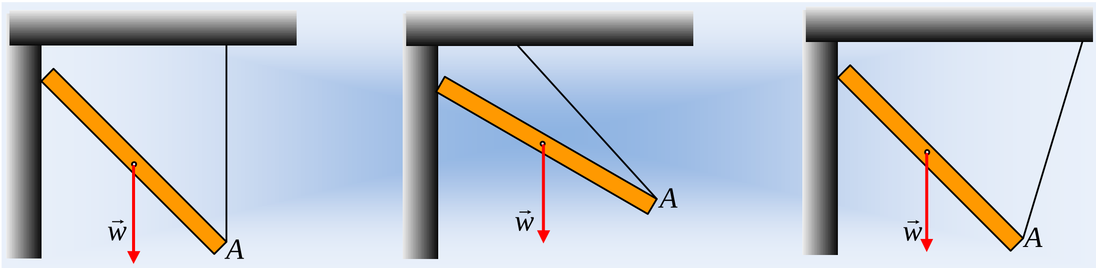
Πόσες ισορροπίες έχουμε;

Μια ομογενής ράβδος κρέμεται δεμένη στο ένα της άκρο με νήμα, ενώ με το άλλο της άκρο ακουμπά σε κατακόρυφο τοίχο. Στα σχήματα βλέπετε τρεις διαφορετικές εκδοχές ισορροπίας.

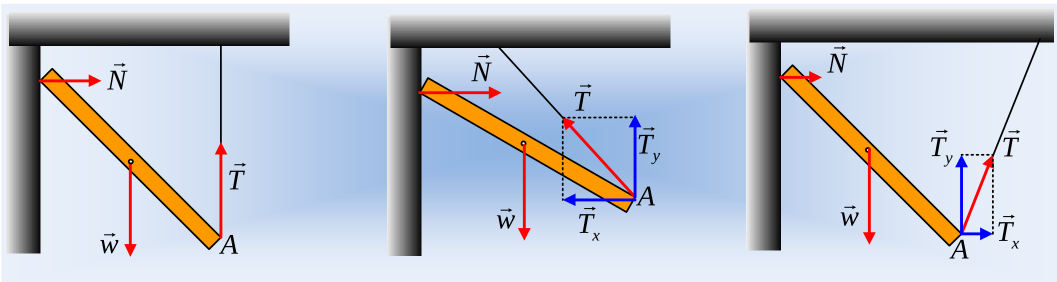


i) Να εξετάσετε σε ποια ή ποιες από τις παραπάνω περιπτώσεις η ράβδος μπορεί να ισορροπεί.

ii) Να εξετάσετε αν η ισορροπία αυτή μπορεί να συμβεί σε λείο τοίχο ή αν απαιτείται η ύπαρξη τριβής μεταξύ τοίχου και ράβδου για να υπάρξει ισορροπία.

Απάντηση:

i) Στο παρακάτω σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο, με την υπόθεση ότι δεν υπάρχουν τριβές.



Για να ισορροπεί η ράβδου θα πρέπει:

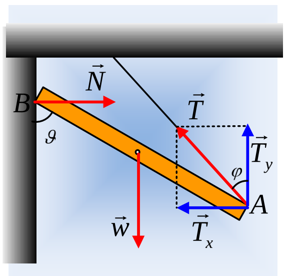
1) $\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow \Sigma F_x=0$ (1) και $\Sigma F_y=0$ (2)

2) $\Sigma\tau=0$ (3) ως προς οποιοδήποτε σημείο.

- Στο πρώτο σχήμα: $\Sigma F_x=N\neq 0$ και η ράβδος δεν ισορροπεί.
- Στο δεύτερο σχήμα: $\Sigma F_x=0 \rightarrow N=T_x$. Αυτό μπορεί να ισχύει και η ράβδος να ισορροπεί.
- Στο τρίτο σχήμα: $\Sigma F_x=0 \rightarrow N+T_x\neq 0$ και δεν μπορεί να υπάρξει ισορροπία.

Βλέπουμε λοιπόν, ότι μόνο η 2η εκδοχή μπορεί να οδηγήσει σε ισορροπία.

ii) Έστω ότι ο κατακόρυφος τοίχος στον οποίο στηρίζεται η ράβδος του μεσαίου σχήματος είναι λείος. Τότε η δύναμη που δέχεται η ράβδος στο άκρο της Β, η κάθετη αντίδραση Ν του τοίχου, είναι οριζόντια. Από την εξίσωση (2) παίρνουμε:



$$T_y=w \rightarrow T\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi=w \rightarrow T=\frac{w}{\sigma\upsilon\nu\varphi}$$

$$T_x = T \cdot \eta\mu\varphi = w \cdot \varepsilon\varphi\varphi$$

Παίρνοντας τώρα τις ροπές ως προς το άκρο Β με μήκος ράβδου ℓ έχουμε:

$$\Sigma\tau_A = T_y\ell \cdot \eta\mu\vartheta - w \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \eta\mu\vartheta - T_x\ell \cdot \sigma\upsilon\nu\vartheta \rightarrow$$

$$\Sigma\tau_A = w\ell \cdot \eta\mu\vartheta - w \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \eta\mu\vartheta - w \cdot \varepsilon\varphi\varphi \cdot \ell \cdot \sigma\upsilon\nu\vartheta = w\ell\left(\frac{1}{2} \cdot \eta\mu\vartheta - \varepsilon\varphi\varphi \cdot \sigma\upsilon\nu\vartheta\right) \rightarrow$$

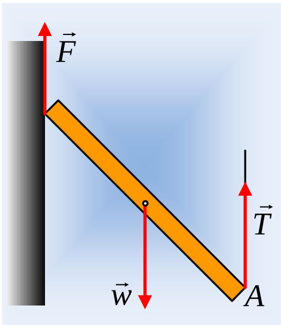
Αν

$$\frac{1}{2} \cdot \eta\mu\vartheta - \varepsilon\varphi\varphi \cdot \sigma\upsilon\nu\vartheta = 0 \rightarrow$$

$$\varepsilon\varphi\vartheta = 2\varepsilon\varphi\varphi$$

τότε μπορούμε να έχουμε ισορροπία της ράβδου ακόμα και με λείο τοίχο. Σε κάθε άλλη περίπτωση θα πρέπει να αναπτυχθεί και τριβή για να εξασφαλιστεί η ισορροπία της ράβδου.

Σχόλιο.



Θα μπορούσε κάποιος να υποστηρίξει ότι κακώς σχεδιάσαμε την κάθετη αντίδραση Ν από τον τοίχο στο 1ο σχήμα. Γιατί να ασκηθεί οριζόντια δύναμη και όχι μια κατακόρυφη δύναμη F, όπως στο διπλανό σχήμα, οπότε να εξασφαλίζεται η ισορροπία;

Η απάντηση είναι ότι αυτή η δύναμη, η παράλληλη στις επιφάνειες επαφής, δεν μπορεί παρά ονομάζεται **τριβή**. Αλλά για να υπάρχει τριβή, πρέπει να προϋπάρξει κάθετη αντίδραση. Δεν μπορεί να αναπτυχθεί τριβή, χωρίς να «πιέζονται» οι δύο επιφάνειες. Έτσι ενώ εξετάσαμε παραπάνω την περίπτωση του λείου τοίχου, δεν μπορεί να υπάρξει ισορροπία, ούτε και σε μη λείο τοίχο, αφού θα ασκείται στη ράβδο και μια οριζόντια δύναμη Ν≠0.

dmargaris@gmail.com