

Οι ... λεπτομέρειες των νημάτων

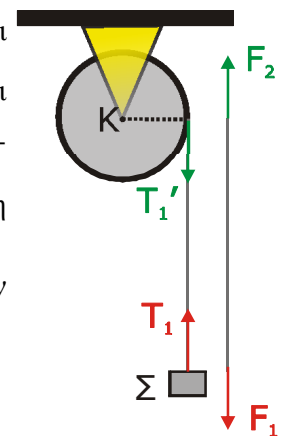
Στις ασκήσεις που σχετίζονται με στερεά σώματα και στις οποίες υπάρχει νήμα συνήθως αναφέρονται τα εξής : **αβαρές νήμα, μη εκτατό νήμα, το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας**. Όσες φορές δεν αναφέρονται τα παραπάνω απλώς εννοούνται...

Θα επιχειρήσουμε να διευκρινίσουμε τα συμπεράσματα που μπορούμε να βγάλουμε απ' αυτές τις διατυπώσεις τις οποίες αρκετά συχνά προσπερνάμε χωρίς να δίνουμε σημασία καταφεύγοντας σε τυποποιημένες, μηχανιστικές λύσεις των προβλημάτων. Έτσι όμως, όταν θα συναντήσουμε κάποια περίπτωση που ξεφεύγει από την πεπατημένη, είτε θα δυσκολευτούμε πολύ, είτε θα κάνουμε λάθος. Η σωστή ανάλυση κάθε τέτοιας «λεπτομέρειας», κατά τη γνώμη μου είναι απαραίτητη. Αν παρομοιάζαμε τη λύση μιας άσκησης σαν ένα ωραίο γεύμα τότε το ξεκαθάρισμα των «λεπτομερειών» ισοδυναμεί με το ...να πλύνουμε τα χέρια μας. Δεν είναι απαραίτητο;

Το μοντέλο μας : Τροχαλία η οποία μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της ενώ μέσω λεπτού, **αβαρούς** και **μη εκτατού** νήματος κρέμεται σώμα όπως φαίνεται στο σχήμα. Κατά τη διάρκεια της κίνησης το νήμα **δεν ολισθαίνει** στο αυλάκι της τροχαλίας.

A. Αβαρές νήμα

Στο διπλανό σχήμα έχουμε σημειώσει τις δυνάμεις \vec{T}_1 και \vec{T}'_1 οι οποίες ασκούνται από το νήμα στο σώμα Σ και την τροχαλία αντίστοιχα, ενώ έχει σχεδιαστεί δίπλα και το νήμα με τις δυνάμεις που **αυτό** δέχεται από το σώμα Σ και την τροχαλία. Η δύναμη \vec{F}_1 είναι η αντίδραση στην \vec{T}_1 (αν η τελευταία θεωρηθεί δράση) ενώ η δύναμη \vec{F}_2 είναι η αντίστοιχη αντίδραση στην \vec{T}'_1 . Τα ζευγάρια δράσης αντίδρασης έχουν ίσα μέτρα (3^{ος} νόμος του Νεύτωνα) οπότε έχουμε



$$T_1 = F_1 \quad (1) \quad \text{και}$$

$$T'_1 = F_2 \quad (2)$$

Εφαρμόζοντας τώρα τον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής **για το νήμα** έχουμε:

$$F_1 - F_2 = m_{\text{νήμα}} \cdot a \xrightarrow{m_{\text{νήμα}}=0} F_1 = F_2 \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (1), (2) και (3) προκύπτει ότι $T_1 = T'_1$.

Συμπέρασμα : Οι δυνάμεις που ασκεί ένα τεντωμένο αβαρές νήμα στα σώματα που δένονται στα άκρα του έχουν ίσα μέτρα.

Ας σημειωθεί ότι όπως φάνηκε από την παραπάνω ανάλυση οι δυνάμεις \vec{T}_1 και \vec{T}'_1 **ΔΕΝ** αποτελούν ζεύγος δράσης – αντίδρασης.

B. Μη εκτατό νήμα

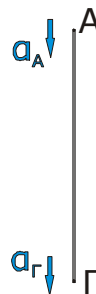
Όσο κι αν μας κάνει εντύπωση, γεγονός είναι ότι η λέξη εκτατό και μόνο προκαλεί την απορία αρκετών μαθητών. Η φράση εννοεί λοιπόν ότι το νήμα δεν μπορεί να «ξεχειλωθεί», να μεταβληθεί το μήκος του χωρίς να ξετυλιχτεί.

Έτσι:

Όλα τα σημεία ενός μη εκτατού (και τεντωμένου) νήματος, σε δεδομένη χρονική στιγμή, έχουν ίσες ταχύτητες και επιταχύνσεις.

Στο διπλανό σχήμα Γ είναι το σημείο του νήματος που είναι σε επαφή με το σώμα Σ και A το σημείο του νήματος που είναι σε επαφή με την τροχαλία.

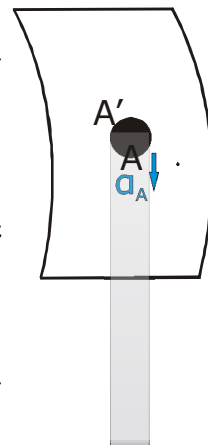
Αφού το νήμα είναι **μη εκτατό** ισχύει $\vec{a}_A = \vec{a}_\Gamma$.

**Γ. Το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας**

Το σημείο του νήματος A είναι σε επαφή με ένα σημείο A' της τροχαλίας. Εάν δεν υπάρχει ολίσθηση, τότε η επιτόρξια επιτάχυνση του A' είναι ίση με την επιτάχυνση του A :

$$\vec{a}_A = \vec{a}_{\text{επ},A'}$$

Στο σχήμα φαίνεται μια μεγέθυνση της περιοχής στην οποία το νήμα έρχεται σε επαφή με την τροχαλία.



Να σημειωθεί ότι την ίδια κατά μέτρο επιτόρξια επιτάχυνση έχουν όλα τα σημεία της τροχαλίας που απέχουν από το κέντρο της K όσο και το A' .

Τέλος και το σώμα Σ έχει την ίδια επιτάχυνση με το νήμα, άρα συνοπτικά θα γράφαμε για τα μέτρα των επιταχύνσεων:

$$a_\Sigma = a_A = a_\Gamma = a_{\text{επ},A'} = a_{\text{επ}, \text{σημείων περιφέρειας τροχαλίας}}$$

Ένας σχετικά σύντομος τρόπος να παρουσιάσουμε τις σχέσεις που ισχύουν αιτιολογώντας τους ισχυρισμούς μας θα ήταν ο εξής :

$$T_1 = T_1' \quad (\text{αβαρές νήμα})$$

$$a_\Sigma = a_{\text{επ},A'} \quad (\text{μη εκτατό νήμα, μη ολίσθηση στο αυλάκι})$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια

Σταύρος Ε. Προτογεράκης