

Τμήμα Φυσικοθεραπείας ΤΕΙ Αθήνας

Τριβή

Όταν δύο επιφάνειες εφάπτονται, οι ανωμαλίες τους αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να υπάρχει **αντίσταση στην ολίσθηση ή στη μετακίνηση** της μιας επιφάνειας επάνω στην άλλη

Τριβή (F_f)

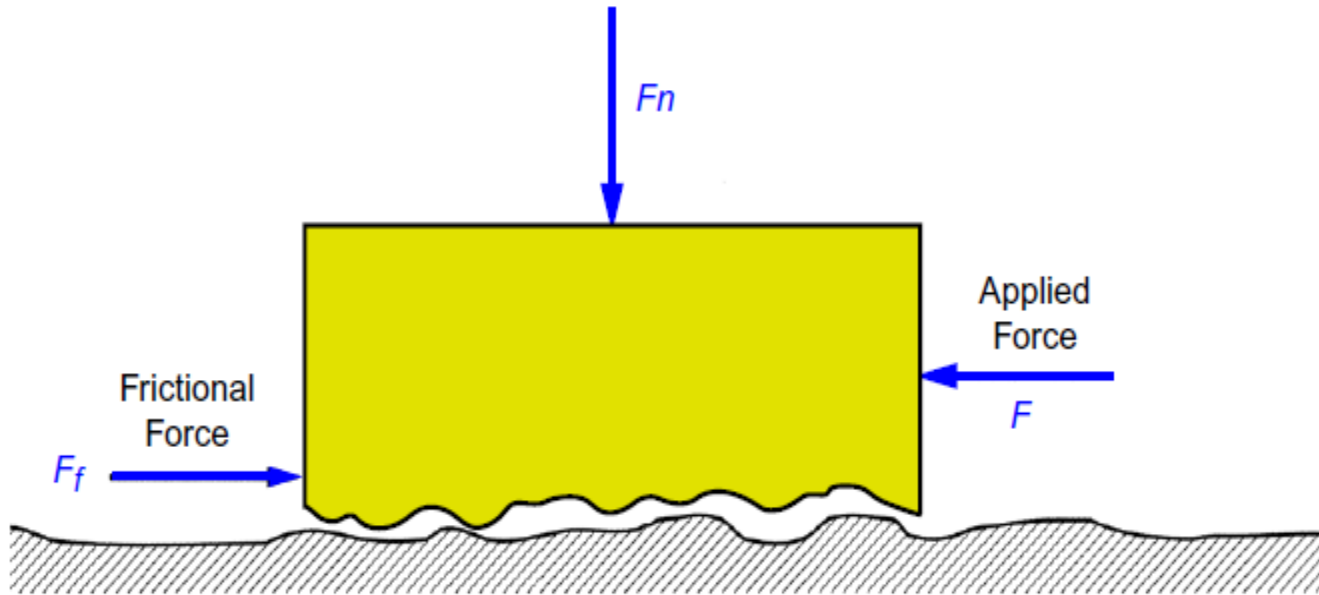


FIGURE 2.1 Friction. For simplicity the reaction force that is equal and opposite to F_n is not shown.

Τριβή

- Αν σε ένα σώμα **ακίνητο** σε μια επιφάνεια εφαρμοστεί μια **δύναμη F** , το σώμα **τείνει να μετακινηθεί**.
- Η αλληλεπίδραση των δύο επιφανειών παράγει μια δύναμη F_f που **αντιστέκεται στην κίνηση** (δύναμη αντίδρασης – **τριβή**).
- Όσο περισσότερο **τραχείς** είναι οι επιφάνειες τόσο **μεγαλύτερη** είναι η **δύναμη της τριβής**.
- Η ιδιότητα των επιφανειών να δημιουργούν τριβή εκφράζεται από τον **συντελεστή τριβής (μ)**. Η τριβή είναι **ανάλογη με το συντελεστή μ**
- Η τριβή **εξαρτάται από τη δύναμη F_n** που είναι κάθετη στις επιφάνειες επαφής, εκφράζει αντίδραση και δίνεται από την παρακάτω εξίσωση

$$F_f = \mu F_n$$

- **Στατική τριβή**: δύναμη τριβής που ενεργεί σε **ακίνητο** σώμα
- **Τριβή ολίσθησης**: η δύναμη τριβής που ενεργεί σε **κινούμενο** σώμα και αντιστέκεται στην κίνηση

- Όταν η δύναμη F που εφαρμόζεται **αυξάνεται** τότε **αυξάνεται και η τριβή** F_f μέχρι να αποκτήσει μια μέγιστη τιμή. Αν η εφαρμοζόμενη δύναμη F **συνεχίσει να αυξάνεται** τότε το σώμα αρχίζει να **κινείται**
- Υπάρχουν δύο συντελεστές τριβής: ο **συντελεστής στατικής τριβής (μ_s)** και ο **συντελεστής τριβής ολίσθησης (μ_k)**.
- Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης είναι **μικρότερος** από το συντελεστή στατικής τριβής
- Η δύναμη που πρέπει να εφαρμοσθεί σε ένα σώμα για **να αρχίσει να κινείται** δίνεται από την προηγούμενη εξίσωση ($F_f = \mu F_n$), αλλά με χρήση του συντελεστή στατικής τριβής (μ_s). Αυτό είναι το μέτρο της **μέγιστης στατικής τριβής**
- Το μέτρο της δύναμης τριβής **δεν εξαρτάται** από το **εμβαδόν** της επιφάνειας επαφής.
- Όσο το σώμα είναι **ακίνητο** η στατική τριβή αυξάνεται **όταν και όσο** αυξάνεται η εφαρμοζόμενη δύναμη.
- Όταν το σώμα αρχίσει να **κινείται**, το μέγεθος της **δύναμης της τριβής ολίσθησης παραμένει σταθερό** με τιμή **χαμηλότερη** από τη στατική τριβή

Στατική Τριβή-Τριβή Ολίσθησης

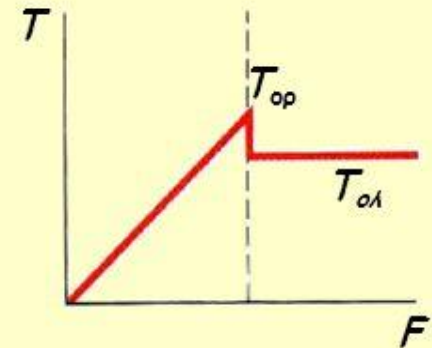
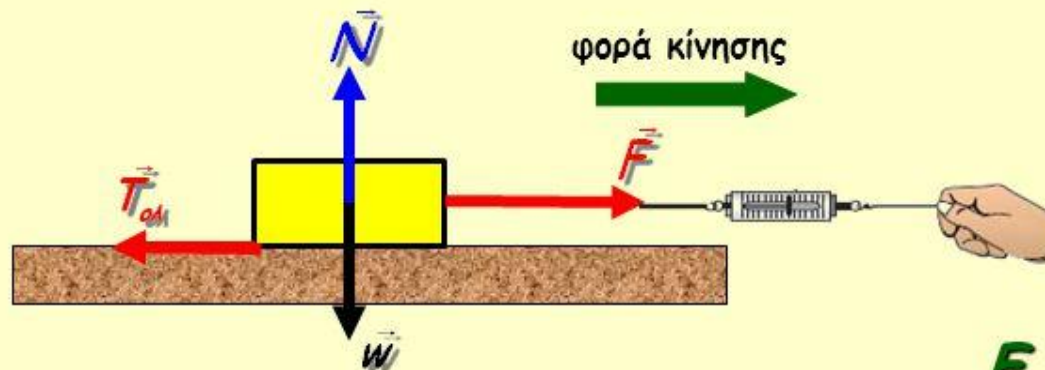
- Η στατική τριβή εμφανίζεται όταν το σώμα δεν κινείται αλλά κάποιος προσπαθεί να το μετακινήσει
 - Δεν έχει σταθερό μέτρο και είναι αυτή που δεν επιτρέπει στο σώμα να κινηθεί
 - Μόλις η δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος ξεπεράσει την μέγιστη τιμή της το σώμα αρχίζει να κινείται
- Η τριβή ολίσθησης εμφανίζεται όταν το σώμα κινείται (ολισθαίνει)
 - Έχει σταθερό μέτρο και κατεύθυνση αντίθετη της ταχύτητας

Συντελεστές τριβής ολίσθησης (προσεγγιστικές τιμές)

Υλικό	
Χάλυβας- Χάλυβας	0,57
Αλουμίνιο - Χάλυβας	0,47
Χαλκός - Χάλυβας	0,36
Ορείχαλκος - Χάλυβας	0,44
Ψευδάργυρος - Χυτοσίδηρος	0,21
Χαλκός - Χυτοσίδηρος	0,29
Γυαλί - Γυαλί	0,40
Χαλκός - Γυαλί	0,53
Τεφλόν - Τεφλόν	0,04
Τεφλόν - Χάλυβας	0,04
Καουτσούκ - Σκυρόδεμα (ξηρό)	0,8
Καουτσούκ - Σκυρόδεμα (υγρό)	0,25

Σχετικά με την Τριβή Ολίσθησης

- Για να ξεκινήσει η ολίσθηση του σώματος πρέπει να ξεπεραστεί η οριακή Τριβή.

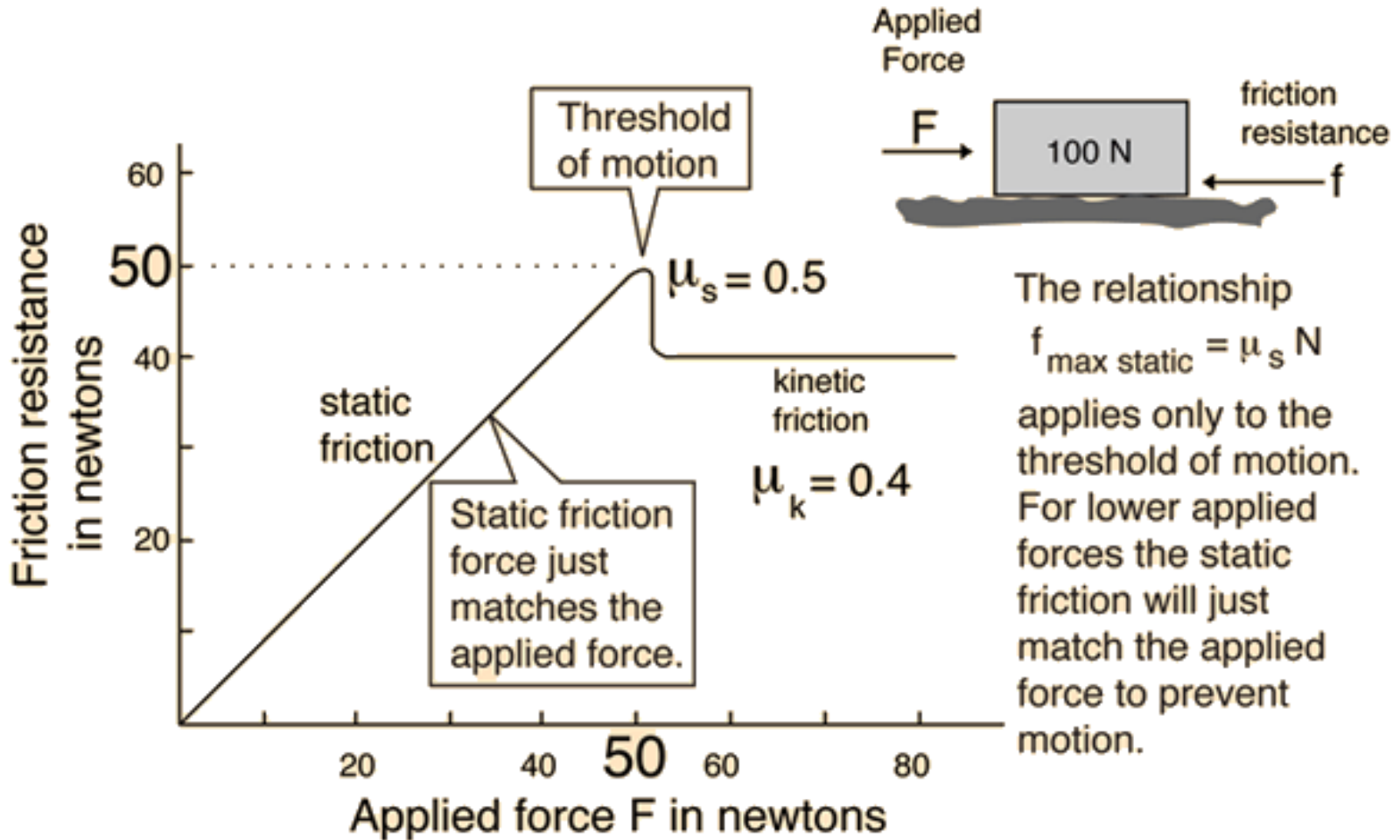


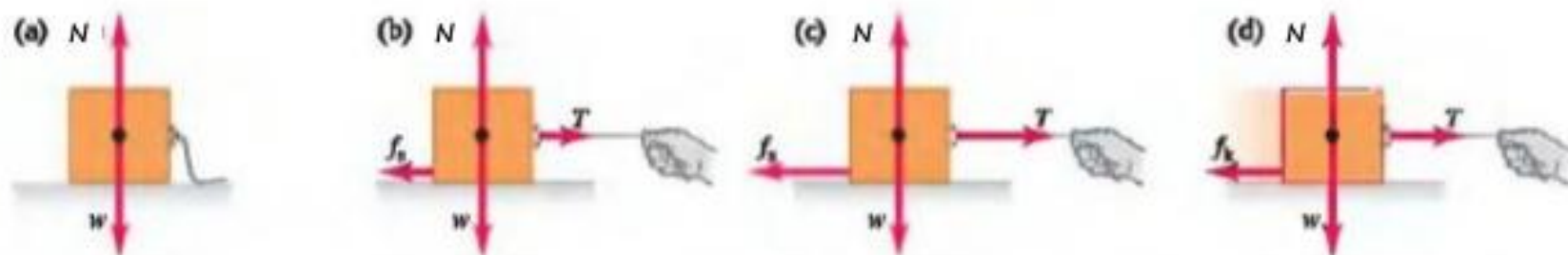
$$F \geq T_{ολ}$$

- Πειραματικά αποτελέσματα έχουν δείξει ότι **η τριβή ολίσθησης δρα πάντα με φορά αντίθετη από τη φορά της ταχύτητας ενός σώματος.**

Σχέση τριβής και εφαρμοζόμενης δύναμης

Ο συντελεστής στατικής τριβής είναι μεγαλύτερος από το συντελεστή της τριβής ολίσθησης



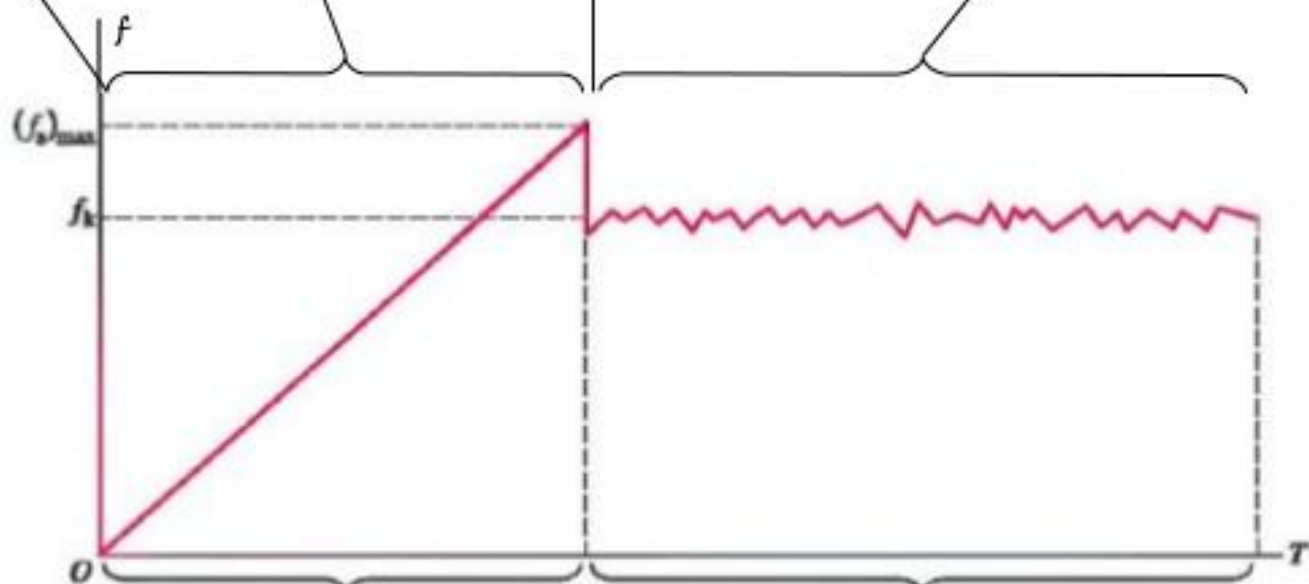


Δεν ασκώ δύναμη, το κιβώτιο ηρεμεί. $f_s = 0$

Ασκώ μικρή δύναμη, το κιβώτιο παραμένει ακίνητο. $f_s < \mu_s N$

Ασκώ μεγαλύτερη δύναμη, το κιβώτιο έτοιμο να κινηθεί. $f_s = \mu_s N$

Το κιβώτιο κινείται με σταθερή ταχύτητα (*). $f_k = \mu_k N$



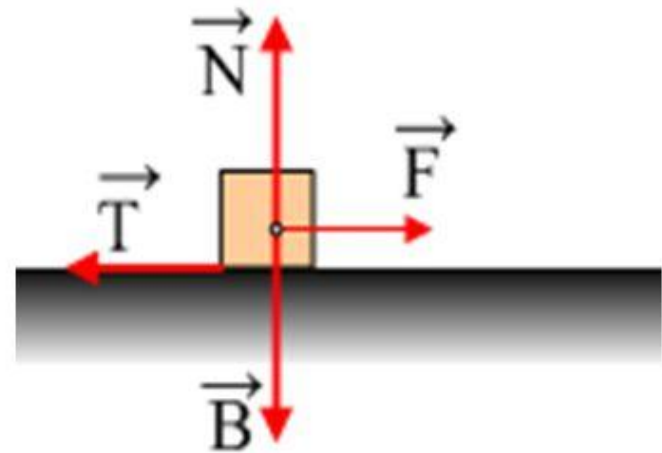
(*) Αν θέλω να επιταχύνω το κιβώτιο, θα ασκήσω μεγαλύτερη δύναμη ώστε $T > f_s$.

Το κιβώτιο ηρεμεί. Η στατική τριβή είναι ίση κατά μέτρο με την T .

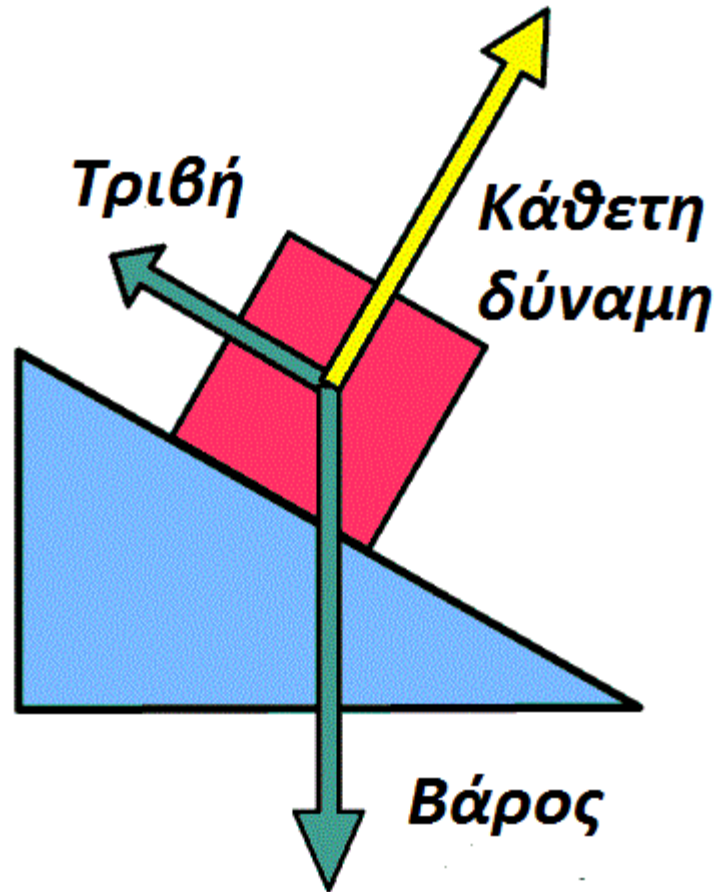
Το κιβώτιο κινείται. Η τριβή ολίσθησης είναι σχεδόν σταθερή.

ΝΟΜΟΙ ΤΡΙΒΗΣ

- 1. Η τριβή ολίσθησης έχει τιμή ανάλογη της κάθετης δύναμης N
- 2. Ο συντελεστής αναλογίας μ λέγεται συντελεστής τριβής και εκφράζει την εξάρτηση της τριβής από τη φύση των επιφανειών που είναι σε επαφή
- **$T = \mu N$**
- ότι η τριβή ολίσθησης είναι ανεξάρτητη του εμβαδού των τριβομένων επιφανειών και ανεξάρτητη της ταχύτητας του ενός σώματος ως προς το άλλο, εφόσον η ταχύτητα δεν υπερβαίνει ορισμένο όριο.

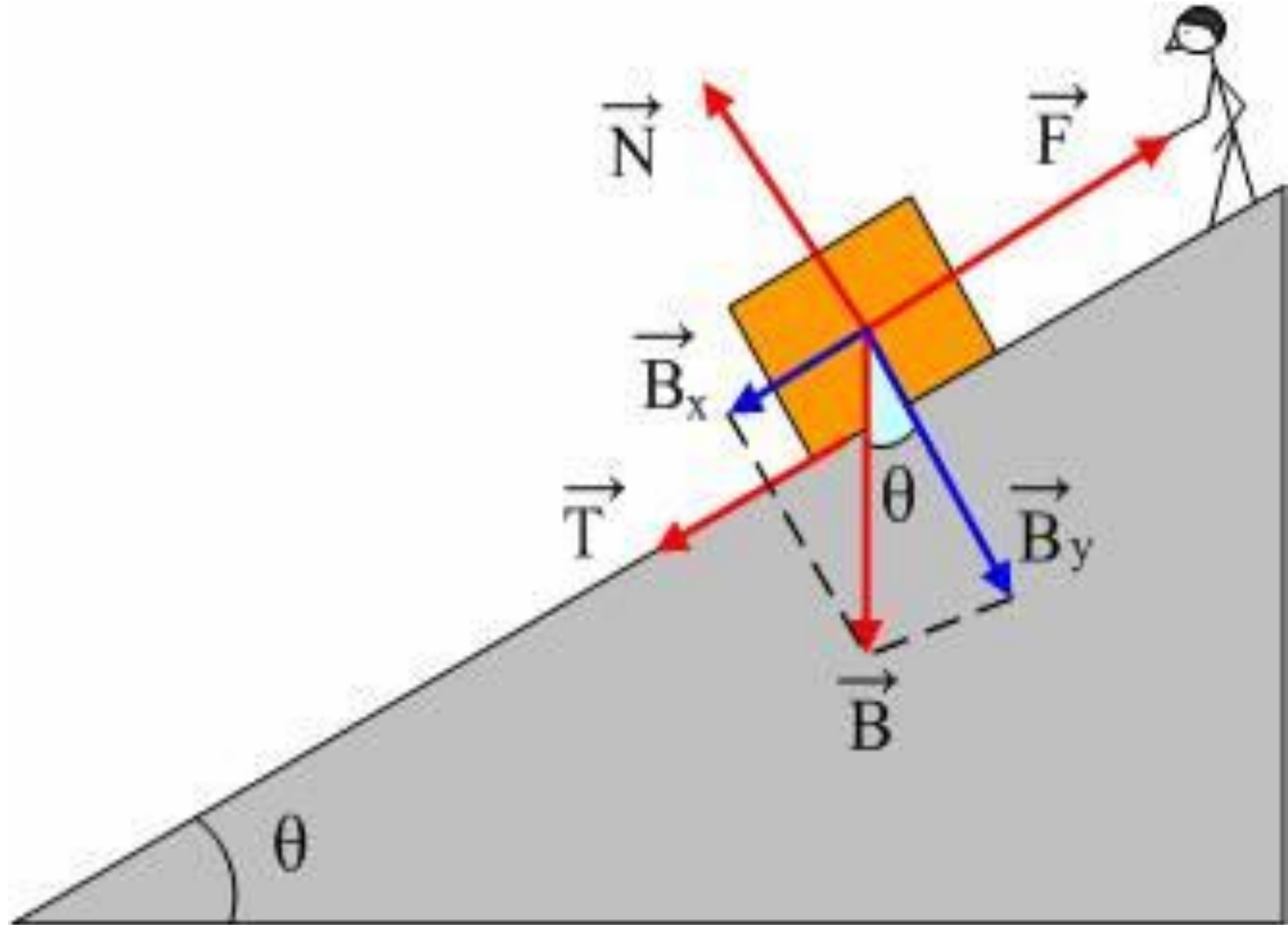


Τριβή σε κεκλιμένο επίπεδο



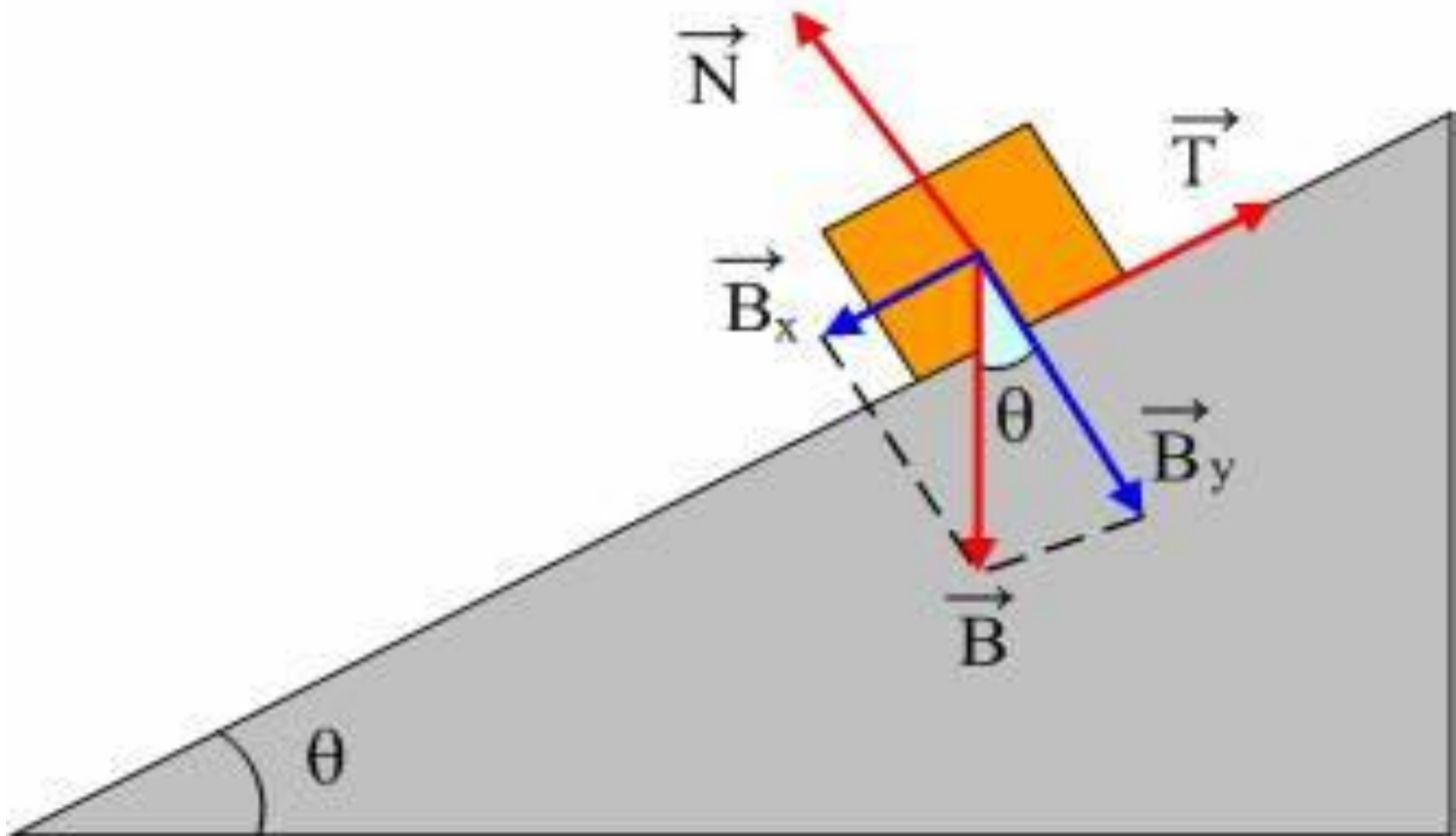
Τριβή σε κεκλιμένο επίπεδο

Τυπικό σχήμα και σχεδίαση δυνάμεων σε περίπτωση ανόδου του σώματος



Τριβή σε κεκλιμένο επίπεδο

Τυπικό σχήμα και σχεδίαση δυνάμεων σε περίπτωση τάσης καθόδου του σώματος



Όρθιος σε κεκλιμένο επίπεδο

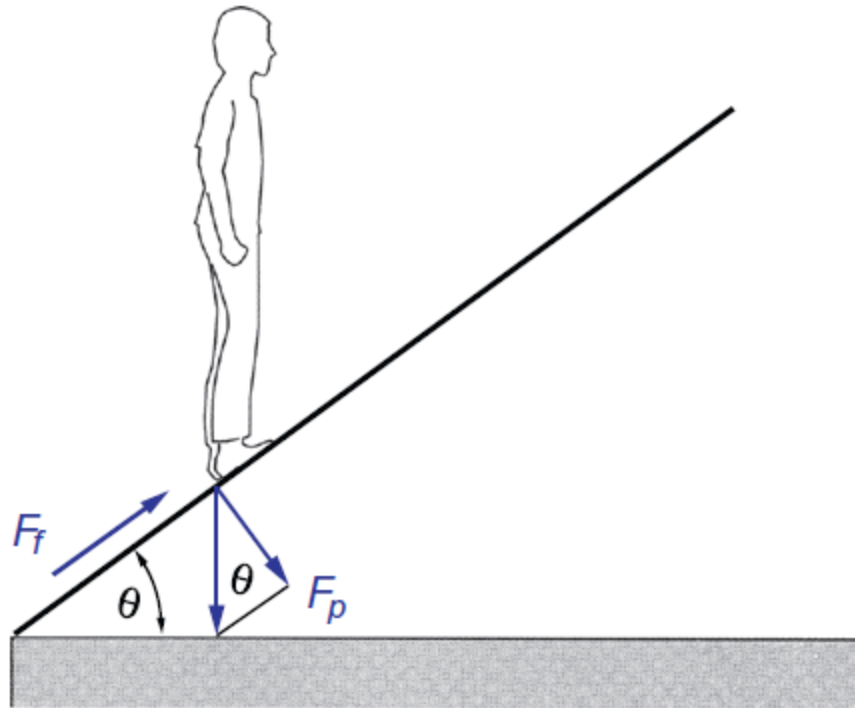


FIGURE 2.2 Standing on an incline.

Τριβή σε κεκλιμένο επίπεδο

- Η δύναμη F_n που είναι κάθετη στην επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου είναι

$$F_n = W \cos \theta$$

- Η δύναμη της στατικής τριβής είναι

$$F_f = \mu F_n = \mu_s W \cos \theta = 0.6 W \cos \theta$$

- Η δύναμη που είναι παράλληλη με την επιφάνεια, η οποία τείνει να προκαλέσει την ολίσθηση είναι

$$F_p = W \sin \theta$$

Τριβή σε κεκλιμένο επίπεδο

- Το σώμα ολισθαίνει όταν η δύναμη F_p είναι μεγαλύτερη από την τριβή

$$F_p > F_f$$

- Στην αρχή της ολίσθησης η F_f και η F_p είναι ίσες, άρα

$$F_f = F_p$$

$$0.6W \cos \theta = W \sin \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta = 0.6$$

- Τελικά $\theta=31^\circ$

Τριβή σε άρθρωση ισχίου

- Όταν οι αρθρώσεις κινούνται οι μεγάλες δυνάμεις που ασκούνται στις αρθρώσεις παράγουν φθορές λόγω τριβής
- Οι φθορές από τριβές στις αρθρώσεις **μειώνονται από μια λεία επιφάνεια χόνδρου** στις επιφάνειες επαφής του οστού και από ένα **αρθρικό υγρό της μεμβράνης** που λιπαίνει τις περιοχές επαφής.
- Η άρθρωση ολισθαίνει περίπου 3 cm εντός της υποδοχής της λεκάνης (κοτύλη) κατά τη διάρκεια κάθε βήματος. Η δύναμη τριβής στην άρθρωση είναι

$$F_f = 2.4W\mu$$

- Το έργο που δαπανάται κατά τη διάρκεια του βήματος είναι:

$$\text{Work} = F_f \times \text{distance} = 2.4 W\mu(3 \text{ cm}) = 7.2 \mu W \text{ erg}$$

- Αν η άρθρωση **δεν έχει υποστεί λίπανση**, ο συντελεστής μ θα ήταν 0,3 Τότε το έργο που θα είχε δαπανηθεί θα είναι

$$\text{Work} = 2.16 \times W \text{ erg}$$