

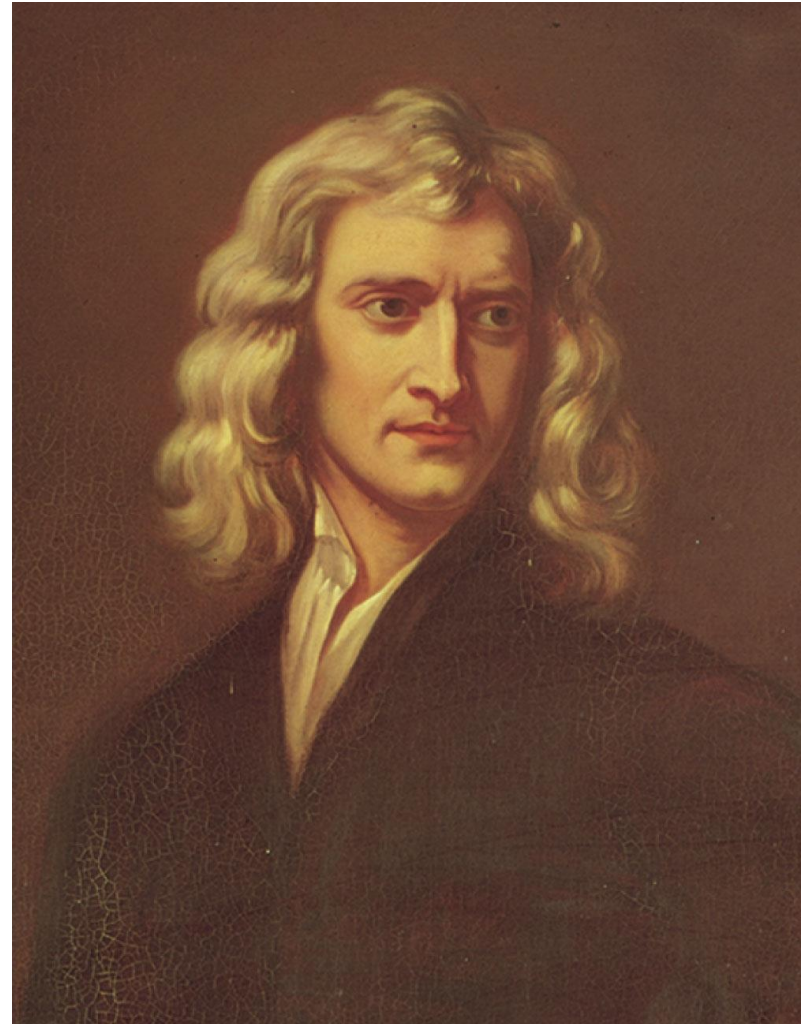
Δύναμη και κίνηση

Οι νόμοι της κίνησης

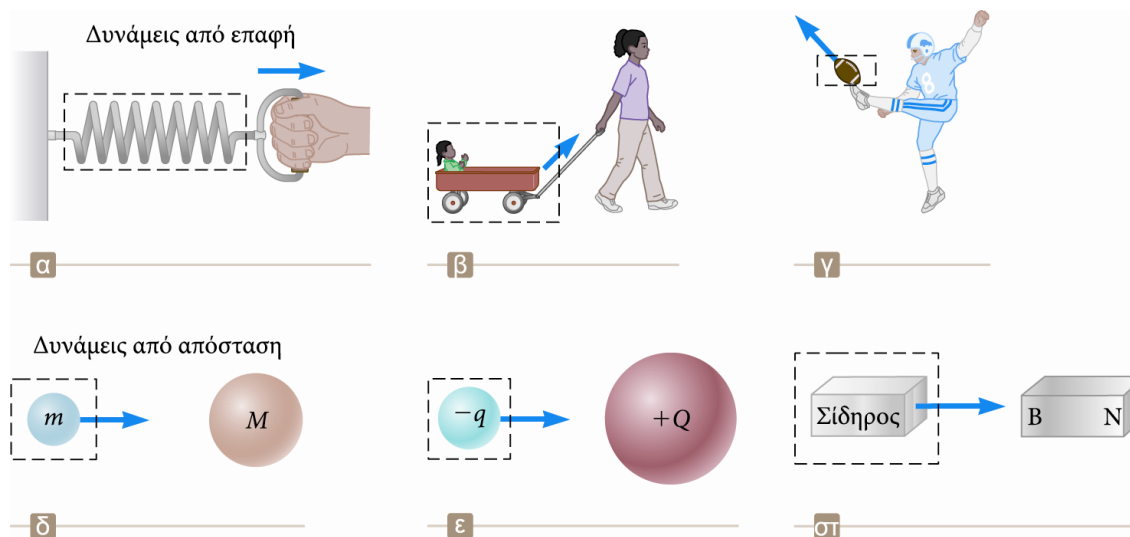
- Μέχρι τώρα, περιγράψαμε την κίνηση ενός σώματος συναρτήσει της θέσης, της ταχύτητας, και της επιτάχυνσής του.
- Δεν λάβαμε υπόψη μας τι μπορεί να επηρεάζει αυτή την κίνηση.
- Πρέπει να εξετάσουμε δύο κύριους παράγοντες για να απαντήσουμε στα ερωτήματα που σχετίζονται με τις αιτίες μεταβολής της κίνησης ενός σώματος:
 - ✓ τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα
 - ✓ τη μάζα του σώματος
- Η δυναμική μελετάει τα αίτια της κίνησης.
- Θα ξεκινήσουμε με τους τρεις βασικούς νόμους της κίνησης.
 - ✓ Διατυπώθηκαν από τον Ισαάκ Νεύτωνα

Σερ Ισαάκ Νεύτωνα

- 1642–1727
- Διατύπωσε τους βασικούς νόμους της μηχανικής.
- Ανακάλυψε τον νόμο της παγκόσμιας βαρύτητας.
- Ανακάλυψε τις μαθηματικές μεθόδους του διαφορικού λογισμού.
- Ερμήνευσε πολλές παρατηρήσεις σχετικά με το φως και την οπτική.



Κατηγορίες δυνάμεων



- Οι δυνάμεις από επαφή αναπτύσσονται κατά τη φυσική επαφή δύο σωμάτων.
 - ✓ Παραδείγματα α, β, γ
- Οι δυνάμεις από απόσταση δρουν μέσα στον κενό χώρο.
 - ✓ Δεν απαιτείται φυσική επαφή
 - ✓ Παραδείγματα δ, ε, στ

Θεμελιώδεις δυνάμεις

- Βαρυτικές δυνάμεις
 - ✓ Μεταξύ σωμάτων
- Ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις
 - ✓ Μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων
- Ισχυρές (ή πυρηνικές) δυνάμεις
 - ✓ Μεταξύ υποατομικών σωματιδίων
- Ασθενείς δυνάμεις
 - ✓ Αναπτύσσονται σε ορισμένες διεργασίες ραδιενεργούς διάσπασης

Σημείωση: Όλες οι θεμελιώδεις δυνάμεις είναι δυνάμεις από απόσταση.

1^{ος} νόμος Νεύτωνα

- ✓ Απουσία εξωτερικών δυνάμεων ένα ακίνητο σώμα ισορροπεί ακίνητο διαφορετικά αν κινείται διατηρεί την ταχύτητά του σταθερή.
- ✓ Ονομάζεται επίσης και νόμος της αδράνειας.
- ✓ Ορίζει ένα ειδικό σύνολο συστημάτων αναφοράς, τα οποία ονομάζονται αδρανειακά συστήματα.



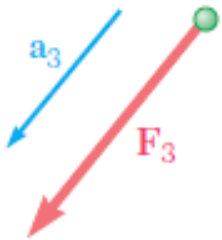
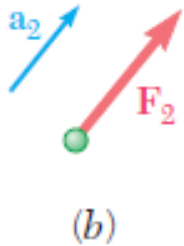
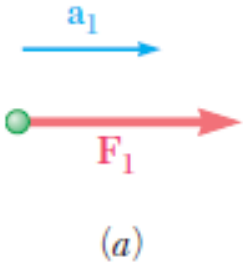
Αδρανειακά συστήματα αναφοράς

- Κάθε σύστημα αναφοράς που κινείται με σταθερή ταχύτητα σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα είναι και το ίδιο αδρανειακό σύστημα.
- Αν εσείς επιταχύνετε σε σχέση με κάποιο σώμα σε ένα αδρανειακό σύστημα, παρατηρείτε το σώμα από ένα μη αδρανειακό σύστημα αναφοράς. **Οι νόμοι του Νεύτωνα ισχύουν για αδρανειακά συστήματα αναφοράς**. Τέτοια συστήματα νοούνται αυτά που είναι απολύτως ακίνητα (ανέφικτο στο σύμπαν) ή προσεγγιστικά κινούμενα με σταθερή ταχύτητα σε σχέση με τον ήλιο
- Η καλύτερη προσέγγιση ενός αδρανειακού συστήματος είναι ένα σύστημα αναφοράς που κινείται με σταθερή ταχύτητα σε σχέση με τους μακρινούς απλανείς αστέρες.
 - Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η Γη είναι ένα τέτοιο αδρανειακό σύστημα, παρόλο που στην κίνησή της υπάρχει μια μικρή κεντρομόλος επιτάχυνση.
 - Δεν είναι αδρανειακά συστήματα αυτά που επιταχύνονται σε σχέση με την επιφάνεια της Γης. Πχ κινούμενο σύστημα συντεταγμένων πάνω σε επιταχυνόμενο αυτοκίνητο ή ανελκυστήρα

Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα – σχόλια

- Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα ορίζει τι συμβαίνει όταν δεν υπάρχουν εξωτερικές δυνάμεις.
 - ✓ Δεν ορίζει τι συμβαίνει σε ένα σώμα με μηδενική συνισταμένη δύναμη.
- Ορίζει επίσης ότι αν σε ένα σώμα δεν ασκείται δύναμη, η επιτάχυνσή του είναι μηδενική.
- Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι κάθε απομονωμένο σώμα είτε είναι ακίνητο είτε κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Ο πρώτος νόμος μας επιτρέπει επίσης να ορίσουμε τη **δύναμη** ως **το αίτιο της μεταβολής της κίνησης ενός σώματος**.

2^{ος} νόμος Νεύτωνα

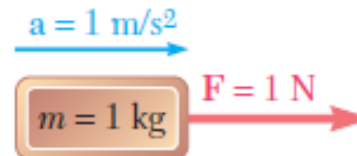


Όταν παρατηρούμε ένα σώμα από ένα αδρανειακό σύστημα αναφοράς, η επιτάχυνση του σώματος είναι ανάλογη προς τη συνολική (συνισταμένη) δύναμη που ασκείται σε αυτό και αντιστρόφως ανάλογη προς τη μάζα του.

- ✓ Η δύναμη είναι η αιτία της μεταβολής της κίνησης, την οποία μετράμε με την επιτάχυνση.
- ✓ Μην ξεχνάτε ότι ένα σώμα μπορεί να κινείται χωρίς να ασκούνται σε αυτό δυνάμεις.

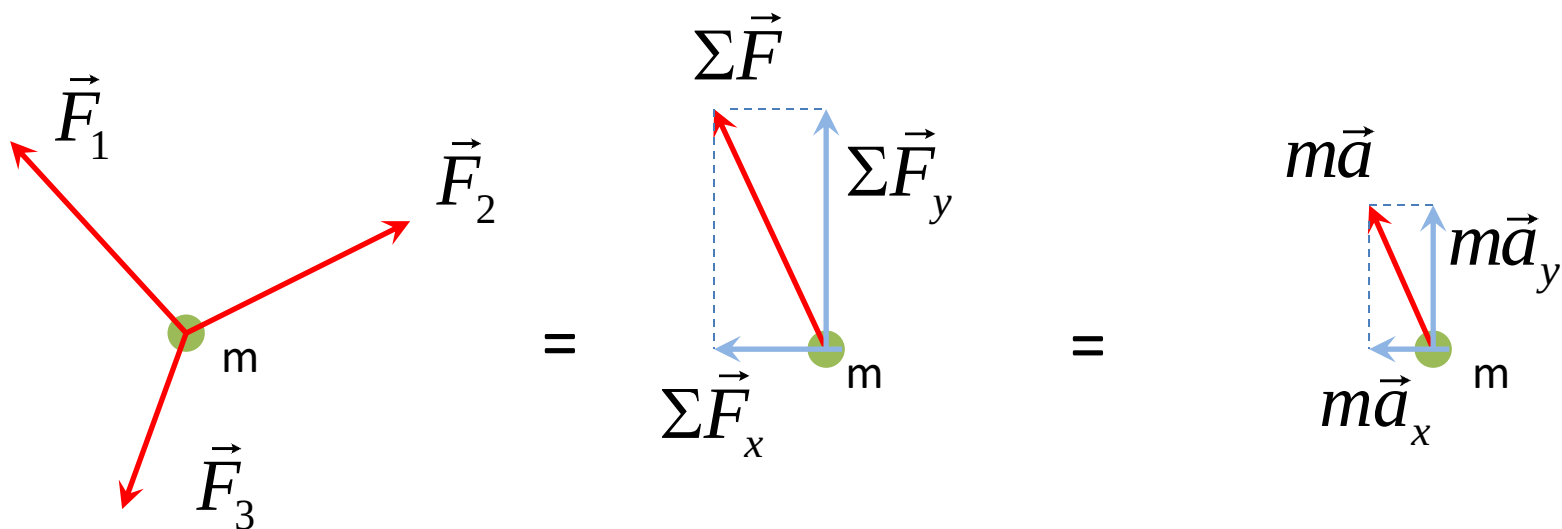
$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

Μονάδες

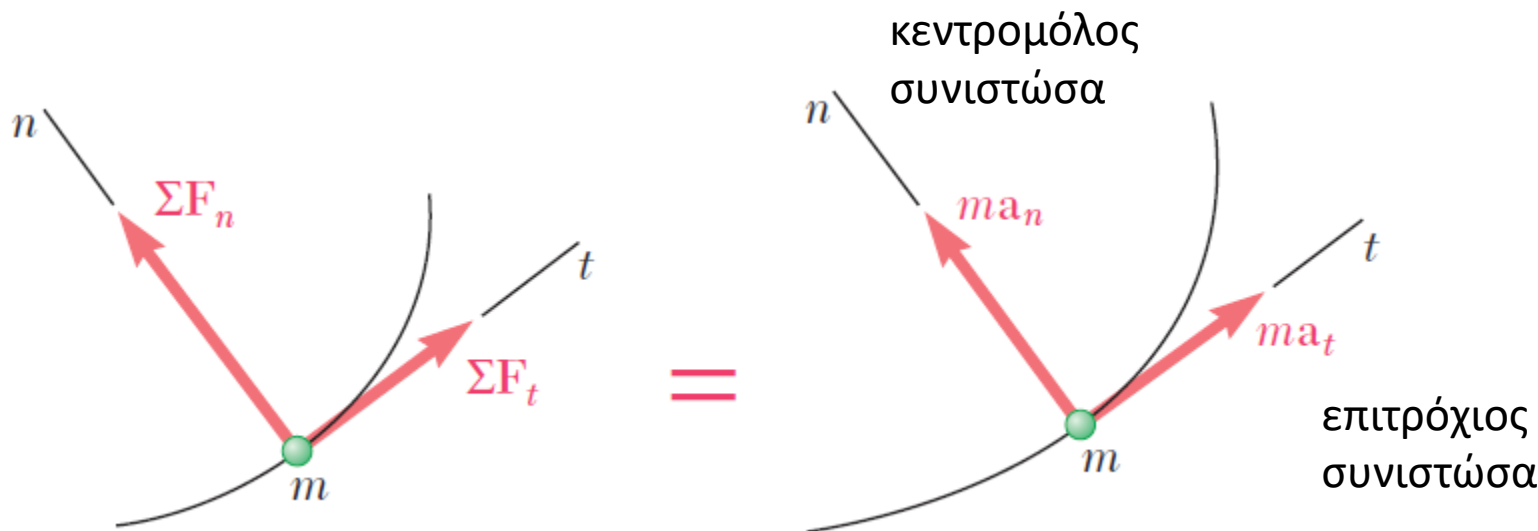


Ανάλυση σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Sigma F_x = ma_x \\ \Sigma F_y = ma_y \\ \Sigma F_z = ma_z \end{array} \right.$$



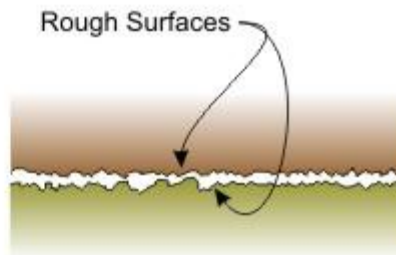
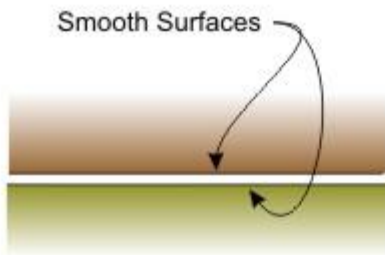
Ανάλυση σε φυσικό σύστημα συντεταγμένων



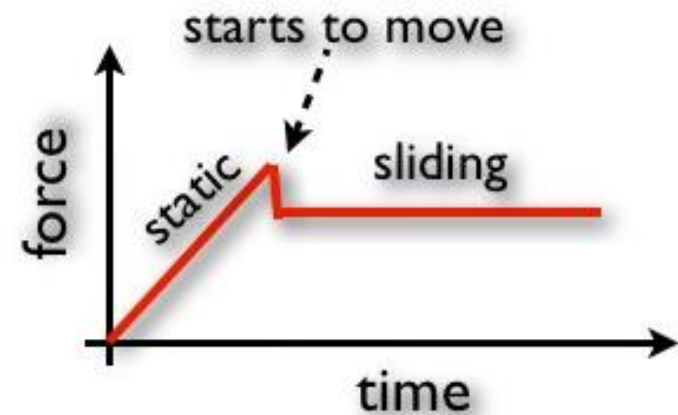
$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Sigma F_t = ma_t = m \frac{dv}{dt} \\ \Sigma F_n = ma_n = m \frac{v^2}{\rho} \end{array} \right.$$

Ειδικές περιπτώσεις δυνάμεων

- Τριβή (στατική – ολίσθησης)



Friction Force is affected by the smoothness of the surfaces



$$F_s \leq \mu_s N$$

Συντελεστής στατικής τριβής

Προσοχή:

$$F_k = \mu_k N$$

Συντελεστής τριβής ολίσθησης

Μερικοί συντελεστές τριβής

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ5.1

Συντελεστές τριβής

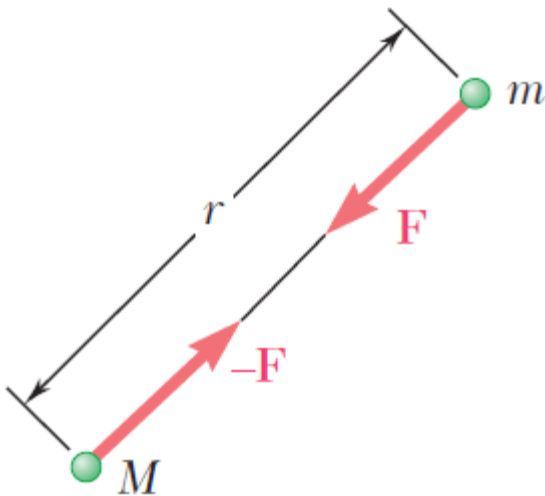
	μ_s	μ_k
Λάστιχο με μπετόν	1.0	0.8
Χάλυβας με χάλυβα	0.74	0.57
Αλουμίνιο με χάλυβα	0.61	0.47
Γυαλί με γυαλί	0.94	0.4
Χαλκός με χάλυβα	0.53	0.36
Ξύλο με ξύλο	0.25–0.5	0.2
Κερωμένο ξύλο με υγρό χιόνι	0.14	0.1
Κερωμένο ξύλο με ξηρό χιόνι	—	0.04
Μέταλλο με μέταλλο (που έχει λιπαντικό)	0.15	0.06
Τεφλόν με τεφλόν	0.04	0.04
Πάγος με πάγο	0.1	0.03
Ανθρώπινες αρθρώσεις	0.01	0.003

Σημείωση: Όλες οι τιμές είναι προσεγγιστικές. Σε μερικές περιπτώσεις, ο συντελεστής τριβής είναι μεγαλύτερος από 1.0.

- Βάρος (στην επιφάνεια της γης)

$$\vec{W} = m\vec{g} = mg(-\vec{j})$$

- Νόμος της παγκόσμιας έλξης – βαρυτικές δυνάμεις μεταξύ δύο σωμάτων



$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

Όπου $G=66.73 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$

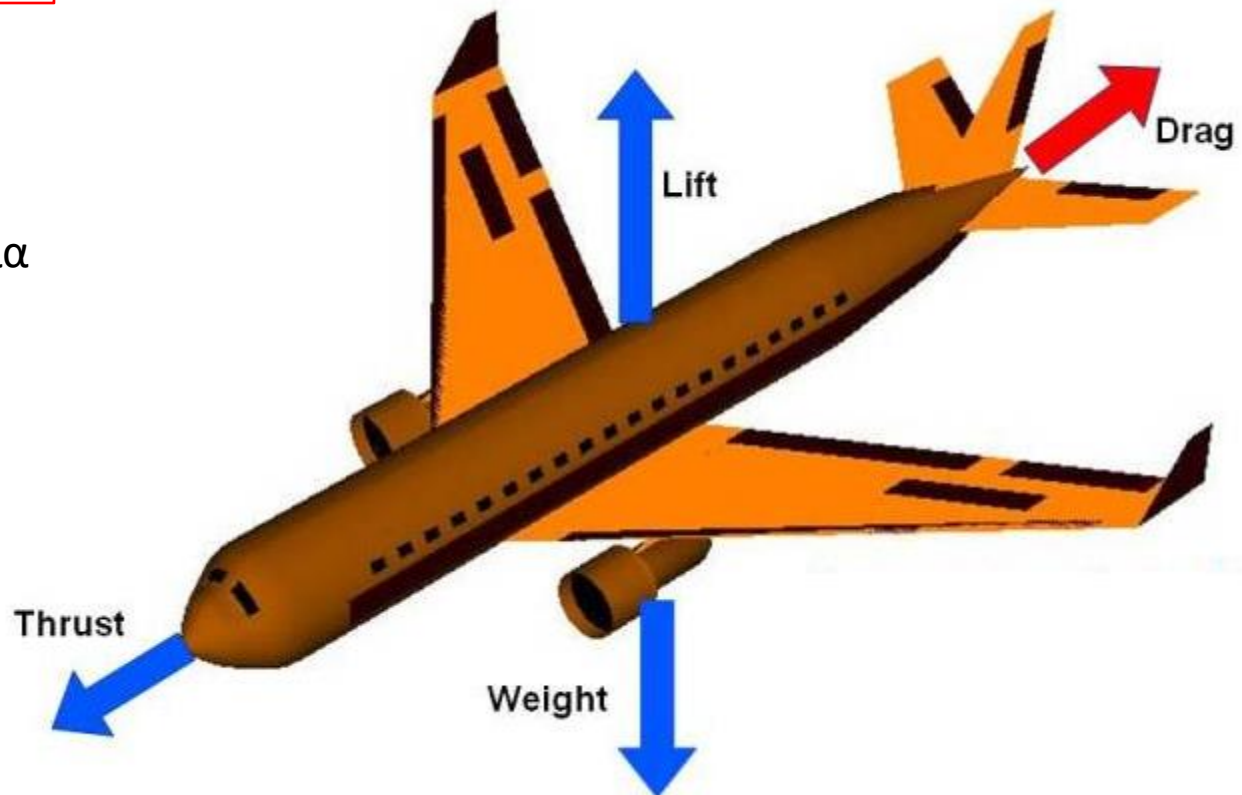
Η παγκόσμια βαρυτική σταθερά

- Οπισθέλκουσα (ή αντίσταση αέρα)

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A$$

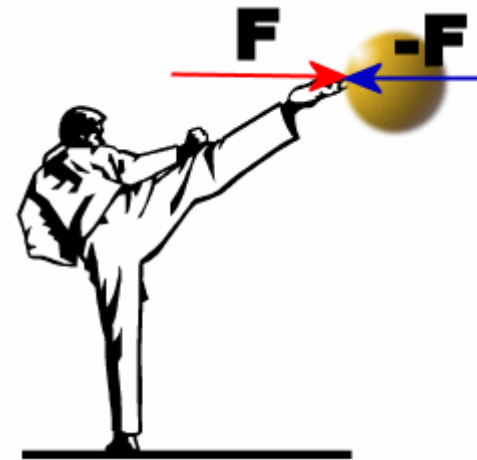
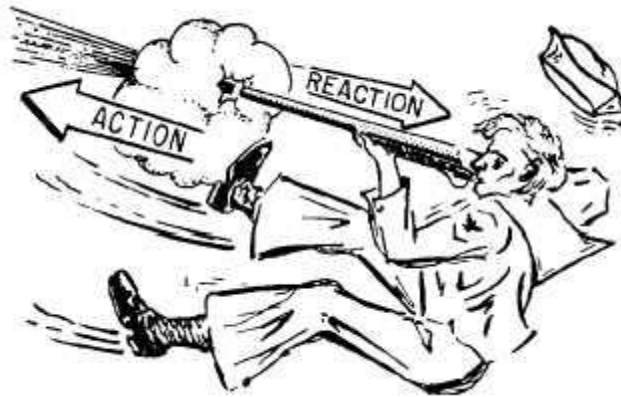
Εξαρτάται από το
αεροδυναμικό σχήμα

Όπου ρ η πυκνότητα του ρευστού
 v η ταχύτητα του σώματος, A η ενεργός
επιφάνεια του σώματος και C_D ο αεροδυναμικός
συντελεστής



Τρίτος νόμος Νεύτωνα

- Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι ίσες κατά μέτρο και αντίθετης φοράς (ή σε κάθε δράση υπάρχει αντίδραση)



- Δεν έχει σημασία ποια δύναμη χαρακτηρίζεται ως δράση και ποια ως αντίδραση.
- Η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε διαφορετικά σώματα και πρέπει να είναι του ίδιου τύπου.

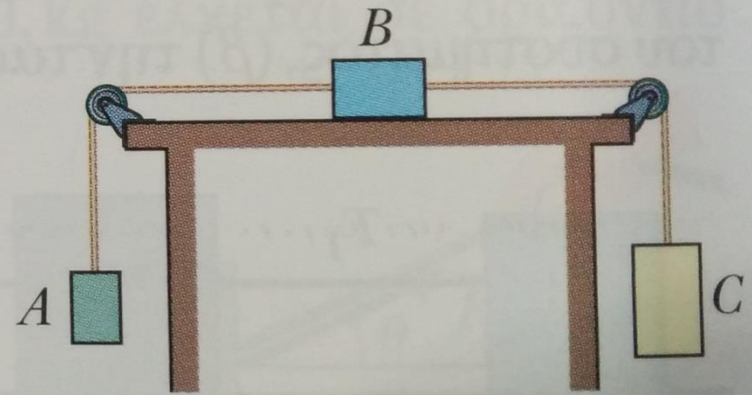
Μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων – Εφαρμογή των νόμων του Νεύτωνα

- *Μοντελοποίηση*
 - Κάντε το ΔΕΣ
 - Ορίστε κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων
- *Κατηγοριοποίηση*
 - Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το μοντέλο του σωματιδίου σε ισορροπία;
 - Αν ναι, $\Sigma F = 0$
 - Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το μοντέλο του σωματιδίου υπό την επίδραση συνισταμένης δύναμης;
 - Αν ναι, $\Sigma F = ma$

Άσκηση

- 65 σελ. 138 Κεφ.5 Halliday

•••65 Το Σχήμα 5-57 δείχνει τρία σώματα ενωμένα με σχοινιά που περνάνε γύρω από τροχαλίες χωρίς τριβές. Το σώμα B βρίσκεται πάνω σε τραπέζι χωρίς τριβές. Οι μάζες είναι $m_A = 6.00 \text{ kg}$, $m_B = 8.00 \text{ kg}$ και $m_C = 10.0 \text{ kg}$. Όταν τα σώματα αφεθούν ελεύθερα, πόση θα είναι η τάση στο δεξί σχοινί;



ΣΧΗΜΑ 5-57 Πρόβλημα 65.