

## Η δύναμη και οι τρεις νόμοι του Νεύτωνα

Η έννοια της **δύναμης** χρησιμοποιείται για να περιγράψει την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο σωμάτων. Είναι μαθηματικό εργαλείο με διανυσματικό χαρακτήρα (διεύθυνση –φορά – μέτρο). Οι τρεις νόμοι του Νεύτωνα κάνουν χρήση του μεγέθους δύναμη (  $F$  , Νιούτον)!

Επιγραμματικά :

1<sup>ος</sup> νόμος Νεύτωνα : Αν  $\Sigma F=0$  τότε το σώμα ισορροπεί (ακινησία ή ευθ. ομαλή κίνηση)

2<sup>ος</sup> νόμος Νεύτωνα : Αν  $\Sigma F \neq 0$  τότε το σώμα αλλάζει ταχύτητα...

3<sup>ος</sup> νόμος Νεύτωνα : **“Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη  $\vec{F}$  στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί αντίθετη δύναμη  $-\vec{F}$  στο πρώτο”**

Η διατύπωση είναι γνωστή κι ως νόμος **Δράσης - Αντίδρασης**.



Το κουπί ασκεί δύναμη στο νερό και το νερό ασκεί δύναμη στο κουπί. Αυτή η δύναμη που ασκείται στο κουπί, κινεί τον αθλητή προς τα δεξιά.

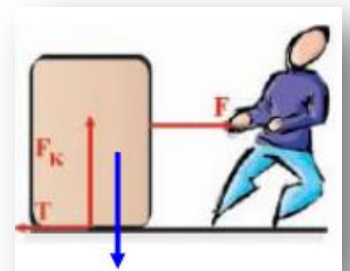
Δυο-τρία ιδιαίτερα σημεία, που αφορούν τον 3<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα:

- Οι δυο αντίθετες δυνάμεις δεν δίνουν συνισταμένη μηδέν, διότι ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.
- Οι δυνάμεις δράσεις αντίδρασης είναι ΠΑΝΤΑ ίσου μέτρου, ανεξάρτητα ποια σώματα αλληλεπιδρούν!
- Οι δυο δυνάμεις σχεδιάζονται ΠΑΝΤΑ στην ίδια ευθεία (έχουν ίδιο φορέα, όπως λέγεται)

## Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση

Δυνάμεις που δεν απαιτούν επαφή : Βαρύτητας ( $B$ ), ηλεκτρικές, μεταξύ μαγνητών

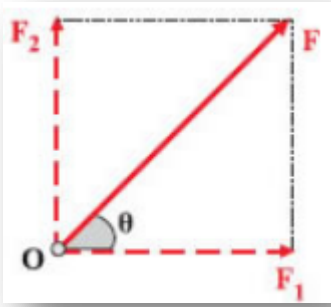
Δυνάμεις επαφής : παραμορφωμένων ελατηρίων, από τεντωμένα νήματα ( $F$ ) (ελκτικές), τριβή ( $T$ ) , δυνάμεις απωστικές κάθετες στο επίπεδο επαφής ( $F_k$ ), αντίσταση αέρα, άνωση.



## Σύνθεση δυνάμεων στο επίπεδο

Η σύνθεση μας λέει ότι δύο δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα, μπορούν να αντικατασταθούν με μία και να προκαλείται το ΙΔΙΟ αποτέλεσμα (όπως αυτό εκφράζεται από τους νόμους του Νεύτωνα).

Για να γίνει κατανοητή η σύνθεση (πρόσθεση) δυνάμεων, πρέπει να έχετε κατά νου ότι το μέτρο (η τιμή) της δύναμης «κρύβεται» στο μήκος του διανύσματος, μιας και η σύνθεση έχει γεωμετρικό χαρακτήρα...



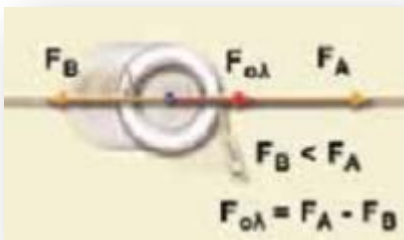
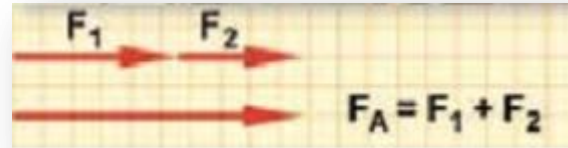
Οι δυο δυνάμεις  $F_1$  ,  $F_2$  (συνιστώσες) αντικαθίστανται με μία  $F$ , που λέγεται συνισταμένη.

Το μήκος των δυνάμεων εκπροσωπούν το μέτρο τους. Έτσι Το Πυθαγόρειο θεώρημα για καθετότητα λείει :

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Και η τριγωνομετρία προσδιορίζει την κατεύθυνση της συνισταμένης, μέσω ημθ ή συνθ ή εφθ !!!

Να θυμηθούμε ότι αν οι δυνάμεις έχουν ίδια κατεύθυνση :

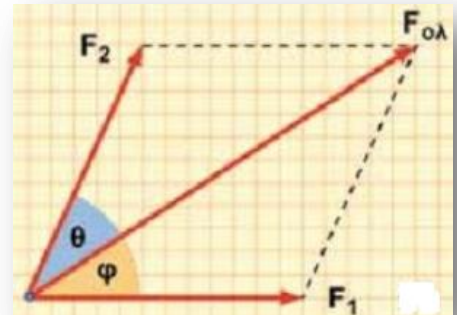


Αριστερά, αν οι δυνάμεις έχουν αντίθετη φορά...

Δεξιά, η σύνθεση, όταν η γωνία των συνιστωσών δυνάμεων δεν είναι  $0^\circ$  , ούτε  $90^\circ$  , ούτε  $180^\circ$

Εφαρμόζουμε τον κανόνα του παραλληλογράμμου και στη συνέχεια κάνουμε χρήση νόμου των συνημίτονων...

...αλλά μπορούμε να αποφύγουμε τον νόμο συνημιτόνων, αν ξέρουμε να κάνουμε κάτι -εύκολο- που λέγεται ανάλυση δύναμης!



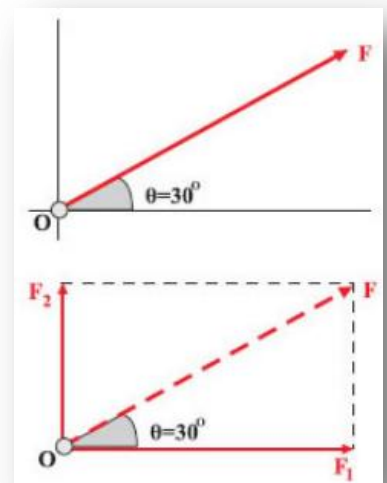
### Ανάλυση δύναμης (καθέτους άξονες)

Μας δίνουν τη δύναμη  $F$ , που σχηματίζει με τον ένα από τους δυο κάθετους άξονες, γωνία  $\theta$ =τάδε , και ζητείται να την αναλύσουμε σε δυο συνιστώσες. (το ανάποδο της σύνθεσης!)

Απλά ! Φτιάχνουμε το ορθογώνιο –εν γένει- παραλληλόγραμμα, όπως δείχνει το σχήμα...

...και επειδή τα μήκη στην γεωμετρική κατασκευή, εκφράζουν μέτρο δύναμης, εύκολα προκύπτει ότι:

$$\eta\mu\theta = \frac{F_2}{F} \quad \text{και} \quad \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{F_1}{F}$$



## Σύνθεση πολλών ομοεπίπεδων δυνάμεων

Γνωρίζεις τις γωνίες



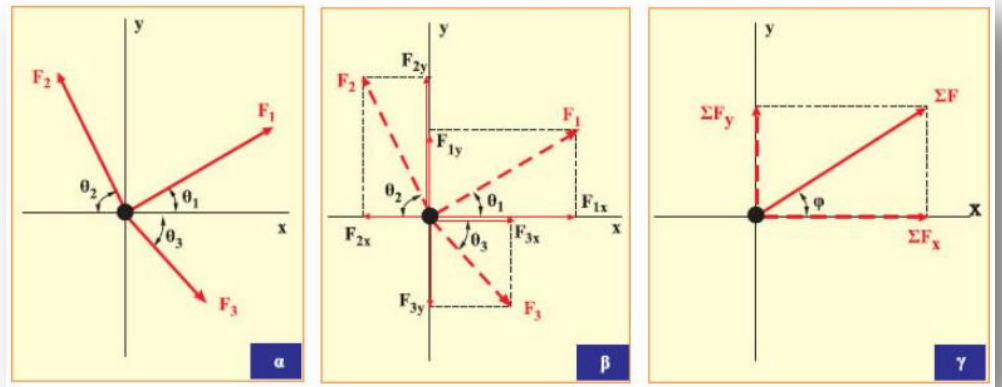
Αναλύεις



Συνθέτεις σε κάθε άξονα

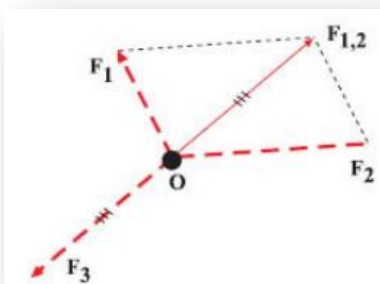
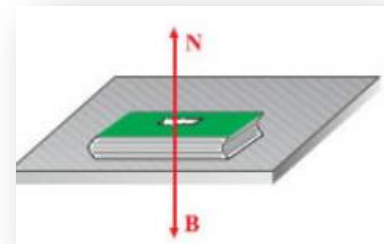


...κι όταν φτάνεις στην (γ),  
αναλαμβάνει ο Πυθαγόρας!



## Ισορροπία ομοεπίπεδων δυνάμεων

► Όταν σώμα ισορροπεί δεχόμενο δυο δυνάμεις, πρέπει ΠΑΝΤΑ αυτές να είναι αντίθετες (ίδια διεύθυνση – ίδιο μέτρο – αντίθετη φορά)



► Όταν σώμα ισορροπεί δεχόμενο τρεις δυνάμεις, πρέπει ΠΑΝΤΑ η συνισταμένη των δυο, να είναι αντίθετος της τρίτης.

Πανέμορφο γεωμετρικό σχήμα, με την σημασία που του αποδίδουμε σχετικά με τη μελέτη σωμάτων...

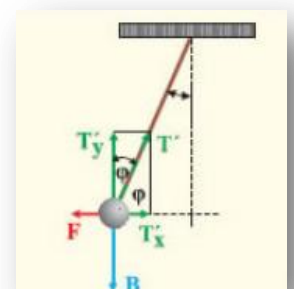
► Σε κάθε περίπτωση ισορροπίας σώματος ισχύουν πάντα δυο εξισώσεις, ικανές να εκφράσουν –μαθηματικά– την εν λόγω κατάσταση:

$$\Sigma F_x = 0 \text{ ισορροπία στον άξονα } Ox \quad \text{και} \quad \Sigma F_y = 0 \text{ ισορροπία στον άξονα } Oy$$

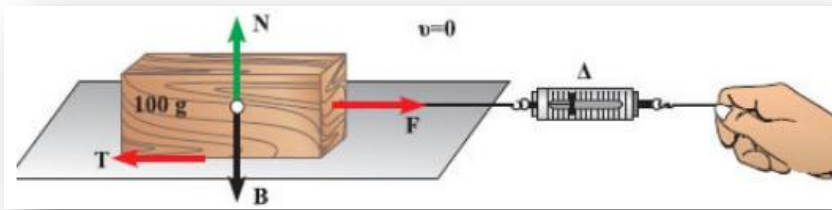
Παράδειγμα !

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F = T'_x \rightarrow F = T' \cdot \sigma\upsilon\upsilon\varphi \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow B = T'_y \rightarrow mg = T' \cdot \eta\mu\varphi \quad (2)$$



## Η δύναμη της τριβής



► Είναι δύναμη επαφής.

► Είναι παράλληλη στο επίπεδο επαφής και έχει φορά τέτοια ώστε να εναντιώνεται στην ολίσθηση που συμβαίνει ή πρόκειται να συμβεί(\*). (Λέμε ότι είναι δύναμη αντίστασης).

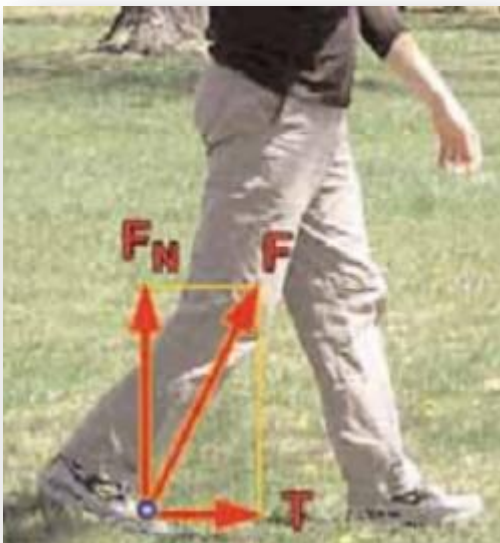
► Όταν το σώμα τείνει να κινηθεί, αλλά δεν κινείται, τότε η τριβή λέγεται **στατική**. Η τιμή της υπολογίζεται ΠΑΝΤΑ από την εξίσωση  $\Sigma F=0$ , όπως αυτή εφαρμόζεται στη διεύθυνση, που είναι παράλληλη στο επίπεδο επαφής.

► Όταν το σώμα ολισθαίνει, τότε η τριβή ονομάζεται **τριβή ολίσθησης** και η τιμή της υπολογίζεται από μια πειραματικά αποδεκτή εξίσωση :

$$T = \mu_{\sigma} \cdot N \quad (1)$$

Στη σχέση (1), T είναι η τριβή ολίσθησης,  $\mu_{\sigma}$  συντελεστής που ονομάζουμε **συντελεστή τριβής** ολίσθησης και N η κάθετη δύναμη με την οποία συμπίεζονται οι επιφάνειες. ( Η δύναμη N υπολογίζεται πάντα από την εξίσωση  $\Sigma F=0$ , όταν εφαρμοστεί σε διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια επαφής).

(\*). Στην εικόνα βλέπουμε το σώμα να είναι ακίνητο, αφού  $u=0$ . Έτσι στην εικόνα έχουμε στατική τριβή με μέτρο (τιμή) ίσο με αυτό της δύναμης F. Το δυναμόμετρο μας δείχνει το μέτρο της F.



### ΜΗ ΤΟ ΞΕΧΑΣΕΙΣ

Περπατάμε χάρη στη δύναμη της τριβής! Τα αυτοκίνητά μας χρωστούν την κίνησή τους, επίσης στην τριβή.

Δεν περπατάς πάνω σε έδαφος που καλύπτεται με στρώμα πάγου και θα πέσεις, αν είσαι απρόσεκτος και θελήσεις να κινηθείς σε γυαλιστερά και φρεσκοπλυμένα πλακάκια χώρου, εκεί στο σπίτι μας...