

## Παρουσία συνισταμένης δύναμης

Σε ένα σώμα ασκείται μη μηδενική συνισταμένη δύναμη τότε υπάρχει επιτάχυνση

Κάνουμε το διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος

Εφαρμόζουμε το 2<sup>ο</sup> νόμο του Newton

Οι δυνάμεις που δρουν είναι:

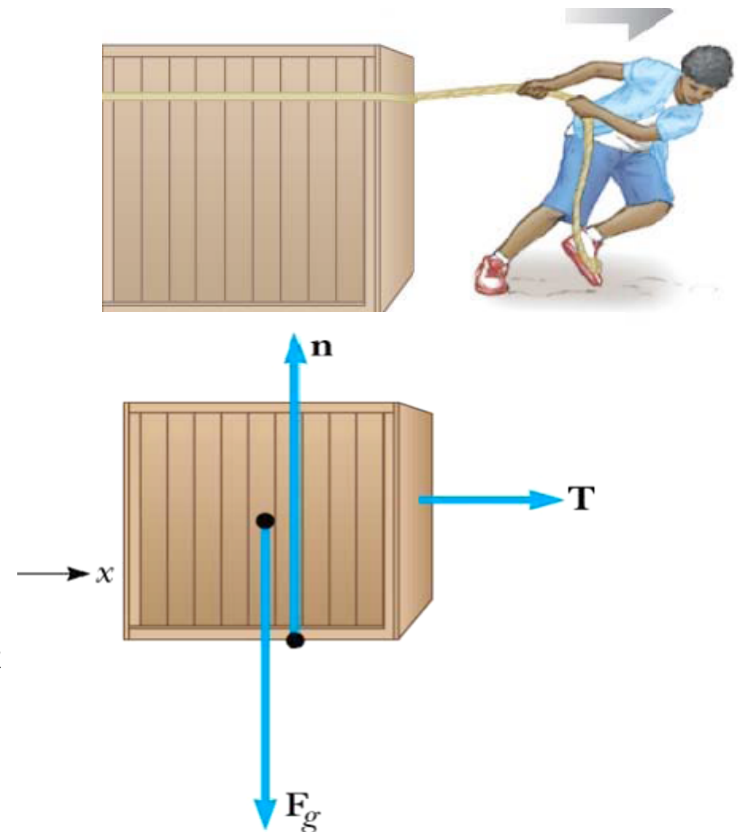
το βάρος  $F_g$

η τάση  $T$

η αντίδραση  $N$  του δαπέδου

$$\sum \vec{F}_x = \vec{T} = m\vec{a}_x \Rightarrow T = ma_x$$

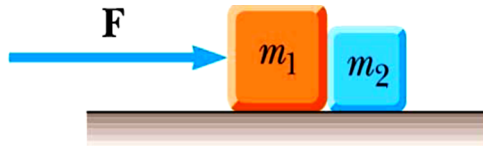
$$\sum \vec{F}_y = \vec{F}_g + \vec{n} = m\vec{a}_y = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_g = -\vec{n} \Rightarrow F_g = n$$



## Περίπτωση πολλών σωμάτων

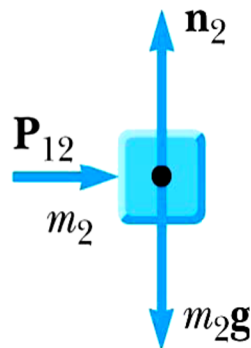
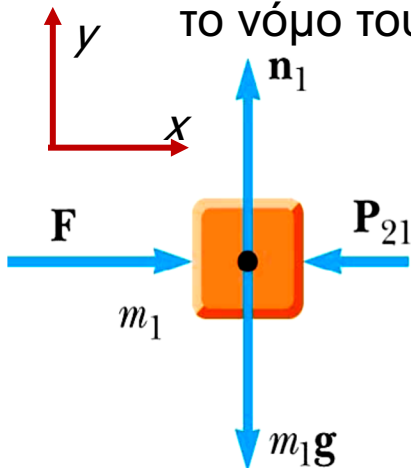
Αν πολλά σώματα συνδέονται μεταξύ τους ή εφάπτονται τότε ο νόμος του Newton μπορεί να εφαρμοστεί στο σύστημα σα να είναι ένα σώμα ή σε κάθε σώμα ξεχωριστά

(α) Λαμβάνουμε το σύστημα σαν ένα σώμα



$$\sum F_x = M_{\text{συστ}} a_x \Rightarrow F = (m_1 + m_2) a_x$$

(β) Μπορούμε να λύσουμε το πρόβλημα εφαρμόζοντας το νόμο του Newton σε κάθε σώμα ξεχωριστά



$$\begin{aligned} \text{Στο } x\text{-άξονα για } m_1: \vec{F} + \vec{P}_{21} &= m_1 \vec{a}_x \\ \Rightarrow F + P_{21} &= m_1 a_x \end{aligned}$$

$$\text{Στο } x\text{-άξονα για } m_2: \vec{P}_{12} = m_2 \vec{a}_x \Rightarrow P_{12} = m_2 a_x$$

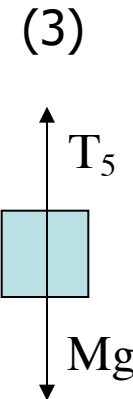
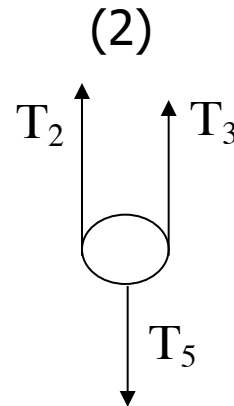
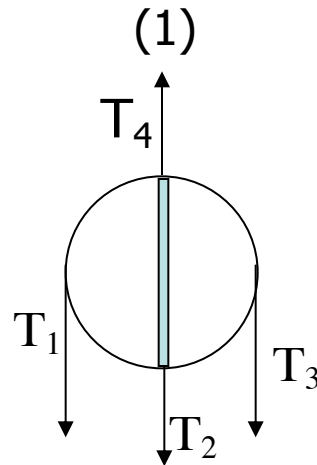
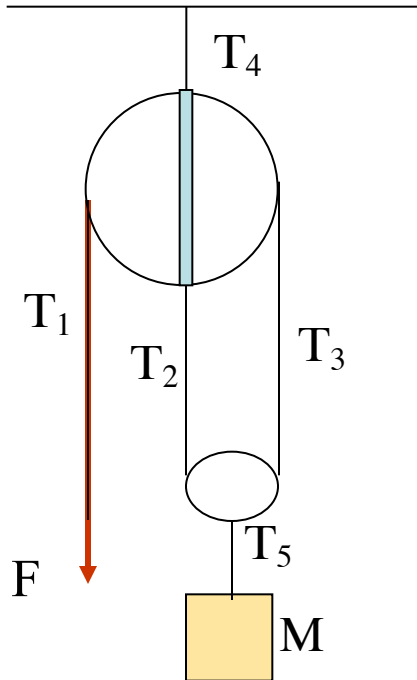
$$\text{Αλλά } \vec{P}_{12} = -\vec{P}_{21} \quad \text{δράση - αντίδραση}$$

$$\text{Οπότε } F - P_{12} = m_1 a_x \Rightarrow F - m_2 a_x = m_1 a_x \Rightarrow F = (m_1 + m_2) a_x$$

# Παράδειγμα τροχαλίας

Ζητάμε να βρούμε τις τάσεις σε κάθε τμήμα του συστήματος και την δύναμη  $F$  για να μην κινηθεί η μάζα  $M$ .

Διαγράμματα απελευθερωμένων σωμάτων



Η τάση στο  
σχοινί είναι  
σταθερή:  
 $T_1 = T_3 = T_2$

Σύμφωνα με  
το 2<sup>ο</sup> νόμο:

$$(3): \sum F = 0 \Rightarrow T_5 - Mg = 0 \Rightarrow T_5 = Mg$$

$$(2): \sum F = 0 \Rightarrow T_2 + T_3 - T_5 = 0 \Rightarrow 2T_2 = T_5 \Rightarrow T_2 = T_1 = T_3 = \frac{Mg}{2}$$

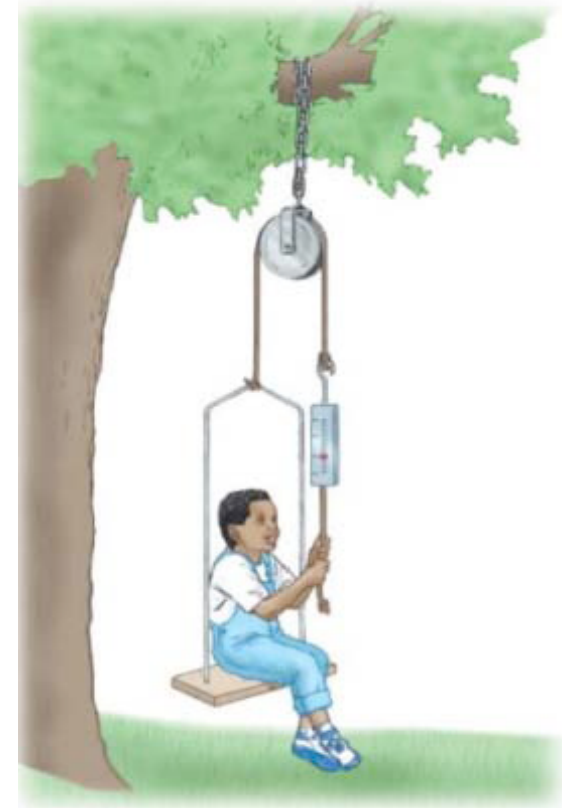
$$(1): \sum F = 0 \Rightarrow T_4 - T_1 - T_2 - T_3 = 0 \Rightarrow T_4 = \frac{3Mg}{2}$$

$$F = T_1 = Mg/2$$

## Παράδειγμα Τάσεων

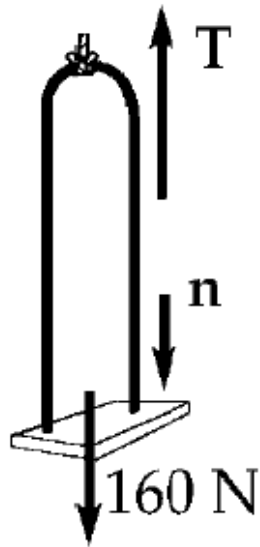
Το παιδί της διπλανής εικόνας θέλει να φθάσει ένα μήλο στο δέντρο χωρίς να σκαρφαλώσει. Χρησιμοποιεί ένα σχοινί αμελητέας μάζας και μια αβαρή τροχαλία. Τραβάει το σχοινί προς τα κάτω και το δυναμόμετρο δείχνει μια δύναμη  $F=250\text{N}$ . Το βάρος του παιδιού είναι  $320\text{N}$  ενώ το βάρος της καρέκλας είναι  $160\text{N}$ . Προσδιορίστε:

- (α) Τα διαγράμματα ελεύθερου σώματος για το παιδί και την καρέκλα ξεχωριστά και για τα δύο σαν να αποτελούσαν ένα σύστημα.
- (β) Το μέτρο και διεύθυνση της επιτάχυνσης του συστήματος.
- (γ) Την δύναμη που το παιδί ασκεί στην καρέκλα.

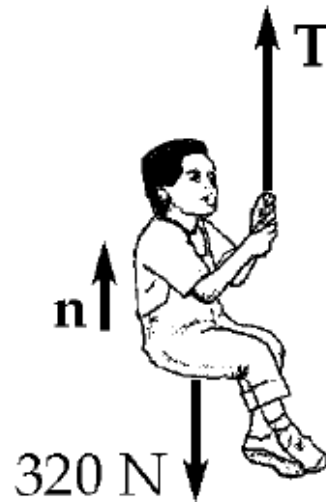


## Παράδειγμα τάσεων

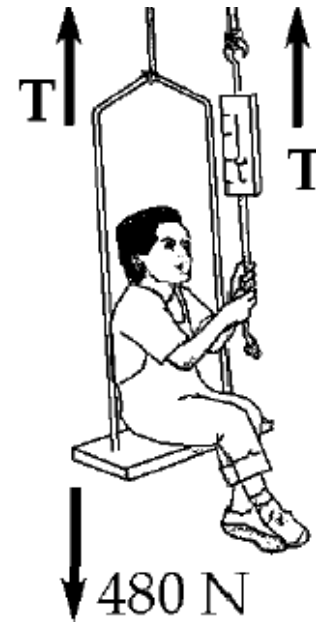
Τα διαγράμματα ελεύθερου σώματος για την καρέκλα ( $\alpha$ ), το παιδί ( $\beta$ ) και για το σύστημα του παιδιού-καρέκλας ( $\gamma$ ).



( $\alpha$ )



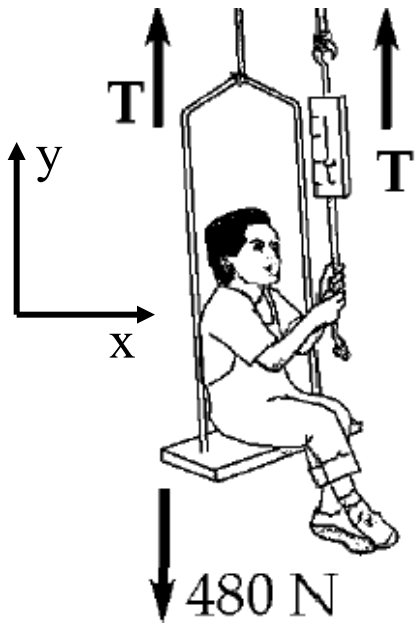
( $\beta$ )



( $\gamma$ )

## Παράδειγμα τάσεων

(β) Να βρεθεί το μέτρο και διεύθυνση της επιτάχυνσης του συστήματος



Θεωρούμε ότι το σύστημά μας αποτελείται από το παιδί και την καρέκλα.

Προσέξτε ότι 2 σχοινιά στηρίζουν το σύστημα και η τάση σε κάθε σχοινί είναι  $T=250\text{N}$  όση δείχνει το δυναμόμετρο.

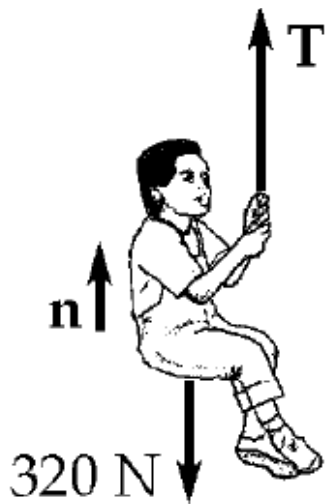
Εφαρμόζουμε το 2<sup>ο</sup> νόμο του Newton:

$$\begin{aligned}\sum F = ma &\Rightarrow 2T - 480\text{N} = \frac{480\text{N}}{g}a \Rightarrow \\ &\Rightarrow a = \frac{(2 \times 250\text{N} - 480\text{N})g}{480\text{N}} \Rightarrow a = 0.408\text{m/s}^2\end{aligned}$$

Η επιτάχυνση του συστήματος έχει φορά προς τα πάνω.

## Παράδειγμα τάσεων

(γ) Να βρεθεί η δύναμη που ασκεί το παιδί στην καρέκλα



Θεωρούμε ότι το σύστημά μας αποτελείται από το παιδί.

Η δύναμη που ασκεί το παιδί στην καρέκλα είναι ίση και αντίθετη με την αντίδραση  $n$  που δέχεται το παιδί από την καρέκλα (3<sup>ος</sup> νόμος του Newton).

Εφαρμόζουμε το 2<sup>ο</sup> νόμο του Newton στο σύστημα:

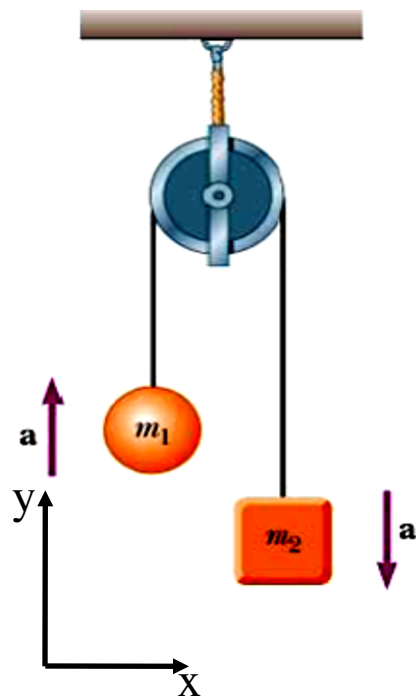
$$\sum F = m_{\pi} a \Rightarrow T + n - m_{\pi} g = m_{\pi} a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 320N - 250N + \left( \frac{320N}{g} \right) a \Rightarrow n = 83.3N$$

$m_{\text{παιδιού}}$

Επομένως η δύναμη που ασκεί το παιδί στην καρέκλα θα είναι:  $n_{\pi/\kappa} = -83.3N$

# Μηχανή του Atwood



Οι μόνες δυνάμεις που δρουν είναι η Τάση και το Βάρος  
Από τη στιγμή που τα σώματα είναι συνδεδεμένα,  
**όλα έχουν την ίδια επιτάχυνση**

Για το  $m_1$ :  $\sum F_y = m_1 a \Rightarrow T - m_1 g = m_1 a \Rightarrow T = m_1 g + m_1 a$

Για το  $m_2$ :  $\sum F_y = -m_2 a \Rightarrow T - m_2 g = -m_2 a \Rightarrow T = m_2 g - m_2 a$

$$\Rightarrow m_2 g - m_2 a = m_1 g + m_1 a \Rightarrow (m_2 - m_1)g = (m_1 + m_2)a$$

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_1 + m_2)} < g$$

Ποια είναι η T?

$$T = m_1(a + g) = m_1 \left( \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_1 + m_2)} + g \right) = \frac{2m_1 m_2}{(m_1 + m_2)} g$$

Θα μπορούσαμε να λύσουμε το πρόβλημα θεωρώντας  $m_1, m_2$  σαν ένα σύστημα με μάζα  $M = (m_1 + m_2)$  κινούμενα κάτω από μια δύναμη  $F = (m_2 - m_1)g$

$$a = \frac{F}{M} = \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_1 + m_2)}$$

