

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

Αρχές Εργομηχανικής

Διάλεξη 2 Νόμοι του Νεύτωνα

Γιάννης Γιάκας PhD
ggiakas@gmail.com



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



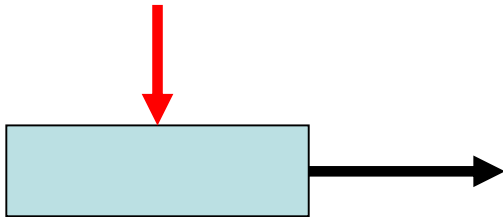
ΣΚΟΠΟΣ

- Εισαγωγή στον νόμο της βαρύτητας και τους τρεις νόμους της κίνησης:
 - Σύνδεση κινηματικών (μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση) και κινητικών (δύναμη, ροπή) παραμέτρων
 - Πως οι δυνάμεις που ασκούνται στα διάφορα σώματα επηρεάζουν την κίνηση

Κινητικές παράμετροι

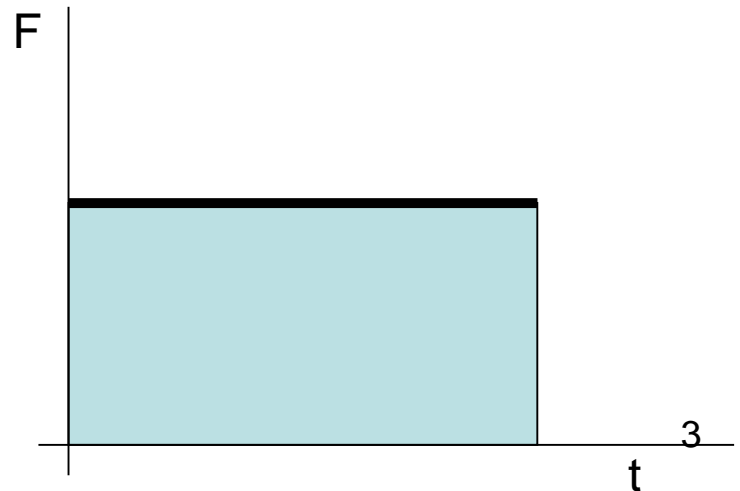
Δύναμη (σπρώχνω – τραβώ)

- 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)

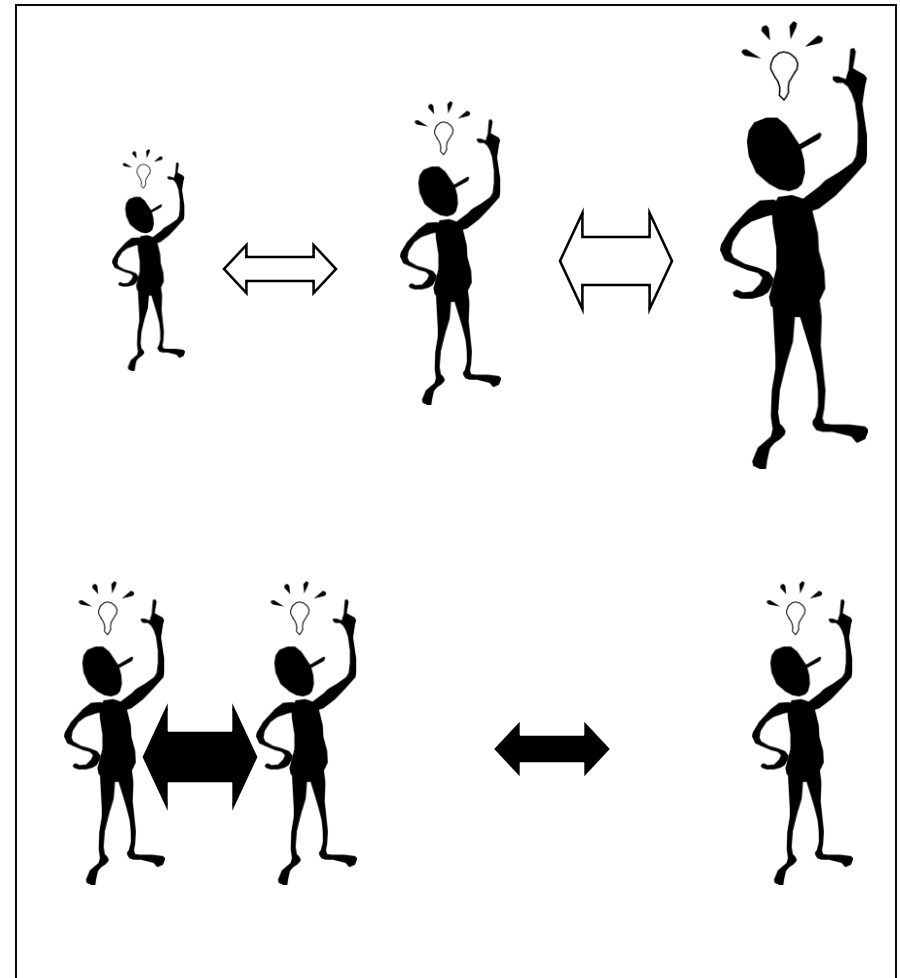
Όλα τα σώματα έλκονται μεταξύ τους με μία δύναμη η οποία είναι ανάλογη του γινομένου των μαζών τους (m), και αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασής τους (d)



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

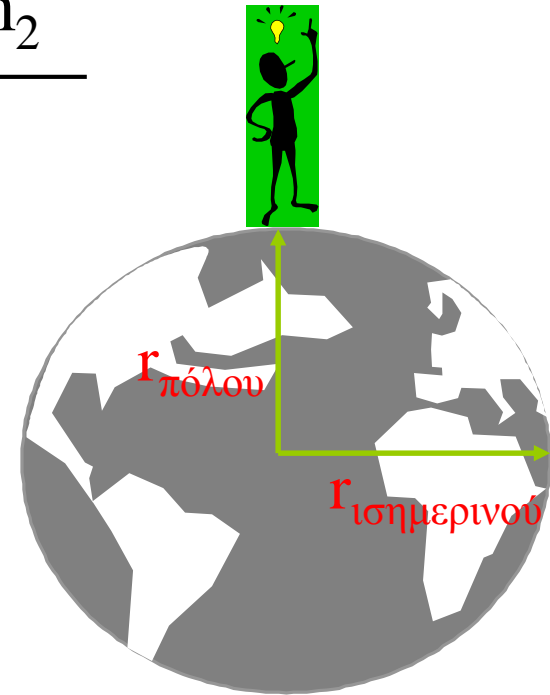
Συνέπειες του Νόμου της Βαρύτητας

- 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 $W = m \cdot g$



$r =$ 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

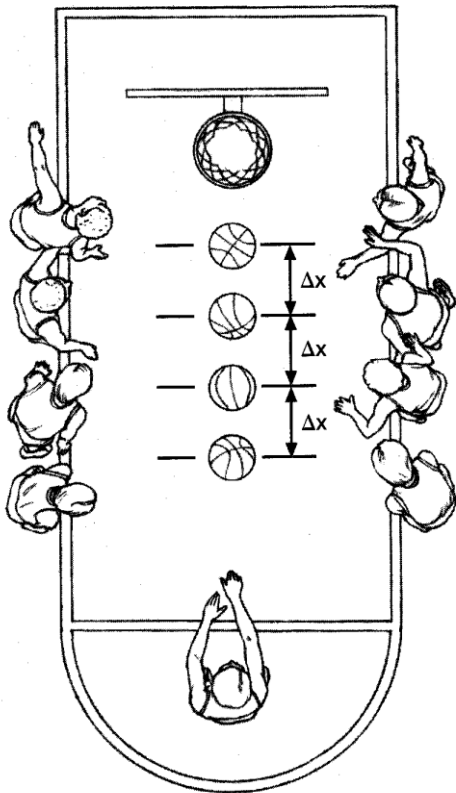
Το σώμα δεν μπορεί να επιταχυνθεί, να επιβραδυνθεί ή να αλλάξει πορεία εκτός αν επιδράσει πάνω του μία δύναμη

∴ Δύσκολο να αποδειχτεί στην γη λόγω της βαρύτητας και των αντιστάσεων του αέρα. Lecture 2

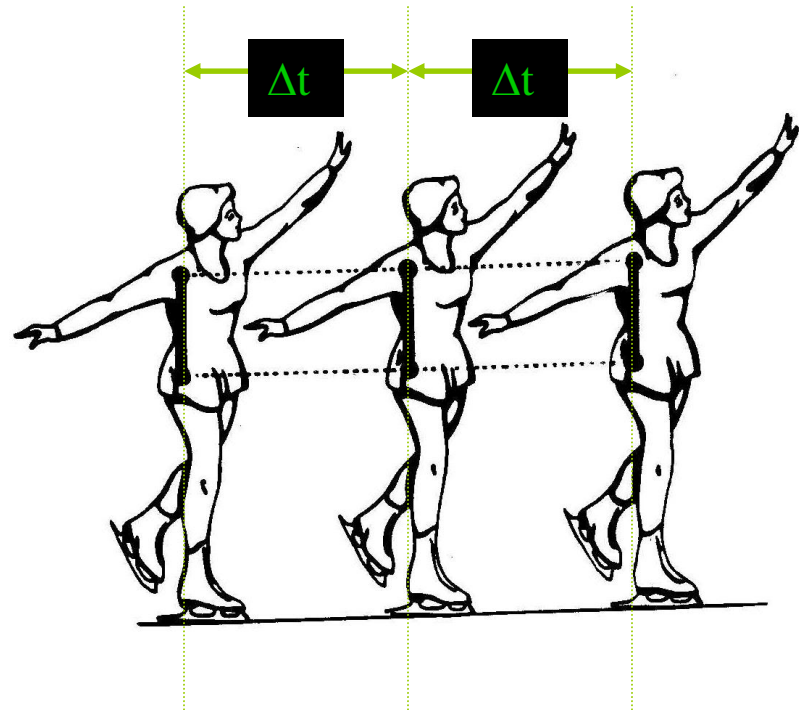


1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα στη γη?

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

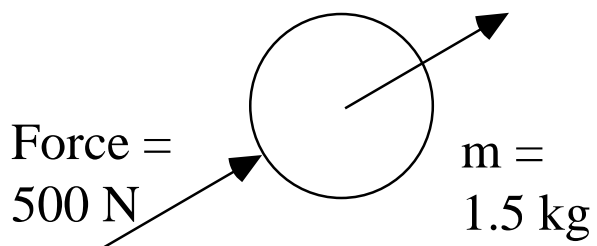
Πολύ σημαντικό μιας και ενώνει την εφαρμογή δύναμης με την κίνηση:

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) ?



Force = 500 N

Acceleration = ?

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

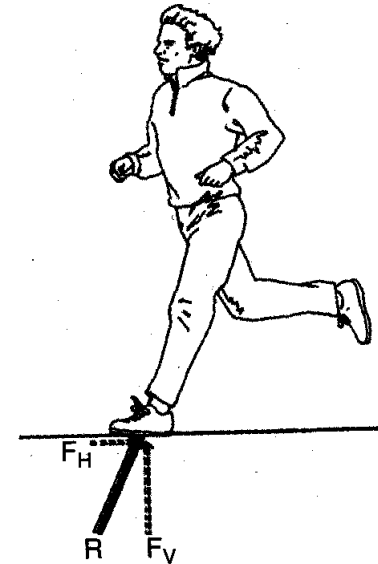
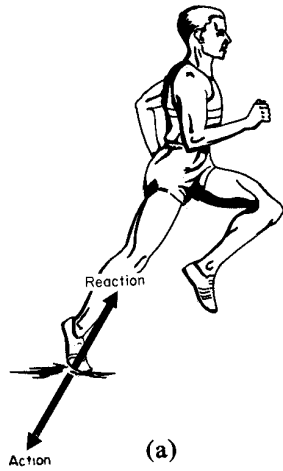
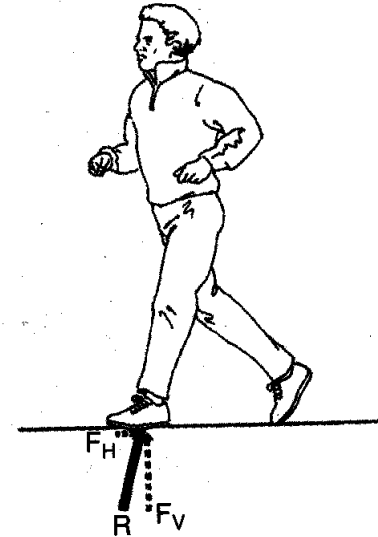
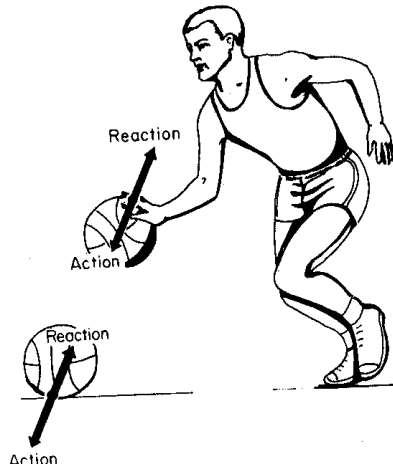
- Νόμος της Δράσης-Αντίδρασης
 - Όταν ένα σώμα εφαρμόζει μία δύναμη σε ένα άλλο σώμα (δράση), τότε το πρώτο σώμα δέχεται δύναμη αντίθετη από αυτήν που εφάρμοσε (αντίδραση) από το δεύτερο σώμα

∴ Οι δυνάμεις στη φύση βρίσκονται σε ζεύγη

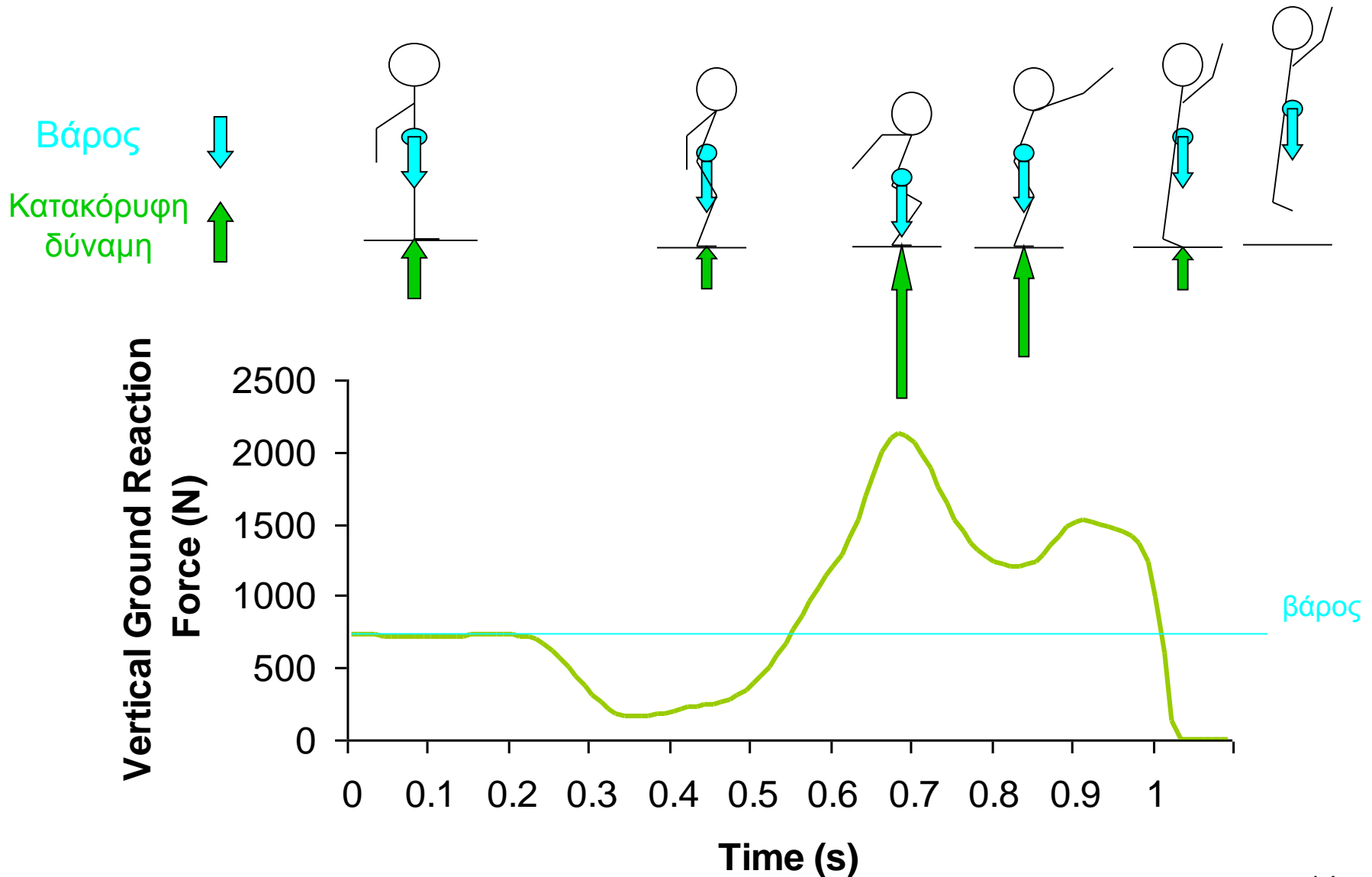
Δύσκολο να το δούμε, εύκολο να το νιώσουμε:

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

Εφαρμογές



Δυνάμεις που εφαρμόζονται κατά το άλμα



Αποτέλεσμα δυνάμεων

Αν επιδρά μόνο μία δύναμη:

$$F = m \cdot a$$

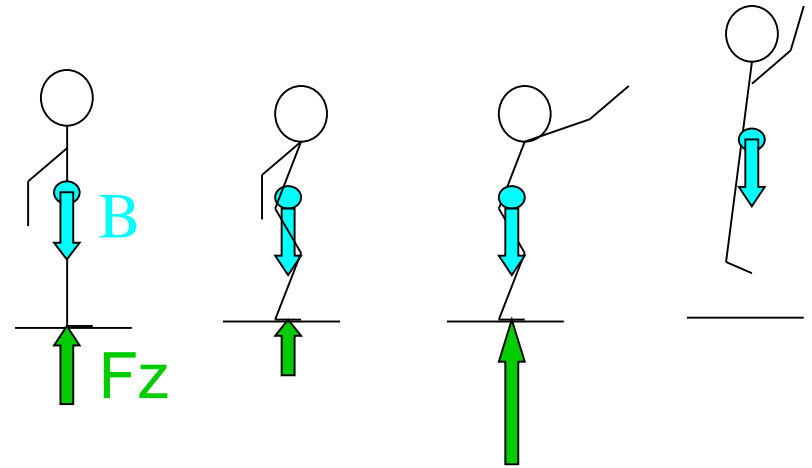
Αν δύο ή περισσότερες δυνάμεις επιδρούν:

$$\Sigma F = m \cdot a$$

Στο κατακόρυφο άλμα:

$$F_z - W = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_z - W}{m}$$

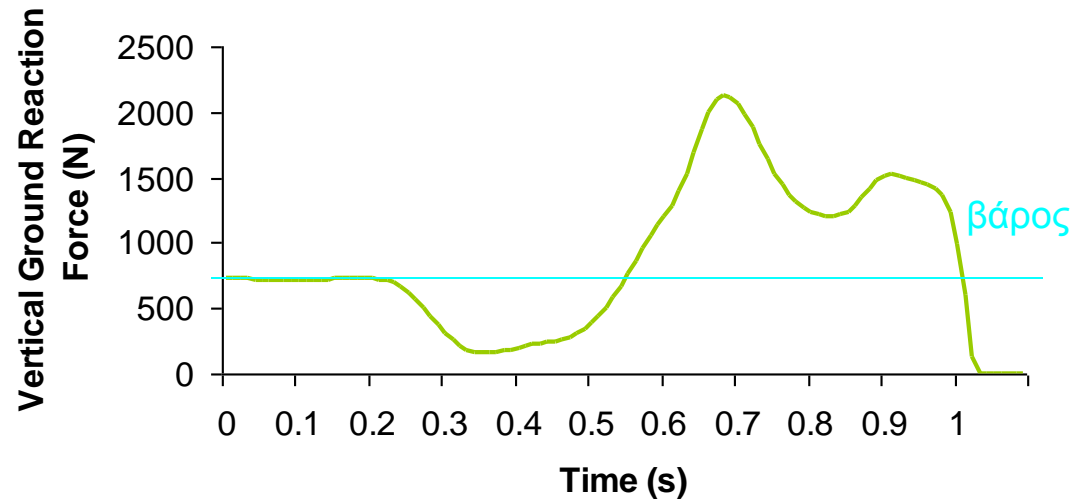


$$F_z = W$$

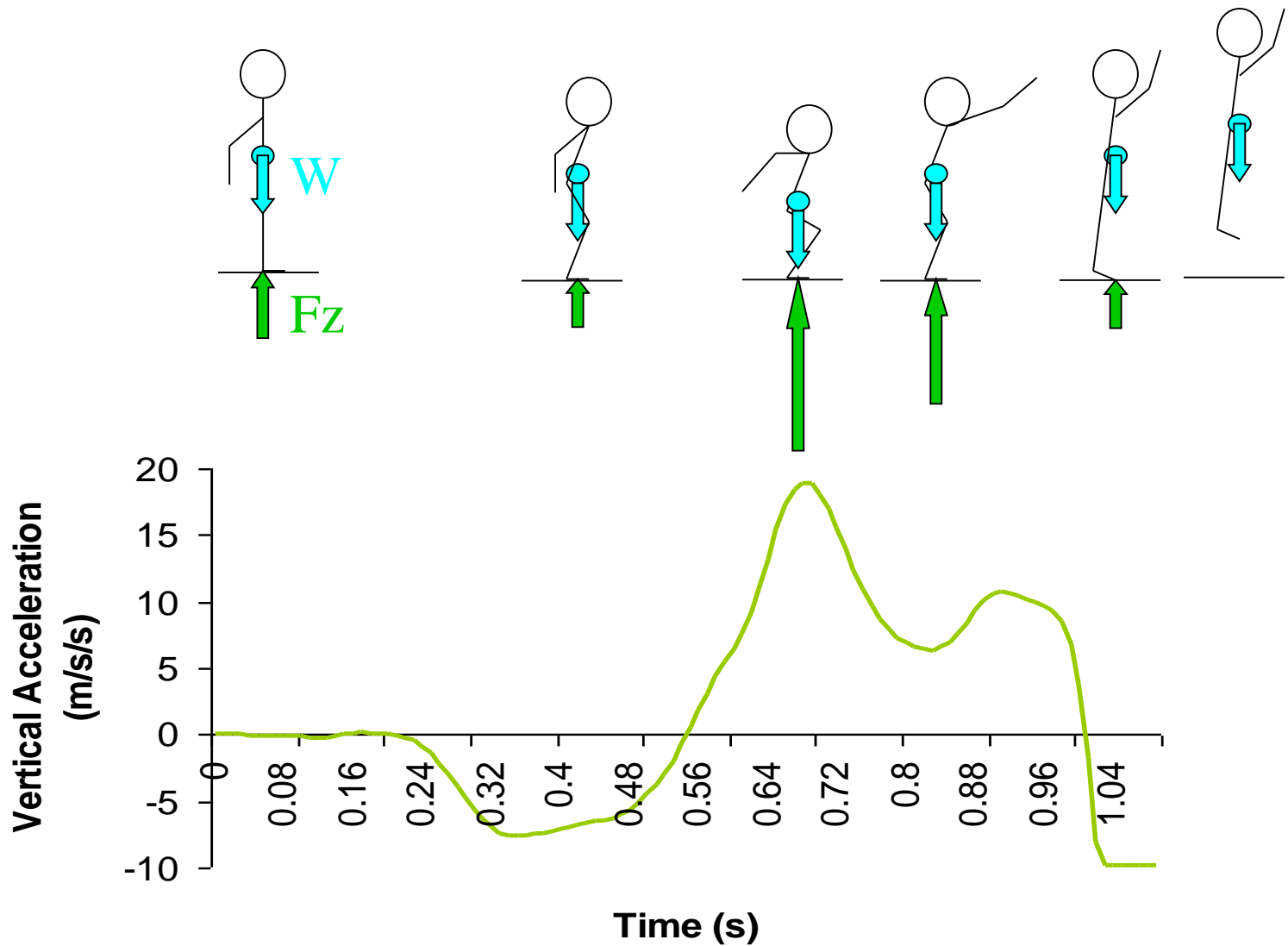
$$F_z < W$$

$$F_z > W$$

$$F_z < W$$



Επιτάχυνση του ΚΒΣ κατά το κατακόρυφο άλμα



Βιβλιογραφία

- Bartlett (1997). Introduction to Sports Biomechanics (pages 82-92)
- Hamill & Knutzen (1995). Biomechanical Basis of Human Motion (pages 392-405 & 409-412).
- Hay (1993). The Biomechanics of Sports Techniques (pages 60-80).
- Hall (1999). Basic Biomechanics (pages 397-416).
- McGinnis (1999). Biomechanics of Sport and Exercise (Chapters 4 & 6).