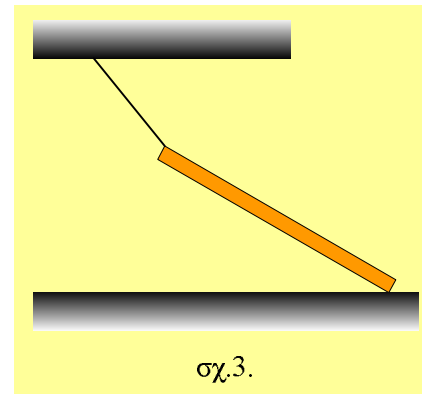
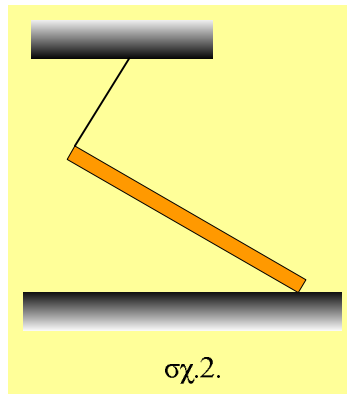
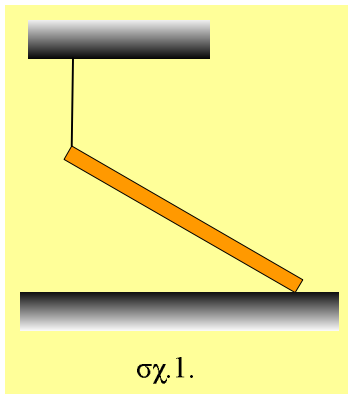


## Ισορροπία και λείο ή μη επίπεδο

Μια ομογενής ράβδος είναι δεμένη στο ένα της άκρο με νήμα, ενώ στηρίζεται σε οριζόντιο επίπεδο.



- i) Στο σχ. 1. η ράβδος ισορροπεί, οπότε:
- α) Το οριζόντιο επίπεδο είναι οπωσδήποτε λείο.
  - β) Το οριζόντιο επίπεδο, μπορεί να είναι λείο.
- ii) Και στο σχ. 2. η ράβδος ισορροπεί.
- α) Το οριζόντιο επίπεδο μπορεί να είναι λείο.
  - β) Το οριζόντιο επίπεδο, δεν είναι λείο.
- iii) Στο σχ. 3. φαίνεται η ράβδος όταν αφήνεται ελεύθερη στη θέση του σχήματος, ενώ το οριζόντιο επίπεδο είναι λείο.
- α) Η ράβδος θα ισορροπήσει.
  - β) η ράβδος θα κινηθεί προς τα αριστερά.

Ποια από τις δύο προτάσεις (σε κάθε περίπτωση) είναι η σωστή; Να δοθούν και σύντομες δικαιολογήσεις.

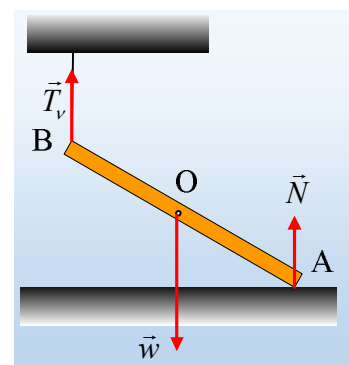
### Απάντηση:

- i) Στο 1<sup>ο</sup> σχήμα, αφού το νήμα είναι κατακόρυφο, η ράβδος δέχεται κατακόρυφη δύναμη από το νήμα, την τάση  $T_v$ , όπως κατακόρυφο είναι και το βάρος  $w$ . Αλλά αν  $F$  είναι η δύναμη που δέχεται από το επίπεδο, από την ισορροπία θα έχουμε:

$$\vec{T}_v + \vec{w} + \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F} = -(\vec{T}_v + \vec{w})$$

Πράγμα που σημαίνει ότι και η δύναμη από το επίπεδο θα είναι επίσης κατακόρυφη (αντίθετη από την συνισταμένη δύο κατακόρυφων δυνάμεων), οπότε στο σχήμα, η  $F$  έχει σημειωθεί ως  $N$ , αφού πρόκειται για την δύναμη στήριξης.

Αυτό σημαίνει ότι δεν ασκείται δύναμη τριβής από το επίπεδο, πράγμα που μπορεί να συμβαίνει επειδή το επίπεδο είναι λείο, αλλά μπορεί να συμβαίνει και όταν το επίπεδο ΔΕΝ είναι λείο, αφού η ράβδος δεν



δέχεται κάποια άλλη οριζόντια δύναμη, που θα υποχρέωνε την τριβή να εμφανιστεί. Με άλλα λόγια το ότι δεν ασκείται δύναμη τριβής δεν εξασφαλίζει λείο επίπεδο. Ένα κιβώτιο που ηρεμεί σε τραχύ οριζόντιο έδαφος, δεν δέχεται δύναμη τριβής!

Σωστή η β) πρόταση.

- ii) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στην ράβδο, όπου P το σημείο τομής των φορέων του βάρους και της τάσης του νήματος  $T_v$ . Αφού η ράβδος ισορροπεί, αν F η δύναμη που δέχεται η ράβδος από το επίπεδο, τότε ως προς το P:

$$\Sigma \tau = 0 \rightarrow T_v \cdot 0 + w \cdot 0 + F \cdot d = 0 \rightarrow d = 0$$

Δηλαδή και ο φορέας της δύναμης F, διέρχεται από το σημείο P (οι τρεις δυνάμεις συντρέχουν στο ίδιο σημείο). Αλλά τότε το επίπεδο δεν μπορεί να είναι λείο, αφού η F μπορεί να αναλυθεί στις συνιστώσες N και  $f_s$ , όπως στο σχήμα, όπου  $f_s$  η στατική τριβή.

Σωστό το β).

- iii) Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο, μόλις αφαιρεθεί στην θέση που δείχνει το σχήμα. Για να ισορροπήσει η ράβδος, θα πρέπει να ικανοποιούνται οι εξισώσεις:

$$\Sigma F_x = 0, \quad (1) \quad \Sigma F_y = 0 \quad (2) \quad \text{και} \quad \Sigma \tau = 0 \quad (3)$$

Όπου η εξίσωση (3) υπολογίζει τις ροπές, ως προς οποιοδήποτε σημείο.

Στην περίπτωσή μας, η εξίσωση (1) δεν μπορεί να ισχύει αφού η μοναδική οριζόντια δύναμη είναι η συνιστώσα  $F_x$  της τάσης του νήματος. Άρα η ράβδος θα επιταχυνθεί οριζόντια και δεν θα ισορροπήσει. (Είναι φανερό, ότι δεν χρειάζεται για την πιθανή ισορροπία, να εξετάσουμε την ισχύ των εξισώσεων (2) και (3), αφού βρήκαμε να παραβιάζεται μία τουλάχιστον εξίσωση από τις τρεις).

Σωστή η β) πρόταση.

