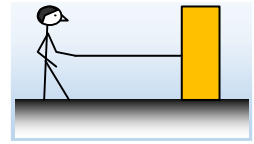


Τραβώντας ένα κιβώτιο

Σε οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα μεγάλο κιβώτιο μάζας M . Ένας άνθρωπος μάζας $3M$, δένει το κιβώτιο με ένα σχοινί, αμελητέας μάζας, και τραβώντας το άκρο του, προσπαθεί να το μετακινήσει. Δίνεται ότι ο συντελεστής οριακής στατικής τριβής, ίσος με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης, τόσο μεταξύ κιβωτίου και επιπέδου, όσο και μεταξύ παπουτσιών του ανθρώπου και του επιπέδου, έχει τιμή μ .



i) Η μέγιστη δύναμη F που μπορεί να ασκήσει στο σχοινί, χωρίς να μετακινηθεί κανένα σώμα, έχει μέτρο:

α) $F = \mu Mg$, β) $F = 2\mu Mg$, γ) $F = 3\mu Mg$, δ) $F = 4\mu Mg$.

ii) Αν $\mu = 0,2$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$, τότε η μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να αποκτήσει το κιβώτιο, έχει μέτρο:

α) $a = 1 \text{ m/s}^2$, β) $a = 2 \text{ m/s}^2$, γ) $a = 3 \text{ m/s}^2$, δ) $a = 4 \text{ m/s}^2$.

Απάντηση:

i) Τραβώντας ο άνθρωπος το σχοινί, ασκεί στο κιβώτιο την δύναμη F_2 , μέσω του νήματος και δέχεται (επίσης μέσω του νήματος), την αντίδρασή της F_1 . Τις δυνάμεις αυτές ονομάζουμε «τάση του νήματος». Για το μέτρο της μέγιστης στατικής τριβής (οριακής τριβής) που μπορεί να ασκηθεί σε άνθρωπο και κιβώτιο, χωρίς τα σώματα να ολισθήσουν, έχουμε:

$$T_{1,op} = \mu N_1 \xrightarrow{N_1=B_1} T_{1,op} = \mu 3Mg = 3\mu Mg \text{ και}$$

$$T_{2,op} = \mu N_2 \xrightarrow{N_2=B_2} T_{2,op} = \mu Mg$$

Βλέπουμε ότι η οριακή τριβή είναι μικρότερη για το κιβώτιο. Αλλά τότε αν ο άνθρωπος αρχίσει να αυξάνει την δύναμη με την οποία τραβάει το σχοινί, το κιβώτιο θα ολισθήσει πρώτο. Για να μην συμβεί αυτό θα πρέπει η δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος να μην ξεπεράσει την οριακή τριβή:

$$F_2 \leq T_{2,op} \rightarrow F_{2,max} = T_{2,op} = \mu Mg$$

Σωστό το α).

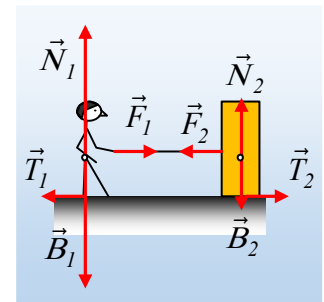
ii) Αν αυξάνεται το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στο κιβώτιο, θα αυξάνεται και η επιτάχυνση του κιβωτίου. Αλλά τότε η μέγιστη επιτάχυνση θα είναι αυτή που θα αντιστοιχεί στην μέγιστη ασκούμενη δύναμη. Αλλά η μέγιστη δύναμη που μπορεί να ασκήσει ο άνθρωπος, χωρίς να ολισθήσει ο ίδιος, έχει μέτρο ίσο με την $T_{1,op}$, οπότε στην περίπτωση αυτή, ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα δίνει:

$$\Sigma F_x = Ma \rightarrow F_{2,max} - T_{2,ολ} = Ma \rightarrow F_{2,max} - \mu Mg = Ma \rightarrow$$

$$a = \frac{F_{2,max}}{M} - \mu g = \frac{3\mu Mg}{M} - \mu g = 2\mu g \rightarrow$$

$$a = 2 \cdot 0,2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2.$$

Σωστό το δ).



Σχόλιο:

Παραπάνω αντιμετωπίσαμε το νήμα σαν «ενδιάμεσο» που απλά μεταφέρει τη δύναμη από τον άνθρωπο στο κιβώτιο. Θα μπορούσαμε βέβαια να το αντιμετωπίσουμε σαν ένα ανεξάρτητο σώμα, οπότε ο άνθρωπος ασκεί και δέχεται δύναμη από το νήμα, το οποίο με τη σειρά του ασκεί και δέχεται δύναμη στο κιβώτιο...

dmargaris@gmail.com