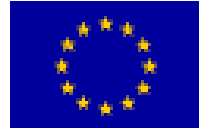




MANAGING AUTHORITY OF THE
OPERATIONAL PROGRAMME EDUCATION
AND INITIAL VOCATIONAL TRAINING



EUROPEAN COMMUNITY
Co financing
European Social Fund (E.S.F.)
European Regional Development Fund (E.R.D.F.)



MINISTRY OF NATIONAL
EDUCATION AND RELIGIOUS
AFFAIRS

Εισαγωγή στην Μηχανική - Εμβιομηχανική

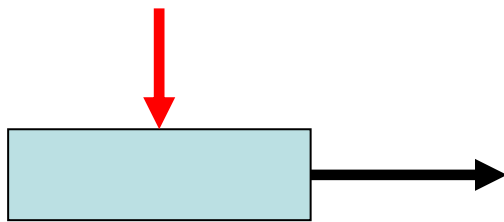
Γιάννης Γιάκας PhD
ggiakas@pe.uth.gr



Κινητικές παράμετροι

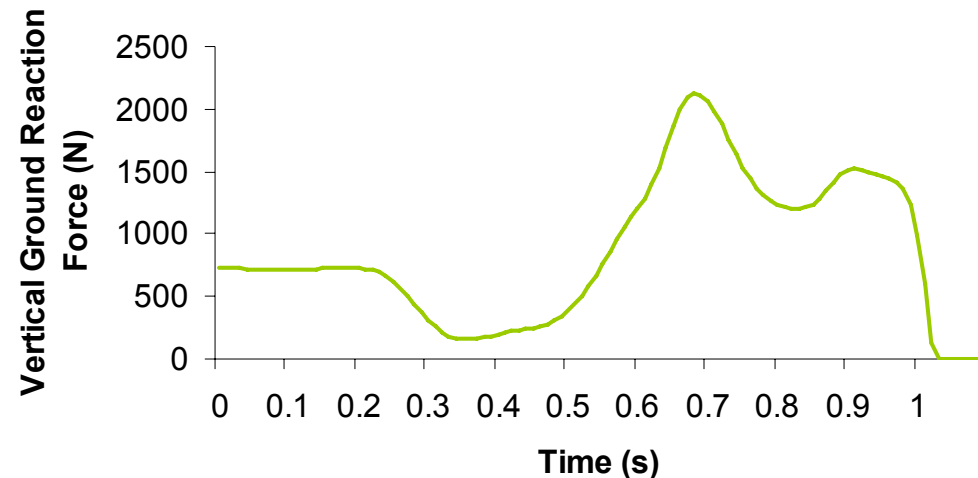
Δύναμη (σπρώχνω – τραβώ)

- Εξωτερικές και εσωτερικές
- Εμφανίζονται στα ελεύθερα διαγράμματα
- Μονάδα μέτρησης = N



Ωθηση (δύναμης)

- Γινόμενο δύναμης και χρόνου
- Περιοχή κάτω από το γράφημα Δύναμης χρόνου
- Μονάδα μέτρησης = N·s



Κινητικές παράμετροι

Αδράνεια

- Αντίδραση του σώματος στην αλλαγή της κινητικής του κατάστασης
- Προσδιορίζεται από τη μάζα
- Μονάδες μέτρησης = kg

Ορμή

- Ποσότητα κίνησης
- Γινόμενο μάζας και ταχύτητας
- Μονάδες μέτρησης = $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Νόμος της βαρύτητας (Newton)

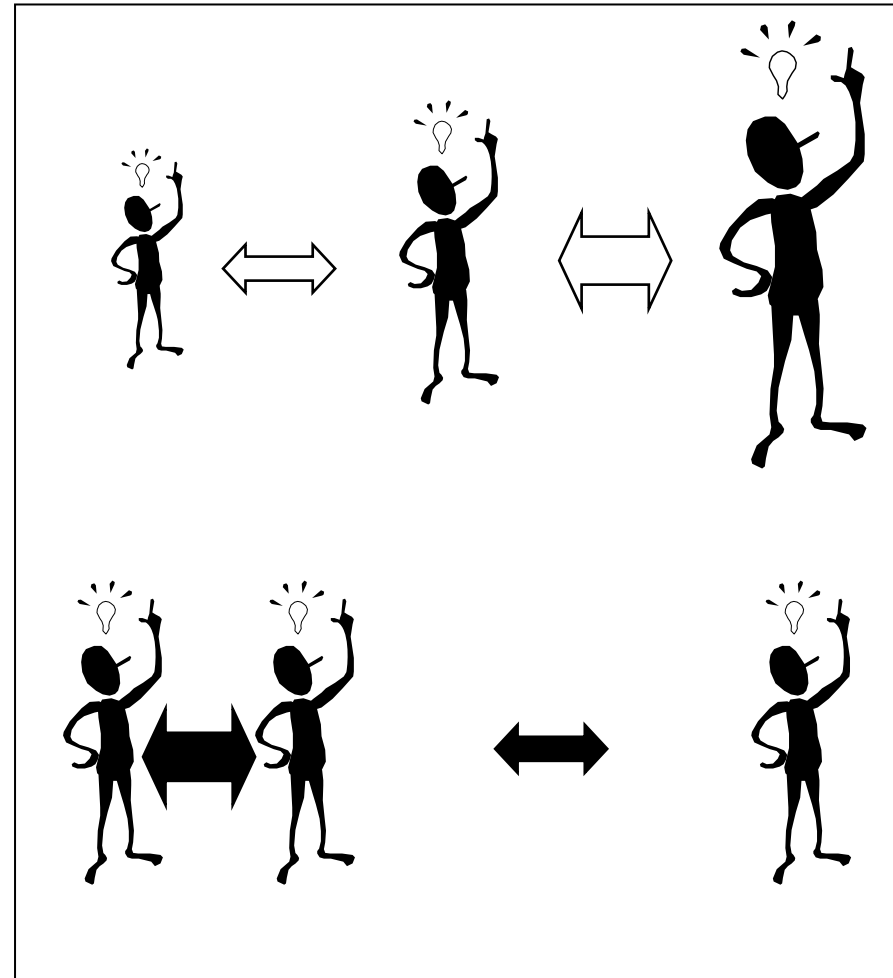
Όλα τα σώματα έλκονται μεταξύ τους με μία δύναμη η οποία είναι ανάλογη του γινομένου των μαζών τους (m), και αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασής τους (d)



$$F \propto \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

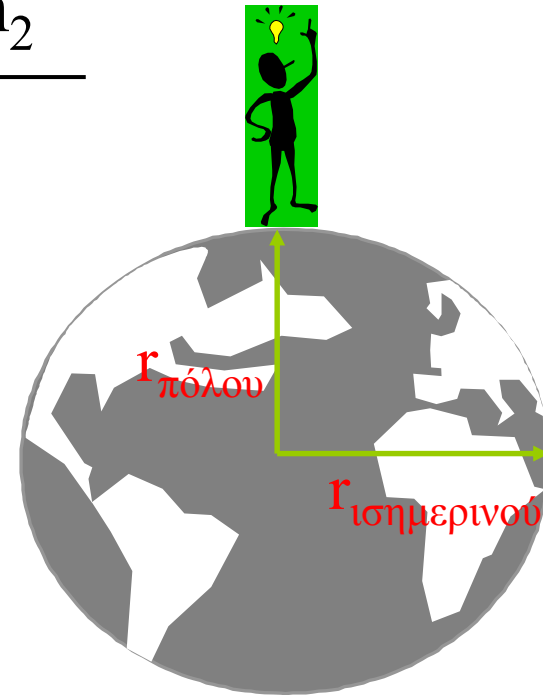
Συνέπειες του Νόμου της Βαρύτητας

- Μεγαλύτερη μάζα
 - Μεγαλύτερη δύναμη έλξης
- Μεγαλύτερη απόσταση
 - Μικρότερη δύναμη έλξης
- Τα περισσότερα σώματα στον αθλητισμό έχουν μικρή μάζα
 - Η έλξη μεταξύ τους είναι πολύ μικρή



Βάρος (W) $F \propto \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$

- Η δύναμη έλξης της γής σε σώματα κοντά στην επιφάνειά της
- Γινόμενο μάζας σώματος (m) και της επιτάχυνσης που δημιουργείται από την έλξη τους ($g = 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)
οπότε $W = m \cdot g$



- Η βαρύτητα βασίζεται:
 - Μάζα της γης
 - Απόσταση από το κέντρο της γης

$r =$ ακτίνα της γης

$$r_{\text{ισημερινού}} > r_{\text{πόλους}}$$

$$g_{\text{ισημερινού}} < g_{\text{πόλους}}$$

$$\therefore W_{\text{ισημερινό}} < W_{\text{πόλους}}$$

1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα

- Νόμος της αδράνειας
 - Κάθε σώμα παραμένει στην ακινησία ή σε σταθερή ταχύτητα εκτός αν μία δύναμη ενεργήσει επάνω του και αλλάξει την κινητική του κατάσταση

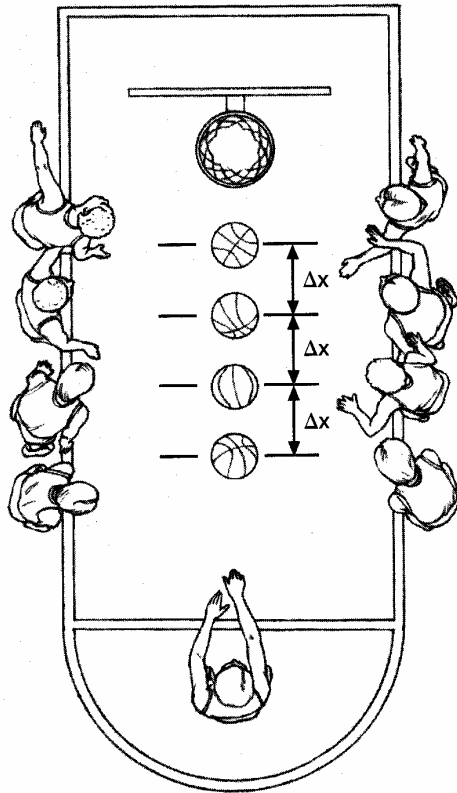
Το σώμα δεν μπορεί να επιταχυνθεί, να επιβραδυνθεί ή να αλλάξει πορεία εκτός αν επιδράσει πάνω του μία δύναμη

∴ Δύσκολο να αποδειχτεί στην γη λόγω της βαρύτητας και των αντιστάσεων του αέρα.

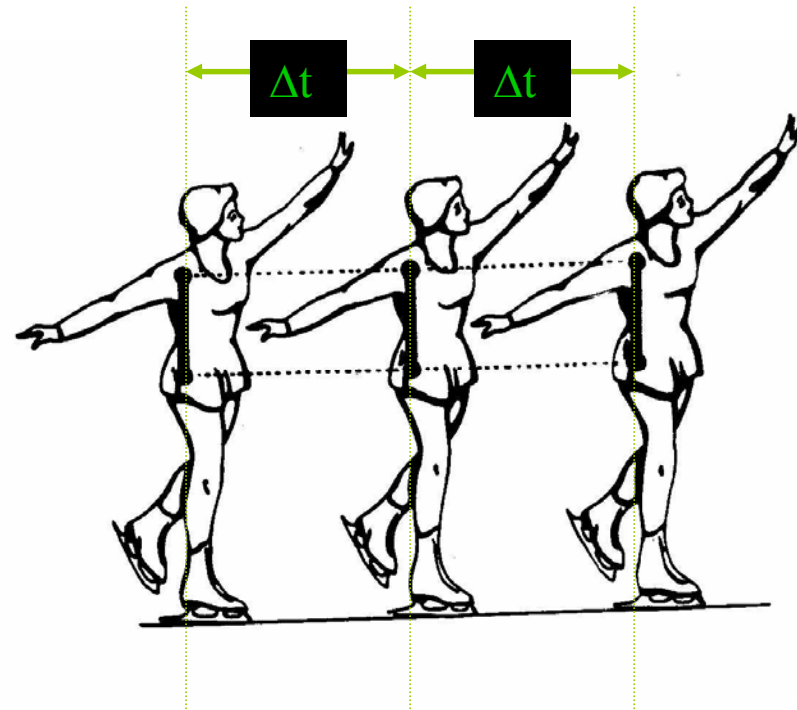


1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα στη γη?

Αντίσταση του αέρα



Τριβή και αντίσταση του αέρα



2^{ος} Νόμος του Νεύτωνα

- Νόμος της επιτάχυνσης
 - Μια δύναμη (F) που επιδρά σε μία μάζα (m) δημιουργεί επιτάχυνση του σώματος προς την κατεύθυνση της δύναμης και είναι ανάλογη της δύναμης αυτής

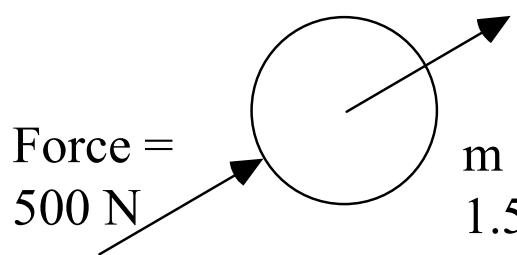
Πολύ σημαντικό μιας και ενώνει την εφαρμογή δύναμης με την κίνηση:

Δύναμη = μάζα x επιτάχυνση

$$\mathbf{F = m \cdot a}$$

Εφαρμογές

- Μεγαλύτερη δύναμη δημιουργεί μεγαλύτερη επιτάχυνση
 - Μάζα παραμένει η ίδια
- Η επιτάχυνση είναι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας
 - Αν η δύναμη παραμείνει σταθερή και η μάζα μειωθεί στο μισό η επιτάχυνση θα διπλασιασθεί
 - Αν η δύναμη παραμείνει σταθερή και η μάζα διπλασιασθεί η επιτάχυνση θα μειωθεί στο μισό
- Τι συμβαίνει όταν η δύναμη εξαφανισθεί (σταματήσει να εφαρμόζεται) ?



Acceleration = ?

Force = 500 N

m = 1.5 kg

$$F = m \cdot a$$
$$\therefore a = F / m$$
$$a = 500 / 1.5$$
$$= 333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα

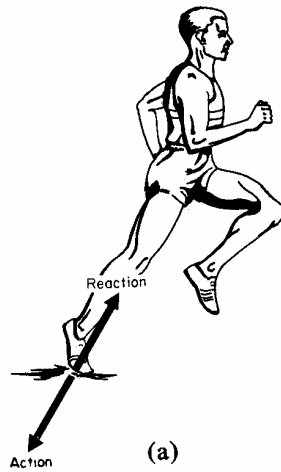
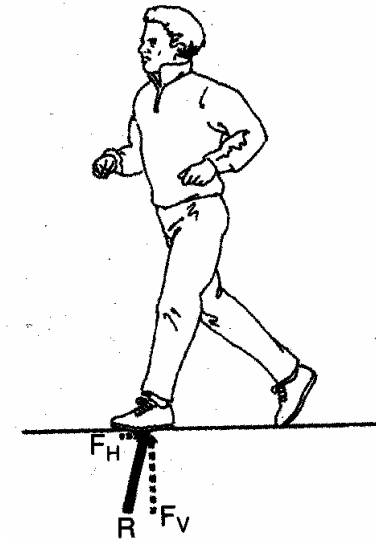
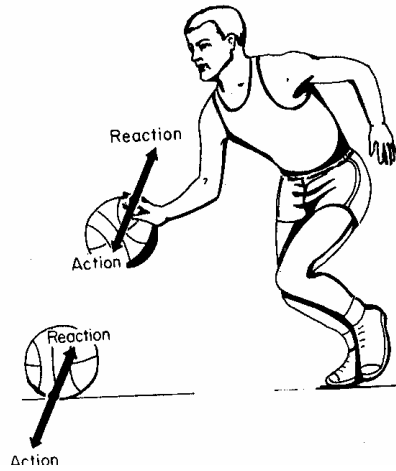
- Νόμος της Δράσης-Αντίδρασης
 - Όταν ένα σώμα εφαρμόζει μία δύναμη σε ένα άλλο σώμα (δράση), τότε το πρώτο σώμα δέχεται δύναμη αντίθετη από αυτήν που εφάρμοσε (αντίδραση) από το δεύτερο σώμα

∴ Οι δυνάμεις στη φύση βρίσκονται σε ζεύγη

Δύσκολο να το δούμε, εύκολο να το νιώσουμε:

- Όταν πιέζουμε το τραπέζι προς τα κάτω τότε νιώθουμε μία αντίστοιχη δύναμη να μας πιέζει το χέρι προς τα πάνω

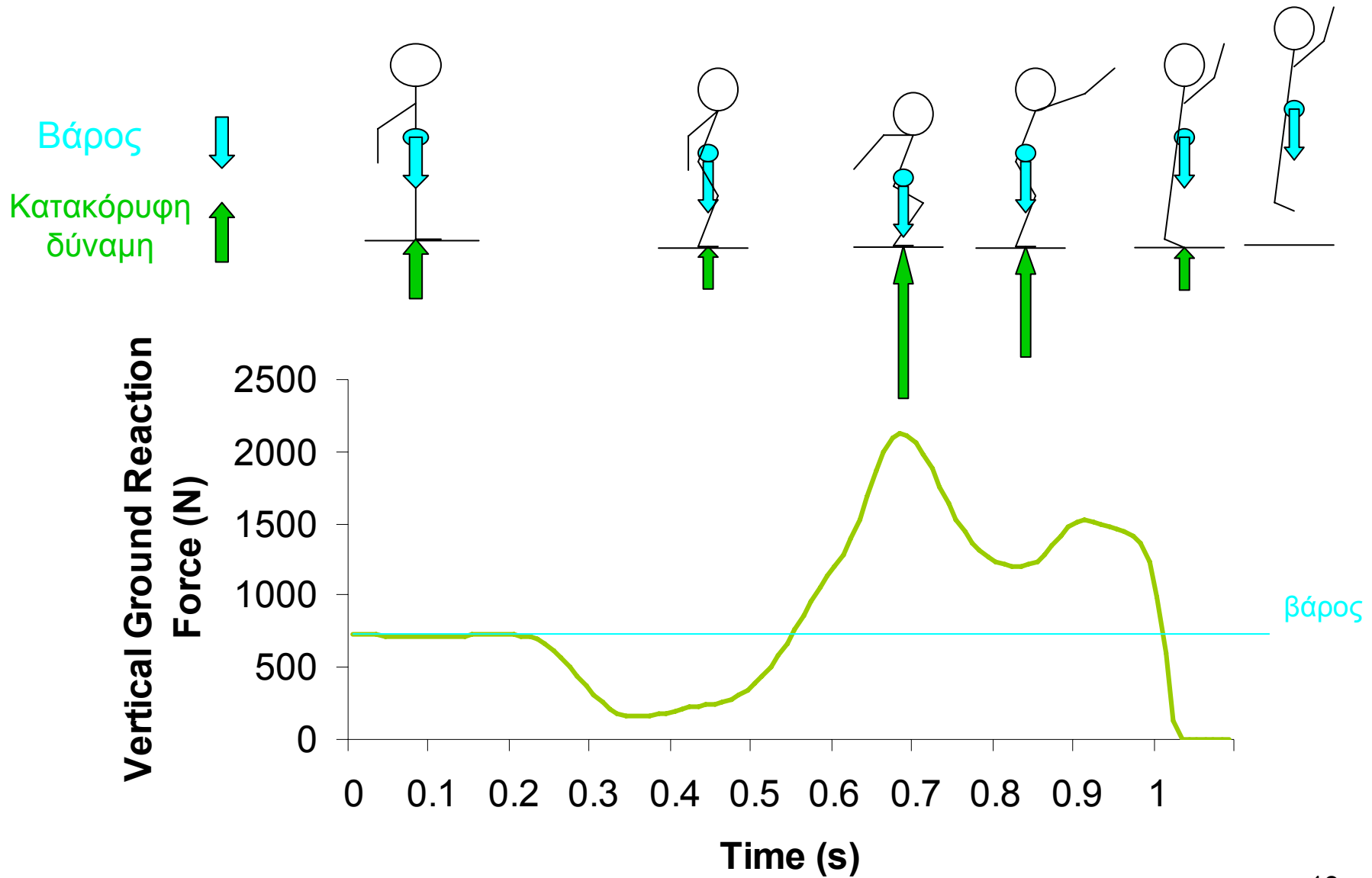
Εφαρμογές



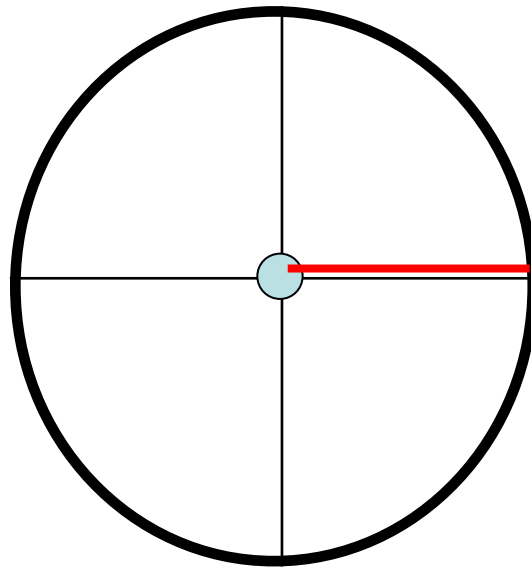
(a)



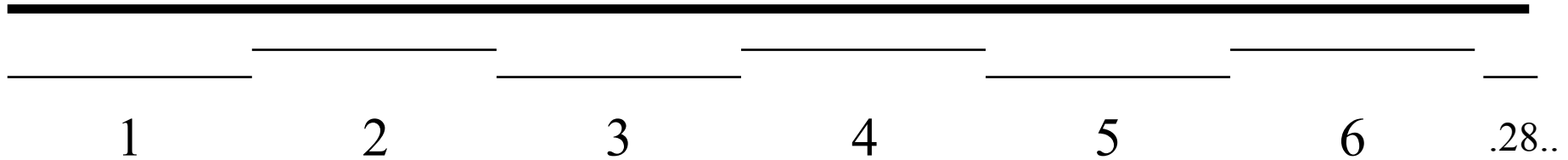
Δυνάμεις που εφαρμόζονται κατά το άλμα



Τριγωνομετρικός Κύκλος



Radian = 1



Μονάδες

- Επαναλήψεις
 - 1 επανάληψη είναι ένας κύκλος
- Μοίρες (σπόρ)
 - 360 μοίρες είναι ένας κύκλος
- Radians (μηχανική)
 - 2π radians είναι ένας κύκλος ($\pi=3.1415\dots$)
 - 360 μοίρες = 2π radians

Μονάδες

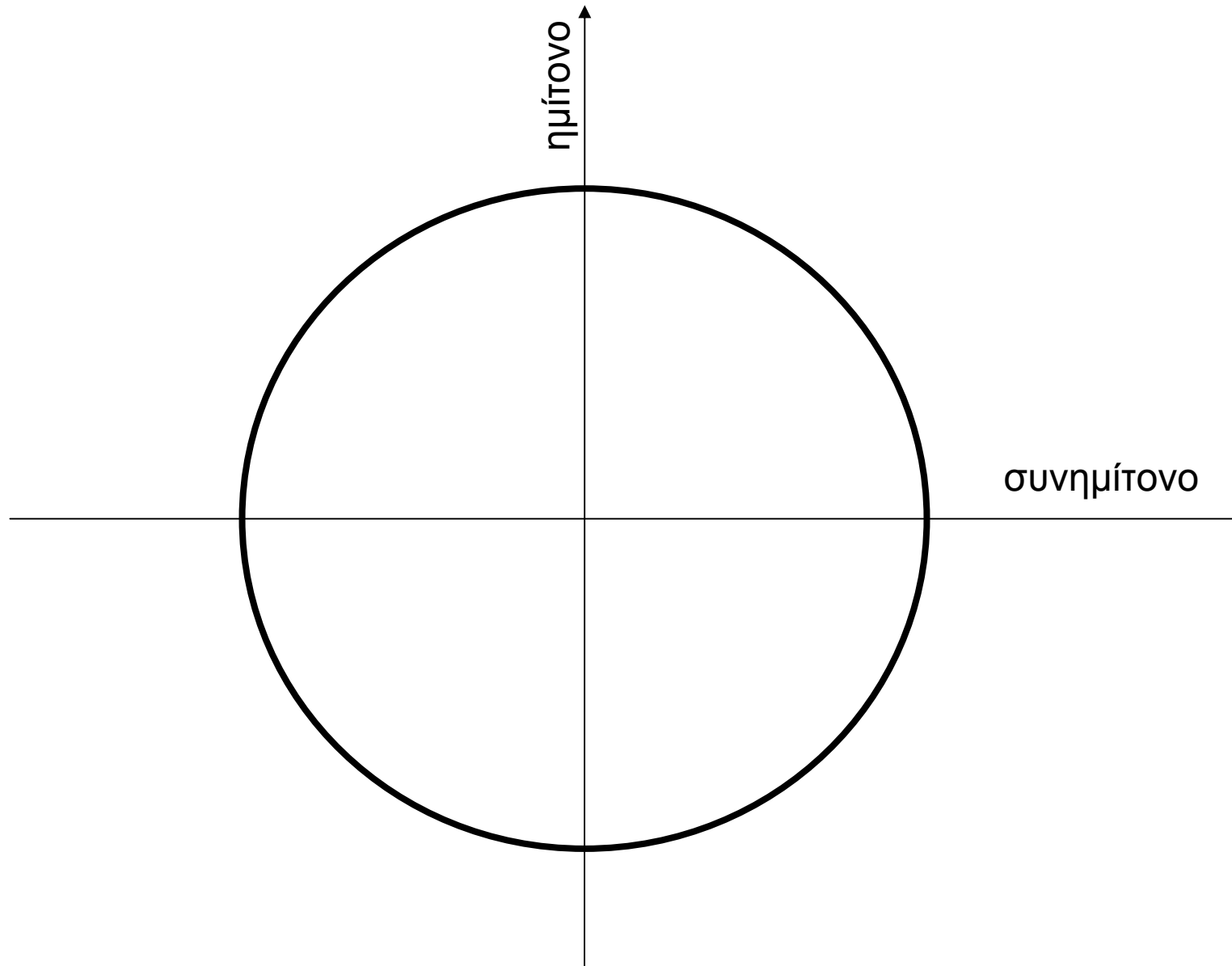
$$2*\pi \text{ radians} = 360 \text{ μοίρες}$$

$$\text{radian} = \frac{360}{2*\pi} \text{ μοίρες}$$

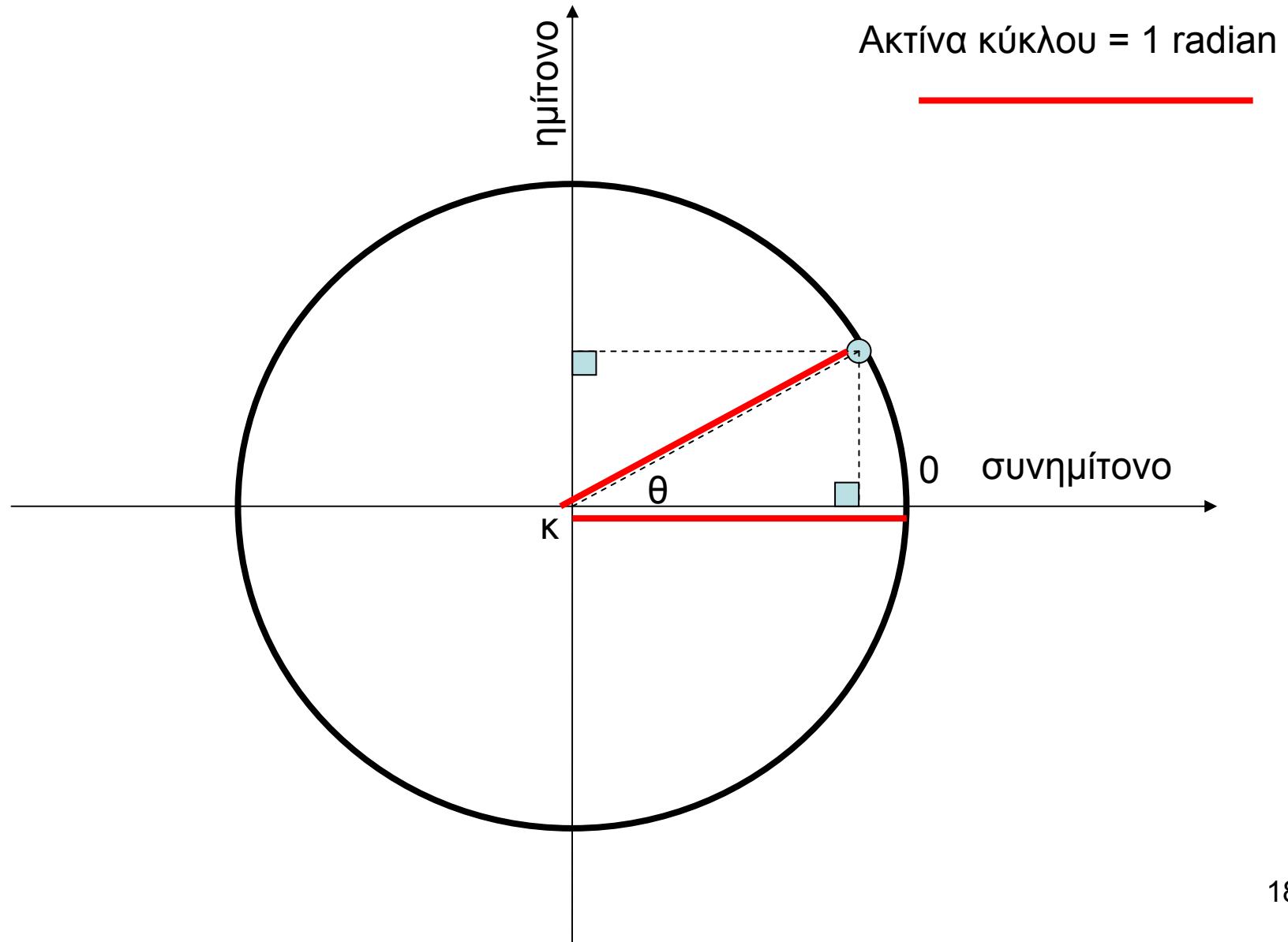
$$\text{radian} = \frac{360}{2*3.14} \text{ μοίρες}$$

$$\text{radian} = 57.3 \text{ μοίρες} = 0.16 \text{ επανάληψης}$$

Τριγωνομετρικός κύκλος

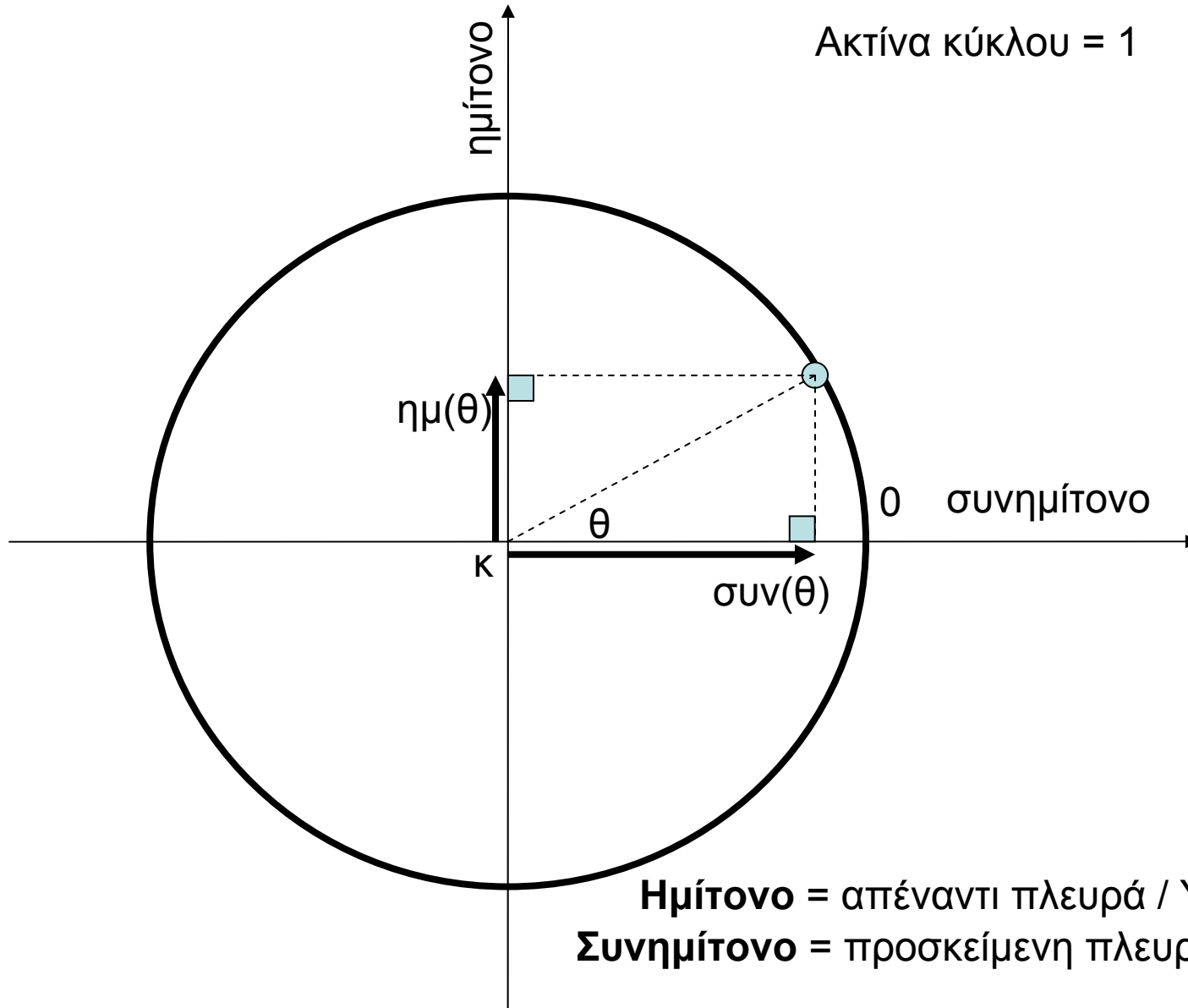


Τριγωνομετρικός κύκλος

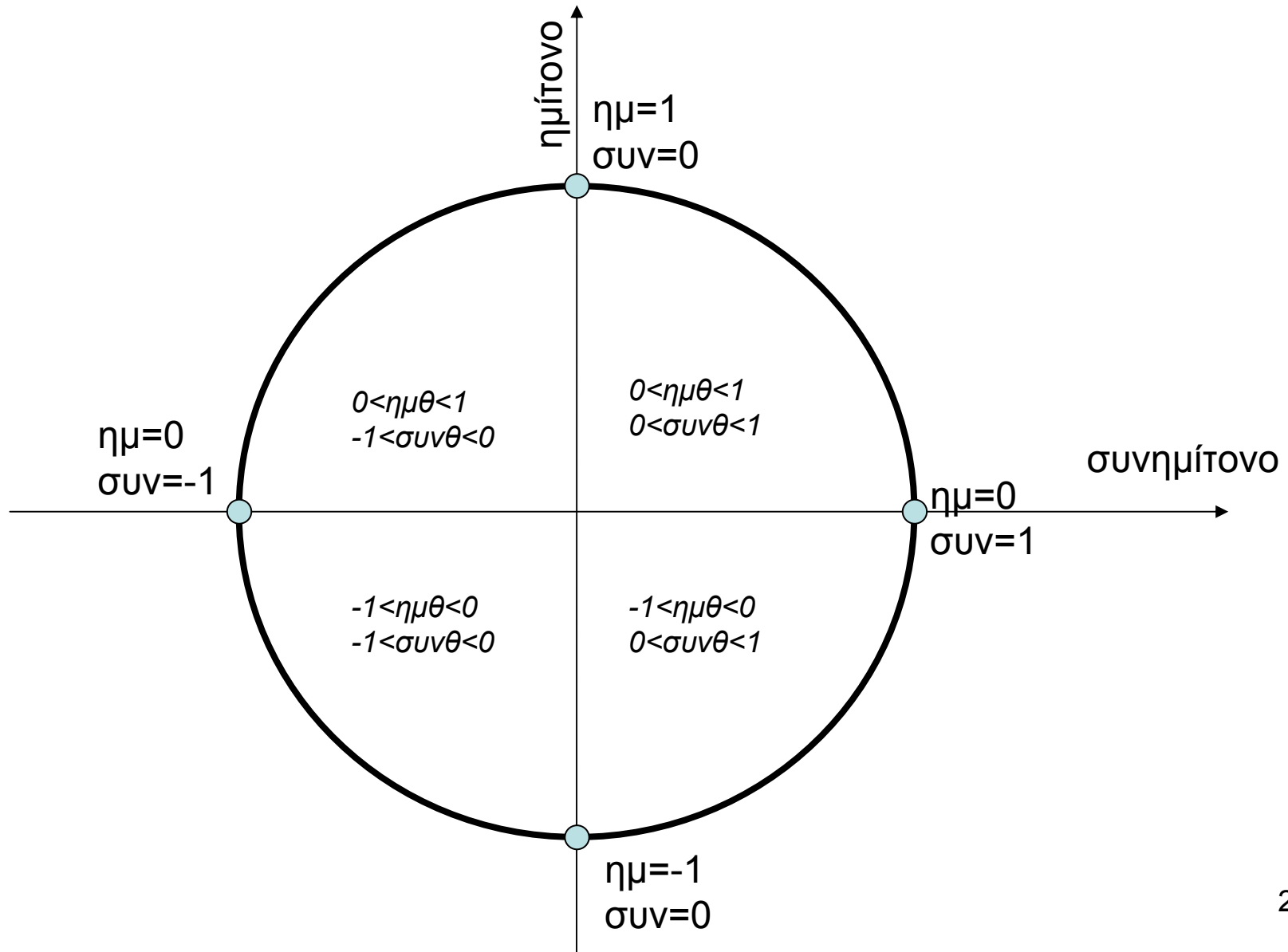


Τριγωνομετρικός κύκλος

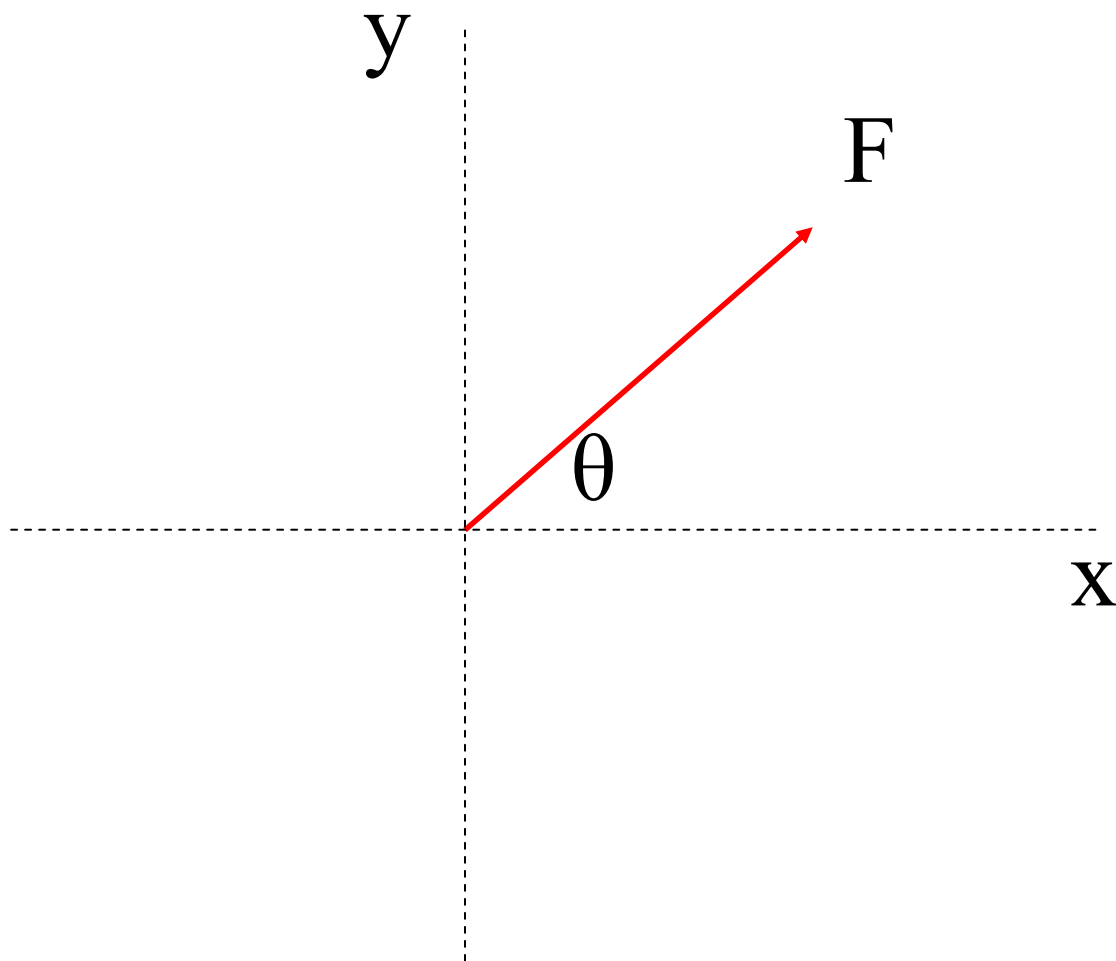
Ακτίνα κύκλου = 1



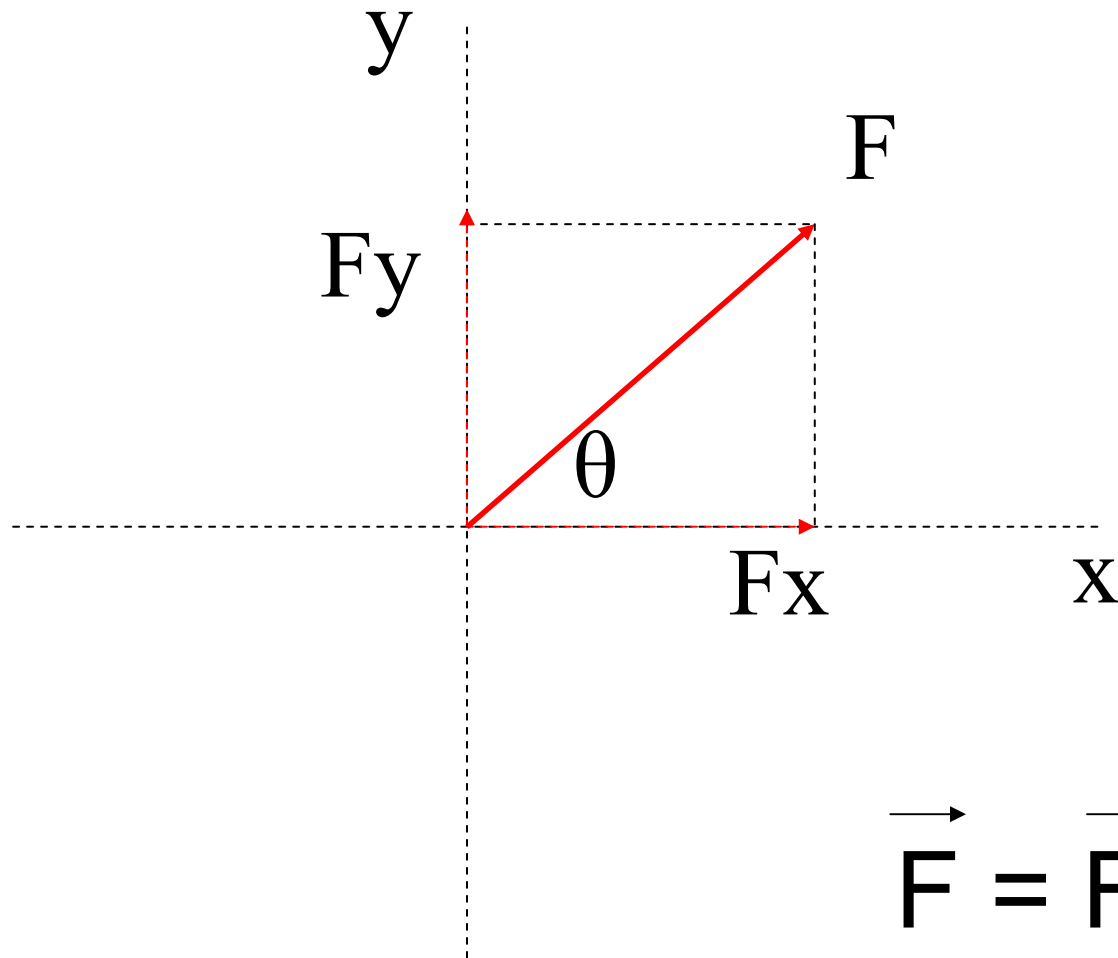
Τριγωνομετρικός κύκλος



Ανάλυση διανύσματος

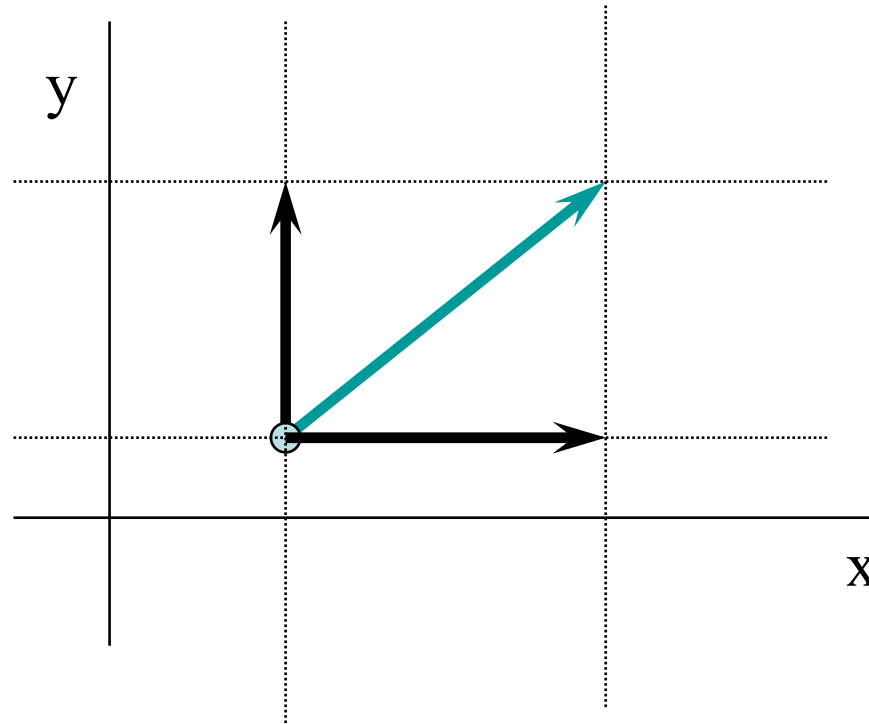


Ανάλυση διανύσματος

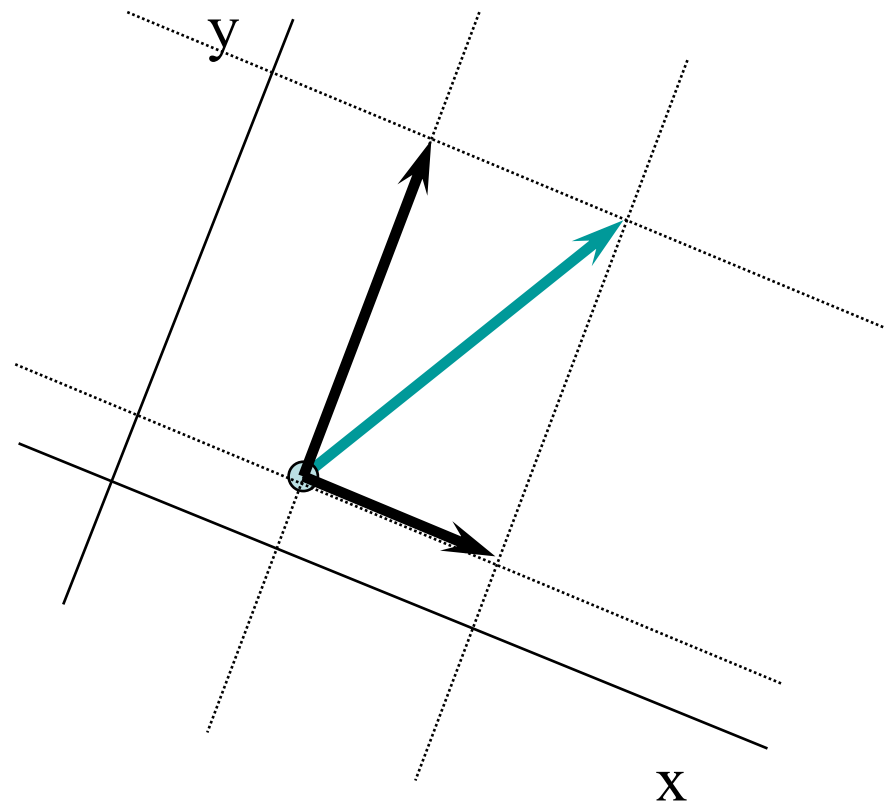


$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

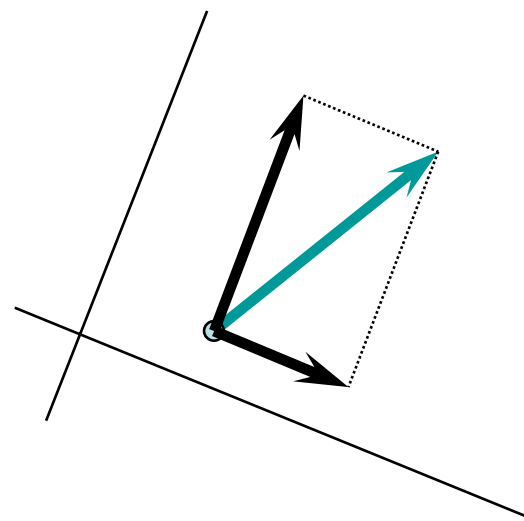
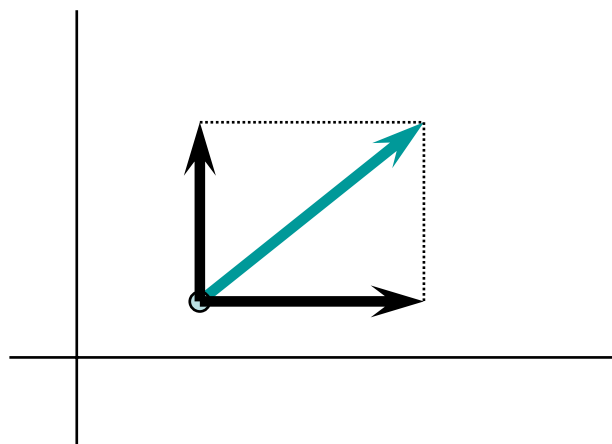
Ανάλυση διανύσματος



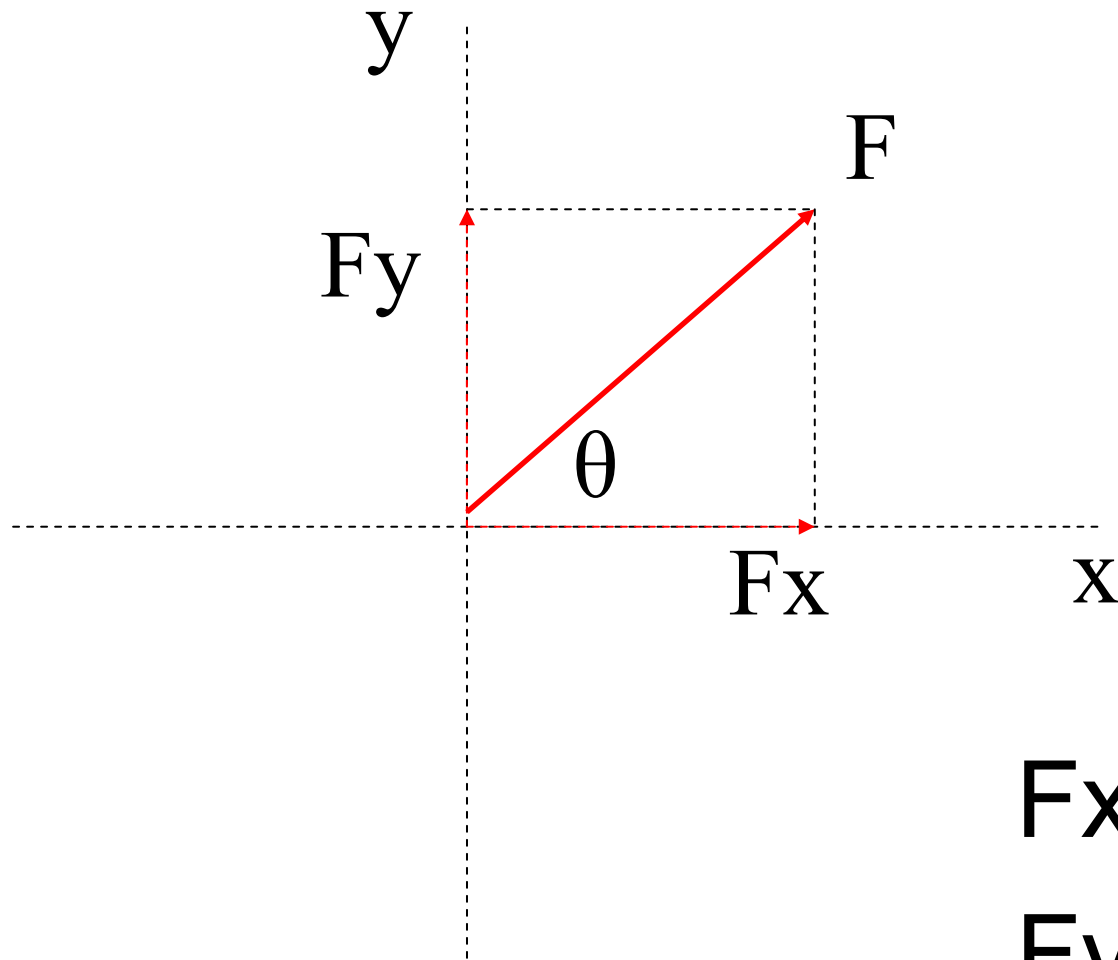
Ανάλυση σε διαφορετικό σύστημα συντεταγμένων



Ανάλυση σε διαφορετικές δυνάμεις



Ανάλυση διανύσματος (μέτρο)

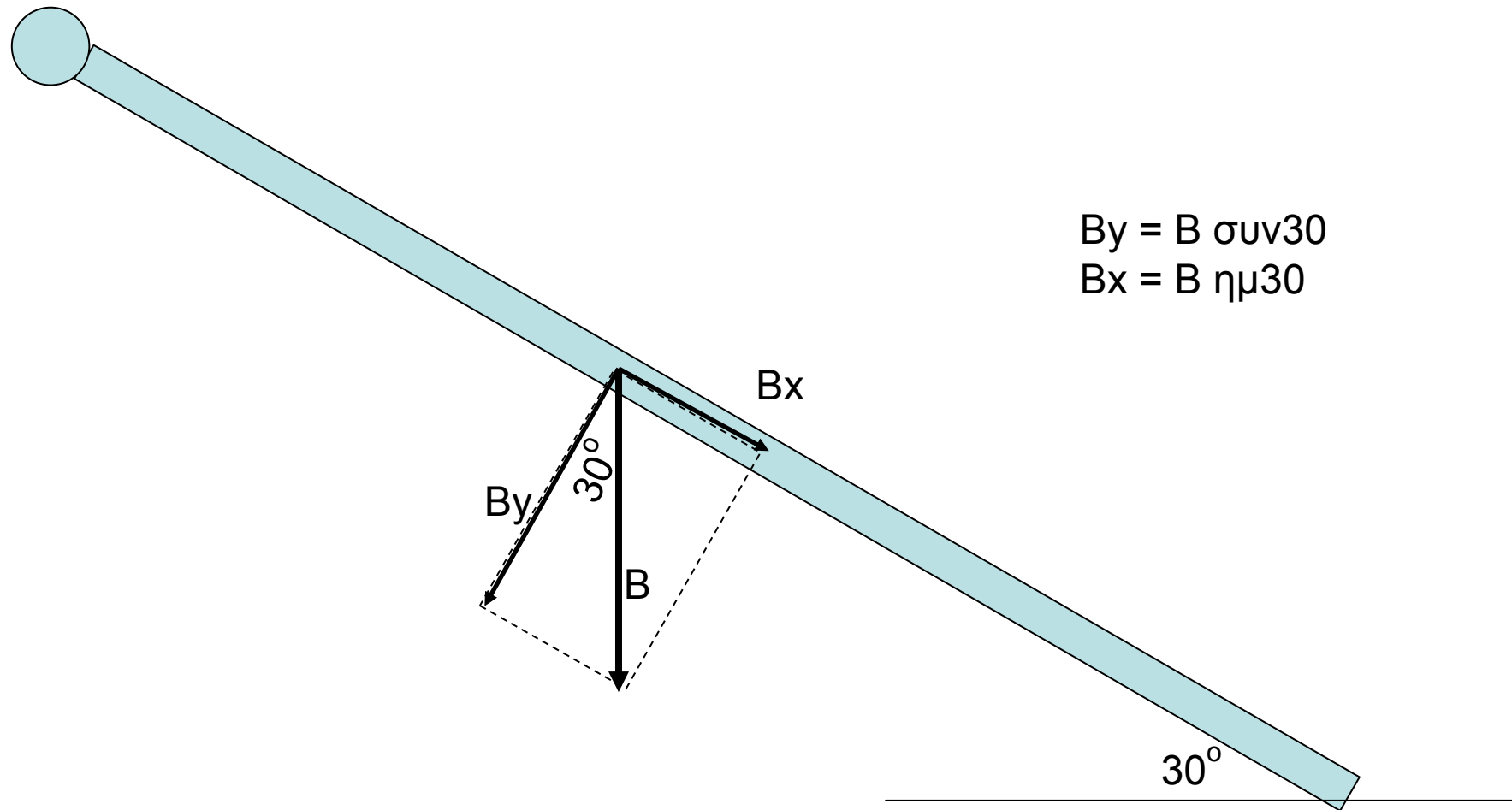


$$F_x = F \cdot \cos\theta$$

$$F_y = F \cdot \sin\theta$$

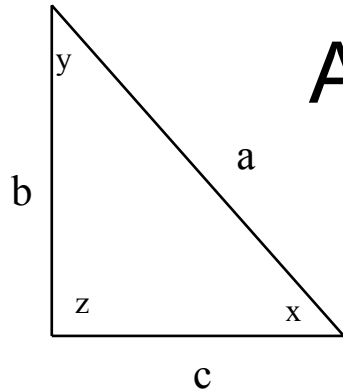
Ανάλυση βάρους κνήμης

γόνατο



$$B_y = B \sigma\upsilon\nu 30$$

$$B_x = B \eta\mu 30$$



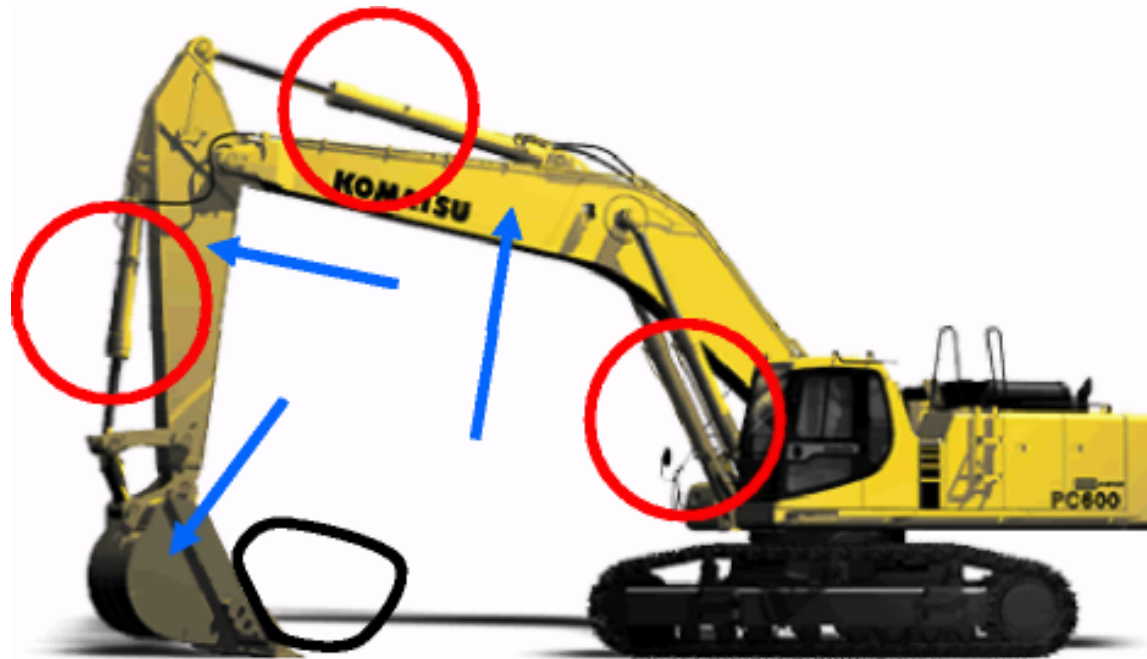
Ασκήσεις σε ορθογώνιο τρίγωνο

- $\eta\mu x = b/a$
- $\sigma\upsilon\nu x = c/a$
- $(\eta\mu x)^2 + (\sigma\upsilon\nu x)^2 = 1$
- $a^2 = b^2 + c^2$
- $\epsilon\phi x = b/c = \eta\mu x / \sigma\upsilon\nu x$
- Το άθροισμα όλων των γωνιών είναι 180 μοίρες

Παράδειγμα 1: Αν $x = 30$ μοίρες τότε $\eta\mu x = 0.5$ και $\sigma\upsilon\nu x = 0.87$. Αν $b = 10\text{m}$ τότε βρείτε τα z , y , a , c

- **Παράδειγμα 2:** Αν $x = 30$ μοίρες τότε $\eta\mu x = 0.5$. Αν $a = 10\text{m}$ τότε βρείτε τα b και c
- **Παράδειγμα 3:** Αν $a = 5\text{m}$ και $b = 4\text{m}$ τότε βρείτε το c

Η μηχανή

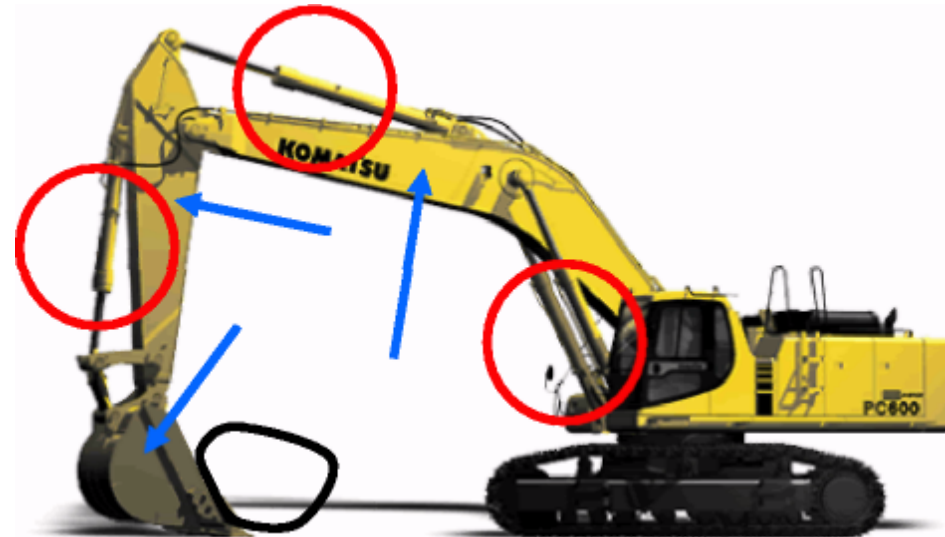


Η μηχανή

- Κινητήριος δύναμη

- Σώμα

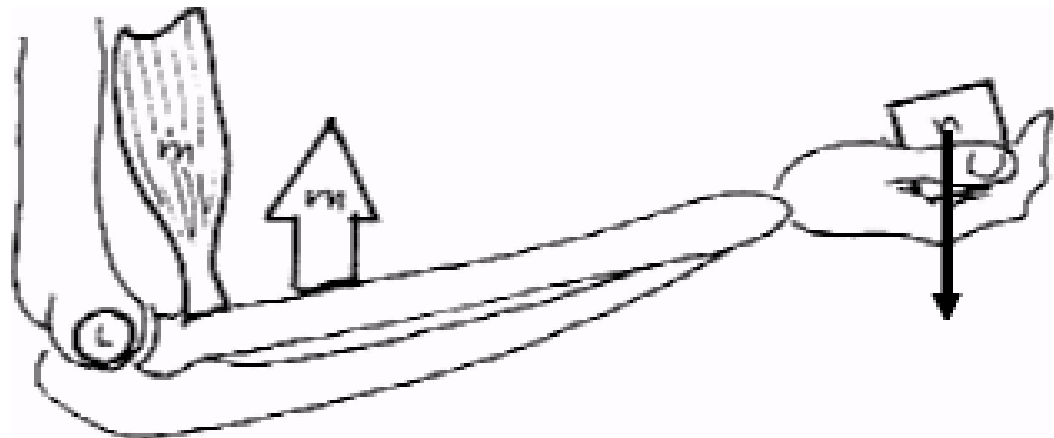
- Αντίσταση



Η ανθρώπινη μηχανή

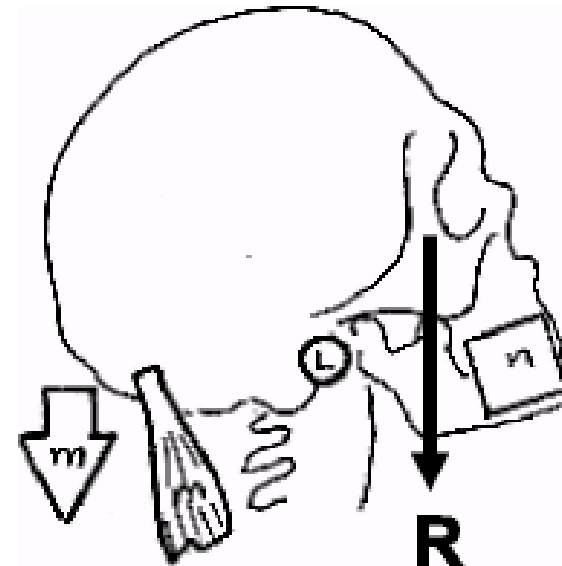
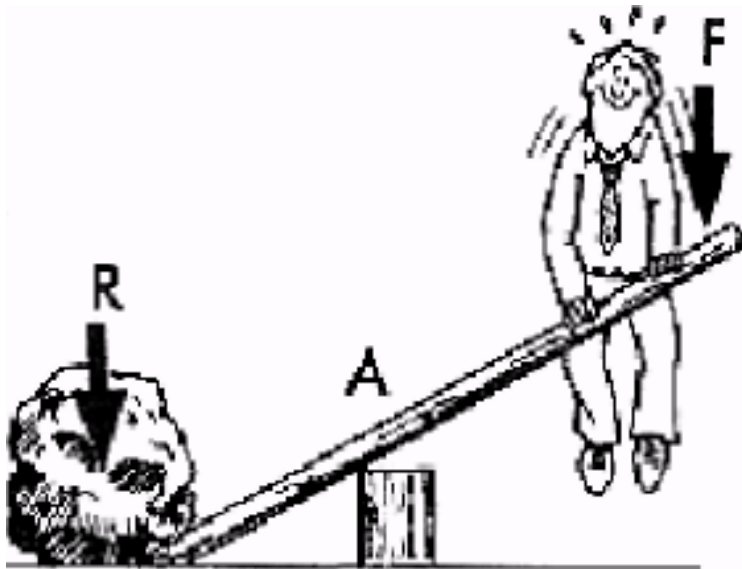
- Κινητήριος δύναμη

- Σώμα

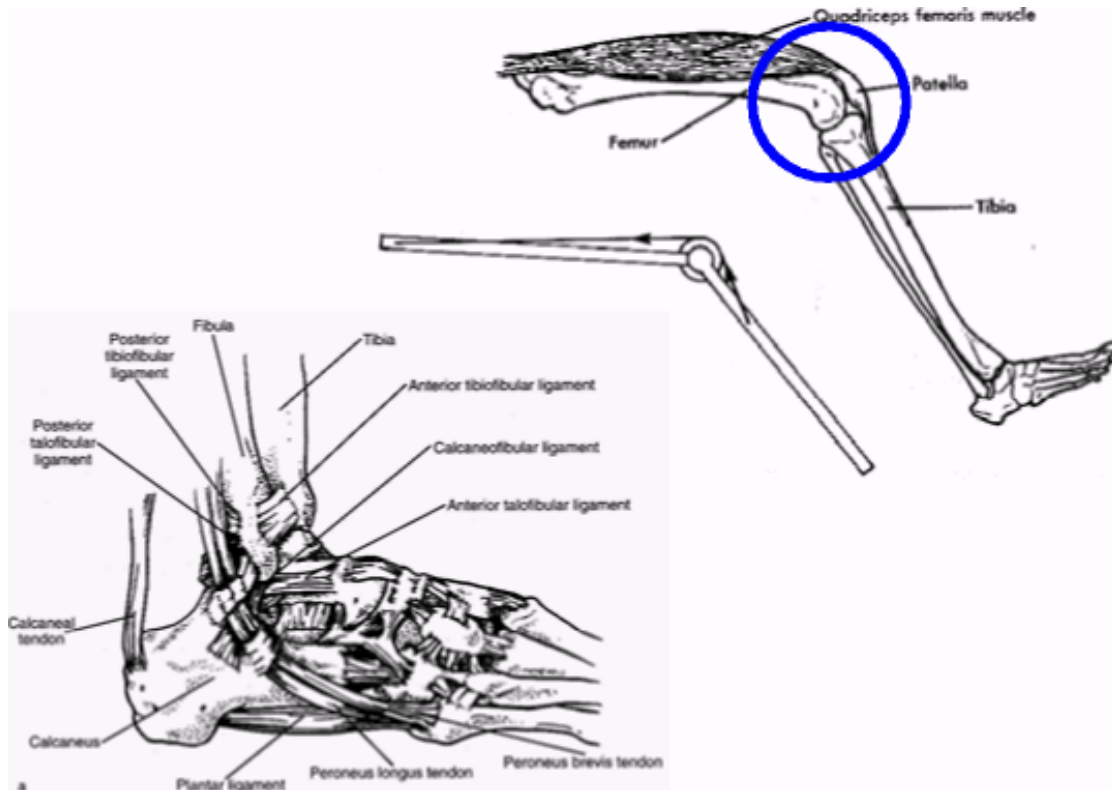
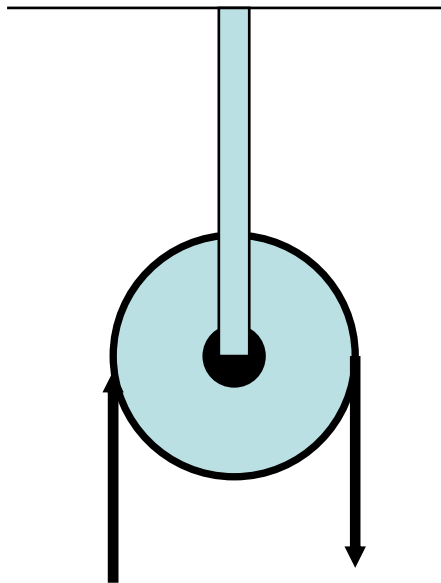


- Αντίσταση

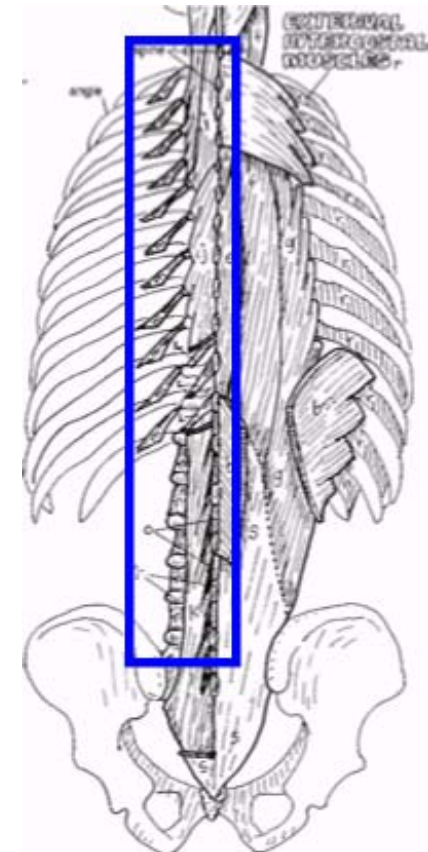
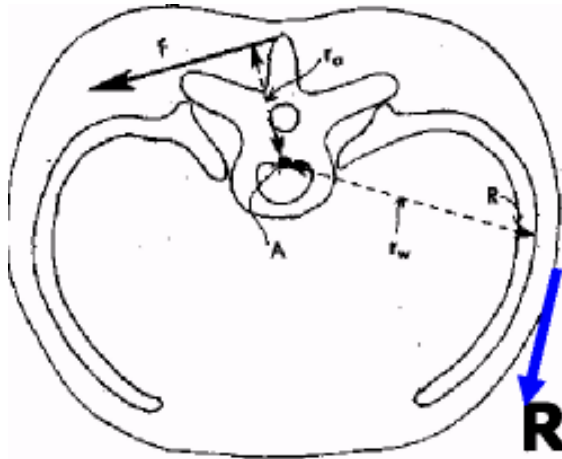
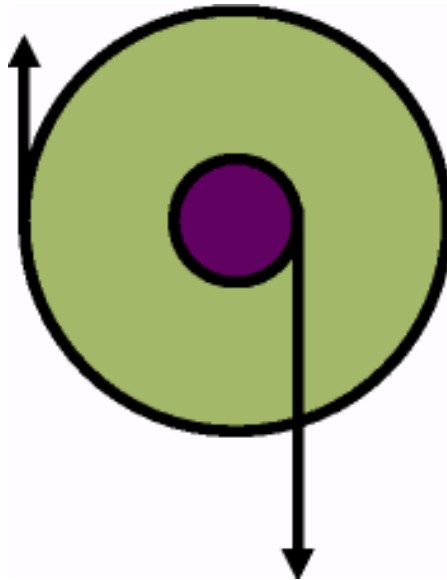
Χαρακτηριστικά παραδείγματα



Χαρακτηριστικά παραδείγματα



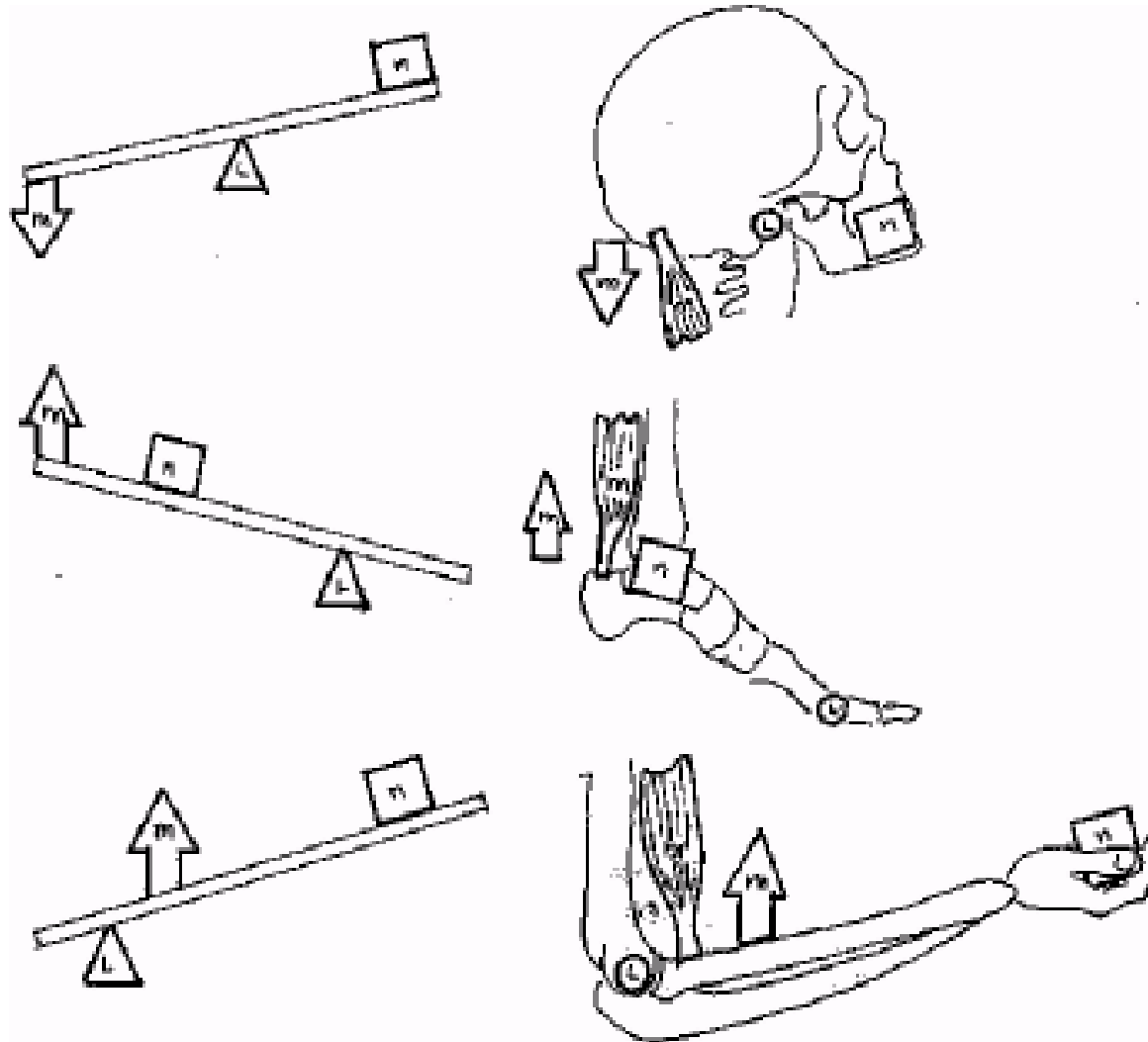
Χαρακτηριστικά παραδείγματα



Μοχλοί

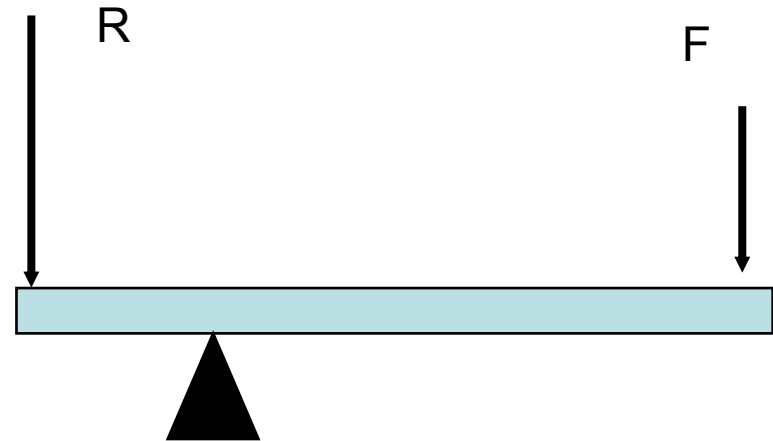
- Μπορούν να αλλάξουν την κατεύθυνση της δύναμης
- Να εφαρμοσθούν μεγαλύτερα φορτία σε σχέση με την εφαρμοζόμενη δύναμη
- Μπορούν να αυξήσουν της απόσταση που εφαρμόζεται η αντίσταση

Μοχλοί

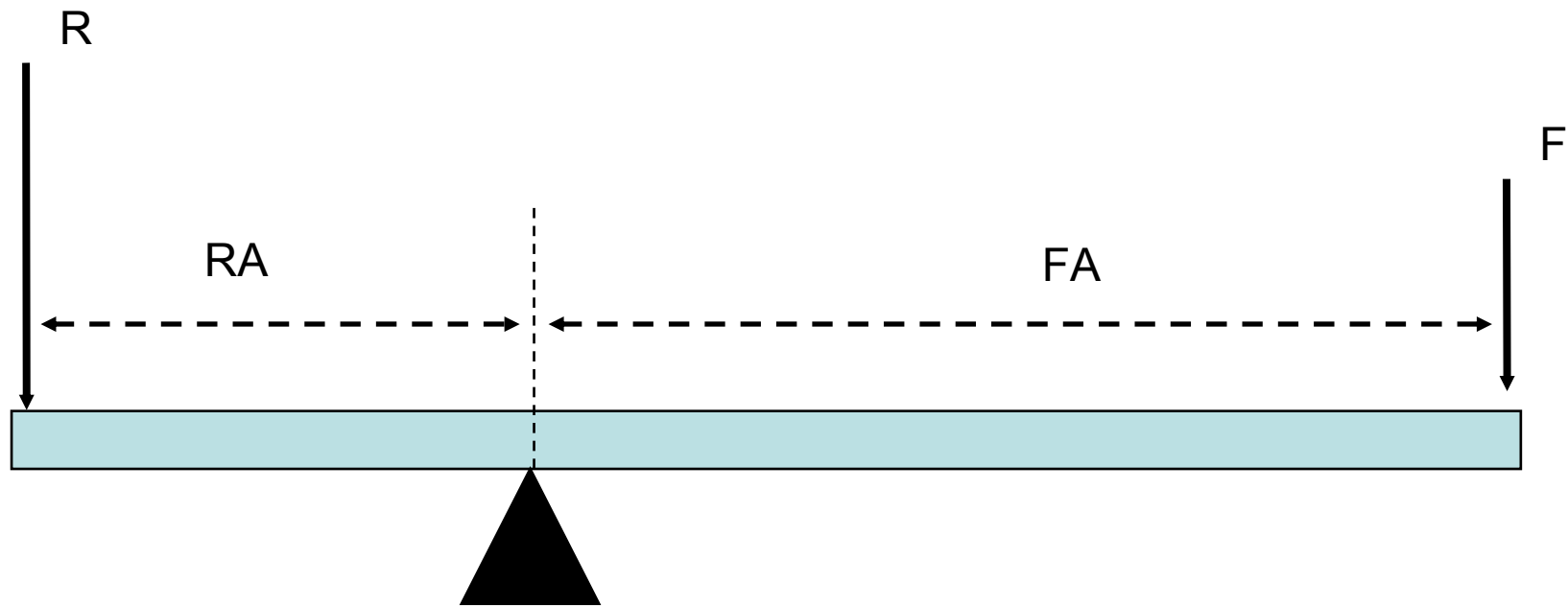


Στοιχεία μοχλών

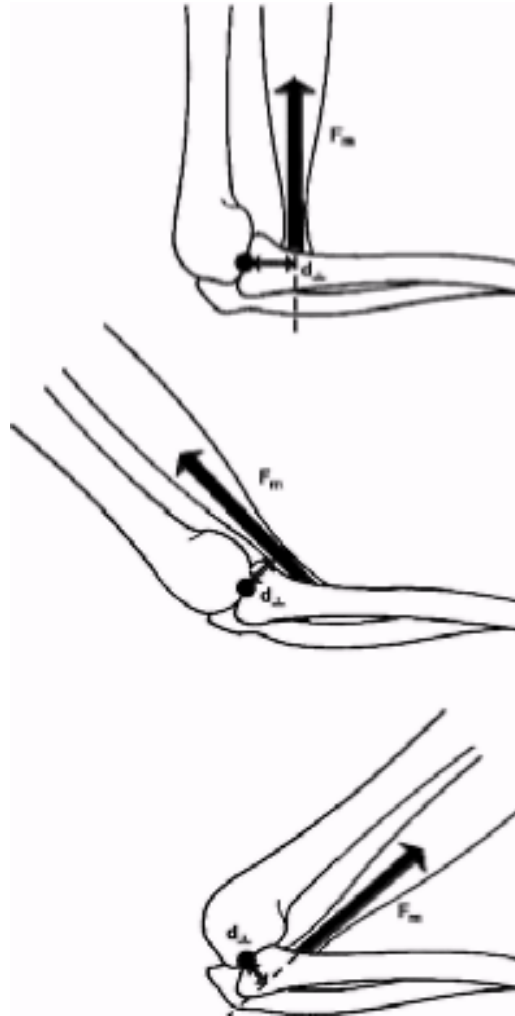
- Σώμα
- Σημείο περιστροφής
- Αντίσταση
- Δύναμη



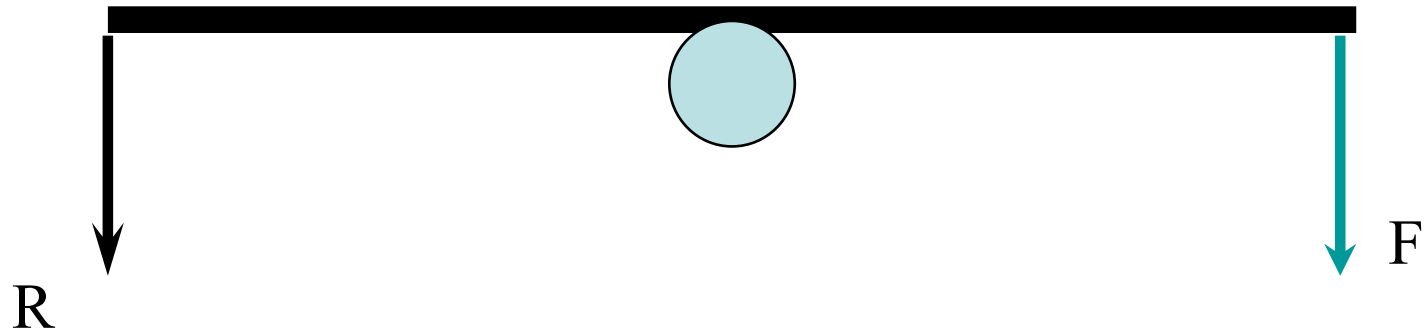
Ισορροπία



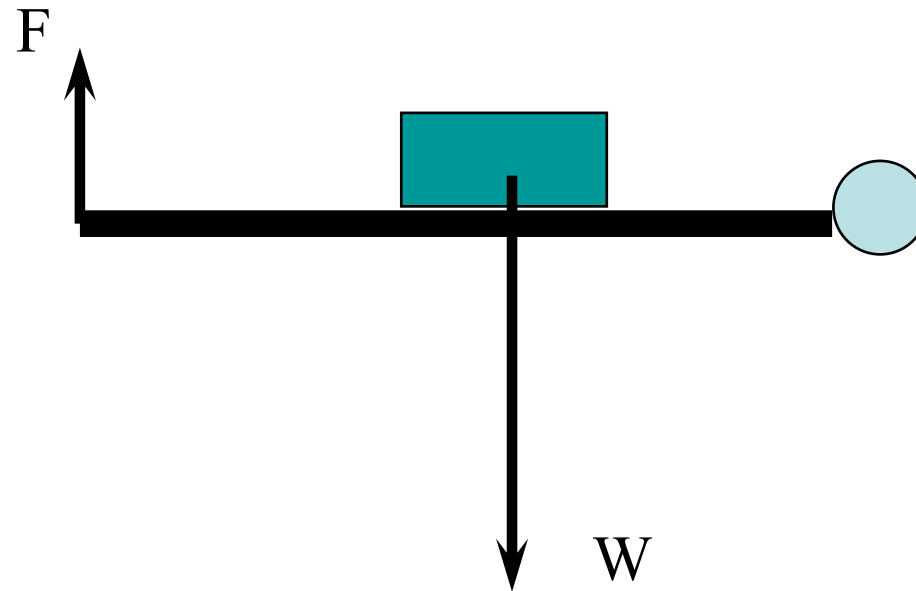
Δυνάμεις στο ανθρώπινο σώμα



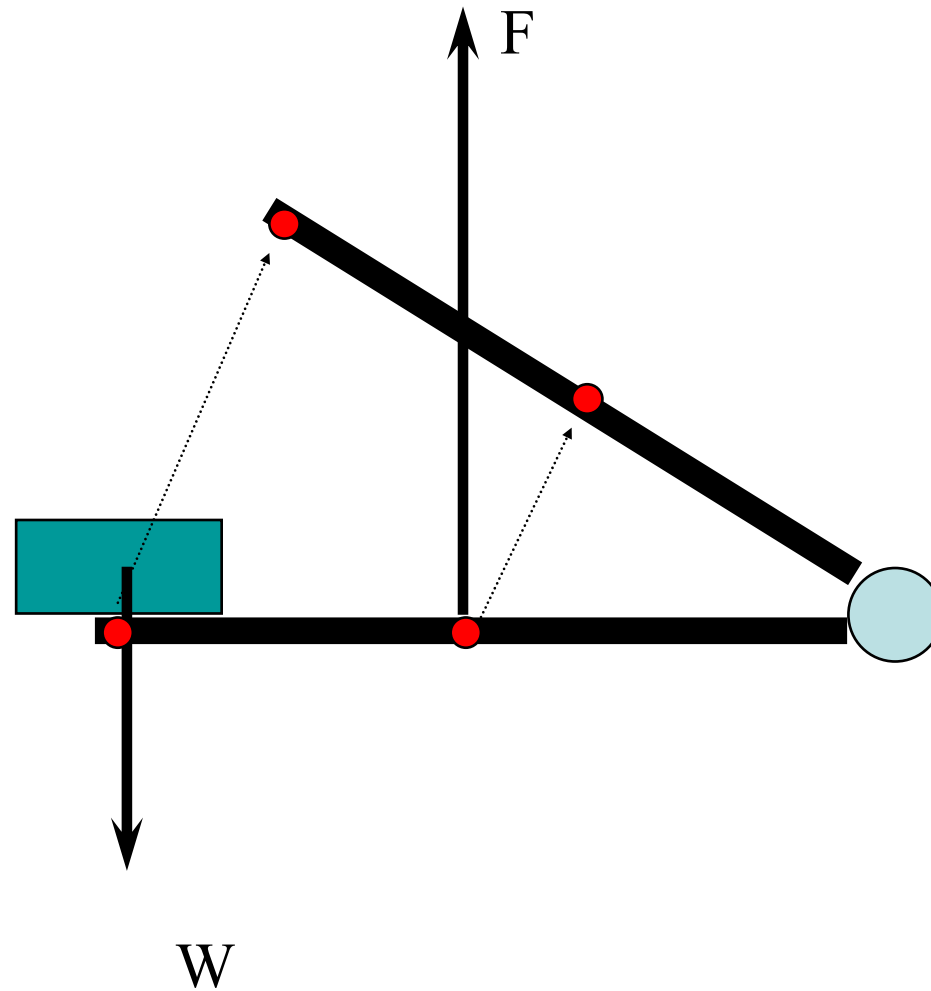
Αλλαγή κατεύθυνσης



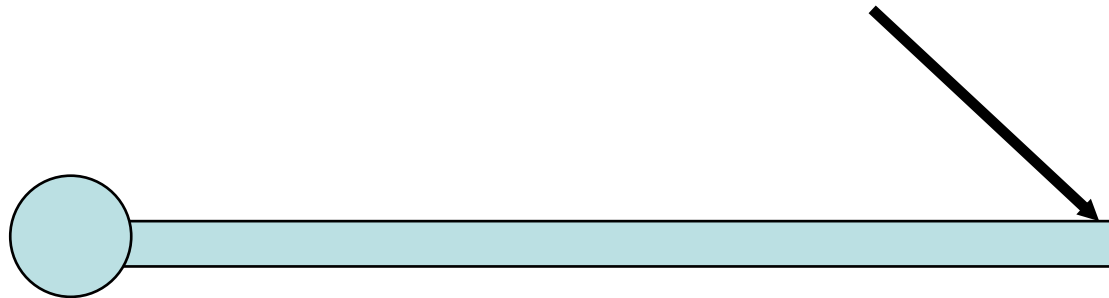
Μετακίνηση μεγάλων φορτίων



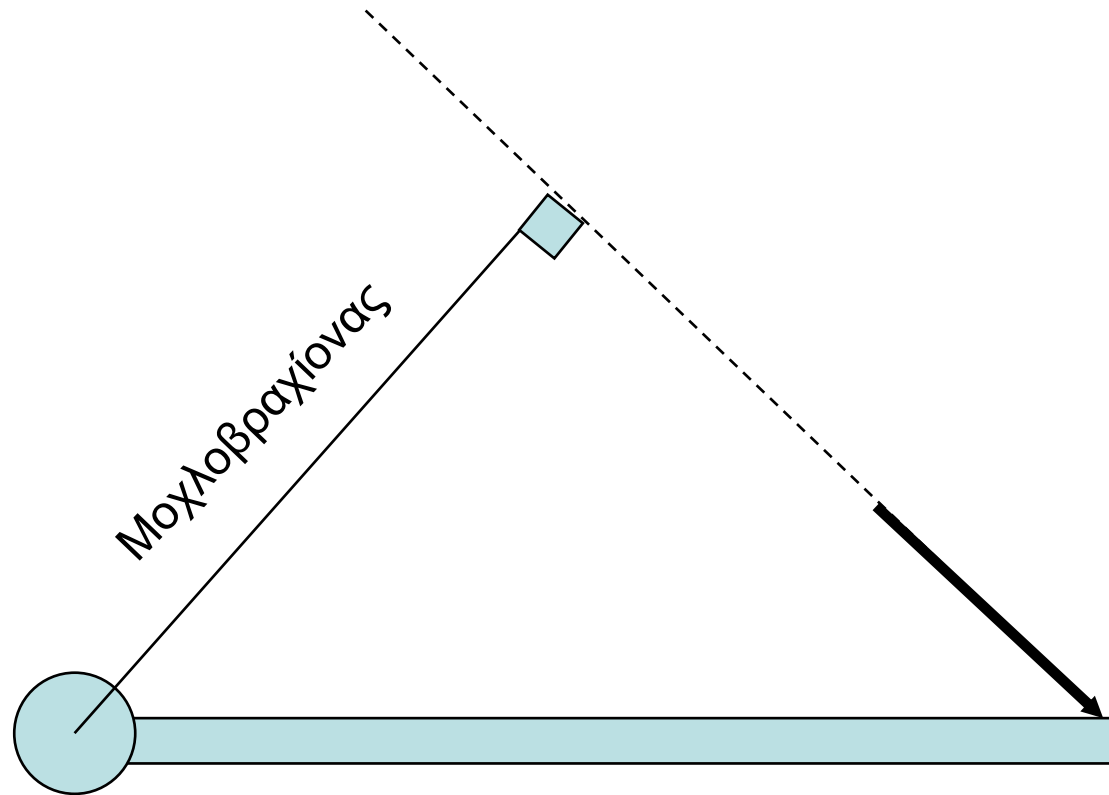
Αύξηση απόστασης



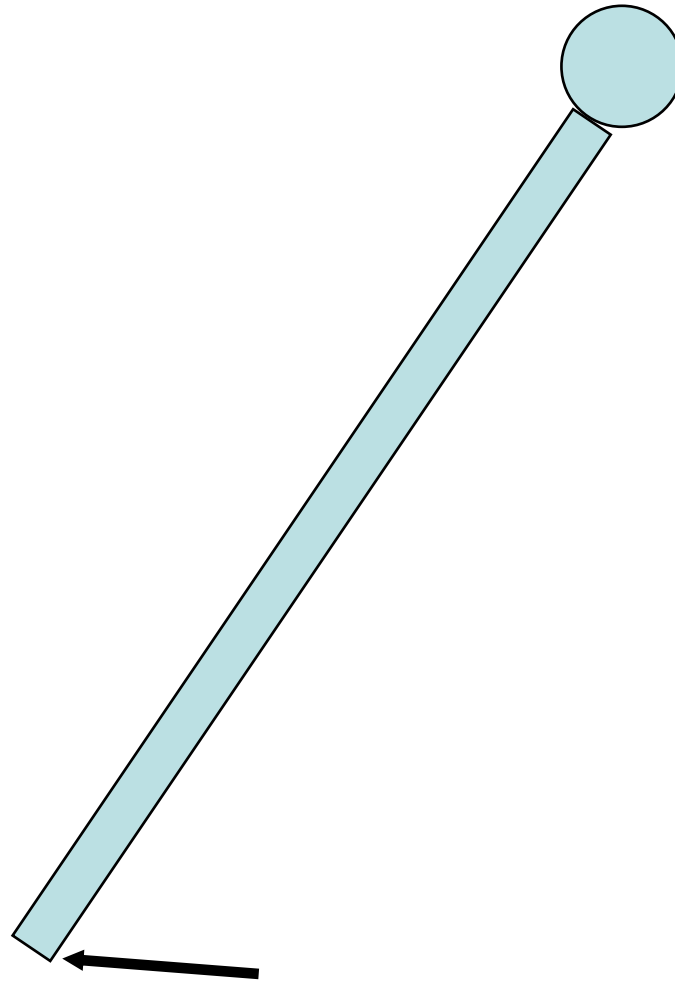
Μοχλοβραχίονας ?



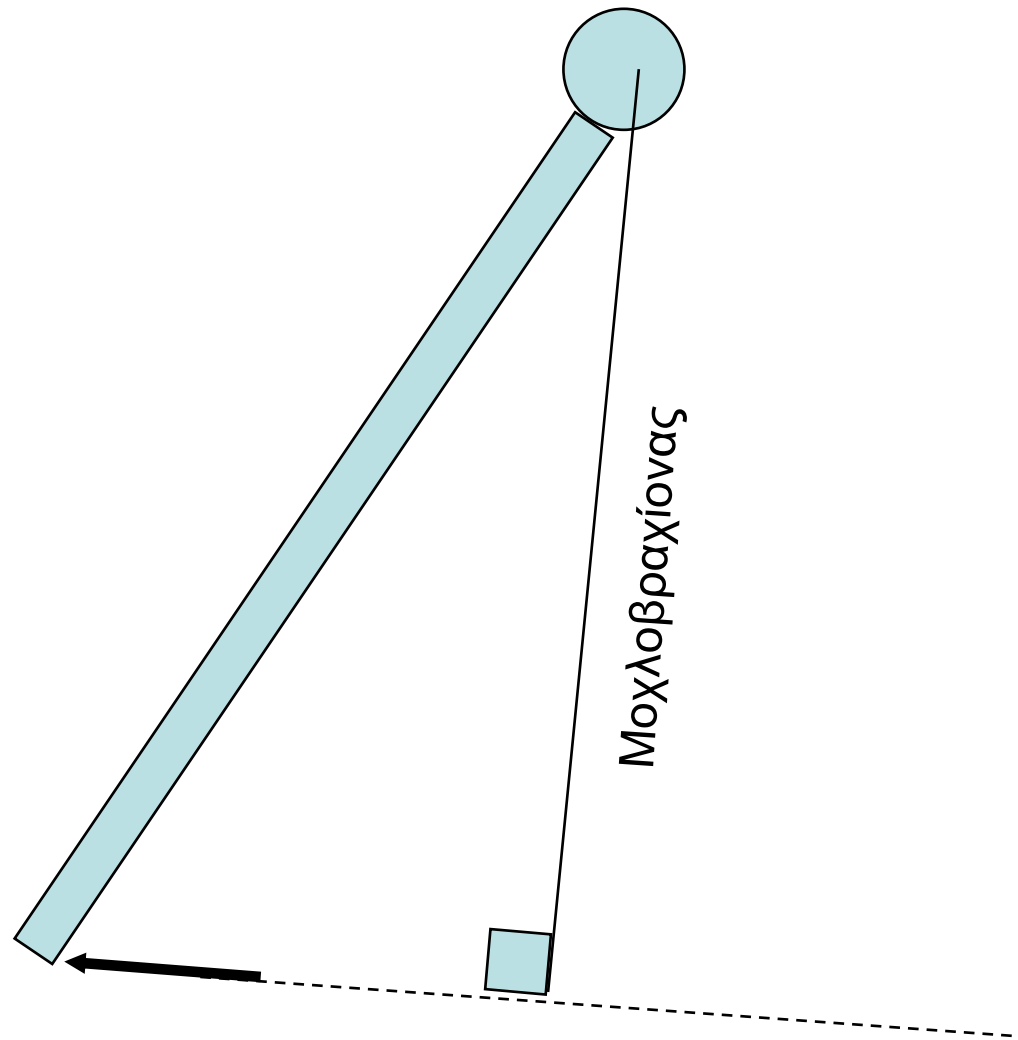
Μοχλοβραχίονας ?



Μοχλοβραχίονας ?

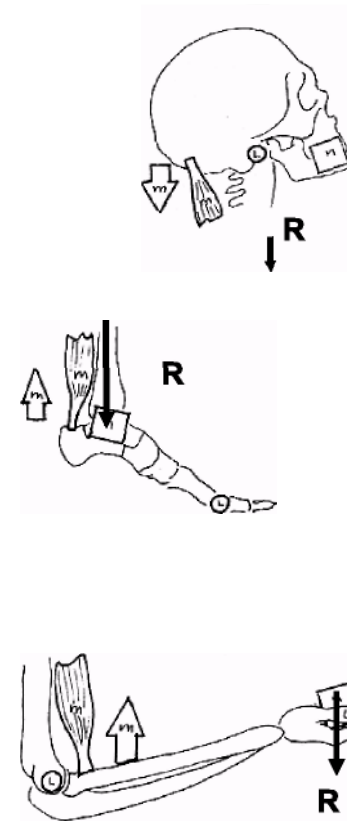


Μοχλοβραχίονας ?



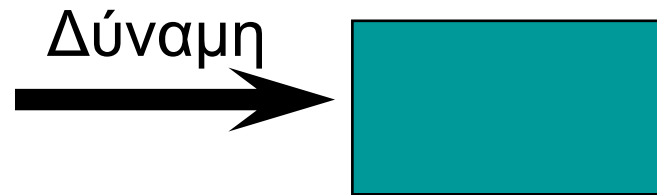
Τύποι μοχλών

- Η δύναμη και η αντίσταση σε αντίθετες πλευρές (κέντρο άρθρωσης στη μέση)
- Δύναμη και αντίσταση από την ίδια πλευρά. Το κέντρο περιστροφής είναι πιο κοντά στην αντίσταση
- Δύναμη και αντίσταση από την ίδια πλευρά. Το κέντρο περιστροφής είναι πιο κοντά στην δύναμη



Αποτέλεσμα της δύναμης

- Κίνηση
 - Γραμμική



Αποτέλεσμα της δύναμης

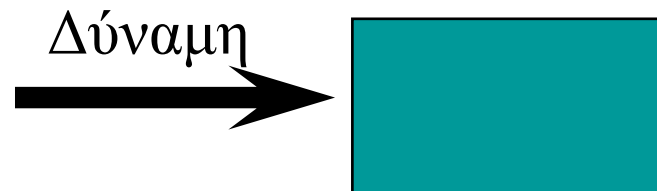
- Κίνηση
 - Γραμμική



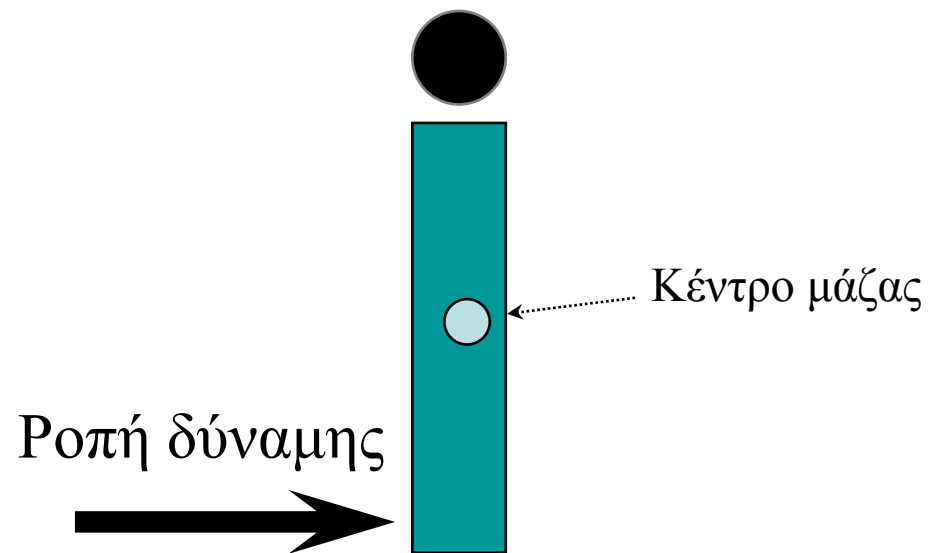
Αποτέλεσμα της δύναμης

- Κίνηση

- Γραμμική

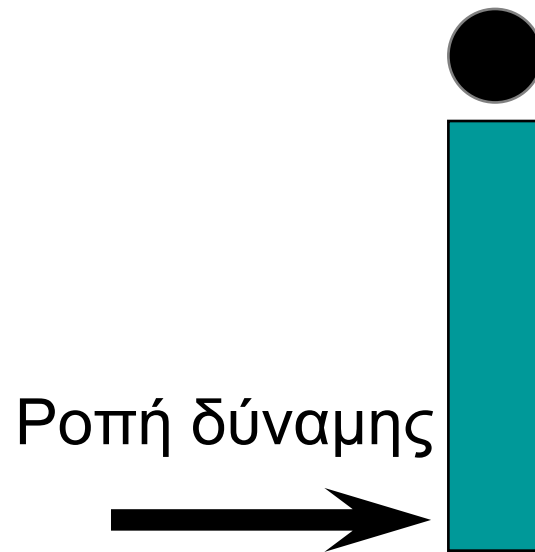


- Γωνιακή

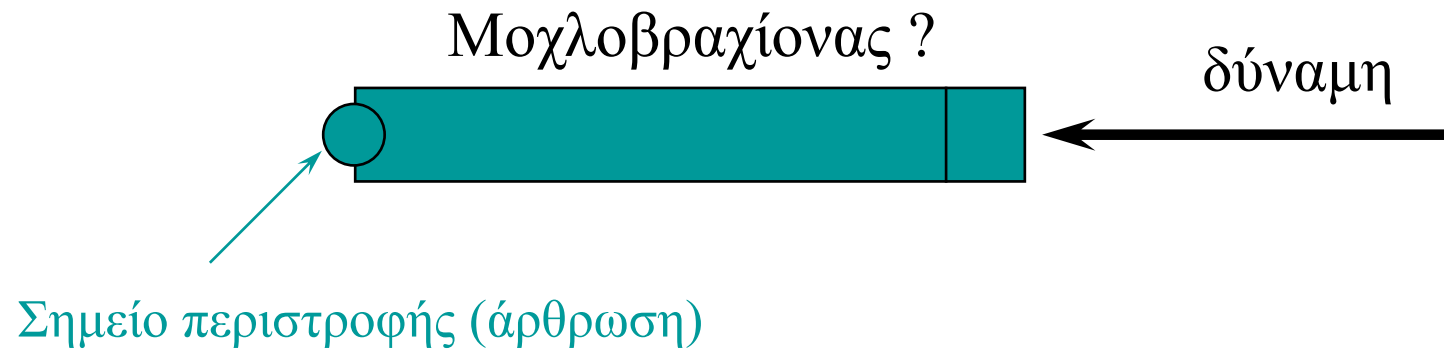


Ροπή δύναμης

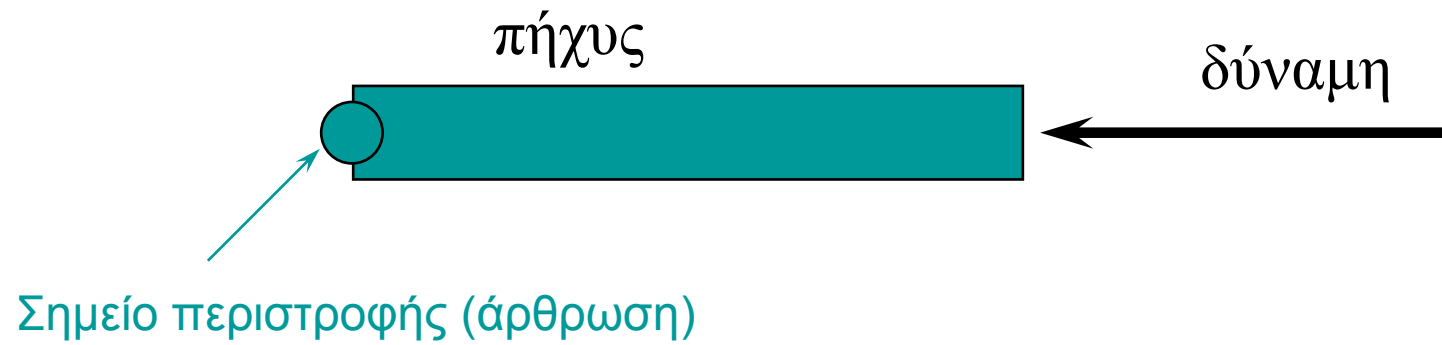
- ... είναι ίση με το μέγεθος της δύναμης επί την κάθετη απόσταση μεταξύ της δύναμης αυτής από το κέντρο περιστροφής του σώματος (μοχλοβραχίονας)



Ροπή στην άρθρωση του αγκώνα

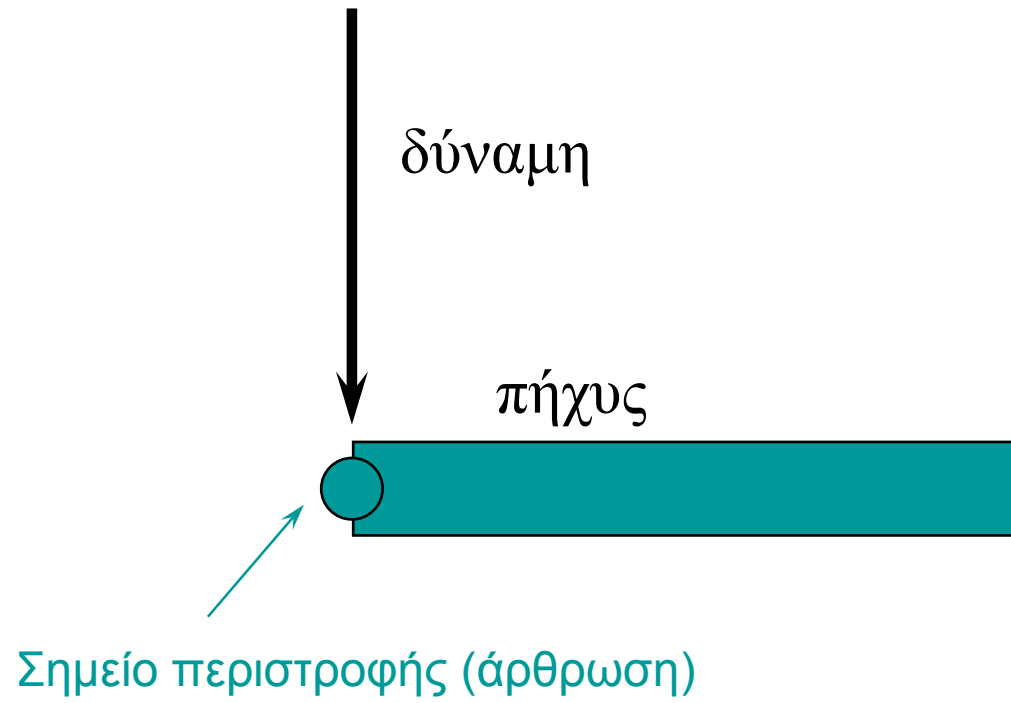


Ροπή

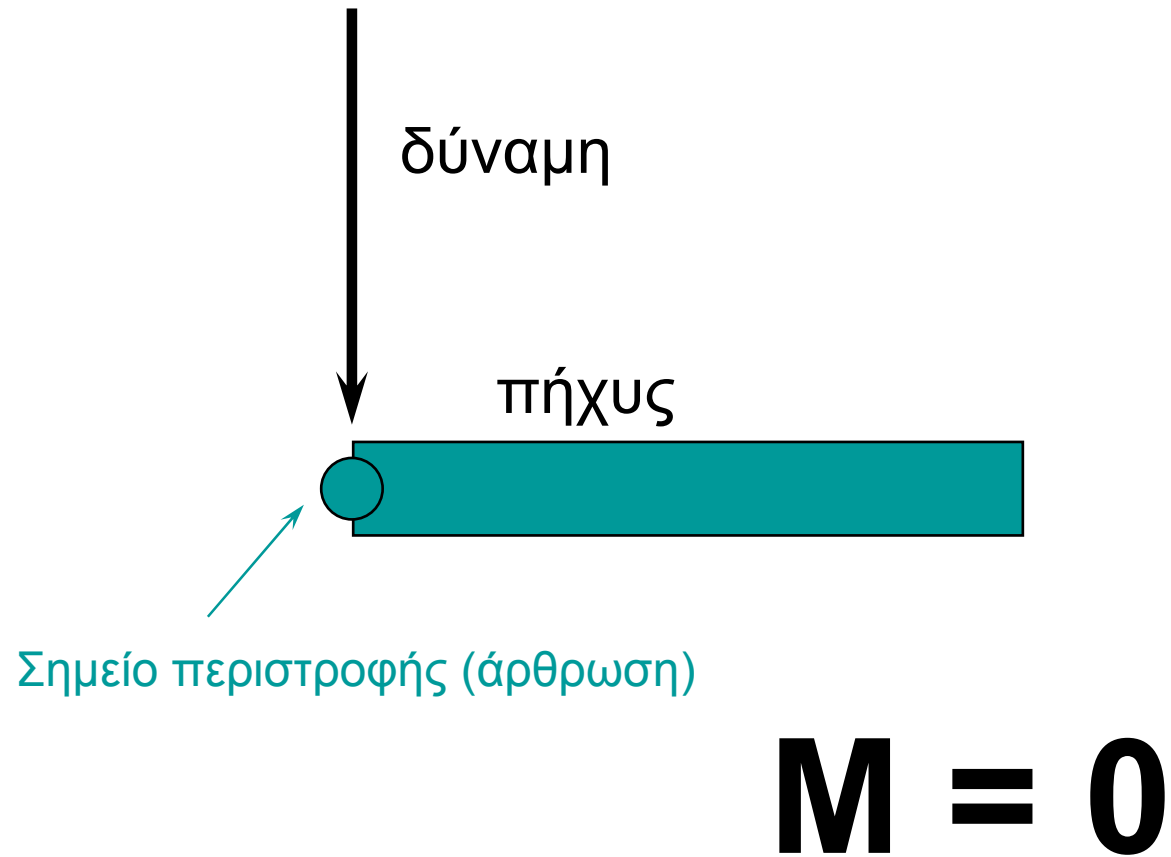


$$\mathbf{M} = \mathbf{0}$$

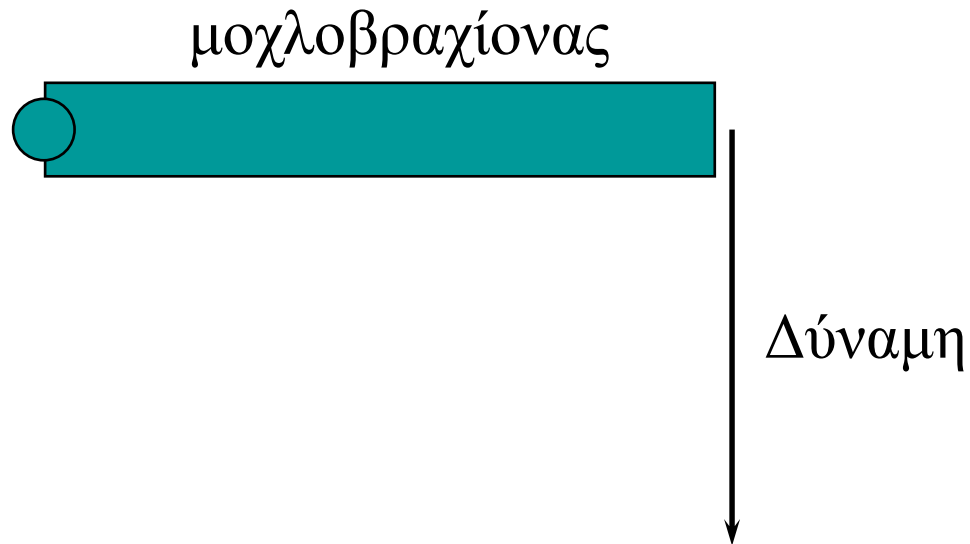
Ροπή



Ροπή

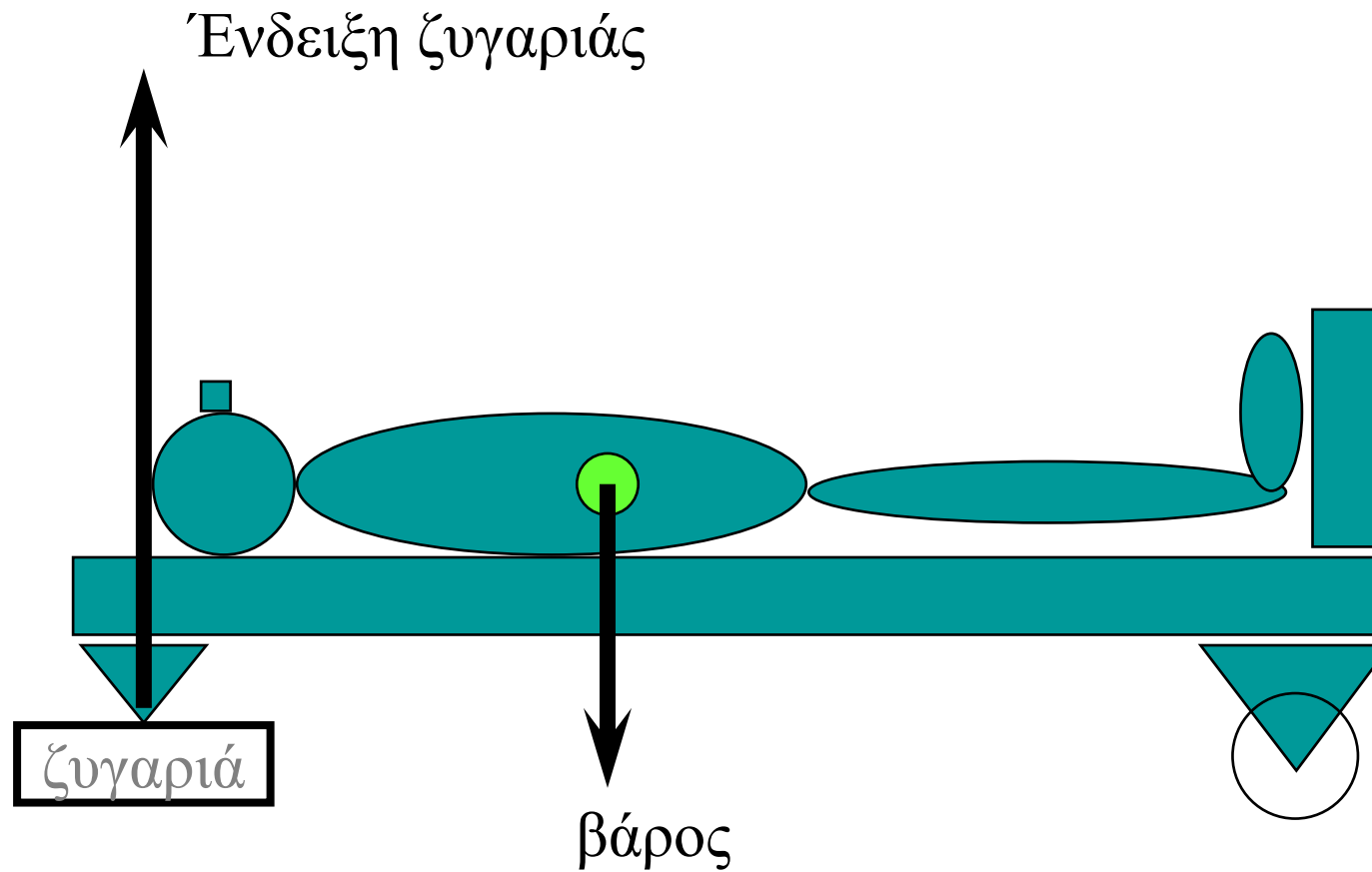


Ροπή



$$M = \text{μοχλοβραχίονας} * \text{δύναμη}$$

Ευρεση κέντρου βάρους



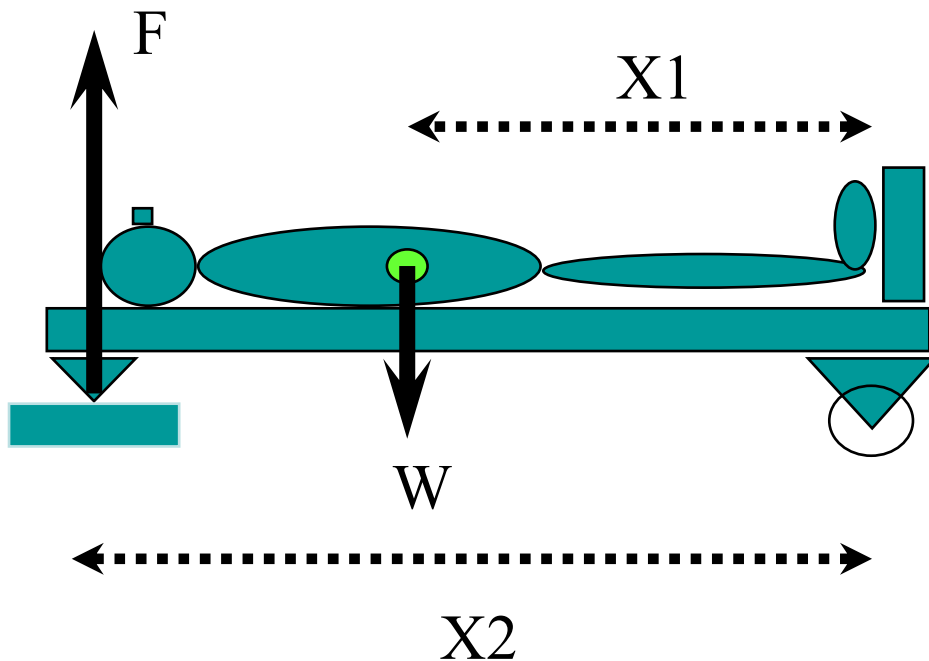
Ευρεση κέντρου βάρους

$$M = 0$$

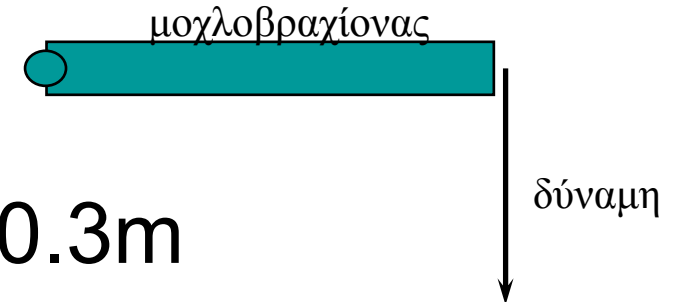
$$M_{\zetaυγαριάς} = M_{βάρους}$$

$$F * X_2 = W * X_1$$

$$X_1 = X_2 * F / W$$

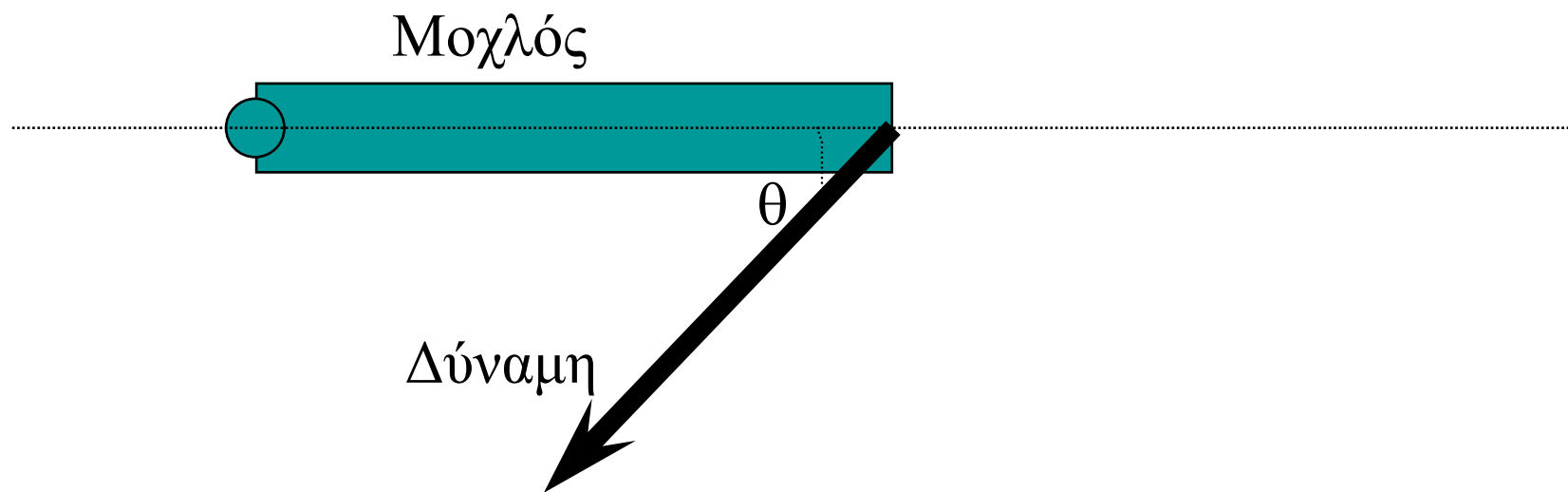


Ασκήσεις



- Βρείτε την ροπή
 - 1. Δύναμη = 10N, και $l = 0.3\text{m}$
 - 2. Δύναμη = 3N, και $l = 1\text{m}$
 - 3. Δύναμη = 7N, και $l = 0.4\text{m}$
 - 4. Δύναμη = 5N και $l = 0.6\text{m}$
- Τι πρόκειται να συμβεί όταν η δύναμη δεν ασκείται κάθετα στο σώμα ? Πρόκειται να είναι το γινόμενο των δύο ?

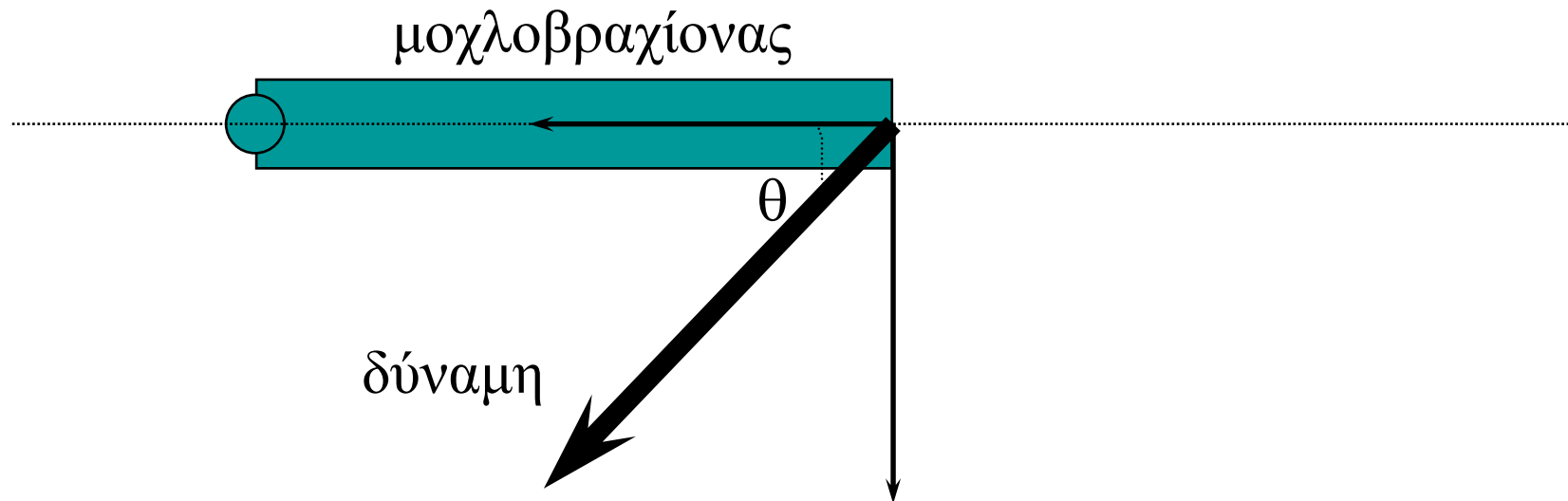
Ροπή



Ροπή

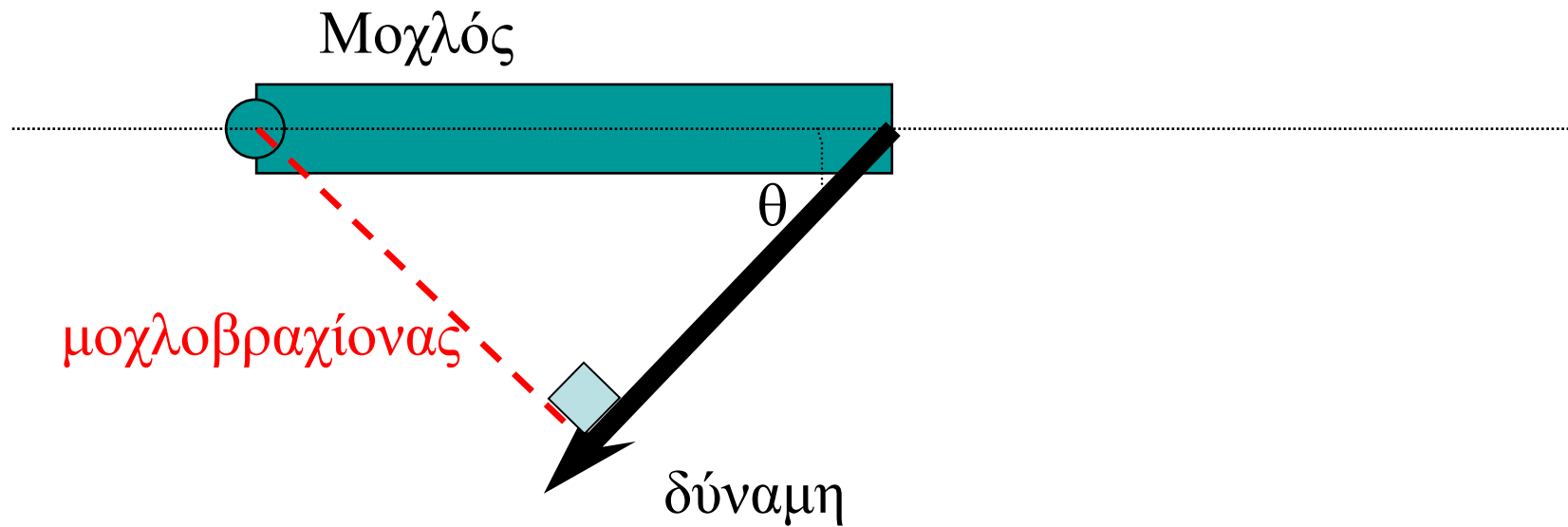
$$M = \text{μοχλοβραχίονας} * \text{δύναμη} * \eta\mu(\theta)$$

(Μοχλός)

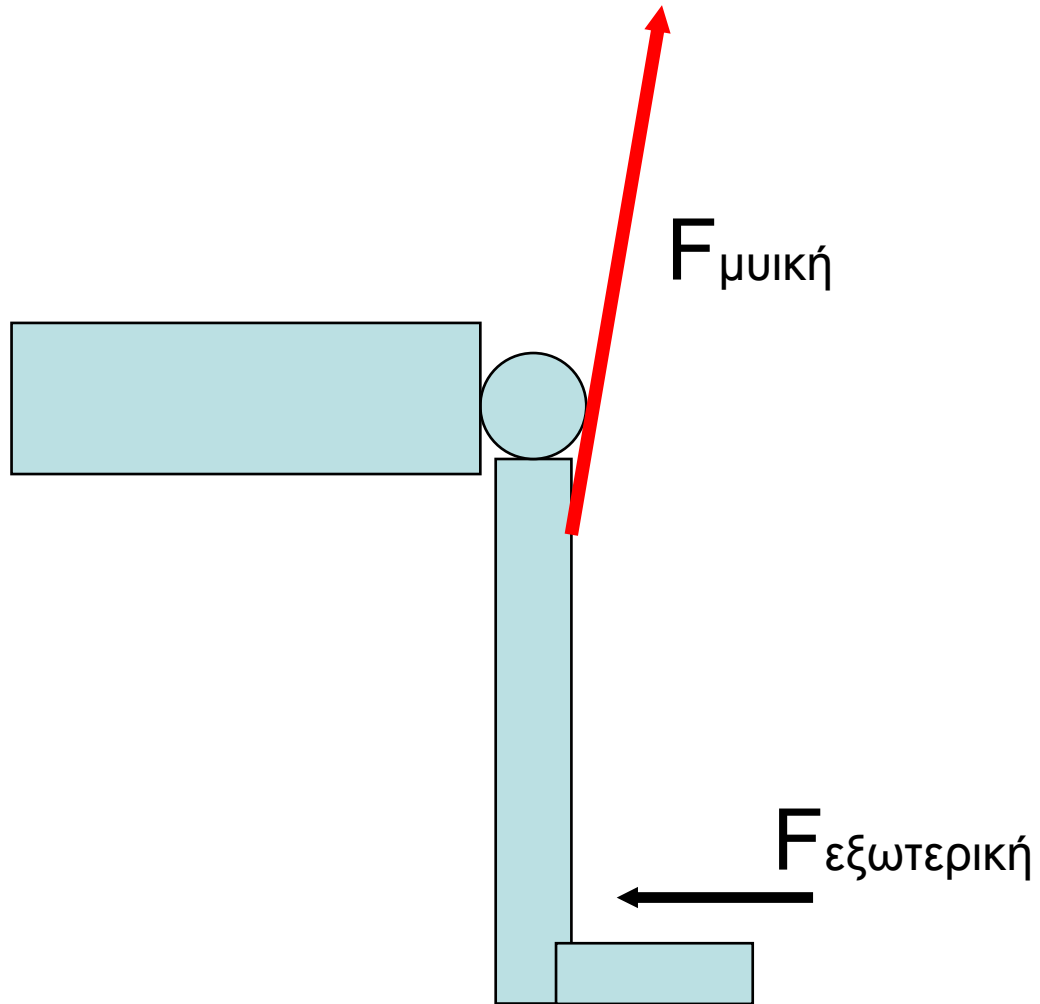


Ροπή

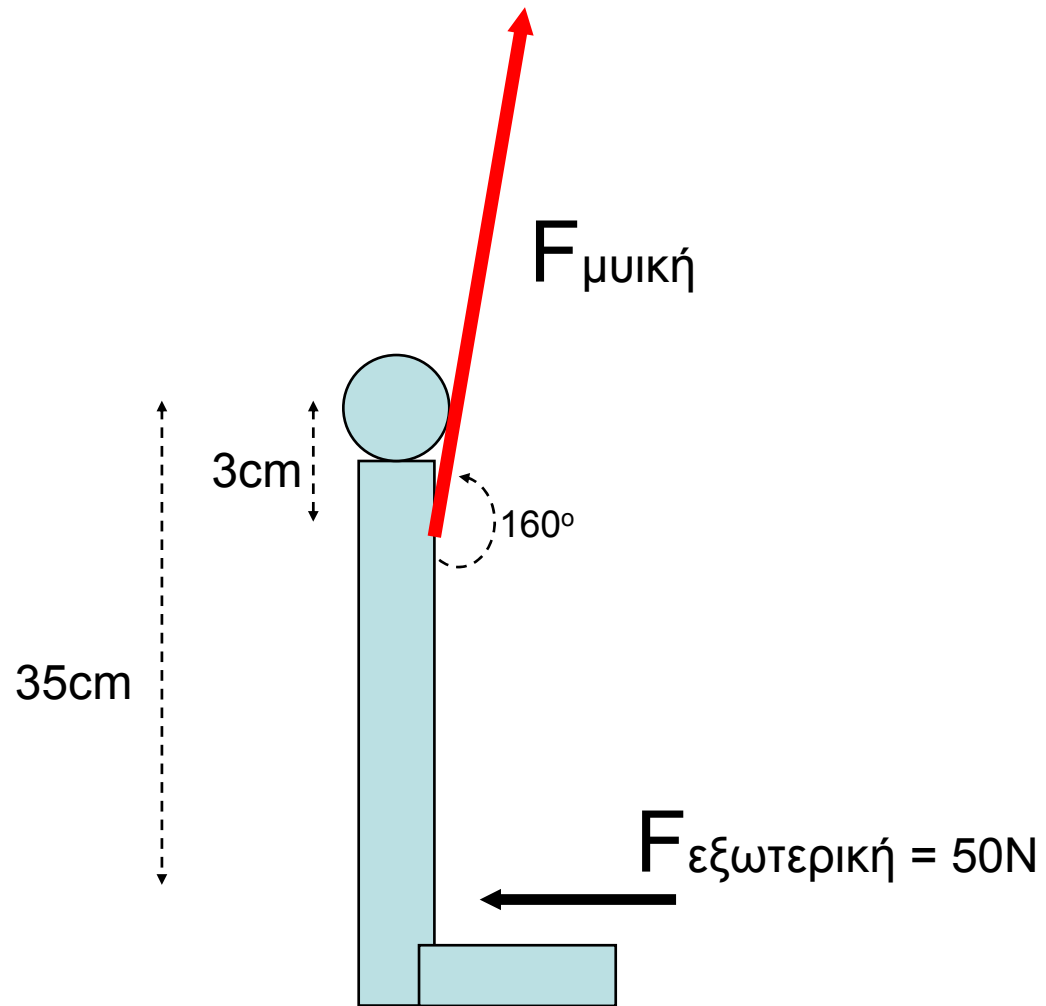
$$M = \text{μοχλοβραχίονας} * \text{δύναμη}$$
$$= \text{μοχλός} * \eta\mu\theta * \text{δύναμη}$$



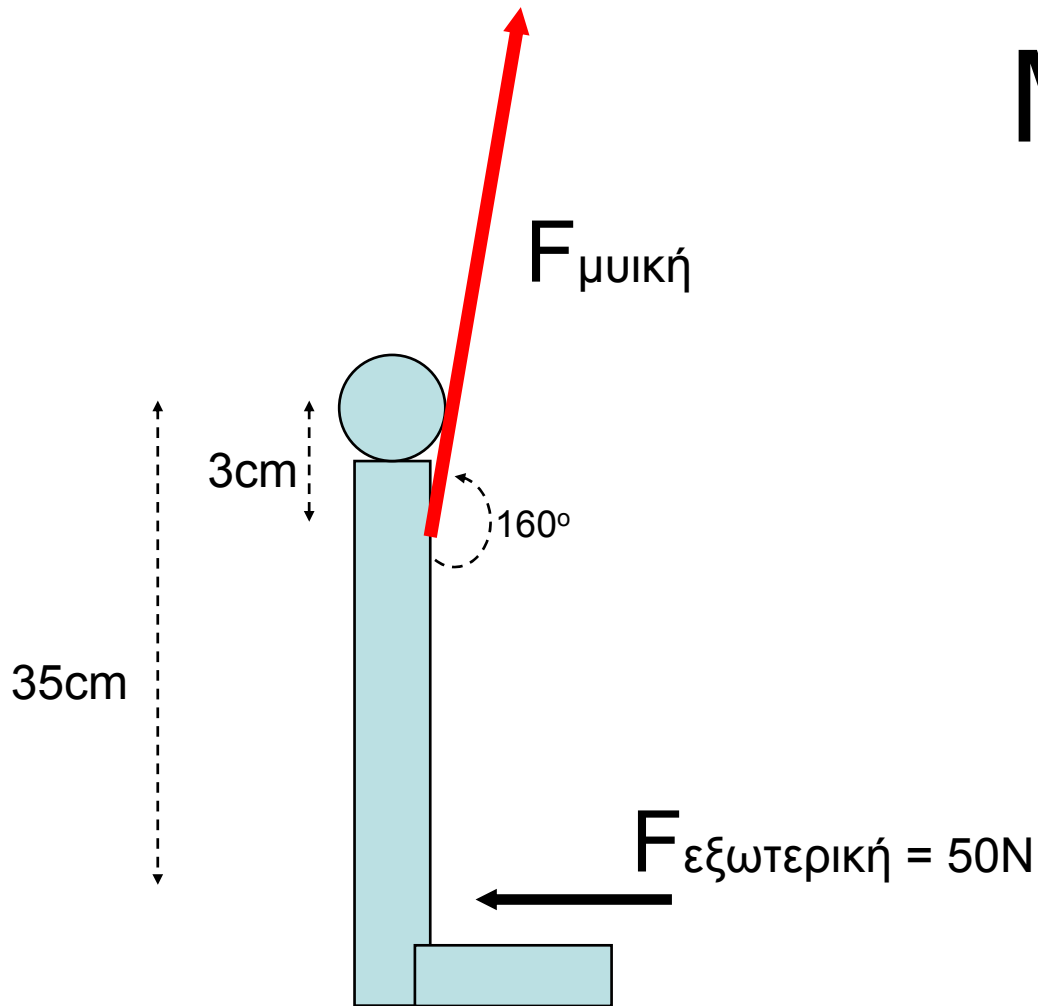
Ροπή γόνατος



Ροπή γόνατος

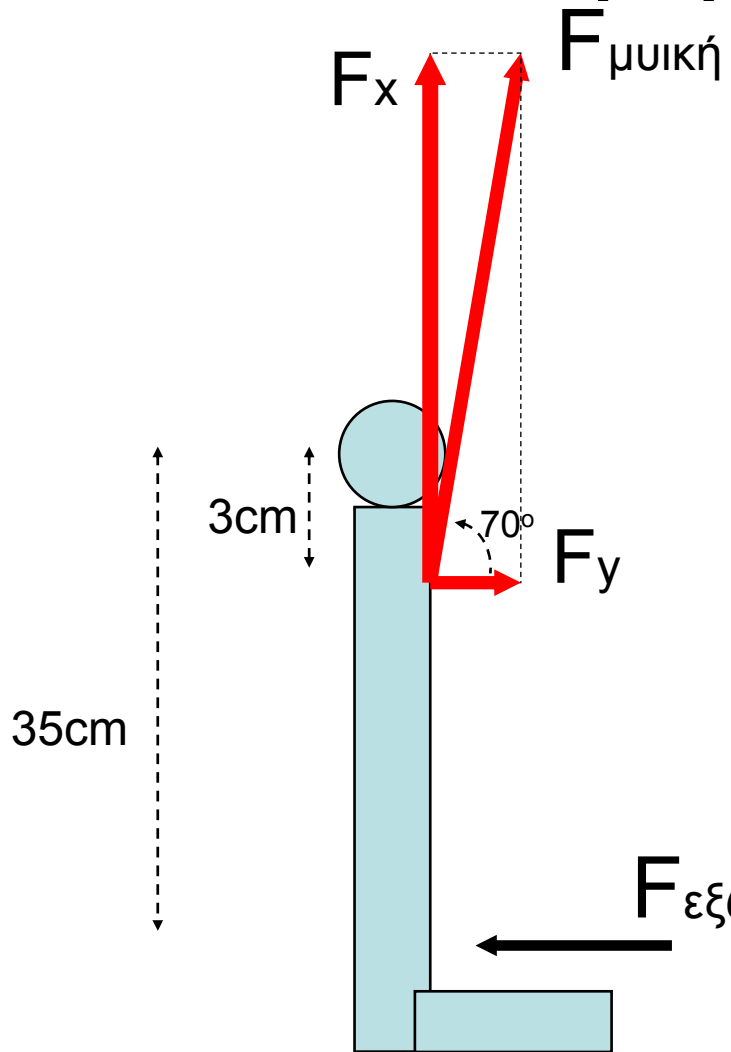


Ροπή γόνατος



$$\begin{aligned} M_{F_{\text{εξωτερική}}} &= 50\text{N} * 35\text{cm} = \\ &= 50\text{N} * 0.35\text{m} = \\ &= 17.5\text{Nm} \end{aligned}$$

Δύναμη τετρακεφάλου



$$M_{F_{\text{εξωτερική}}} = 17.5 \text{ Nm}$$

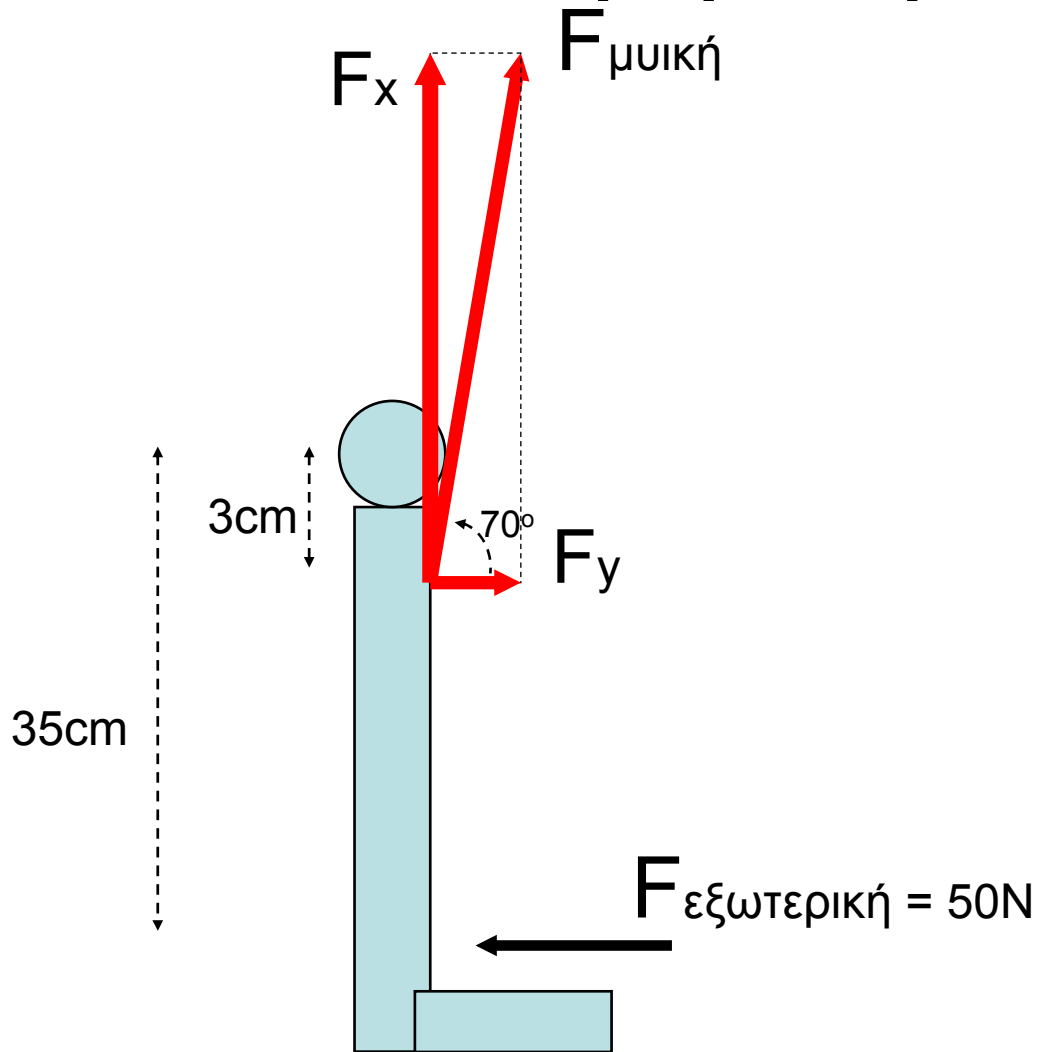
$$\begin{aligned} M_{F_{\text{μσική}}} &= M_{F_x} + M_{F_y} \\ &= 0 + M_{F_y} \\ &= F_y * 3 \text{ cm} = F_y * 0.03 \text{ m} \end{aligned}$$

$$M_{F_{\text{μσική}}} = 17.5 \text{ Nm} \quad \Rightarrow$$

$$F_y * 0.03 \text{ m} = 17.5 \text{ Nm} \quad \Rightarrow$$

$$F_y = 17.5 / 0.03 \text{ N} = \mathbf{583.3 \text{ N}}$$

Δύναμη τετρακεφάλου



$$F_y = 583.3 \text{ N}$$

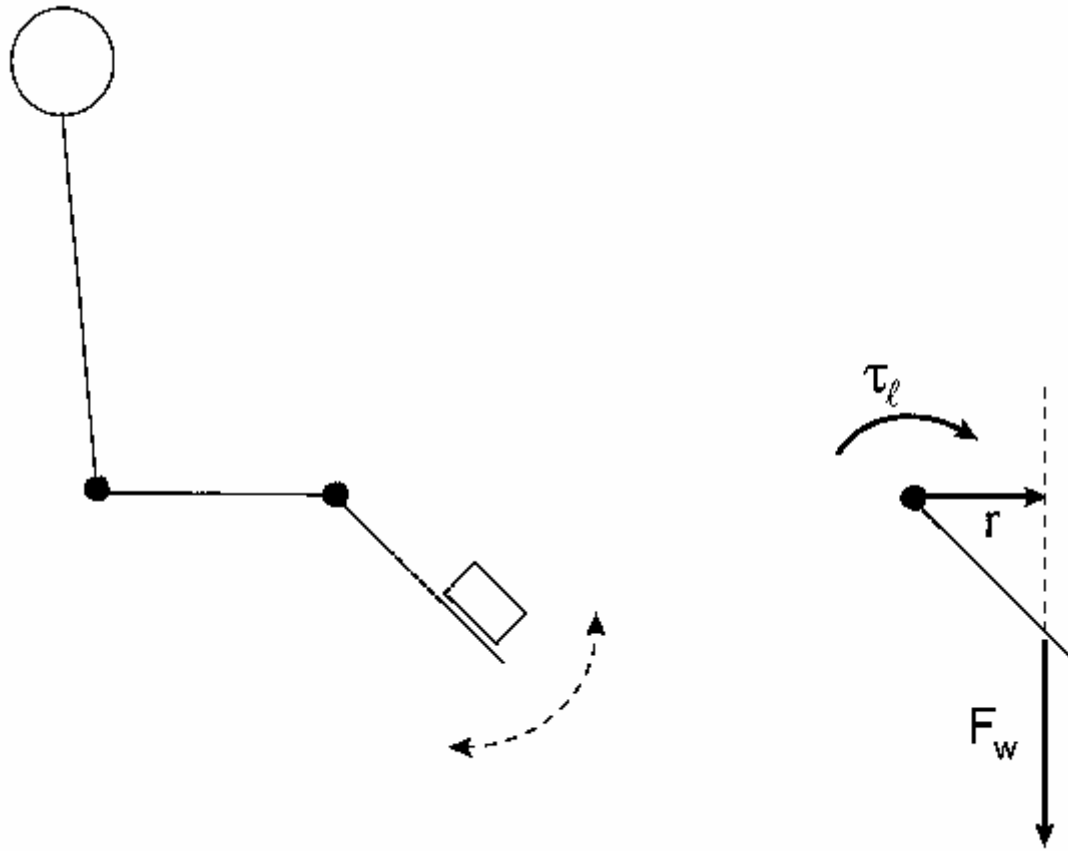
$$\text{συν}70 = F_y / F_{\text{μυικη}}$$

$$F_{\text{μυικη}} = F_y / \text{συν}70$$

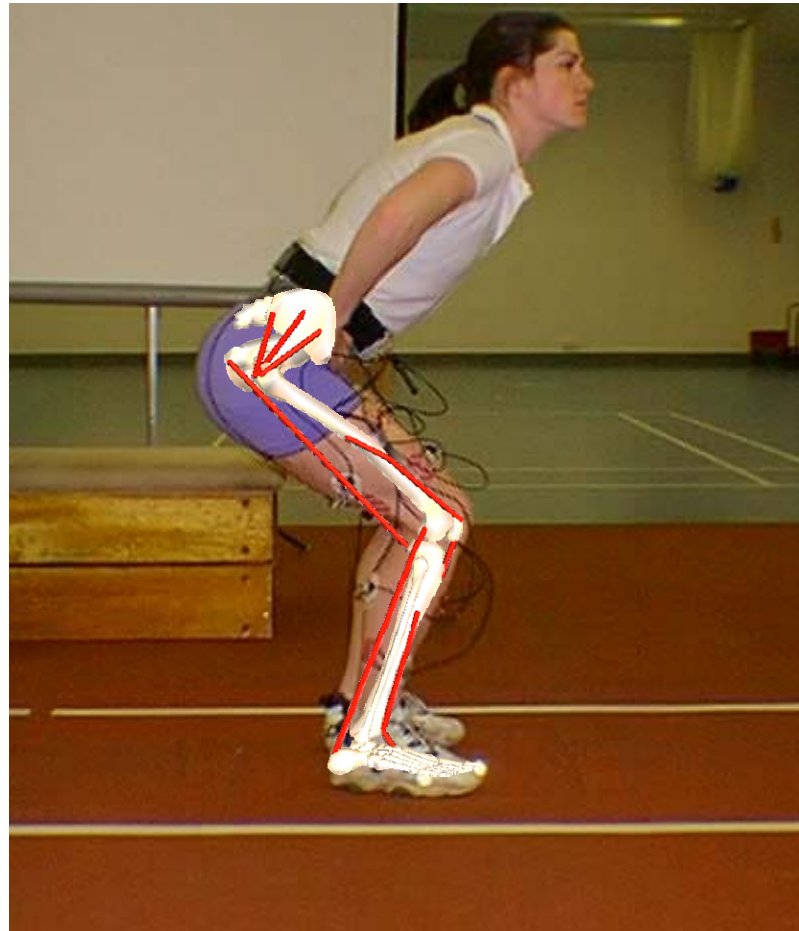
$$F_{\text{μυικη}} = 583 \text{ N} / 0.34$$

$$F_{\text{μυικη}} = 1714 \text{ N}$$

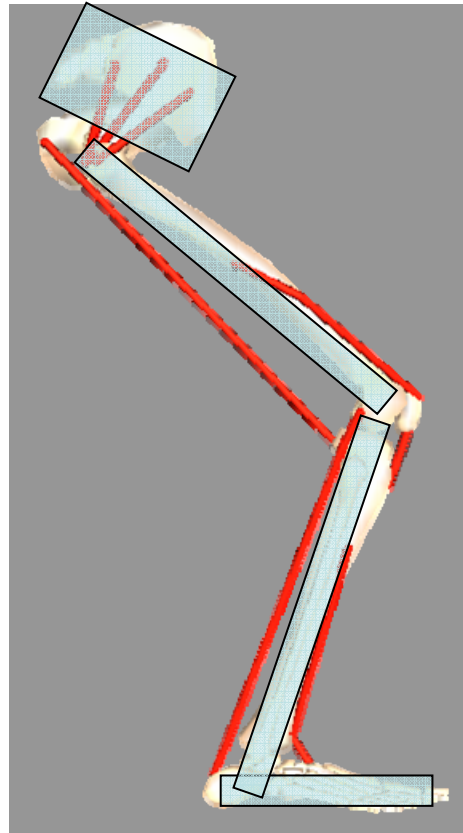
Επηρεασμός του μοχλοβραχίονα



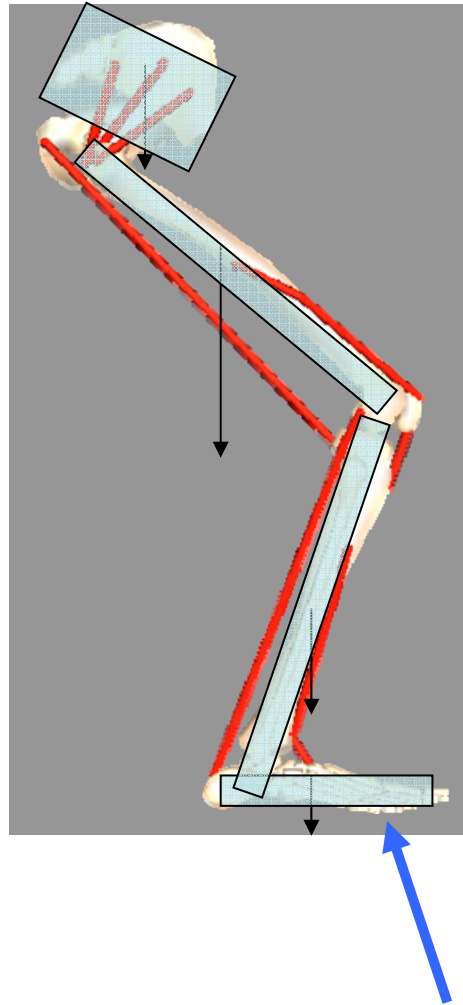
Μυοσκελετικό μοντέλο κάτω άκρων



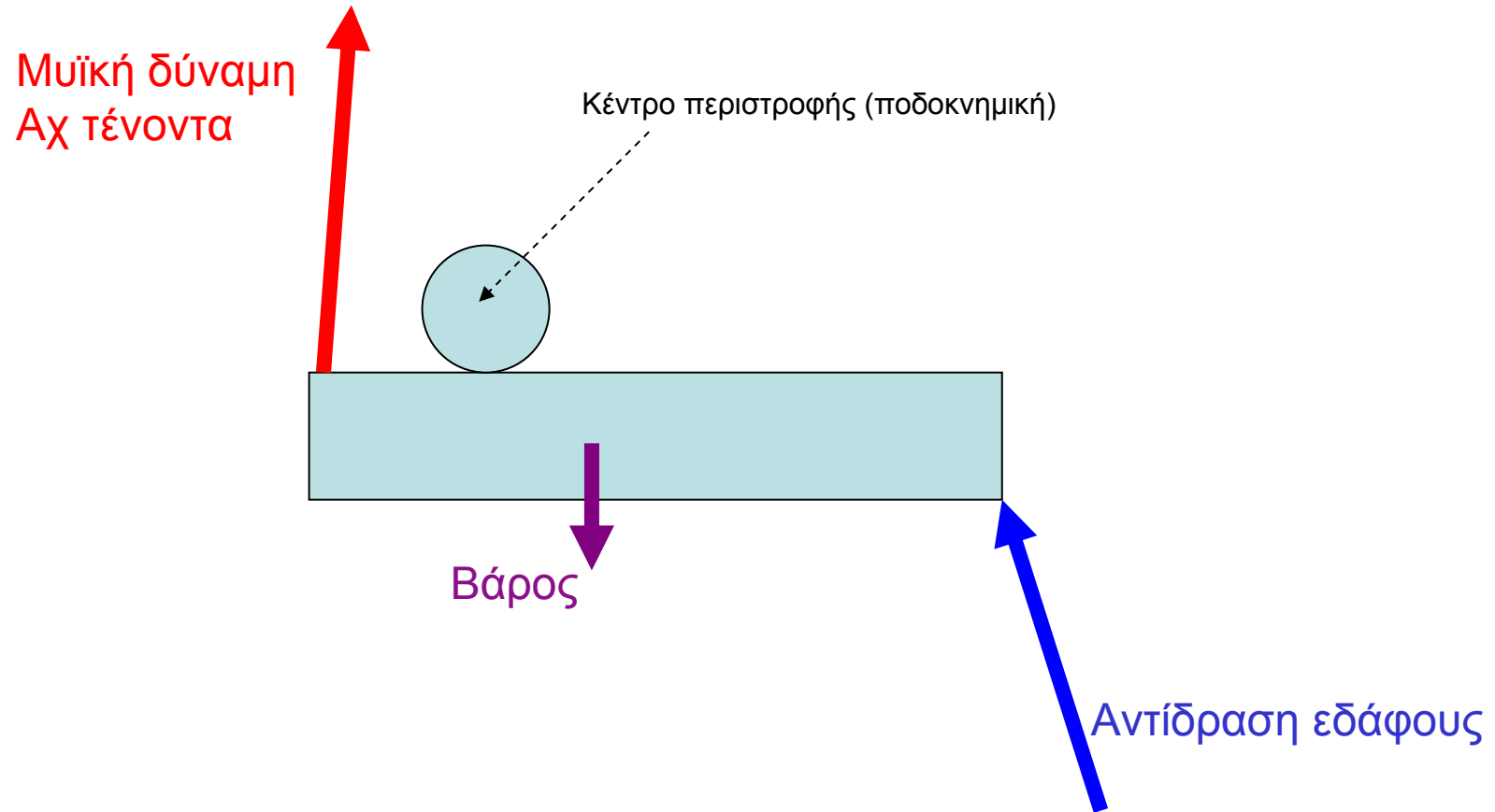
Μετατροπή οστών σε «αντικείμενα»



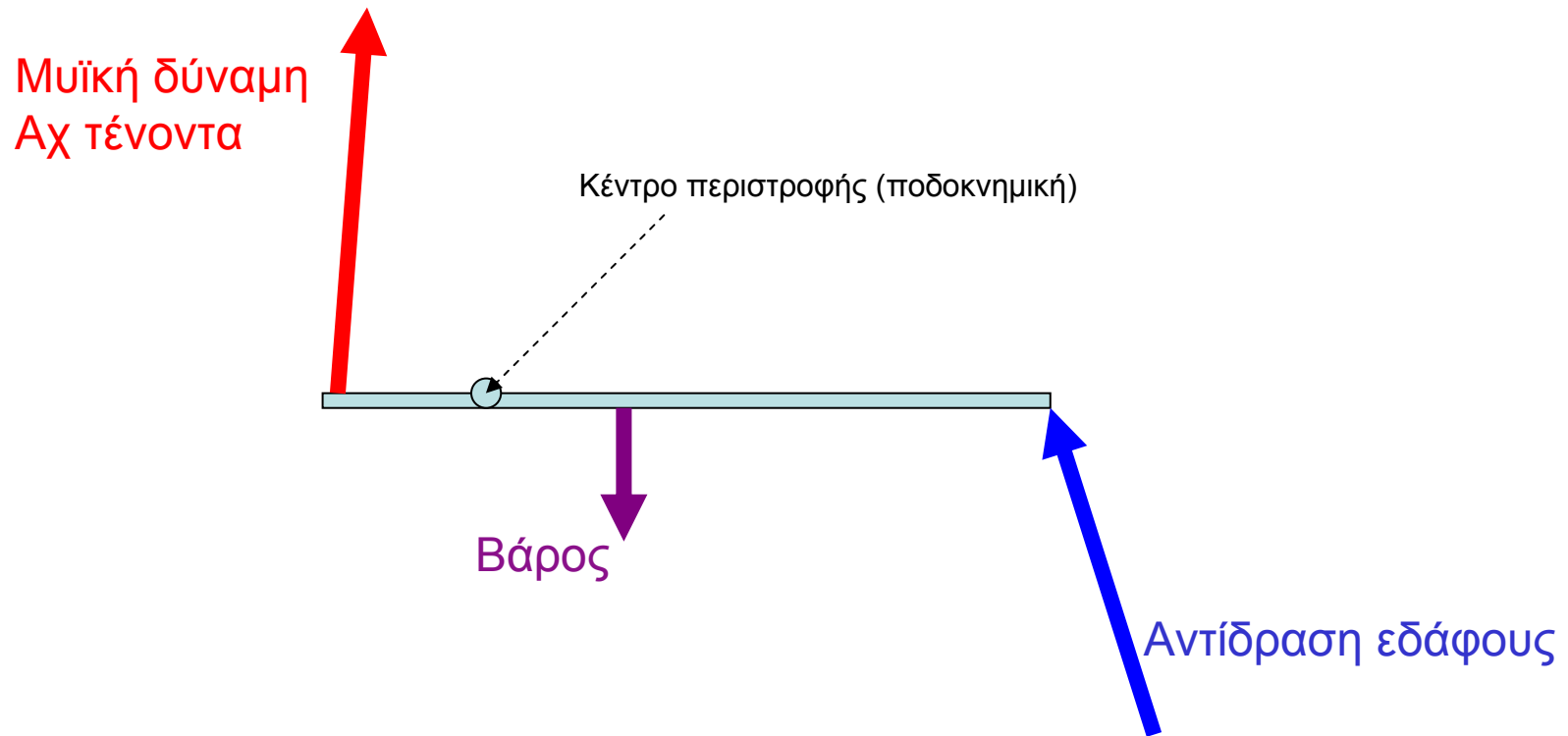
Εξωτερικές δυνάμεις



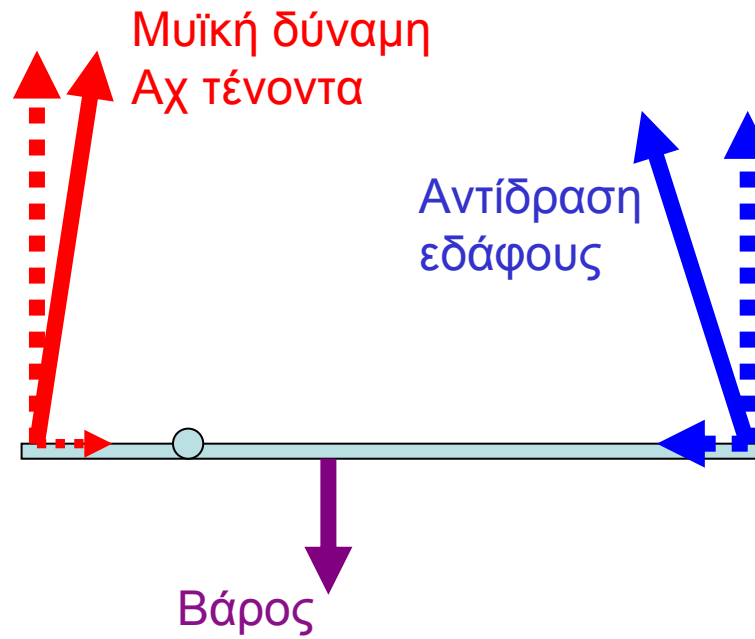
Δυνάμεις στο πόδι



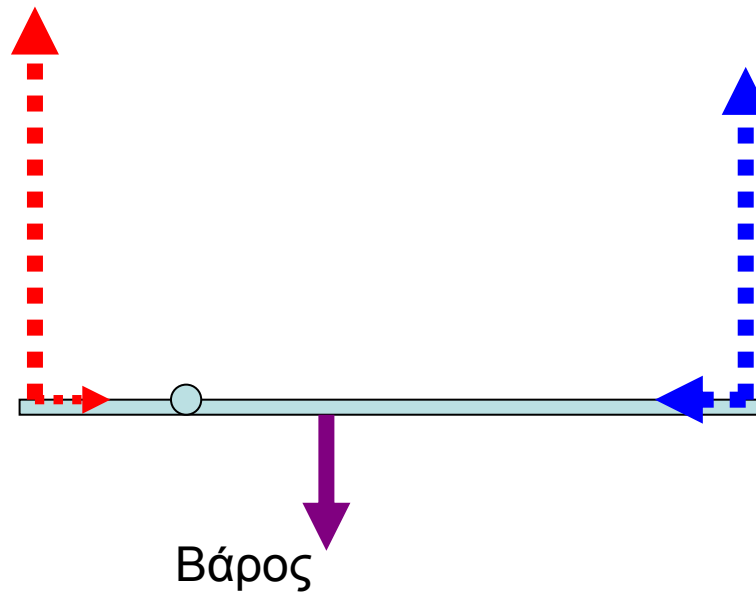
Δυνάμεις στο πόδι



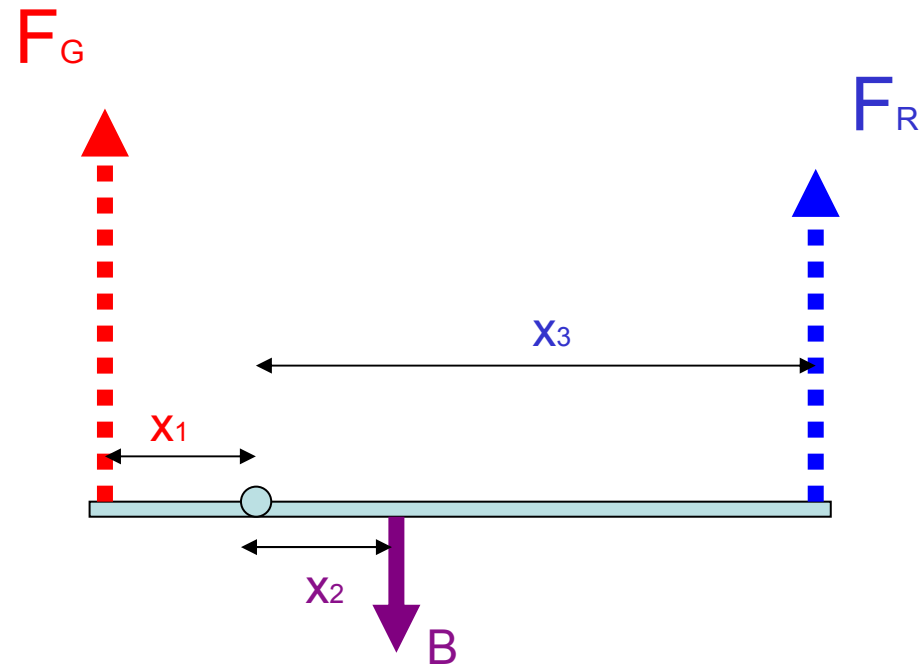
Δυνάμεις στο πόδι



Δυνάμεις στο πόδι



Ροπές στο πόδι

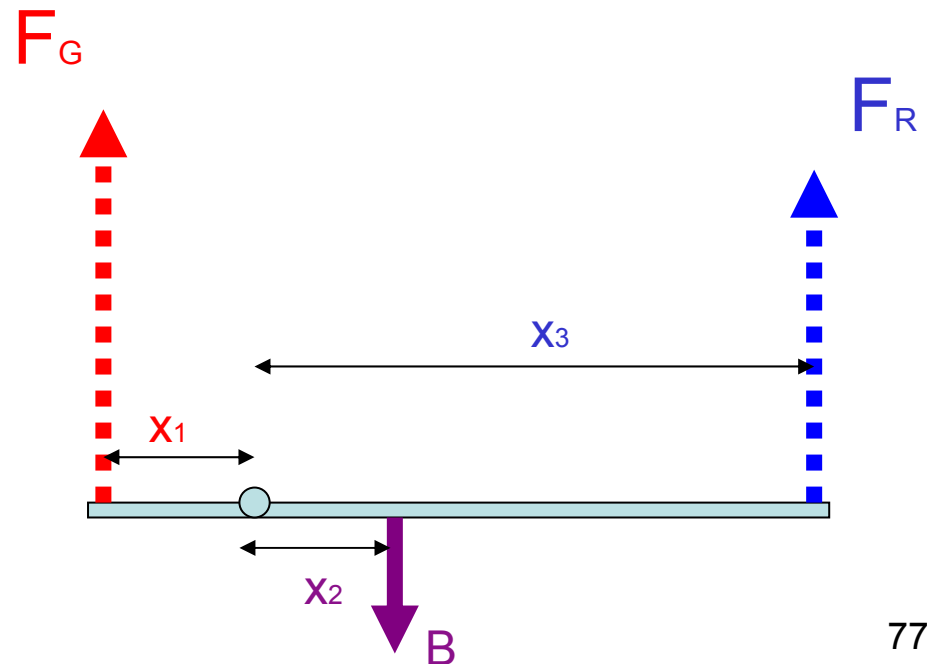


Ροπές στο πόδι

$$\text{Ροπή Βάρους} = B * X_2$$

$$\text{Ροπή Αχ Τένοντα} = F_G * X_1$$

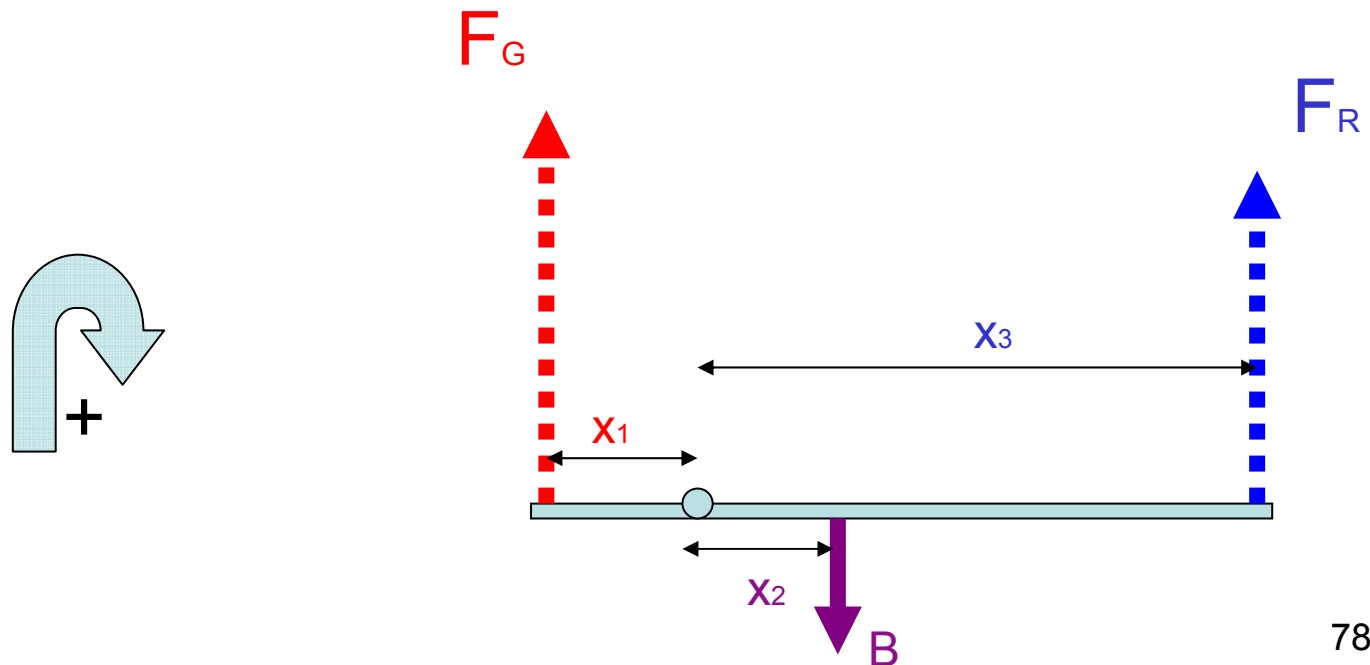
$$\text{Ροπή Αντίδρασης Εδάφους} = F_R * X_3$$



Ροπές στο πόδι

$$\text{Ροπή}_{\text{Θετική}} = \text{Ροπή}_{\text{Αρνητική}}$$

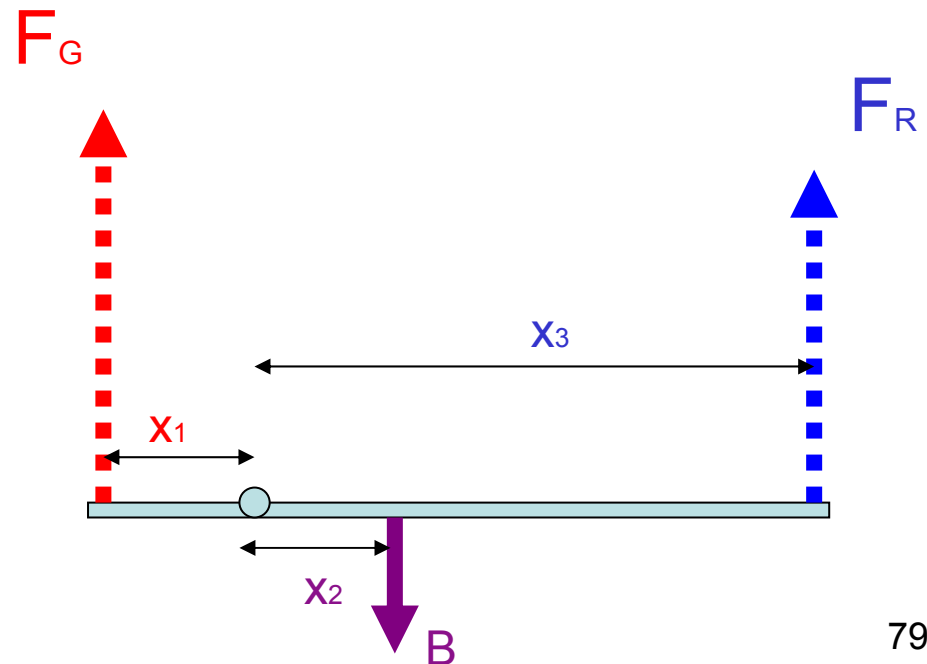
$$\text{Ροπή}_{\text{Βάρους}} + \text{Ροπή}_{\text{Αχτένοντα}} = \text{Ροπή}_{\text{Αντίδρασης Εδάφους}}$$



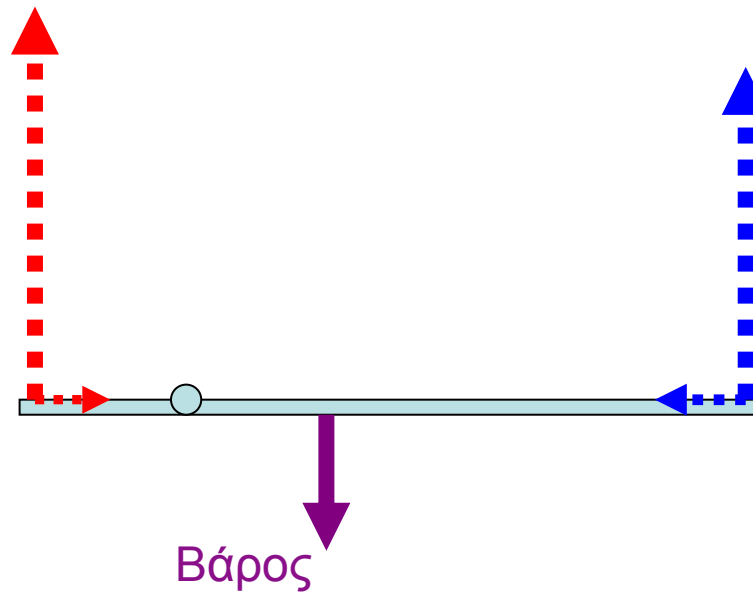
Ροπές στο πόδι

Ροπή_{Βάρους} + Ροπή_{Αχτένοντα} = Ροπή_{Αντίδρασης Εδάφους}

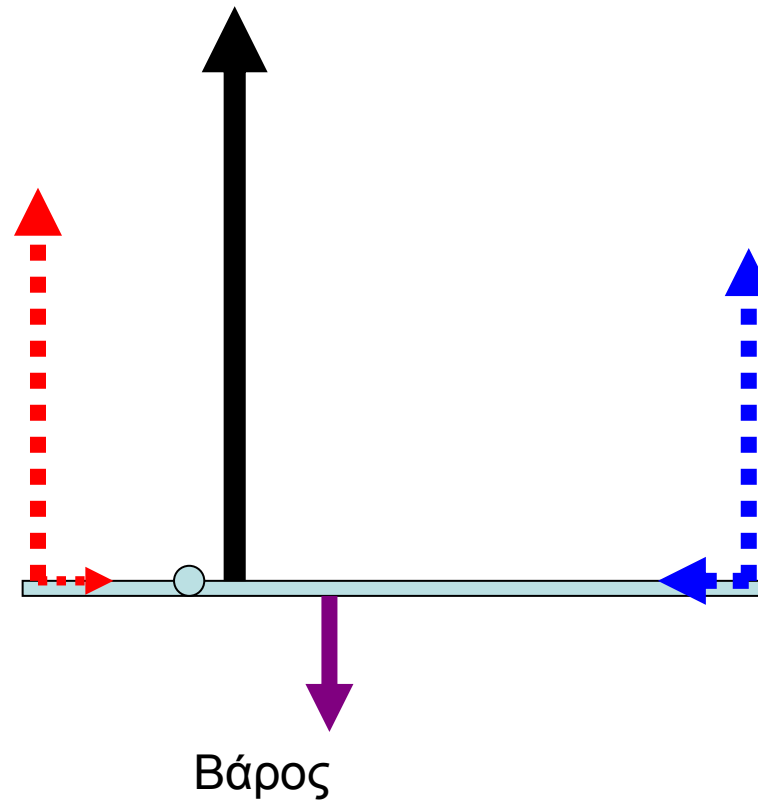
$$B * X_2 + F_G * X_1 = F_R * X_3$$



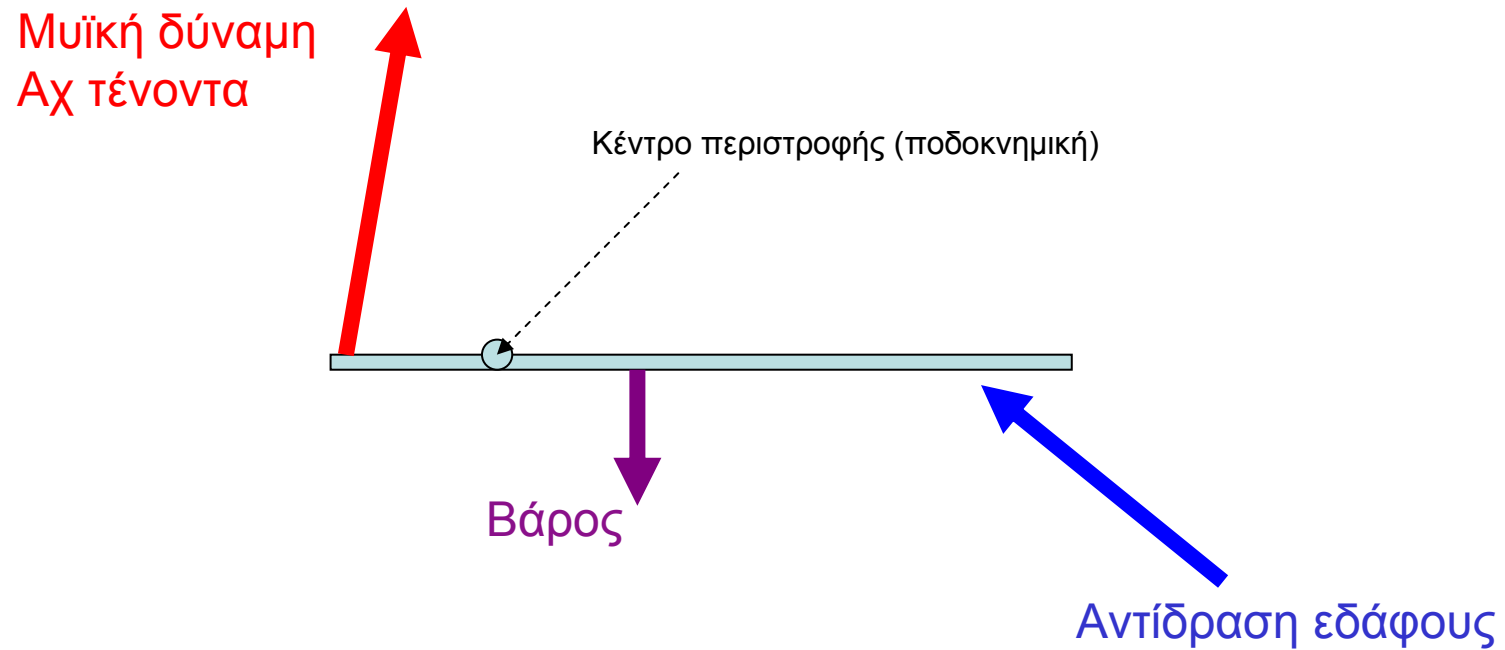
Οι Οριζόντιες δυνάμεις ?



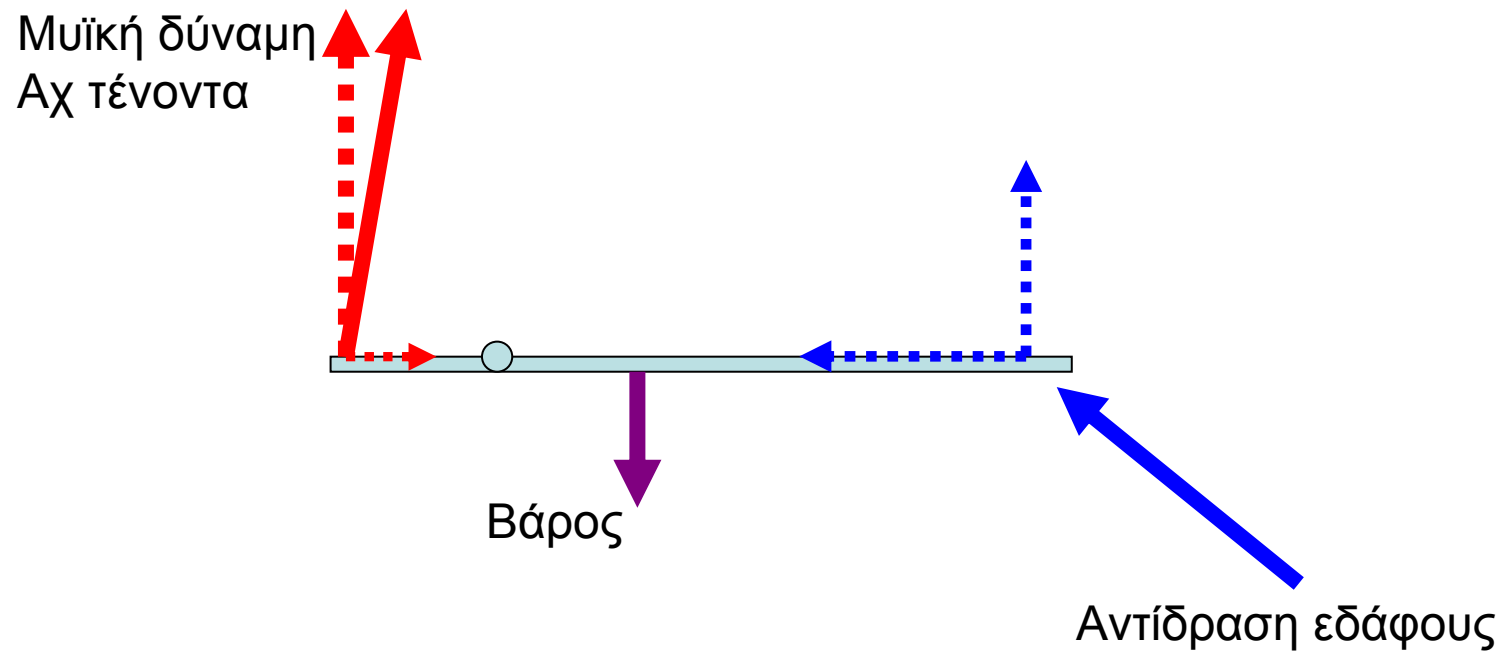
Επιβάρυνση στην άρθρωση



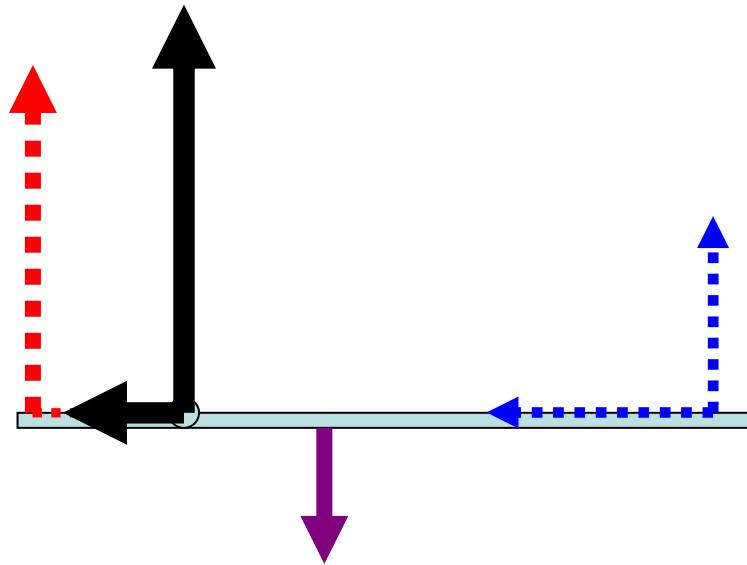
Δυνάμεις στην άρθρωση



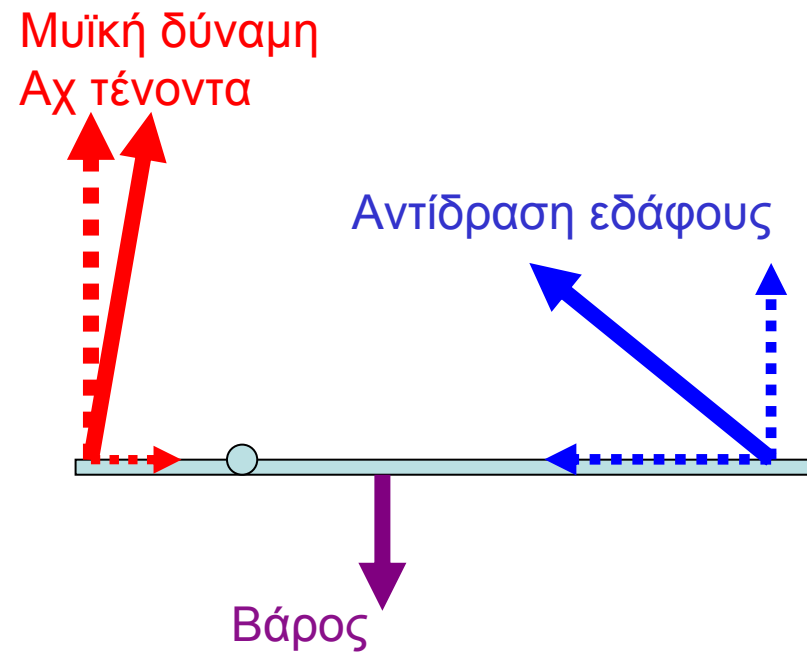
Δυνάμεις στην άρθρωση



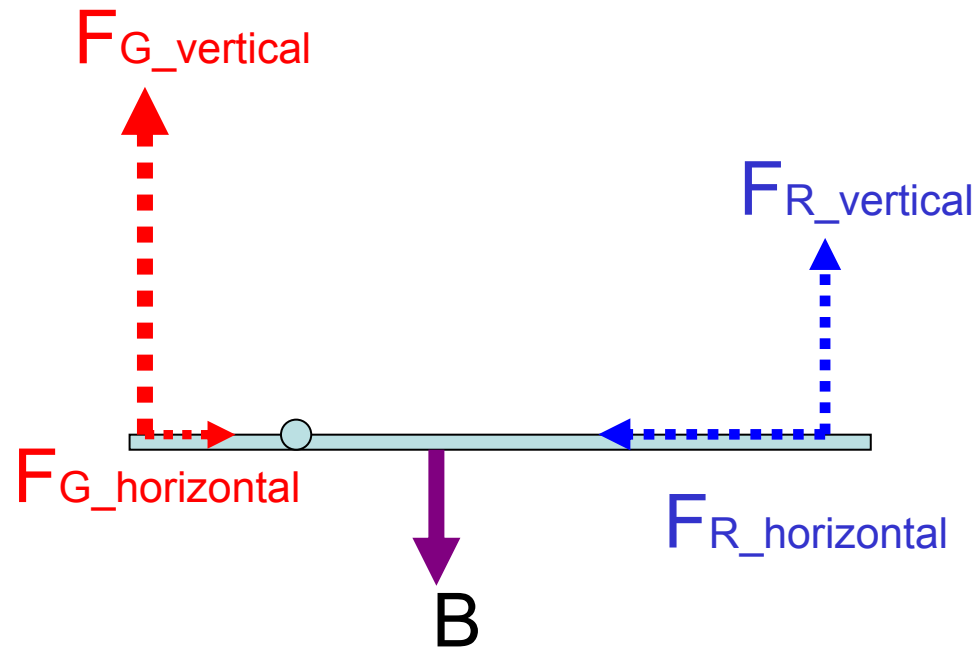
Δυνάμεις στην άρθρωση



Δυνάμεις στην άρθρωση



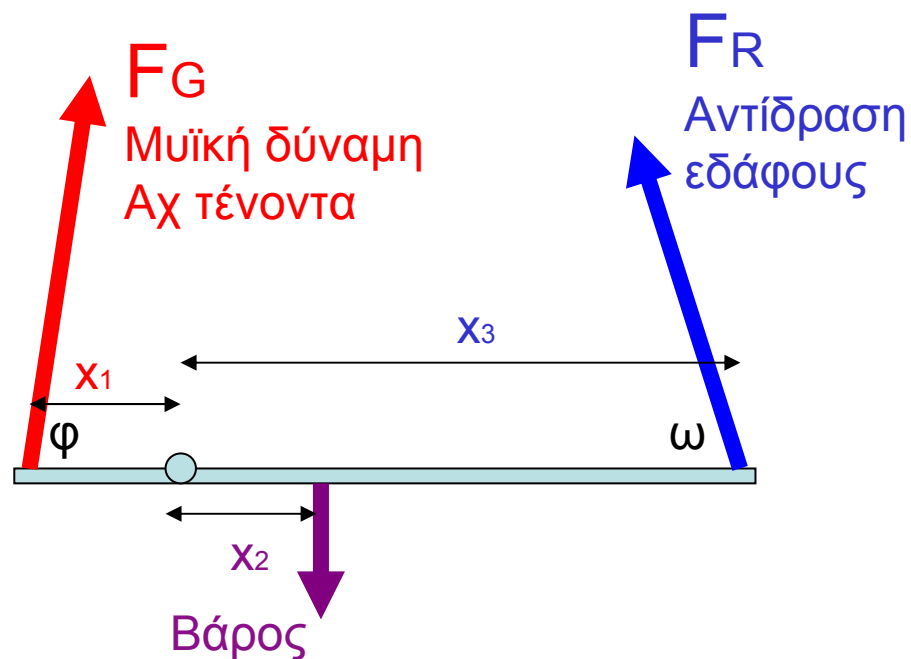
Δυνάμεις στην άρθρωση



$$F_{vertical} = F_{G_vertical} + F_{R_vertical} - B$$

$$F_{horizontal} = F_{R_horizontal} - F_{G_horizontal}$$

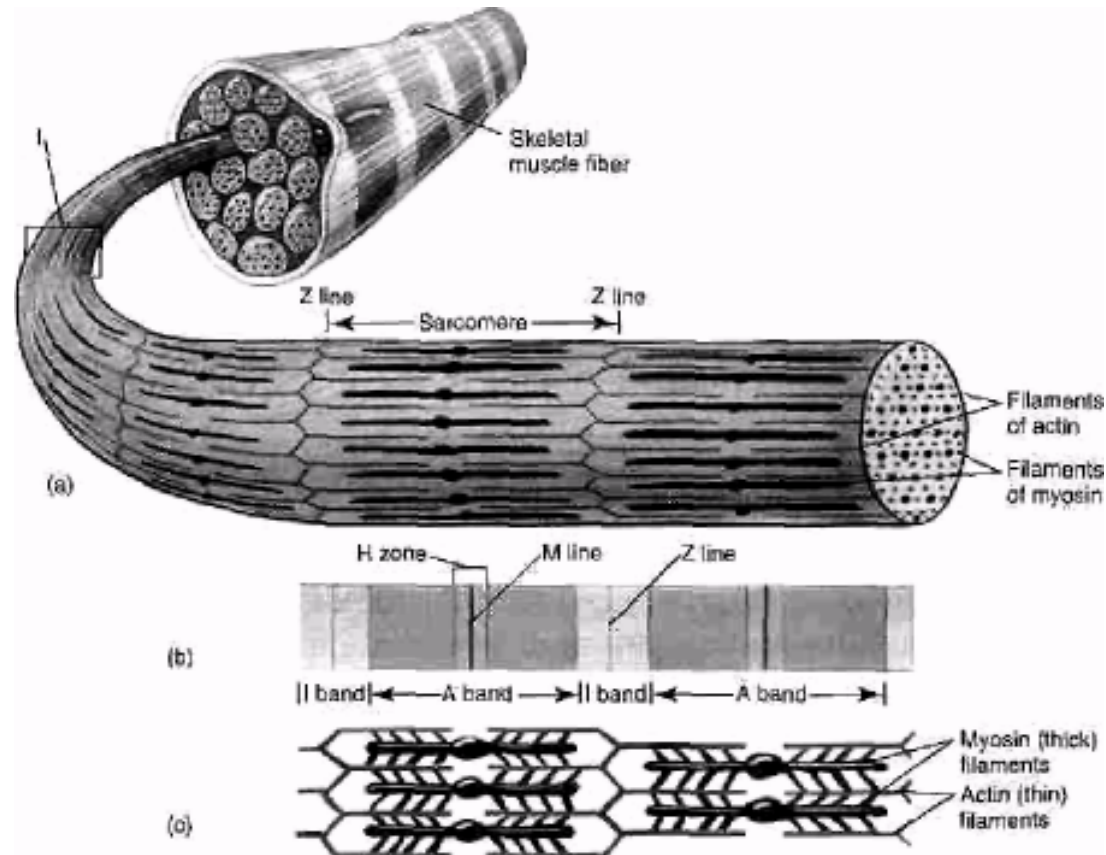
Να βρεθεί η δύναμη που πρέπει να ασκηθεί στον αχίλλειο τένοντα ώστε το παρακάτω να βρίσκεται σε ισορροπία. Επίσης να υπολογιστεί η επιβάρυνση στην άρθρωση.



$F_R = 200\text{N}$
 $B = 50\text{N}$
 $X_1 = 3\text{cm}$
 $X_2 = 2\text{cm}$
 $X_3 = 8\text{cm}$
 $\varphi = 70 \text{ μοίρες}$
 $\omega = 60 \text{ μοίρες}$
 $\sigma\upsilon\upsilon 80 = 0,34$
 $\eta\mu 80 = 0,94$
 $\sigma\upsilon\upsilon 60 = 0,5$
 $\eta\mu 60 = 0,86$

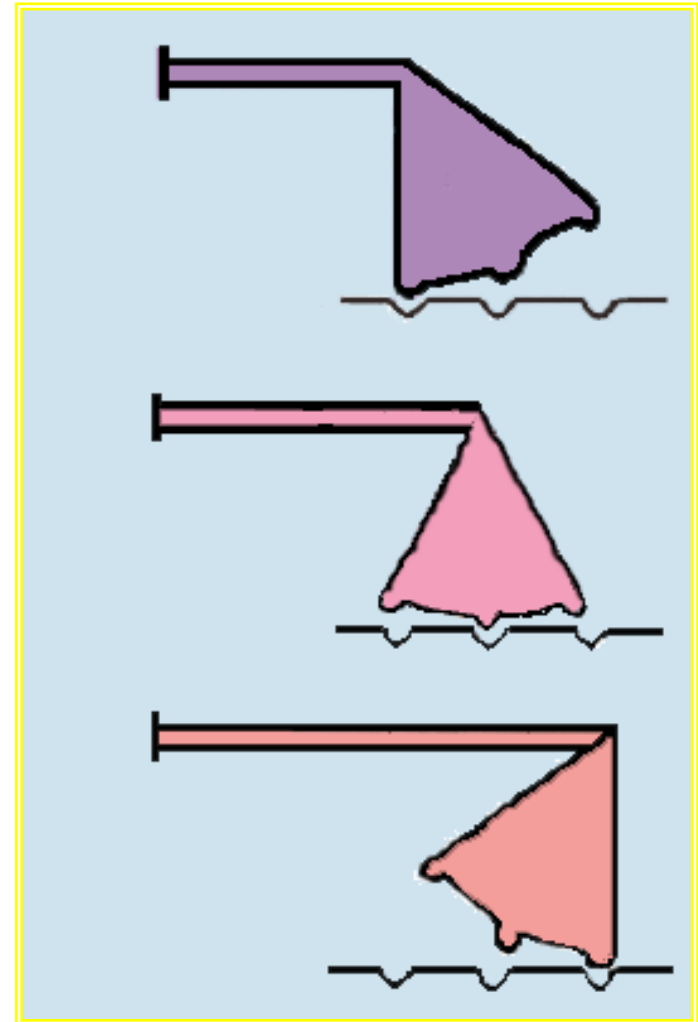
Δομή του σκελετικού μυός

- Μυοϊνίδια Σαρκομέρια



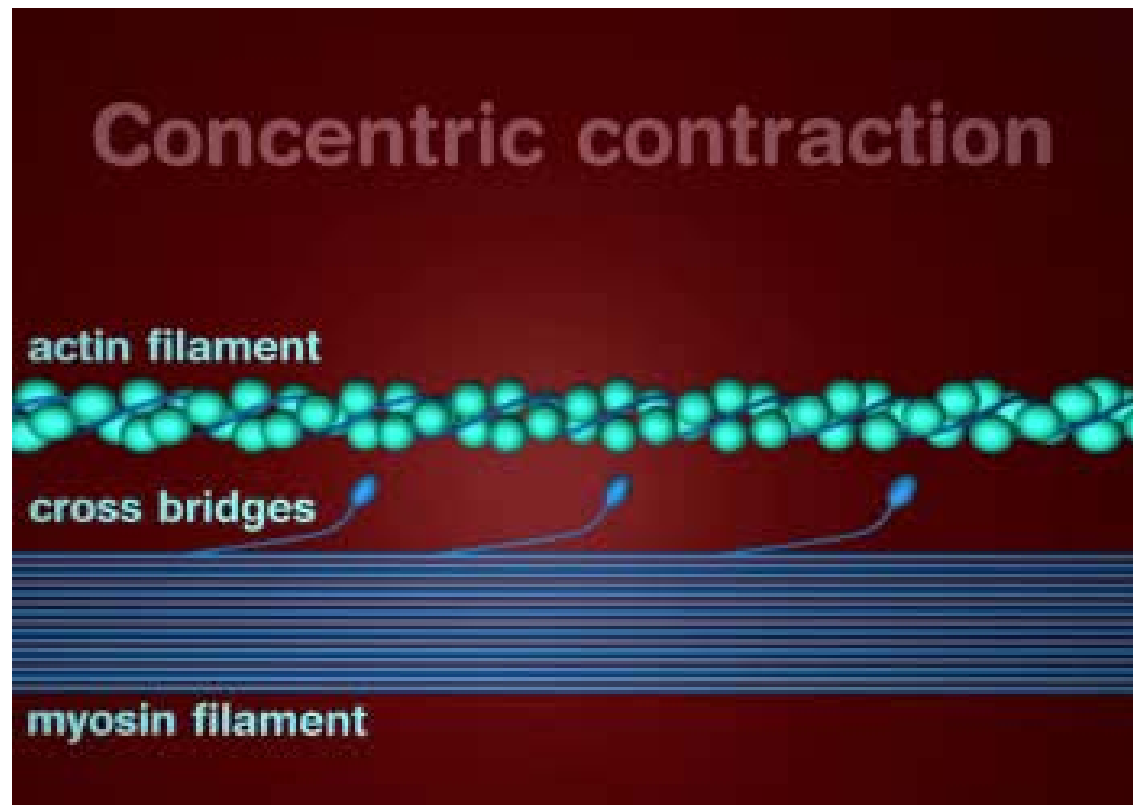
Μηχανισμός της μυικής συστολής

Οι εγκάρσιες γέφυρες της μυοσύνης προσκολλούνται στις ενεργές θέσεις της ακτίνης και περιστρέφονται



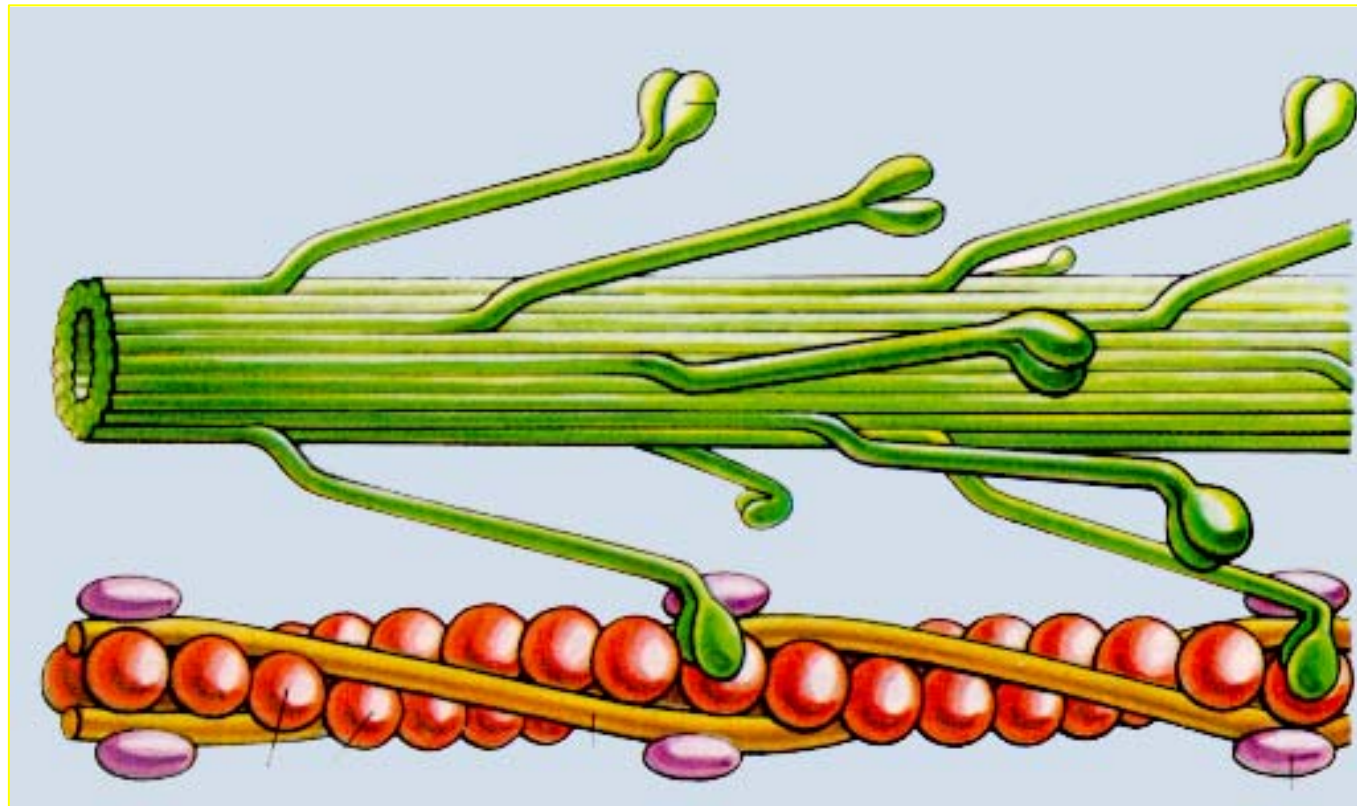
Δομή του σκελετικού μυός

Ακτίνη - μυοσίνη



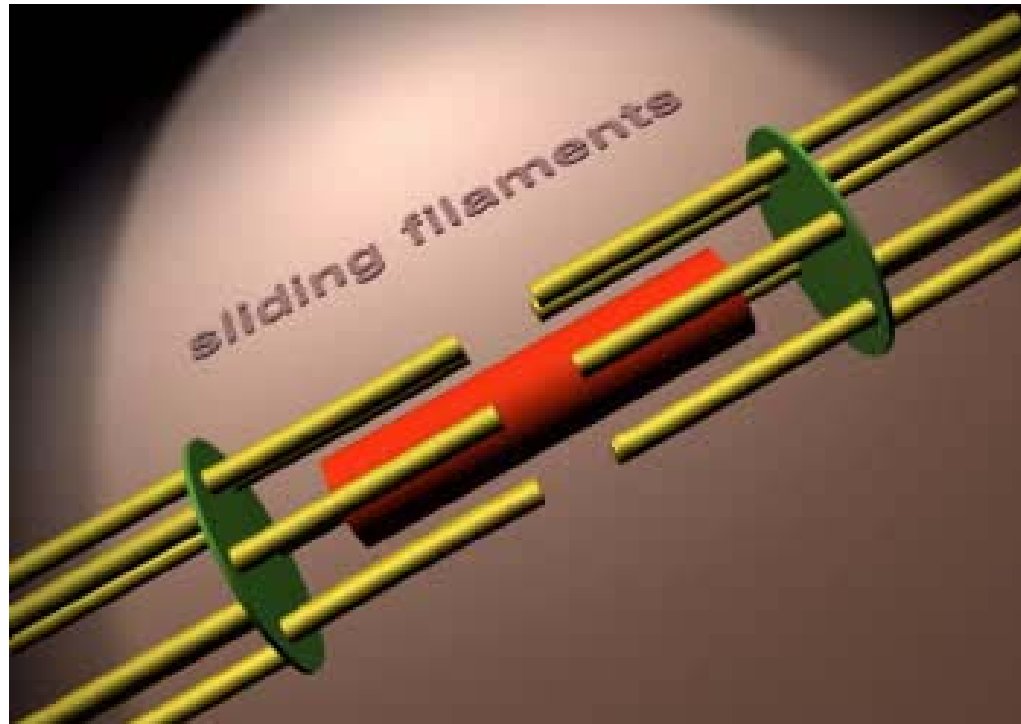
Δομή του σκελετικού μυός

Ακτίνη - μυοσύννη

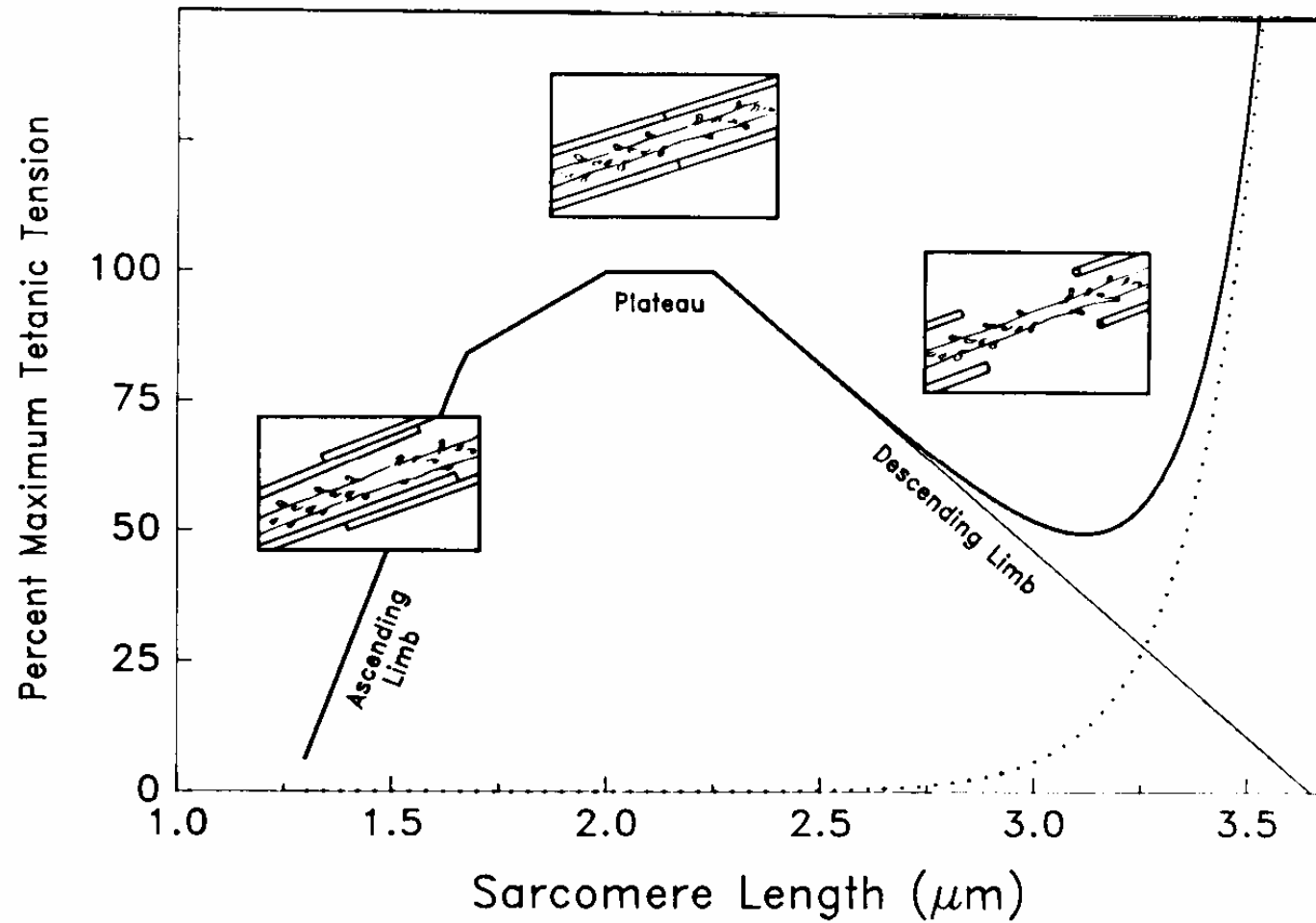


Δομή του σκελετικού μυός

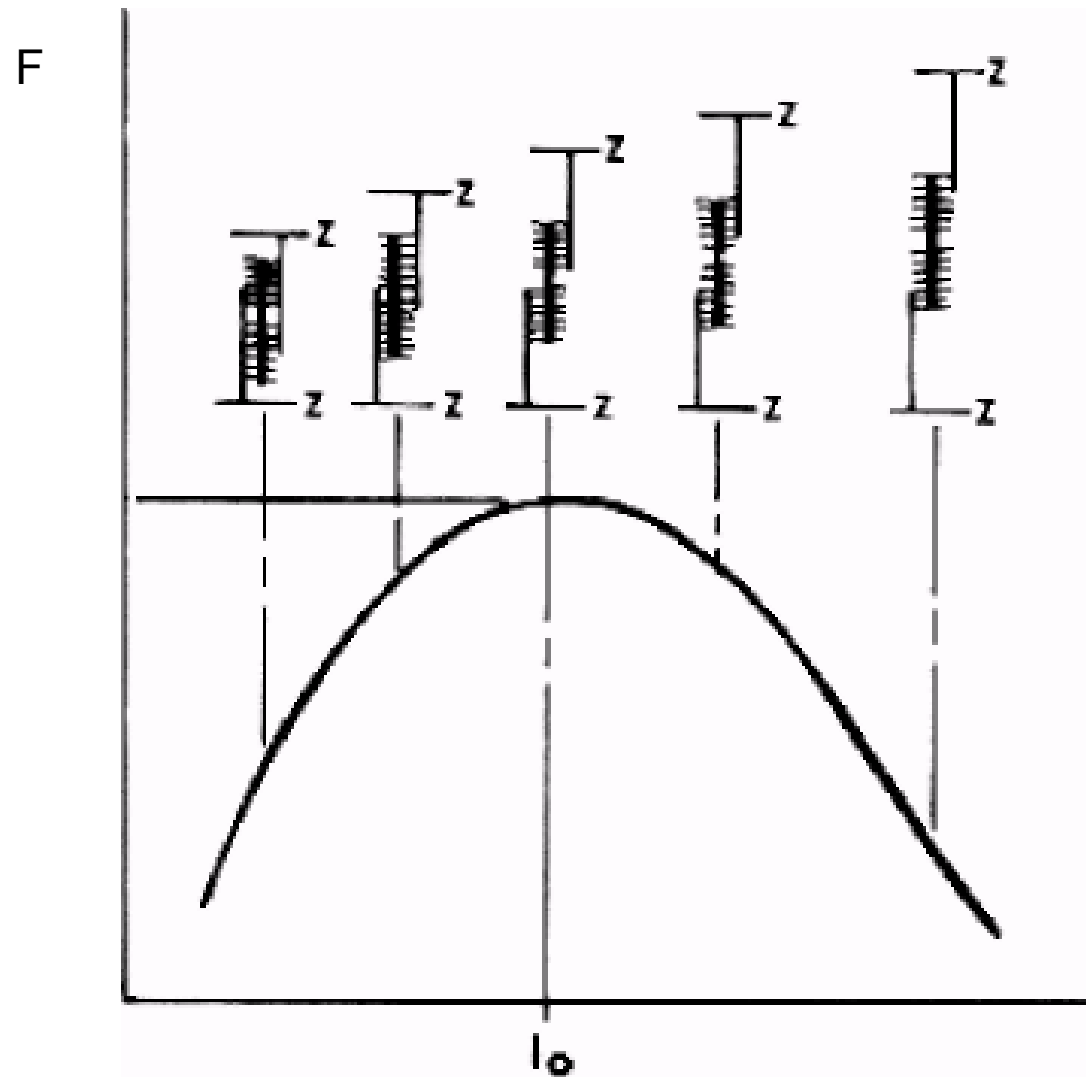
Ακτίνη - μυοσίνη



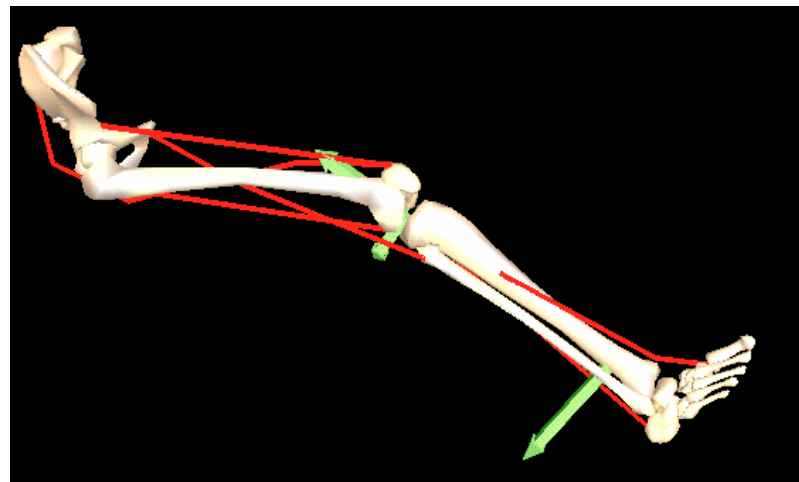
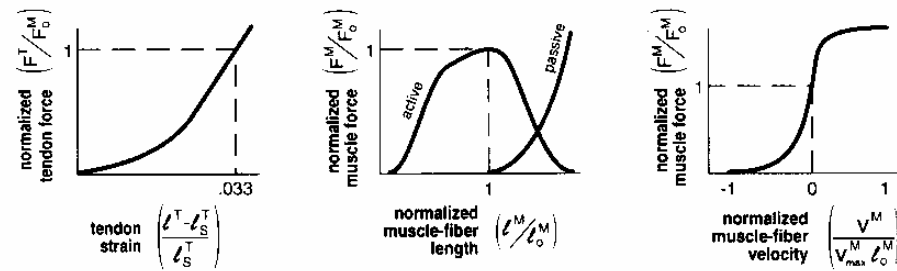
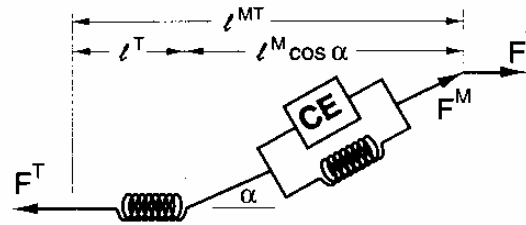
Σχέση Μυϊκής Δύναμης-Μήκους



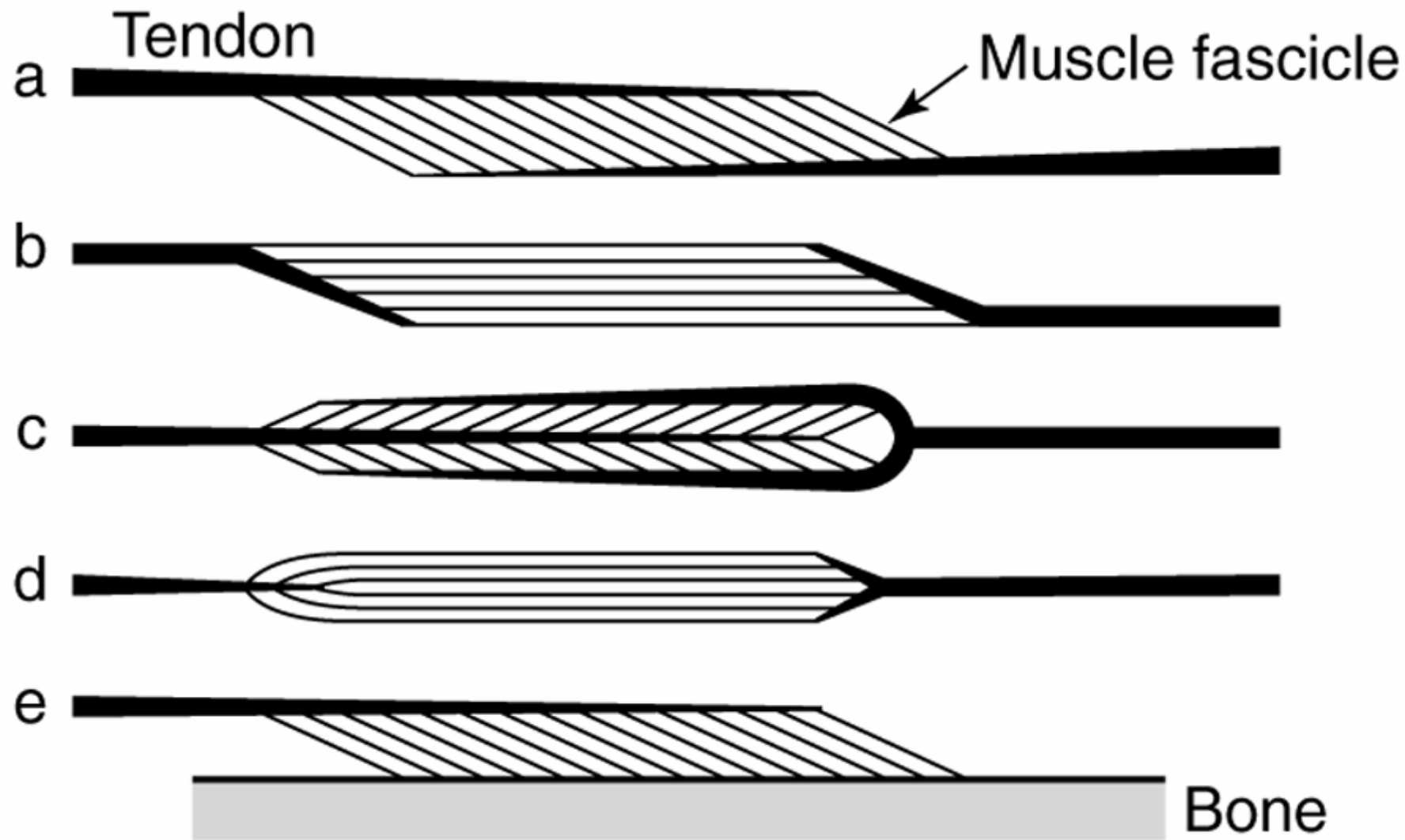
Σχέση Μυϊκής Δύναμης-Μήκους



Μοντελοποίηση του Μυοσκελετικού Συστήματος

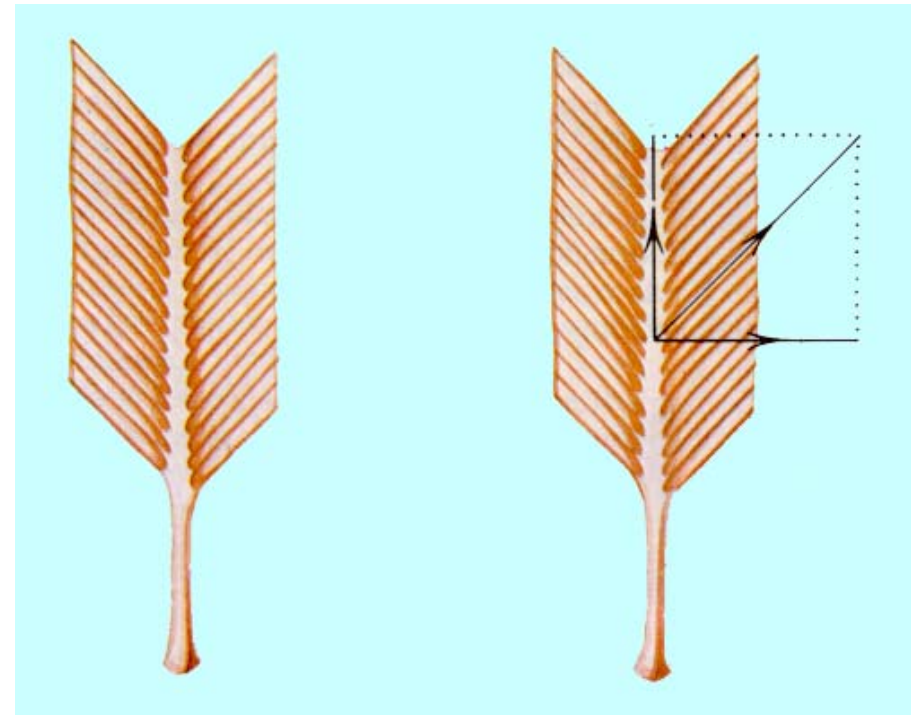


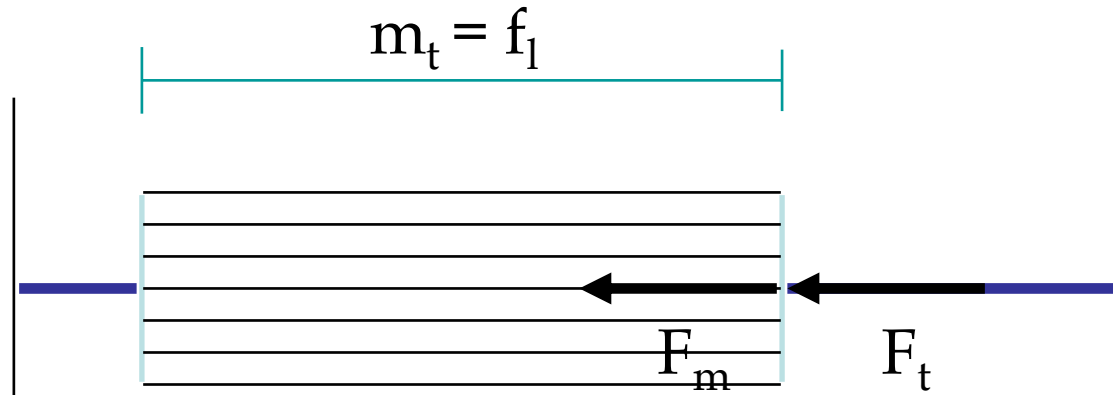




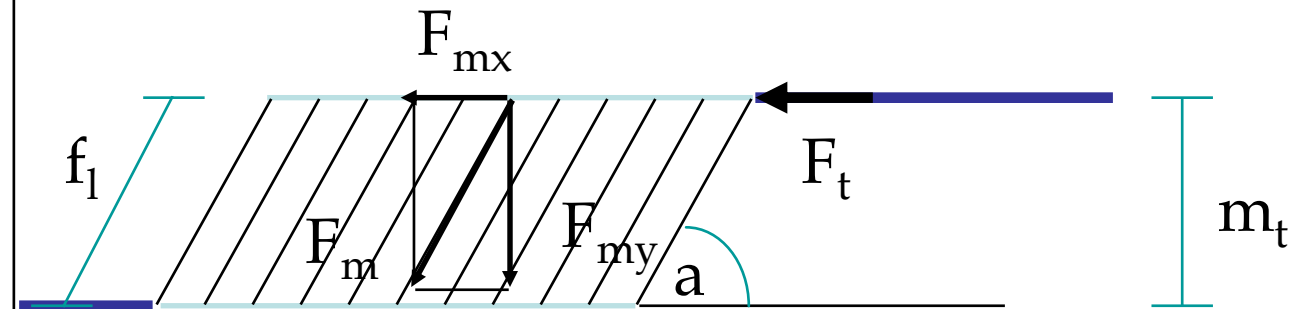
Διάταξη των ινών στο μυ

- Ατρακτοειδής
- Πτεροειδής
- Ημιπτεροειδής

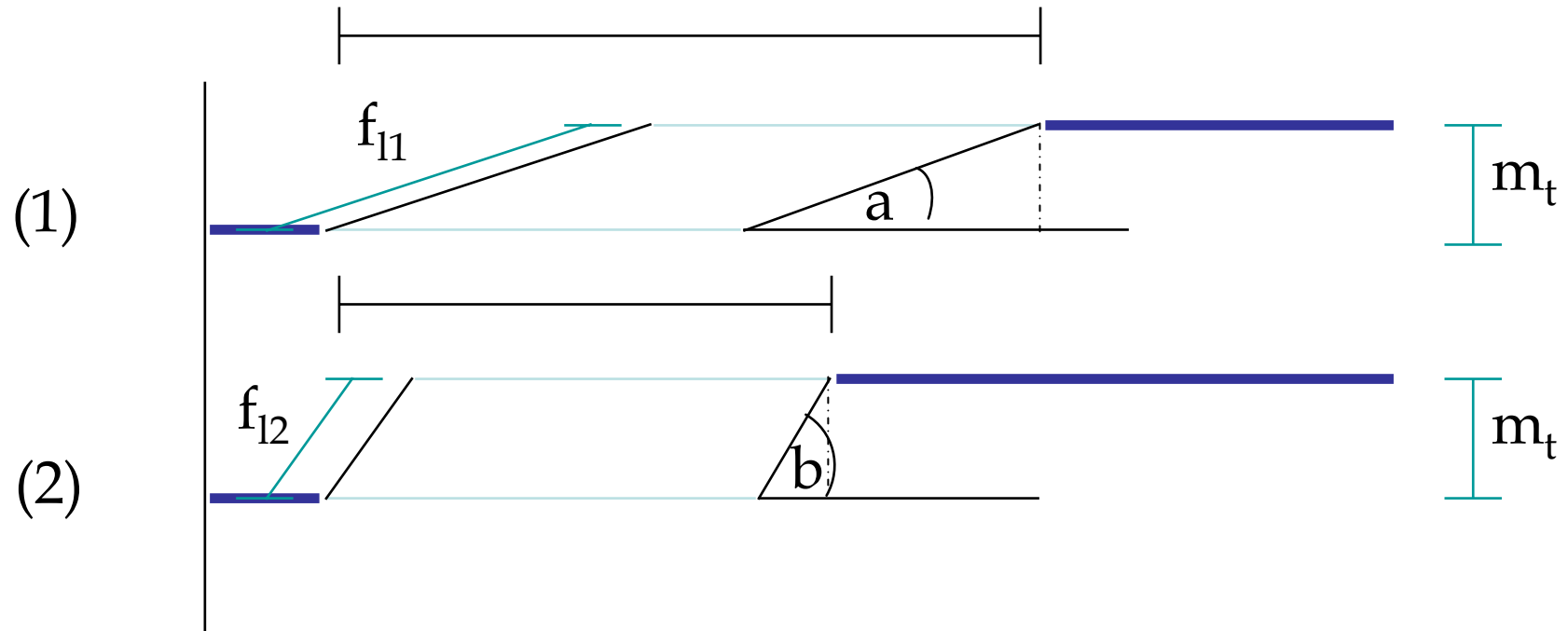




a) fusiform $\longrightarrow F_t = F_m$



b) pennate $\longrightarrow F_t = F_{mx} = F_m \times \cos \alpha < F_m$



$$(1) : \eta\mu a = m_t / f_{l1} \implies m_t = f_{l1} \times \eta\mu a$$

$$(2) : \eta\mu b = m_t / f_{l2} \implies \eta\mu b = (f_{l1} \times \eta\mu a) / f_{l2}$$

Τύποι Μυϊκής Συστολής

- Ομόκεντρη
 - Ο μυς συσπάται και το μήκος του μειώνεται
- Ισομετρική
 - Ο μυς συσπάται αλλά το μήκος του παραμένει σταθερό
- Έκκεντρη
 - Ο μυς συσπάται αλλά το μήκος του αυξάνεται

International System of Units

System International (SI)