



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Φυσική Ι

Ενότητα 3: Μηχανικές δυνάμεις

Κουζούδης Δημήτρης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Χημικών Μηχανικών

# Σκοποί ενότητας

- Περιγραφή και παρουσίαση μηχανικών δυνάμεων
  - Βαρύτητα
  - Τριβή (στατική και ολίσθησης)
  - Τάση νήματος
  - Δυνάμεις τροχαλίας
  - Δύναμη ελατηρίου
- Εξοικείωση μέσα από παραδείγματα



# Περιεχόμενα ενότητας

- Βαρύτητα
- Τριβή ολίσθησης
- Στατική τριβή
- Τάση νήματος
- Δυνάμεις σε τροχαλία
- Δύναμη ελατηρίου

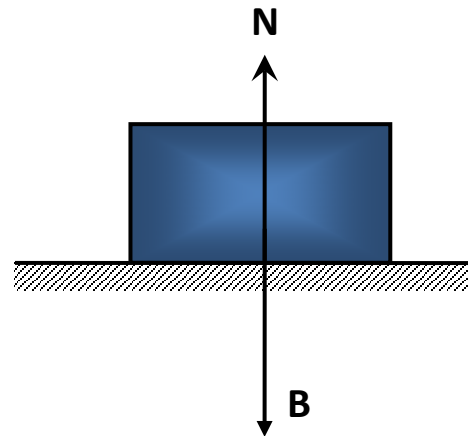


# Μηχανικές δυνάμεις

Υλικό σώμα – Κέντρο μάζας

# Βαρύτητα

- Εξάρτηση από ύψος, σύμβολο:  **$B$**
- Επίπεδο γης:  $B = mg$
- Επιτάχυνση βαρύτητας:  $g=9.8 \text{ m/s}^2$
- Διανυσματική έκφραση:  $\vec{B} = -mg\vec{e}_y$ 
  - Σημείο δράσης: κέντρο μάζας - κέντρο συμμετρίας
- Κάθετη αντίδραση:  **$N$** 
  - Ακίνητο σώμα
  - Αναπροσαρμόζεται
  - Επιφάνεια δράσης-επαφής

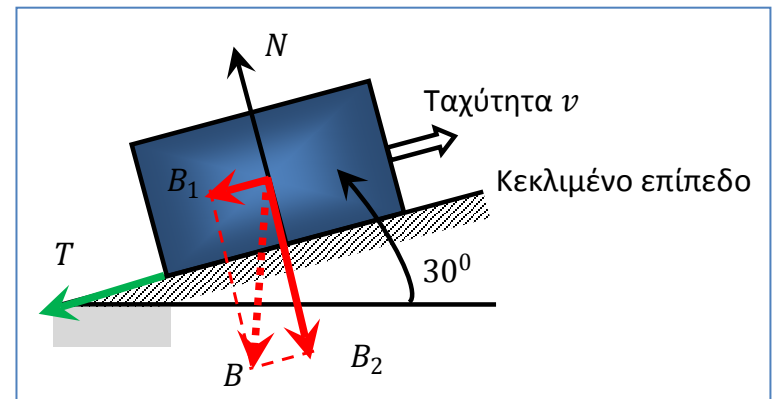


# Τριβή ολίσθησης

- Κινούμενο σώμα
  - Αντίθετα στη σχετική ταχύτητα
- Ορισμός:  $T = \mu N$
- $\mu$ : Συντελεστής τριβής ολίσθησης
- Παράδειγμα 1: Σώμα μάζας  $m=12kg$ , σε επίπεδο με γωνία  $\vartheta=30^\circ$  και  $\mu=0.6$ . Βρείτε τη δύναμη της τριβής ολίσθησης.

- $N=B_2=m g \cos 30^\circ=101.8N$

- $T=\mu N=61.08N$

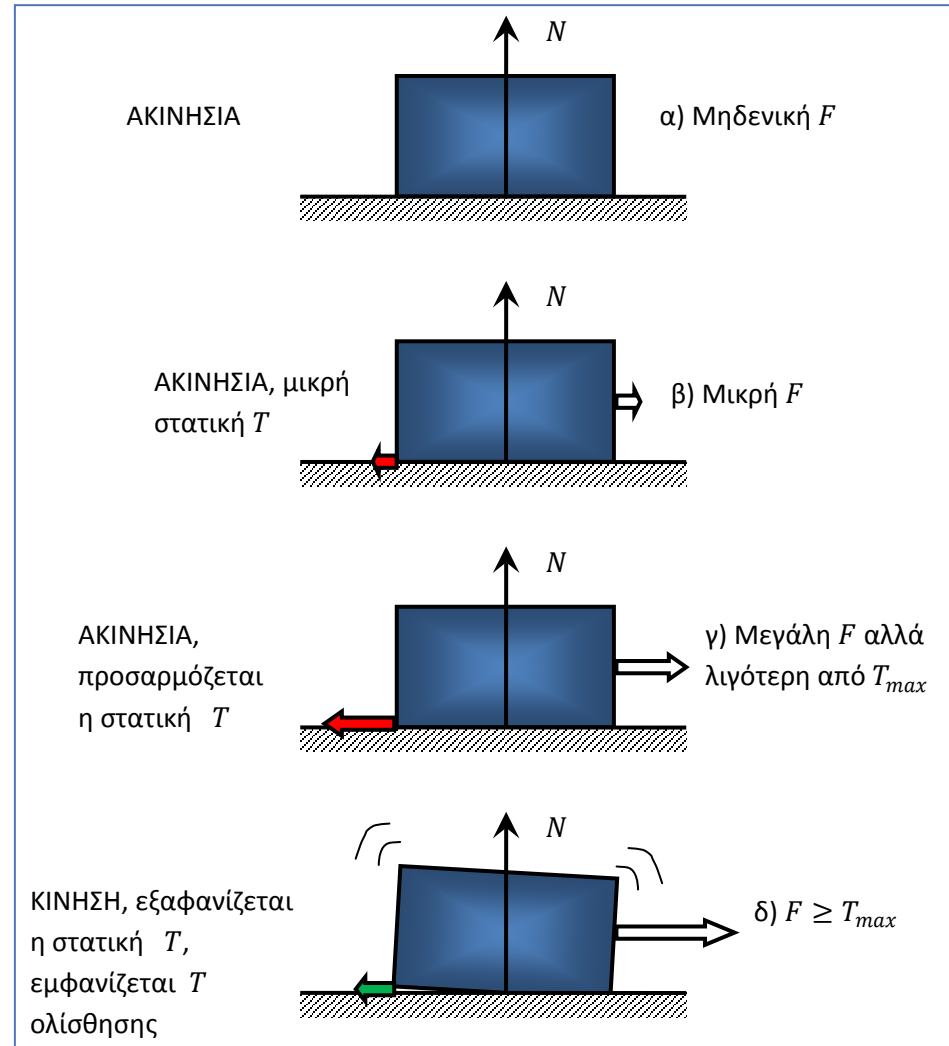


# Στατική τριβή

- Ακίνητο σώμα – τείνει να κινηθεί
- Αυτοπροσαρμόζεται στην εξωτερική δύναμη,  $F$  μέχρι  $F \leq T_{max}$

$$T_{max} = \mu_s N$$

- Συντελεστής στατικής τριβής,  $\mu_s \gg \mu$



# Παράδειγμα 2

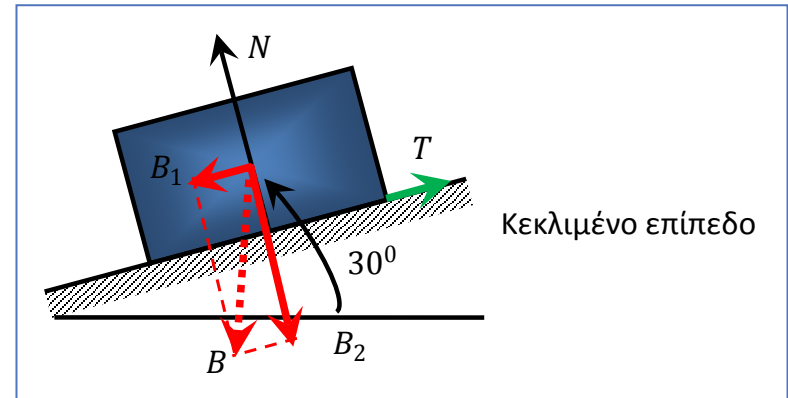
Σώμα μάζας  $m=12kg$ , ισορροπεί σε επίπεδο με γωνία  $\vartheta=30^\circ$ . Εάν  $\mu_s=0.7$  να βρείτε α) τη φορά στατικής τριβής, β) την κάθετη αντίδραση,  $N$ , γ) το μέτρο της στατικής τριβής και δ) τη μέγιστη γωνία πριν αρχίσει η ολίσθηση.

α) φορά προς τα πάνω για να εμποδίσει την ολίσθηση, αντίθετη από  $B_1$

β)  $N=B_2 = B\cos 30^\circ = 101.8 N$

γ)  $T = B_1 = 58.8 N$

δ) Ολισθαίνει για  $T=T_{max}$



$$T_{max} = \mu_s N \Rightarrow B \sin \theta = \mu_s B \cos \theta \Rightarrow \tan \theta = \mu_s = 0.7 \rightarrow \theta = 35^\circ$$





# Τάση νήματος

- $T=0$ , αν το νήμα κοπεί ή είναι χαλαρό
- Εντατική κατάσταση – αβαρές νήμα
- Ίδια κατεύθυνση με νήμα, αυτοπροσαρμόζεται
- **Παράδειγμα 3:** Αβαρή, μη εκτατά νήματα με  $m_1=2\text{kg}$ ,  $m_2=5\text{kg}$ .  
α) Βρείτε  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  και  $T_D$ . β) Πόσο αλλάζουν αν κοπεί;

α)  $T_A = B_1 = m_1 g = 20 \text{ N}$

$$T_B = T_A = 20 \text{ N}$$

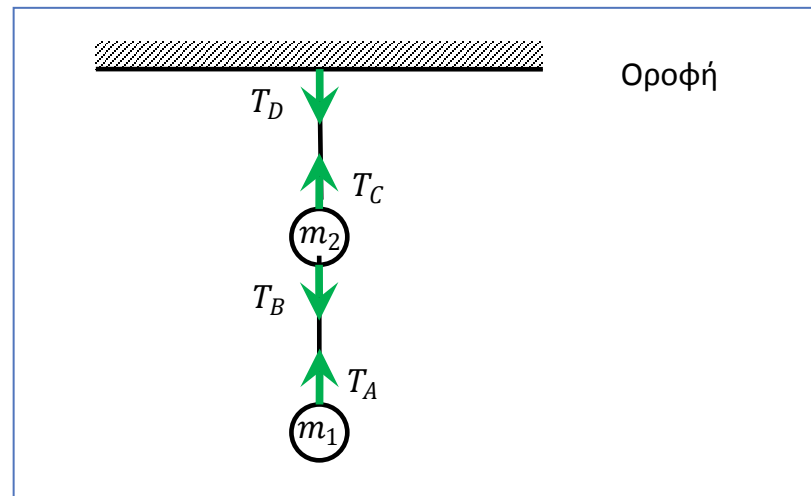
$$T_C = T_B + B_2 = T_B + m_2 g = 70 \text{ N}$$

$$T_D = T_C = 70 \text{ N}$$

β)  $T_B = T_A = 0 \text{ N}$

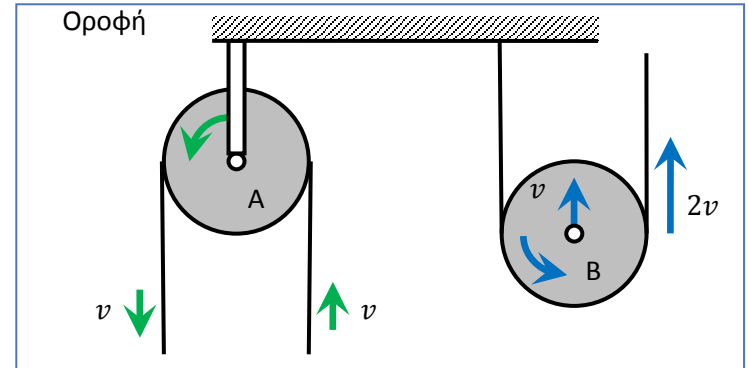
$$T_C = B_2 = 50 \text{ N}$$

$$T_D = T_C = 50 \text{ N}$$



# Δυνάμεις σε τροχαλία

- Ιδανικό νήμα και τροχαλία
- Ίσο μέτρο, αντίθετη κατεύθυνση
- Στήριξη
  - Κέντρο σε σταθερό σημείο
  - Άκρο νήματος σε σταθερό σημείο

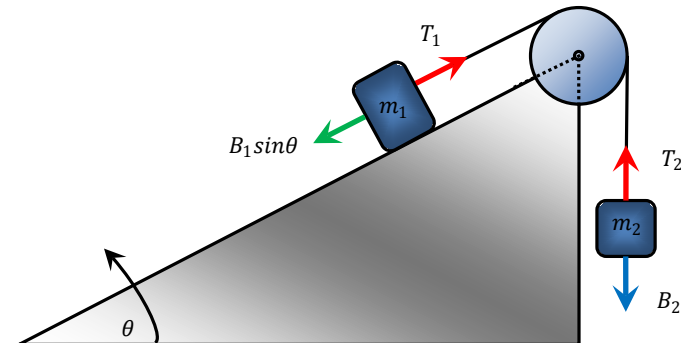


- **Παράδειγμα 4:** Με δεδομένα τα  $m_1, m_2$  και  $g$ , βρείτε τη γωνία  $\theta$ , αν το σύστημα ισορροπεί και δεν υπάρχει τριβή επιπέδου και  $m_1$ .

$$T_1 = T_2 = B_2 = m_2 g$$

$$B_1 = T_1 \rightarrow m_1 g \sin \theta = m_2 g$$

$$\sin \theta = m_2 / m_1$$



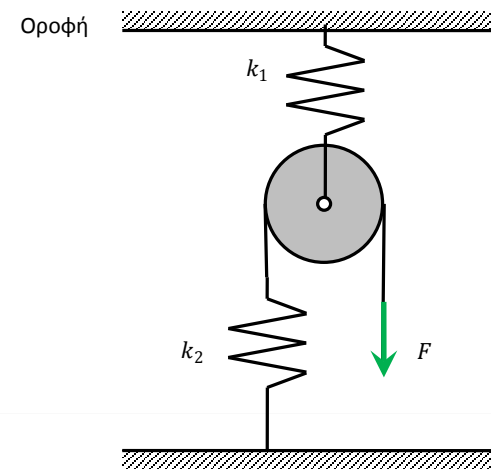
# Δύναμη ελατηρίου

- Άκρο σε σταθερό σημείο
- Θέση ισορροπίας – θέση παραμόρφωσης
- Νόμος του Hook:  $F = kx$ 
  - $k$ : σταθερά ελατηρίου  $k = \frac{EA}{L}$
  - $E$ : μέτρο Young (GN/m),  $A$ : διατομή (m<sup>2</sup>),  $L$ : μήκος (m)
- **Παράδειγμα 5:** Ιδανική τροχαλία με  $F=160N$  και  $k_1=550N/m$ ,  $k_2=200N/m$ . Βρείτε α) τη δύναμη στο κάτω ελατήριο και β) την παραμόρφωση του.

α) αφού είναι ιδανική, δύναμη μέτρου

160N ασκείτε και στο κάτω ελατήριο

β) Ν. Hook:  $x_2 = \frac{F}{k_2} = \frac{160}{200} = 0.8 \text{ m}$



# Βιβλιογραφία

- Serway R.A., Jewett W. Jr., 2012, *Φυσική για επιστήμονες και μηχανικούς : μηχανική, ταλαντώσεις και μηχανικά κύματα, θερμοδυναμική, σχετικότητα, Κλειδάριθμος, Αθήνα*
- Halliday D., Resnick R., Walker J., 2008, *Φυσική, τ.1. Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική, Gutenberg, Αθήνα*
- Young H.D., 1994, *Πανεπιστημιακή φυσική , 8<sup>η</sup> έκδ., Παπαζήσης , Αθήνα*
- Kittel C., Knight W. D., Ruderman M.A., 1985, *Μηχανική, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων , Αθήνα*
- Wells D.A. , Slusher H. S., 1983, *Schaum's outline of theory and problems of physics for engineering and science, McGraw - Hill Book Company, New York*



Τέλος Ενότητας

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών

Δημήτριος Κουζούδης. «Φυσική Ι»

Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/CMNG2162/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.