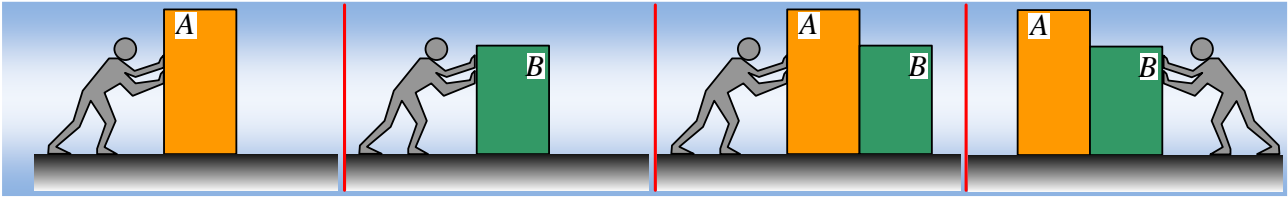


Η δράση, η αντίδραση αλλά και η κίνηση.



Όταν ένα παιδί σπρώξει μια ντουλάπα A, μάζας $M=40\text{kg}$, σε οριζόντιο επίπεδο, απαιτείται να ασκήσει οριζόντια δύναμη μέτρου τουλάχιστον 200N , για να μπορέσει να την μετακινήσει. Αντίθετα όταν σπρώξει μια μικρότερη ντουλάπα B, μάζας $m=20\text{kg}$, με ελάχιστη δύναμη, την μετακινεί.

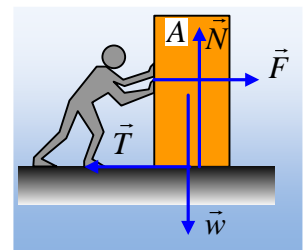
Βάζοντας την μια ντουλάπα δίπλα στην άλλη, όπως στο 3^ο σχήμα, σπρώχνει ασκώντας οριζόντια δύναμη $F=100\text{N}$.

- i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε ντουλάπα, υπολογίζοντας και τα μέτρα τους.
- ii) Αυξάνουμε το μέτρο της δύναμης στην τιμή $F_1=260\text{N}$. Να υπολογιστούν ξανά τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στις δυο ντουλάπες.
- iii) Να υπολογιστούν ξανά οι αντίστοιχες δυνάμεις, αν σπρώξει με οριζόντια δύναμη $F_2=150\text{N}$, όπως στο 4^ο σχήμα.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$ και ότι οι συντελεστές τριβής ολίσθησης και στατικής τριβής, είναι ίσοι.

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στην πρώτη εικόνα. Αφού για να μπορέσει να μετακινηθεί η A ντουλάπα, απαιτείται να ασκηθεί οριζόντια δύναμη μέτρου $F=200\text{N}$, σημαίνει ότι και η τριβή που δέχεται η ντουλάπα από το έδαφος μπορεί να αποκτήσει μέγιστη τιμή 200N . Δηλαδή $T_{\text{op}}=200\text{N}$. Αλλά με την ίδια λογική, αφού η B ντουλάπα μετακινείται με την εξάσκηση ελάχιστης δύναμης, σημαίνει ότι πρακτικά δεν εμφανίζει τριβές με το δάπεδο.



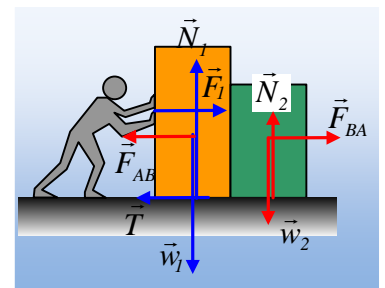
Έτσι στην περίπτωση του 3^{ου} σχήματος, οι δυνάμεις που ασκούνται στα δυο σώματα είναι όπως στο διπλανό σχήμα, όπου F_{AB} η δύναμη που ασκείται στην A από την B και F_{BA} η αντίδρασή της, η οποία ασκείται στην B ντουλάπα από την A.

Αν όμως $F_{BA} \neq 0$, τότε η B θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά, συνεπώς θα πρέπει να μετακινηθεί και η A ντουλάπα (η οποία την σπρώχνει!!!).

Αλλά τότε η τριβή που θα ασκηθεί πάνω της θα είναι 200N , ενώ δέ-

χεται οριζόντια δύναμη, μόνο 100N . Αυτό δεν μπορεί να συμβεί, οπότε η μόνη δυνατή λύση είναι $F_{AB}=F_{BA}=0$. Αλλά τότε τα σώματα ηρεμούν και έχουμε:

Για την A:



$$\Sigma F_y=0 \text{ ή } N_1=w_1=Mg=400N \text{ και } \Sigma F_x=0 \text{ ή } T=F=100N.$$

Για την Β:

$$\Sigma F_y=0 \text{ ή } N_2=w_2=mg=200N.$$

- ii) Στην περίπτωση που η δύναμη πάρει τιμή $F_1=260N$, μεγαλύτερη από την στατική τριβή που ασκείται στην Α ντουλάπα, αυτή τείνει να κινηθεί, με αποτέλεσμα να ασκήσει τώρα δύναμη στην Β, η οποία με τη σειρά της θα επιταχυνθεί. Με άλλα λόγια και οι δύο θα κινηθούν προς τα δεξιά με την ίδια επιτάχυνση. Έτσι εφαρμόζοντας το 2^ο νόμο του Νεύτωνα ξεχωριστά για κάθε μια παίρνουμε:

$$\Sigma F_{A,x}=M \cdot a \rightarrow F_1-T-F_{AB}=M \cdot a \quad (1)$$

$$\Sigma F_{B,x}=m \cdot a \rightarrow F_{BA}=m \cdot a \quad (2)$$

Όπου Τ η τριβή ολίσθησης με μέτρο και αυτή όσο η οριακή στατική τριβή (200N) ενώ οι δυνάμεις F_{AB} και F_{BA} έχουν ίσα μέτρα αφού αποτελούν ζεύγος δράσης-αντίδρασης, οπότε με πρόσθεση κατά μήκη των (1) και (2) παίρνουμε:

$$F_1-T= M \cdot a+m \cdot a \rightarrow$$

$$a = \frac{F_1 - T}{M + m} = \frac{260 - 200}{40 + 20} m/s^2 = 1 m/s^2$$

Οπότε επιστρέφοντας στην (2) βρίσκουμε $F_{BA}=m \cdot a=20N=F_{AB}$.

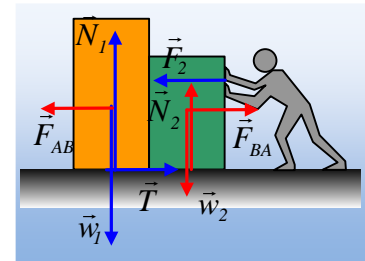
Οι υπόλοιπες δυνάμεις έχουν τιμές όπως και στο προηγούμενο ερώτημα.

- iii) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί ξανά οι δυνάμεις στα δυο σώματα. Αφού $F_2=150N$, προφανώς η δύναμη F_{AB} δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την οριακή τριβή, οπότε η ασκούμενη τριβή θα είναι στατική και τα σώματα δεν θα κινηθούν. Αλλά από την ισορροπία της Β ντουλάπας παίρνουμε:

$$\Sigma F_{x,B}=0 \rightarrow F_{BA}=F_2=150N=F_{AB}.$$

Οπότε και για την Α:

$$\Sigma F_x=0 \rightarrow T=T_s=F_{AB}=150N.$$



Σχόλιο:

Στο 3^ο σχήμα, όταν η δύναμη που ασκήσουμε στην ντουλάπα Α έχει μέτρο μικρότερο από την οριακή τριβή, τότε αυτή «δεν τείνει να κινηθεί», οπότε και δεν μεταφέρει δύναμη στην Β ντουλάπα. Θα το κάνει όταν της ασκήσουμε δύναμη μεγαλύτερη από 200N.

Αντίθετα στην 4^η περίπτωση, επειδή η Β ντουλάπα δεν εμφανίζει τριβές, με την εξάσκηση της παραμικρότερης δύναμης τείνει να μετακινηθεί, οπότε «μεταφέρει την ασκούμενη δύναμη», ασκώντας δύναμη ίσου μέτρου στην Α ντουλάπα.