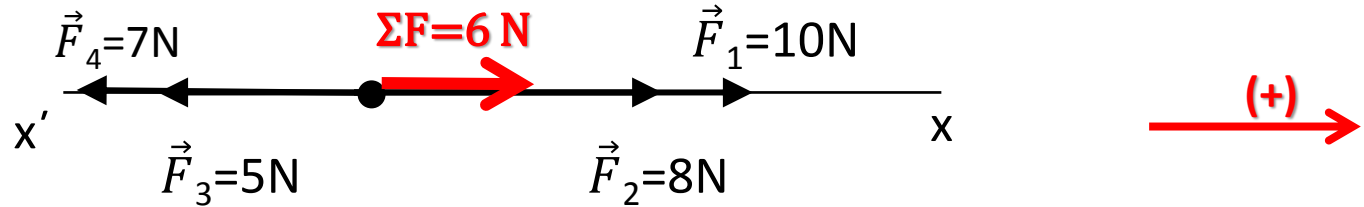


α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά. (Προς τα δεξιά)

β) Ισχύει : $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \Rightarrow \Sigma F = F_1 + F_3 - F_2 = 10 + 12 - 25 = 22 - 25 = -3\text{N}$

γ) $\Sigma F = -3\text{N}$ Δηλαδή έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά

Να προσδιορίσετε την συνισταμένη των δυνάμεων.

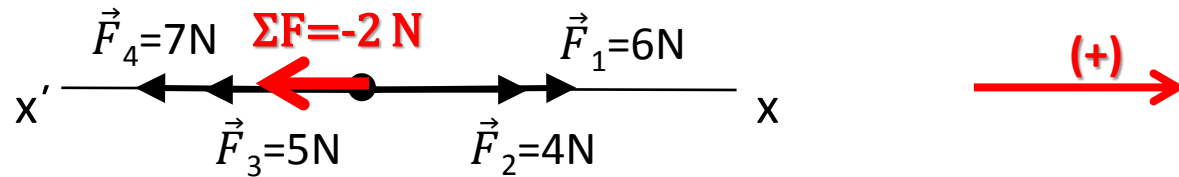


α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά. (Προς τα δεξιά)

β) Ισχύει : $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 \Rightarrow \Sigma F = F_1 + F_2 - F_3 - F_4 = 10 + 8 - 5 - 7 = 18 - 12 = 6\text{N}$

γ) $\Sigma F = 6\text{N}$ Δηλαδή έχει κατεύθυνση προς τα δεξιά

Να προσδιορίσετε την συνισταμένη των δυνάμεων.



α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά. (Προς τα δεξιά)

β) Ισχύει : $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 \Rightarrow \Sigma F = F_1 + F_2 - F_3 - F_4 = 6 + 4 - 5 - 7 = 10 - 12 = -2\text{ N}$

γ) $\Sigma F = -2\text{ N}$ Δηλαδή έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά

2.1 Ποια παραμόρφωση χαρακτηρίζεται ως ελαστική και ποια ως πλαστική;

2.2 Ένα ελατήριο με την επίδραση δυνάμεως F επιμηκύνεται κατά διάστημα x . Αν στο ελατήριο ασκηθεί διπλάσια δύναμη, πόση θα γίνει η επιμήκυνσή του;

2.3 Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις, αν είναι σωστές, και με Λ , αν είναι λανθασμένες, και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Η συσπίρωση ενός ελατηρίου από χάλυβα είναι ελαστική.

β. Η επιμήκυνση μιας μολύβδινης ράβδου είναι πλαστική.

γ. Μια χάλκινη ράβδος είναι πιο ελαστική από μια ράβδο των ίδιων διαστάσεων από καουτσούκ.

2.8 Δύο ελατήρια έχουν σταθερές $k_1 = 20\text{N/m}$ και $k_2 = 2\text{N/cm}$. Ποιο από τα δύο είναι το πιο σκληρό;

2.9 Ένα ελατήριο έχει μήκος 10 cm. Με την επίδραση μιας δύναμης 10N το μήκος του γίνεται 12,5 cm. Ποια δύναμη θα χρειαστεί, για να αποκτήσει το ελατήριο μήκος 13,5 cm;

2.10 Ένα ελατήριο επιμηκώνεται με την επίδραση μιας δύναμης. Εάν η επιμήκυνση είναι 50mm και η σταθερά του ελατηρίου είναι 100 N/m, πόση είναι η δύναμη που προκάλεσε την επιμήκυνση αυτή; Τι θα συμβεί στο ελατήριο, αν ασκηθεί σ' αυτό δύναμη 10N;

2.12 Στον παρακάτω πίνακα γράφτηκαν τα αποτελέσματα ενός πειράματος.

Δύναμη (N)	0	1	2	3	4	5	6
Μήκος του ελατηρίου (cm)	40	49	58	67	76	88	110
Επιμήκυνση του ελατηρίου (cm)							

α. Να συμπληρωθεί ο πίνακας.

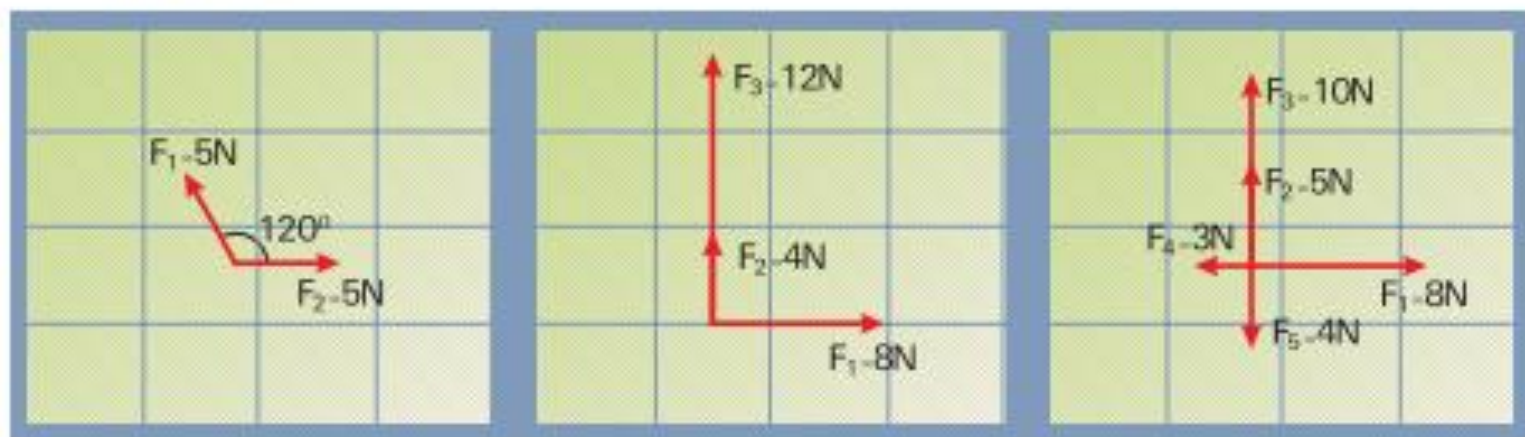
β. Να γίνει το διάγραμμα επιμήκυνσης-δύναμης.

γ. Ποιο φαίνεται να είναι το όριο ελαστικότητας του ελατηρίου;

δ. Τι θα συμβεί στο ελατήριο, αν ασκηθεί σε αυτό δύναμη μεγαλύτερη του ορίου ελαστικότητάς του;

2.18 Να βρεθεί η συνισταμένη δύο δυνάμεων, οι οποίες έχουν κοινό σημείο εφαρμογής, μέτρα 3N και 4N αντίστοιχα και σχηματίζουν γωνία:
α. 0° β. 60° γ. 90° δ. 180°

2.19 Να βρεθεί η συνισταμένη (μέτρο και διεύθυνση) των παρακάτω δυνάμεων:



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

ΕΡΩΤΗΣΗ 14

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

1. Να αναφέρετε παραδείγματα από τα οποία να φαίνεται ότι η δύναμη είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

2. Περιγράψτε απλό πείραμα από το οποίο να φαίνεται ότι η συνισταμένη δύο ομόροπων δυνάμεων έχει τιμή που είναι ίση με το άθροισμα των τιμών των δυνάμεων αυτών.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

3. Περιγράψτε απλό πείραμα από το οποίο να φαίνεται ότι η συνισταμένη δύο αντίρροπων δυνάμεων έχει τιμή που είναι ίση με τη διαφορά των τιμών των δυνάμεων αυτών.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

4. Ποια είναι η φορά της συνισταμένης δύο αντίρροπων δυνάμεων;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

14. Να συμπληρώσετε με τους όρους: δύναμη, πλαστική, ελαστική, διανυσματικό μέγεθος, τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

A. Η δύναμη για να ορισθεί πλήρως χρειάζεται τιμή, διεύθυνση και φορά,

δηλαδή είναι **διανυσματικό μέγεθος**

B. Η παραμόρφωση ενός ελατηρίου χαρακτηρίζεται ως **ελαστική**

Γ. Η παραμόρφωση μιας πλαστελίνης χαρακτηρίζεται ως **πλαστική**

Δ. Η **δύναμη** προκαλεί την παραμόρφωση ή τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης του σώματος στο οποίο ασκείται.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1

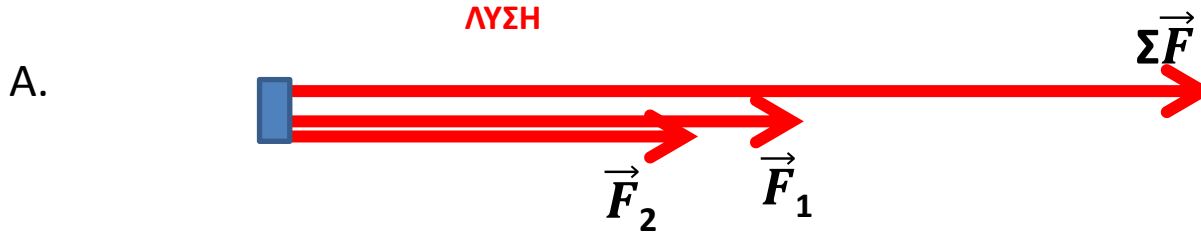
ΑΣΚΗΣΗ 2

ΑΣΚΗΣΗ 4

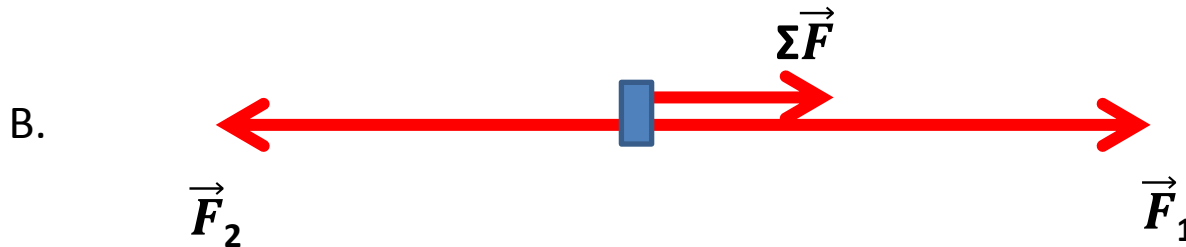
1. Δύο δυνάμεις με τιμές 80N και 60N ενεργούν στο ίδιο σημείο ενός σώματος. Να βρείτε τη συνισταμένη τους αν οι διευθύνσεις τους σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία

A. 0°

B. 180°



$$\Sigma F = F_1 + F_2 = 80 + 60 = 140 \text{ N}$$



$$\Sigma F = F_1 - F_2 = 80 - 60 = 20 \text{ N}$$

2. Στην εικόνα φαίνεται ένα σώμα και οι δυνάμεις που δέχεται σε τρεις περιπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση να υπολογίσετε την συνισταμένη δύναμη σε τιμή και κατεύθυνση.

α) Επιλέγουμε αυθαίρετα μια θετική φορά. (Προς τα δεξιά)

ΣΧΗΜΑ 1

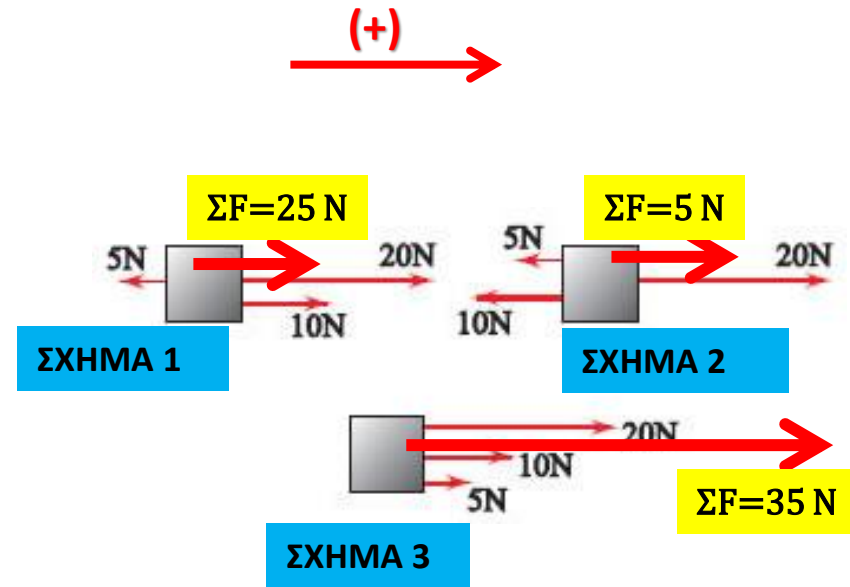
$$\Sigma F = 20 + 10 - 5 = 25 \text{ N}$$

ΣΧΗΜΑ 2

$$\Sigma F = 20 - 10 - 5 = 5 \text{ N}$$

ΣΧΗΜΑ 3

$$\Sigma F = 20 + 10 + 5 = 35 \text{ N}$$



4. Από ένα δυναμόμετρο κρεμάμε σώματα διαφορετικών βαρών.

A. Να συμπληρώσετε τον πίνακα.

B. Να κάνετε το διάγραμμα της δύναμης που επιμηκύνει το δυναμόμετρο σε συνάρτηση με την επιμήκυνση.

Γ. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης.

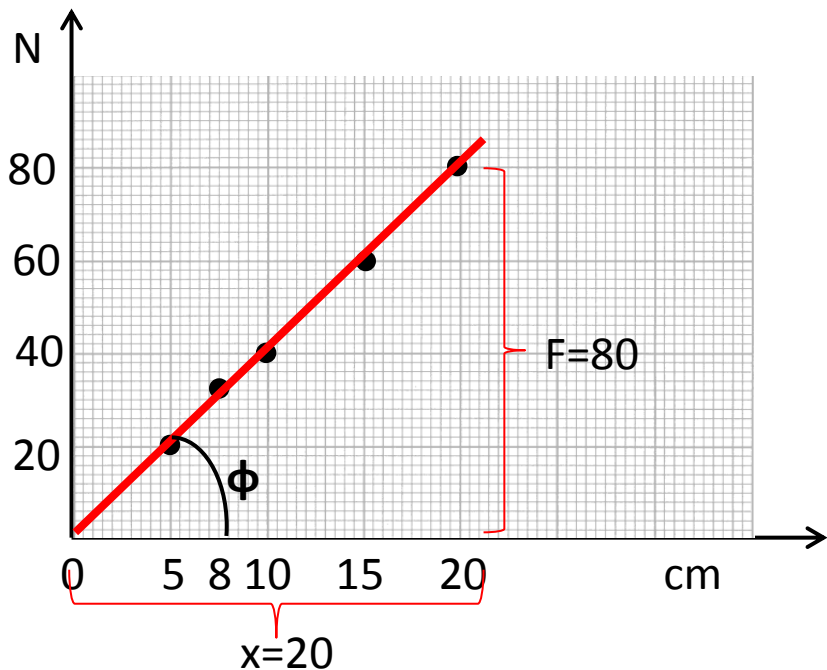
Επιμήκυνση (cm)	5	8	10	15	20
Βάρος (N)	20	32	40	60	80

$$\frac{5}{x} = \frac{20}{80} \Rightarrow 20x = 5 \cdot 80 \Rightarrow \frac{20x}{20} = \frac{5 \cdot 80}{20} \Rightarrow x = \frac{400}{20} \Rightarrow x = 20 \text{ N}$$

$$\text{Ομοίως } \frac{8}{x} = \frac{20}{80} \Rightarrow x = 32 \text{ N}$$

$$\text{Ομοίως } \frac{x}{40} = \frac{20}{80} \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Ομοίως } \frac{15}{x} = \frac{20}{80} \Rightarrow x = 60 \text{ N}$$



Γ. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης.

$$\epsilon\phi\phi = \frac{F}{x} = \frac{\text{απέναντι κάθετη}}{\text{προσκείμενη κάθετη}} = \frac{80}{20} = 4 \text{ N/m}$$

$$\text{Επειδή } F = k \cdot x \text{ άρα } k = \frac{F}{x} = 4 \text{ N/m}$$

ΔΥΝΑΜΗ - ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ2

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ3

