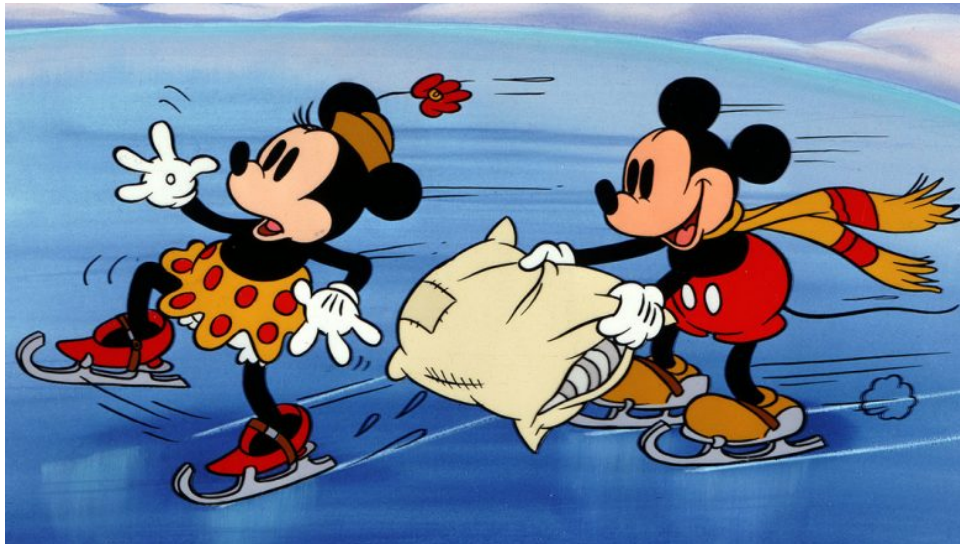


ΦΥΣΙΚΗ Α' ΕΠΑΛ

ΤΡΙΒΗ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1) ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΡΙΒΗΣ
 - 2) ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ
 - 3) ΣΤΑΤΙΚΗ ΤΡΙΒΗ
 - 4) ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΡΙΒΗΣ

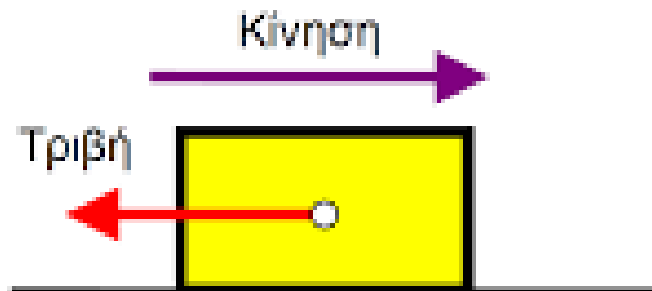
ΤΡΙΒΗ ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

- Η τριβή είναι η δύναμη, η αντίσταση η οποία παρουσιάζεται κατά τη σχετική κίνηση δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή ή όταν η μία επιφάνεια τείνει να κινηθεί ως προς την άλλη. Επομένως, η τριβή μπορεί να εμφανιστεί σε σώματα που κινούνται και σε σώματα που είναι ακίνητα μεταξύ τους.



Γενικά για την Τριβή

- Τριβή είναι η δύναμη που αναπτύσσεται στην κοινή περιοχή μεταξύ δύο επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή, με διεύθυνση παράλληλη και φορά αντίθετη της κίνησης (ή της επικείμενης κίνησης) της μιας επιφάνειας πάνω στην άλλη. Η τριβή είναι δύναμη επαφής και μετριέται σε N (Newton).
- Το μέγεθος της παραγόμενης τριβής εκφράζει την ευκαλία ή τη δυσκολία της σχετικής κίνησης δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή.



Δηλαδή, τι είναι η Τριβή;

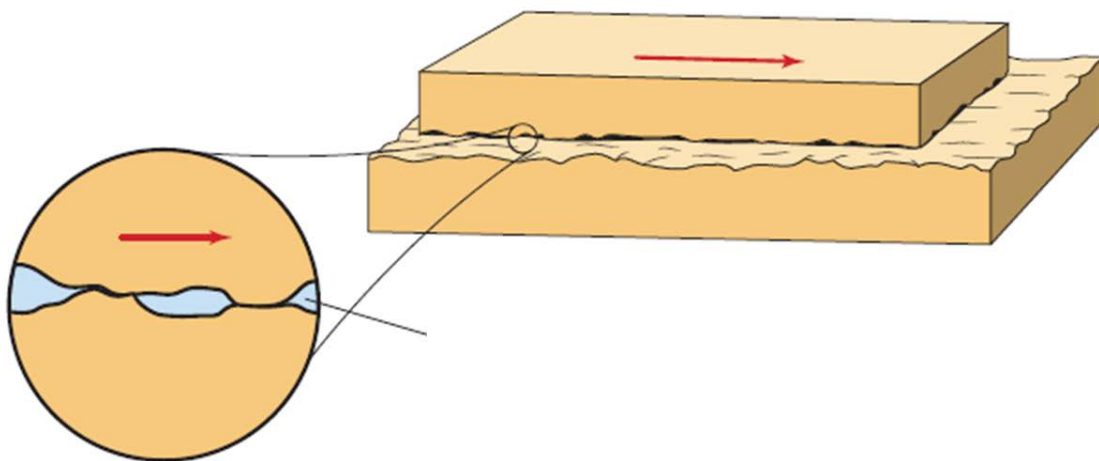
Είναι μια **δύναμη από επαφή** και μπορεί να αναπτυχθεί ανάμεσα σε δύο σώματα ανεξάρτητα αν είναι στερεά, υγρά ή αέρια.

Η **Τριβή είναι δύναμη αντίστασης** που εκδηλώνεται **ενάντια σε οποιαδήποτε μετακίνηση μερών του ίδιου σώματος ή στην σχετική κίνηση δύο σωμάτων που οι επιφάνειές τους εφάπτονται.**

Μερκ. Παναγιωτόπουλος - Φυσικός
www.merkopanas.blogspot.gr

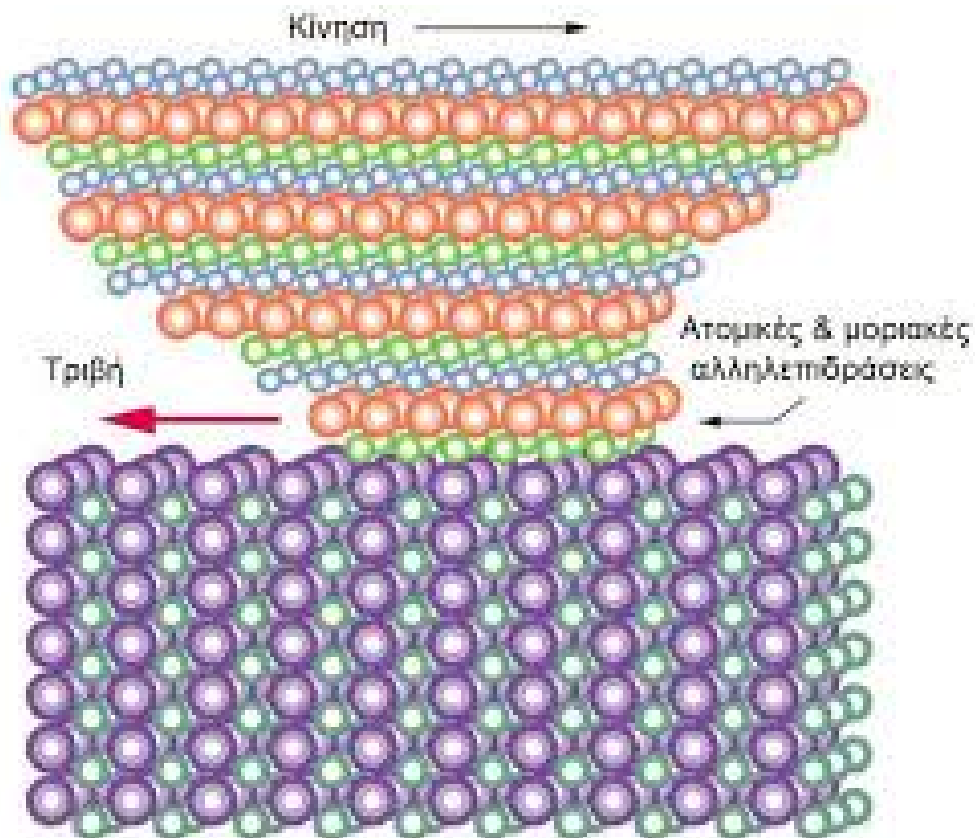
9

2) ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ



- Η τριβή οφείλεται στο γεγονός ότι όσο « λείες » φαίνονται δύο επιφάνειες, στην πραγματικότητα ποτέ δεν θα είναι έτσι αλλά πάντα θα εμφανίζουν εσοχές και εξοχές μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι εξοχές της μιας επιφάνειας εισχωρούν στις εσοχές της άλλης. Έτσι σε μακροσκοπικό επίπεδο αυτή η « εμπλοκή » παρεμποδίζει την σχετική κίνηση των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή, κάτι που συνιστά την ύπαρξη των δυνάμεων τριβής

- Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξήγηση της τριβής σε μοριακό επίπεδο. Στο σημείο επαφής μεταξύ των δύο επιφανειών, τα μόρια των δύο σωμάτων είναι τόσο κοντά μεταξύ τους ώστε να αναπτύσσουν πολύ ισχυρές ελκτικές δυνάμεις μεταξύ τους, ηλεκτρομαγνητικής υφής. Οι δυνάμεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται « ψυχρές συγκολλήσεις » μεταξύ των επιφανειών. Έτσι όταν μια επιφάνεια κινείται σε σχέση με μια άλλη, ακόμα και όταν σπάνε οι δεσμοί μεταξύ των μορίων, δημιουργούνται συνεχώς άλλοι κάτι το οποίο σε μακροσκοπικό επίπεδο ερμηνεύεται ως τριβή. Μάλιστα έχει ενδιαφέρον ότι λόγω της έντασης των δυνάμεων αυτών, η πραγματική επιφάνεια επαφής ανάμεσα στα δύο σώματα είναι μικρότερη από αυτήν που φαίνεται σε μακροσκοπικό επίπεδο. Η διαφορά αυτή φαίνεται μόνο στο μικροσκοπικό επίπεδο (δηλαδή στο επίπεδο των ατόμων).



Είδη Τριβής

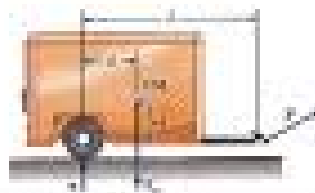
➤ Στατική τριβή



➤ Τριβή Ολίσθησης



➤ Τριβή Κόλλησης

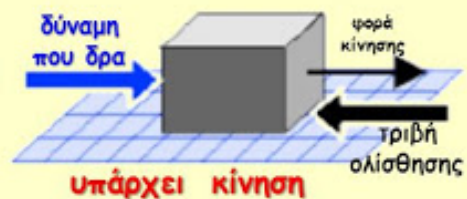


Θα ασχοληθούμε με δύο είδη Τριβής
ανάμεσα σε στερεά σώματα.

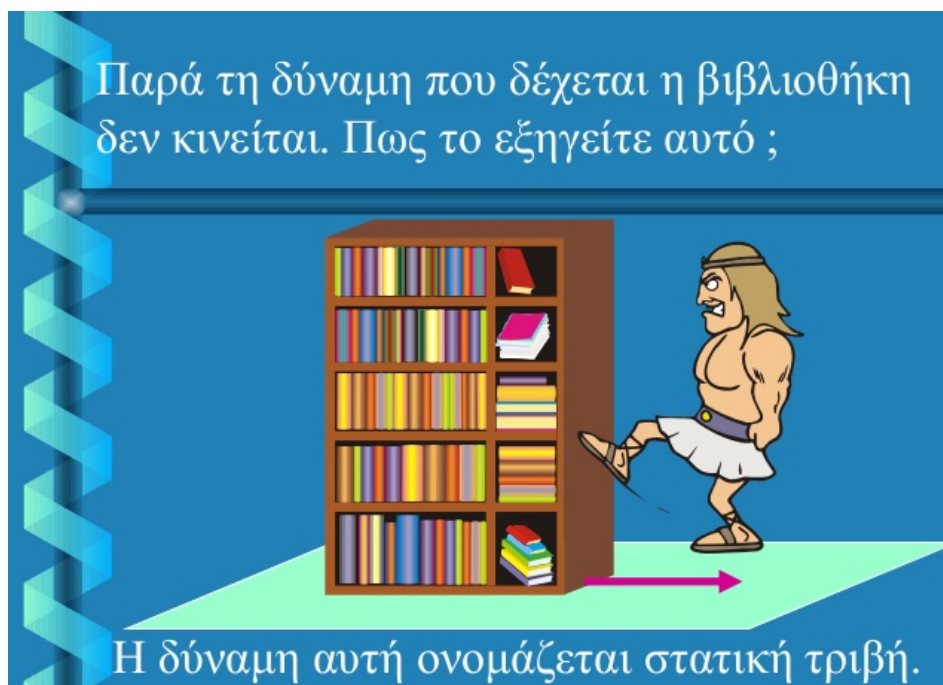
➤ τη **Στατική Τριβή**



➤ την **Τριβή Ολίσθησης**



3) ΣΤΑΤΙΚΗ ΤΡΙΒΗ

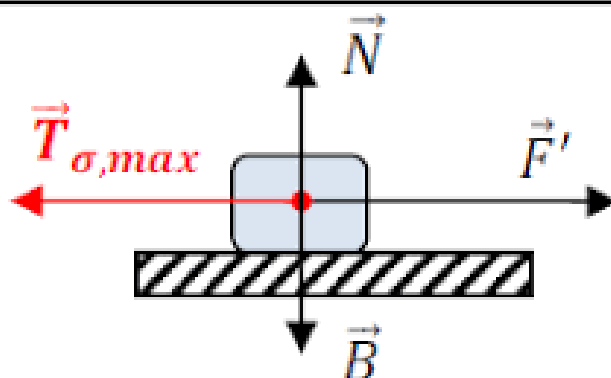


Πειραματικά προκύπτει ότι το μέτρο της στατικής τριβής που μπορεί να ασκηθεί σ' ένα σώμα

- Δεν έχει σταθερή τιμή, αλλά μπορεί να πάρει τιμές μέσα στην περιοχή $0 \rightarrow T_{\sigma, \max}$.
- Είναι ανεξάρτητο από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής.
- Εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που έρχονται σε επαφή.
- Εξαρτάται από την κάθετη δύναμη N που ασκείται στο σώμα από το επίπεδο επαφής.

Όταν το σώμα είναι έτοιμο να κινηθεί τότε η T_{σ} γίνεται μέγιστη

15



Όσο αυξάνουμε το μέτρο της $\vec{F}$ και το σώμα εξακολουθεί να μένει ακίνητο (ισορροπία) θα ισχύει $F = T_{στ}$.

Τη στιγμή που (οριακά) είναι έτοιμο το σώμα να ξεκινήσει να ολισθαίνει, η **Στατική Τριβή** παίρνει τη **μέγιστη τιμή** της και λέγεται **Οριακή Τριβή** (T_{op}).

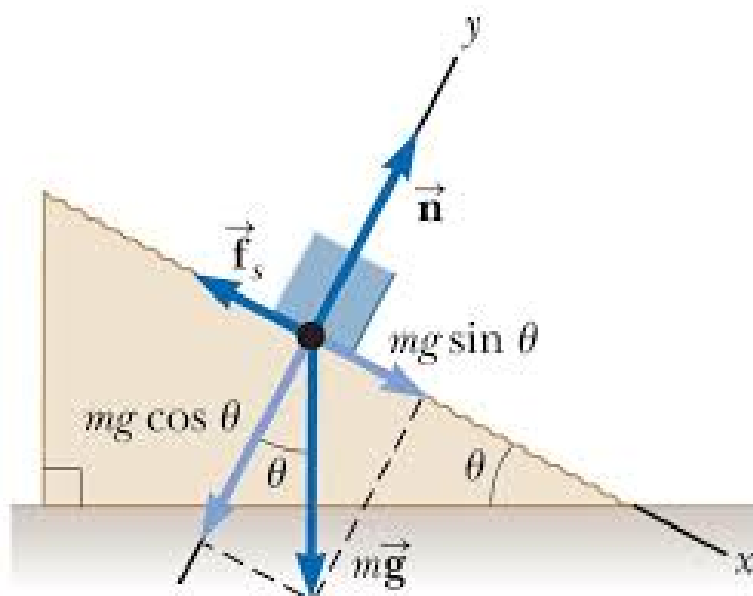
Το μέτρο της Οριακής Τριβής πειραματικά προκύπτει από τη σχέση

$$T_{op} = T_{στ,max} = \mu_{στ} \cdot N$$

όπου $\mu_{στ}$ ο συντελεστής στατικής τριβής, που εξαρτάται από το είδος (φύση) των επιφανειών που έρχονται σ' επαφή.

Μερκ. Παναγιωτόπουλος - Φυσικός
www.merkopanas.blogspot.gr

14



$$\sin\theta = \eta\mu\theta$$

$$\cos\theta = \sigma\upsilon\nu\theta$$

Με την παραπάνω απλή πειραματική διάταξη μπορεί εύκολα να βρεθεί ο $\mu_{στ}$. Τοποθετούμε το σώμα σε ένα κεκλιμένο επίπεδο και αυξάνουμε σιγά – σιγά την κλίση του. Σε κάποια γωνία θ όταν το σώμα αρχίζει να ολισθαίνει η στατική τριβή γίνεται μέγιστη. Από την ισορροπία δυνάμεων ισχύει :

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N - mg\sigma\upsilon\nu\theta = 0 \rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\theta$$

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow mg\eta\mu\theta - T_{στ} = 0 \rightarrow mg\eta\mu\theta = T_{στ} = \mu_{στ}N$$

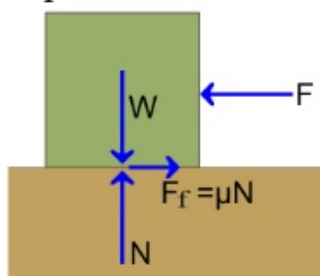
Άρα :

$$mg\eta\mu\theta = \mu_{στ}mg\sigma\upsilon\nu\theta \rightarrow \mu_{στ} = \eta\mu\theta/\sigma\upsilon\nu\theta \rightarrow \mu_{στ} = \epsilon\phi\theta$$

4) ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

- Τριβή ολίσθησης ή κινητική τριβή είναι η δύναμη που εμφανίζεται όταν ένα σώμα κινείται, ολισθαίνει στην επιφάνεια του άλλου σώματος, ενώ συνάμα το πιέζει. Κατ' αυτήν την τριβή υπάρχει η ΚΑΘΕΤΗ ΔΥΝΑΜΗ η οποία ασκείται στο σώμα που κινείται από την επιφάνεια του άλλου σώματος.
- ✓ Η τριβή έχει διεύθυνση πάντοτε αντίθετη από αυτή της ταχύτητας.

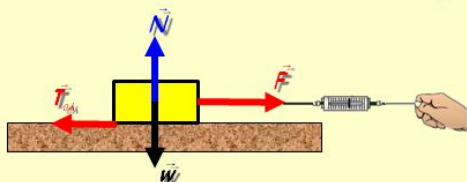


Επιμέλεια: Χρήστος Χαριμπίης <http://le-taksh.blogspot.gr> σελ. 25

✓ εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή,

✓ είναι ανάλογο της κάθετης δύναμης N που ασκείται στο σώμα από το επίπεδο επαφής.

Αυτές οι δύο εξαρτήσεις της τριβής εμφανίζονται μέσα από το **νόμο της Τριβής**



$$T_{ολ} = \mu_{ολ} \cdot N$$

όπου $\mu_{ολ}$ ο συντελεστής τριβής ολίσθησης, που εξαρτάται από το είδος (φύση) των επιφανειών που έρχονται σ' επαφή, δηλαδή.

$$\mu_{ολ} = \frac{T_{ολ}}{N}$$

Μερκ. Παναγιωτόπουλος - Φυσικός
www.merkopanas.blogspot.gr

22

- Η τριβή ολίσθησης (όπως και η στατική τριβή) ΔΕΝ εξαρτάται από το εμβαδόν των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή και από την ταχύτητα ολίσθησης (για μικρές τιμές της ταχύτητας).

Στατικός και Κινητικός Συντελεστής Τριβής

Διακρίνουμε το συντελεστή στατικής τριβής μ_s (τα επαπτόμενα σώματα σε στάση):

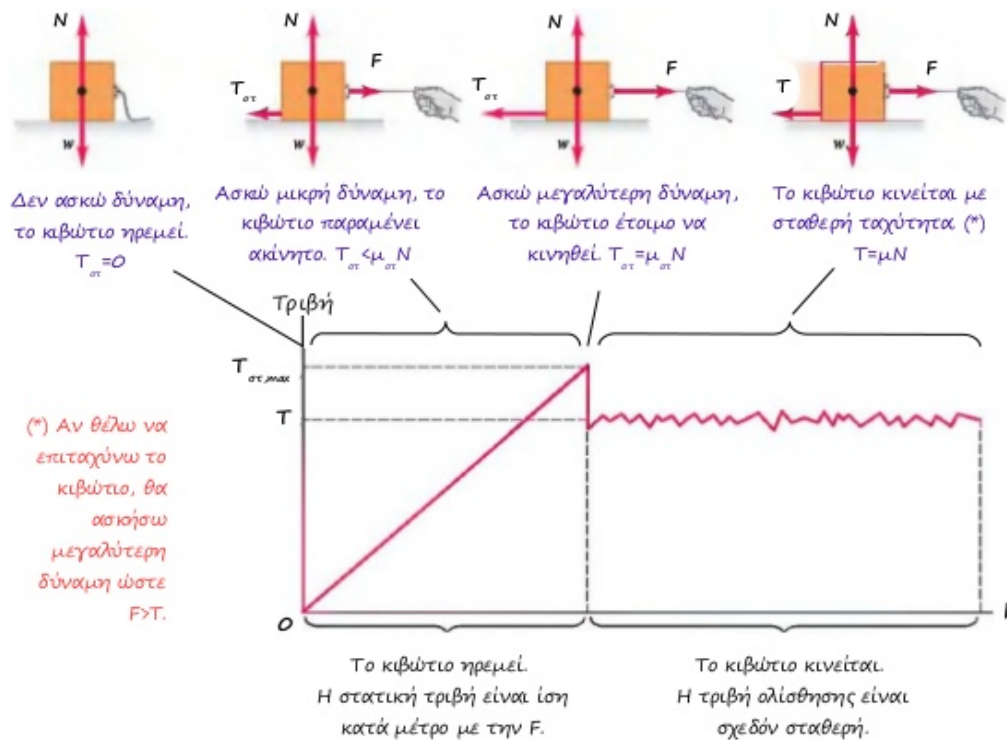
$$T_{s \max} = \mu_s N$$

και το συντελεστή κινητικής τριβής μ_k (τα επαπτόμενα σώματα σε κίνηση):

$$T_k = \mu_k N$$

Ισχύει:

$$\mu_s > \mu_k$$



Συντελεστές

Στατικής & Κινητικής Τριβής

Υλικό	Συντελεστής Στατικής Τριβής μ_s	Συντελεστής Τριβής Ολίσθησης μ_k
Πλαστικό σε Γυαλί	2.0+	2.0
Πλαστικό σε Τσιμέντο	1.0	0.8
Ατσάλι σε Ατσάλι	0.74	0.57
Ξύλο σε Ξύλο	0.25 – 0.5	0.2
Μέταλλο σε Μέταλλο	0.15	0.06
Πάγος σε Πάγο	0.1	0.03
Σύνδεσμοι αρθρώσεων στον άνθρωπο	0.01	0.003

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Στις ασκήσεις με τριβή ακολουθείται η εξής μεθοδολογία :

- Σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- Θεωρούμε κάθετους άξονες (x,ψ) με τον οριζόντιο άξονα (x) να συμπίπτει με την κατεύθυνση της κίνησης. Στον άξονα αυτόν η τριβή είναι ΑΝΤΙΘΕΤΗ με την κίνηση ή την επικείμενη κίνηση.
- Αν χρειαστεί αναλύουμε δυνάμεις που δεν βρίσκονται ήδη πάνω στους άξονες (x,ψ).
- Εφαρμόζουμε στους άξονες τους νόμους της κίνησης. Έτσι :

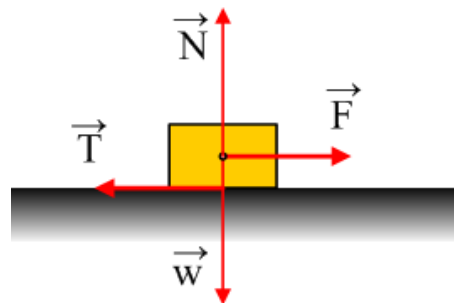
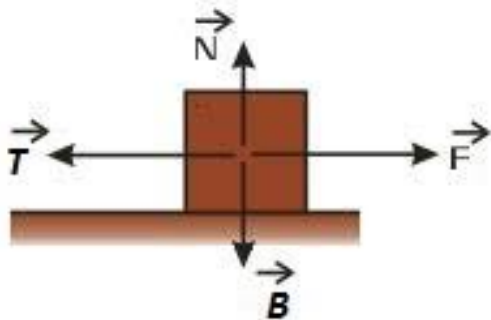
$$\Sigma F_{\psi} = 0 \text{ (στον άξονα αυτόν το σώμα ισορροπεί)}$$

$$\Sigma F_x = ma \text{ (ή } \Sigma F_x = 0 \text{ για ευθύγραμμη ομαλή κίνηση)}$$

- Ισχύει :

$$T_{στ} = \mu_{στ}N, T_{ολ} = \mu_{ολ}N, B = mg$$

- Στην περίπτωση που έχουμε κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση οριζόντιας δύναμης ισχύει το επόμενο σχήμα.



Στις ασκήσεις δεχθείτε
ότι $g = 10 \text{ m/s}^2$

A1) Ένα κιβώτιο με μάζα $m = 100 \text{ kg}$, είναι ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο με συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_{ολ} = 0,2$. Θεωρώντας ότι η οριακή στατική τριβή είναι ίση με την τριβή ολίσθησης :

- α) Να υπολογίσετε την ελάχιστη οριζόντια δύναμη F η οποία απαιτείται ώστε να αρχίσει να κινείται το σώμα.
- β) Αν ασκηθεί δύναμη στο σώμα ίση με $F = 500 \text{ N}$ να βρεθεί το είδος της κίνησης του σώματος.
- γ) Αν το σώμα μετακινείται με την επίδραση της δύναμης 500 N να υπολογίσετε τον χρόνο t που απαιτείται για να κινηθεί σε απόσταση $S = 24 \text{ m}$, καθώς και την ταχύτητά του v τότε.

A2) Σώμα μάζας $m = 4 \text{ kg}$ αρχικά ακίνητο αρχίζει να κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση οριζόντιας δύναμης $F = 20 \text{ N}$. Η τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης είναι $\mu_{ολ} = 0,4$.

- Σχεδιάστε και υπολογίστε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- Υπολογίστε την επιτάχυνση a του σώματος
- Υπολογίστε την ταχύτητα v και την απόσταση S που θα έχει διανύσει το σώμα σε $t = 10 \text{ s}$.

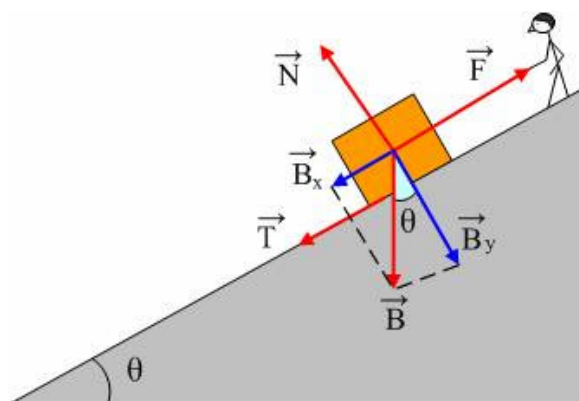
A3) Ντουλάπα μάζας $m = 25 \text{ kg}$ κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα όταν δέχεται οριζόντια δύναμη 120 N .

- Υπολογίστε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης του σώματος με το οριζόντιο επίπεδο.
- Αν αδειάσουμε τη ντουλάπα ώστε το βάρος της να γίνει ίσο με 160 N , να βρείτε πόση πρέπει να γίνει τώρα η οριζόντια δύναμη ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα.

A4) Ένα σώμα μάζας $m = 10 \text{ kg}$, είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα αρχίζει να κινείται με την επίδραση οριζόντιας δύναμης $F = 30 \text{ N}$ και αποκτά ταχύτητα $v = 8 \text{ m/s}$ σε χρόνο $t = 4 \text{ s}$.

- Να υπολογιστεί την επιτάχυνση a του σώματος.
- Υπάρχει τριβή στην κίνηση του σώματος ; Αν υπάρχει τότε να υπολογιστεί το μέτρο της.
- Να υπολογιστεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης.

A5)



Δίνεται ότι :

$$\mu_{ολ} = \sqrt{3} / 5$$

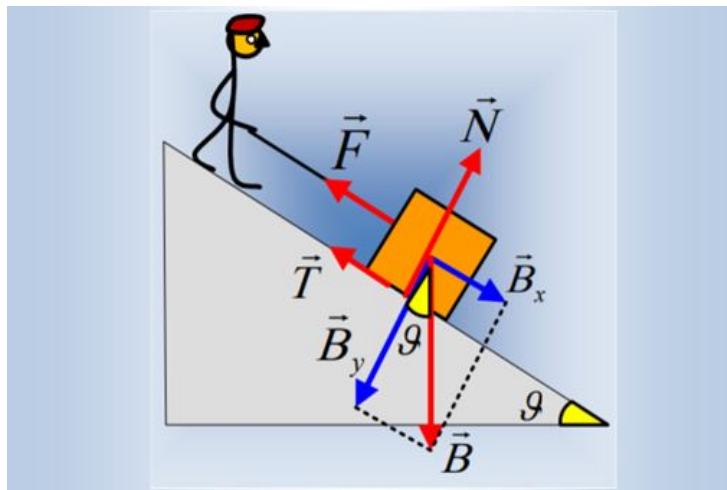
$$\sin \theta = \sin 30^\circ = \sqrt{3} / 2$$

$$\cos \theta = \cos 30^\circ = 1/2$$

Αν το σώμα του παραπάνω σχήματος έχει μάζα $m = 10 \text{ kg}$ και κινείται ευθύγραμμα και ομαλά να βρεθούν :

- Η τιμή της τριβής ολίσθησης $T_{ολ}$
- Η τιμή της δύναμης F

A6)



Αν για το σώμα ισχύουν τα δεδομένα της άσκησης Α5) για την μάζα και την γωνία, και το σώμα κινείται με επιτάχυνση $a = 1 \text{ m/s}^2$ να βρεθούν :

- α) Η φορά της κίνησης
- β) Η τιμή της τριβής ολίσθησης $T_{ολ}$
- γ) Η τιμή της δύναμης F

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- A1) α) $F_{\min} = 200 \text{ N}$, β) ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση από ακινησία με $a = 3 \text{ m/s}^2$, γ) $v = 12 \text{ m/s}$, $t = 4 \text{ s}$
A2) β) $a = 10 \text{ m/s}^2$, γ) $v = 10 \text{ m/s}$, $S = 50 \text{ m}$
A3) α) $\mu_{ολ} = 0,48$, β) $F = 76,8 \text{ N}$
A4) α) $a = 2 \text{ m/s}^2$, β) $T_{ολ} = 10 \text{ N}$, γ) $\mu_{ολ} = 0,1$
A5) α) $T_{ολ} = 30 \text{ N}$, γ) $F = 80 \text{ N}$
A6) α) προς τα κάτω β) $T_{ολ} = 30 \text{ N}$, γ) $F = 10 \text{ N}$