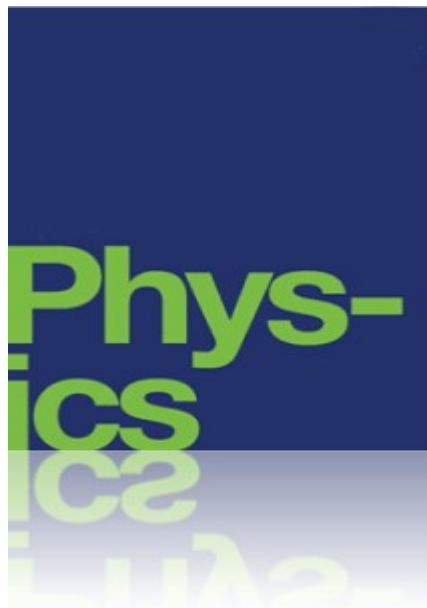


ΔΥΝΑΜΕΙΣ

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ



Άλγεβρα Διανυσμάτων
Ορισμός – Τι είναι δύναμη
Τύποι δυνάμεων

Αναγνώριση δυνάμεων

1ος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα
Μάζα

2ος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

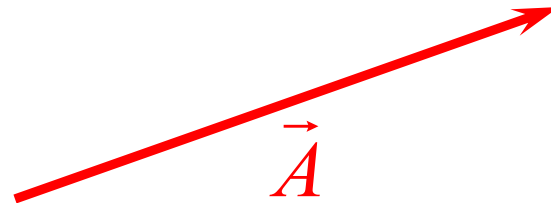
3ος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

Η Δύναμη της Βαρύτητας και Κάθετη Δύναμη

Διαγράμματα Ελευθερωμένου Σώματος

Επίλυση προβλημάτων Δυναμικής

ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ



Μαθηματική έκφραση μιας Φυσικής Ποσότητας

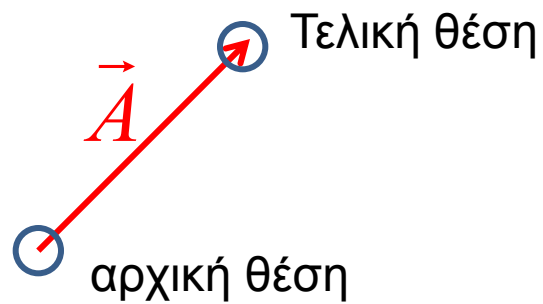
Παρουσιάζει Μέτρο – Διεύθυνση – Φορά

Σύμβολο μέτρου διανύσματος $|\vec{A}|$

ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Παραδείγματα

Διάνυσμα Μετατόπισης



Δύναμη

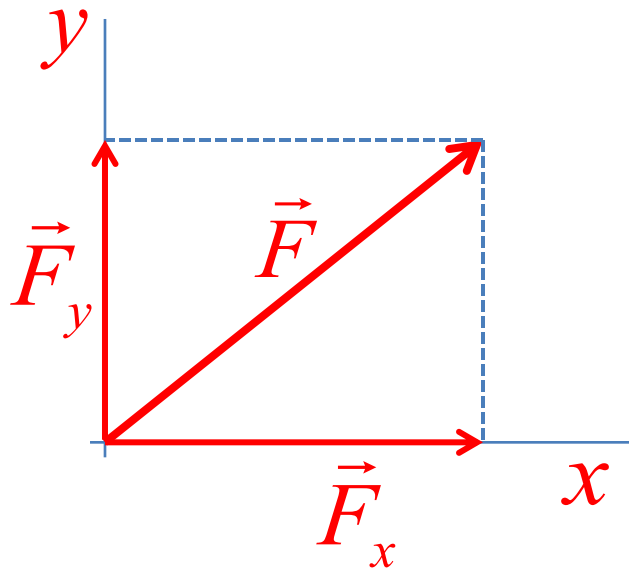


Ταχύτητα



ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Συνιστώσες διανύσματος



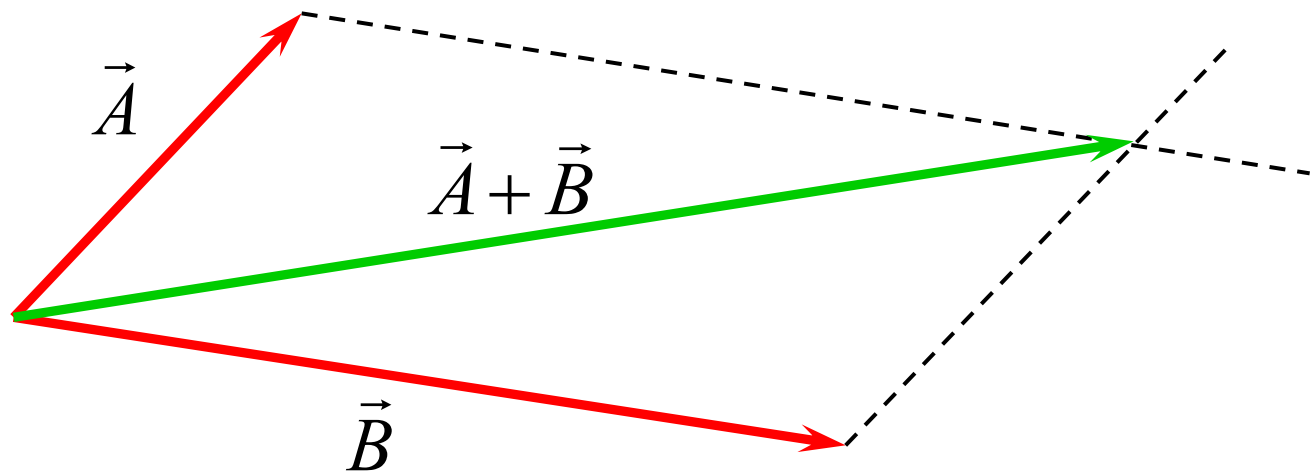
$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

Μέτρο διανύσματος

$$F = |\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

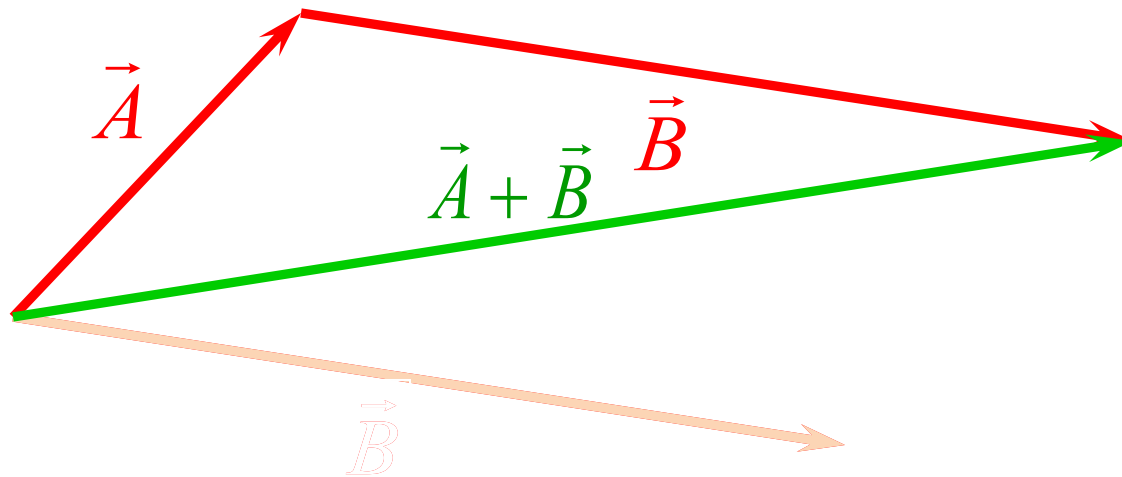
ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Πρόσθεση διανυσμάτων



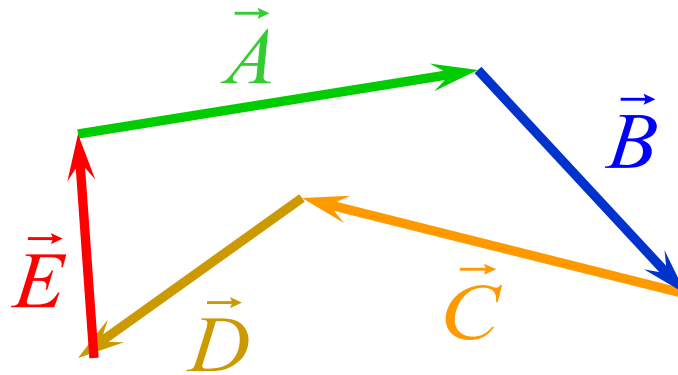
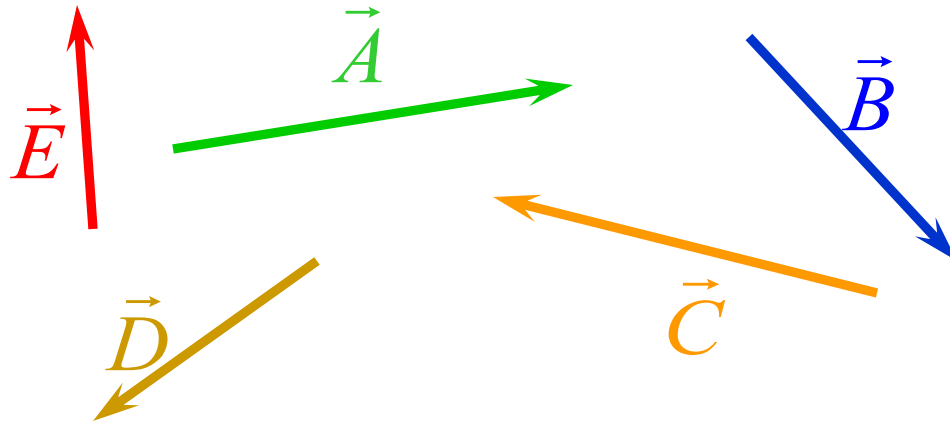
ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΔΥΟ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ (εναλλακτικός τρόπος)



ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

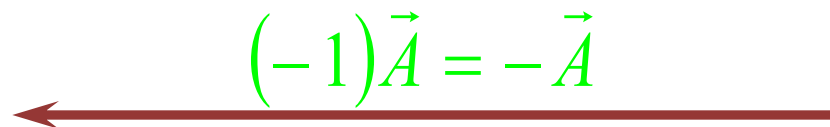
ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ



$$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} + \vec{E} = \vec{0}$$

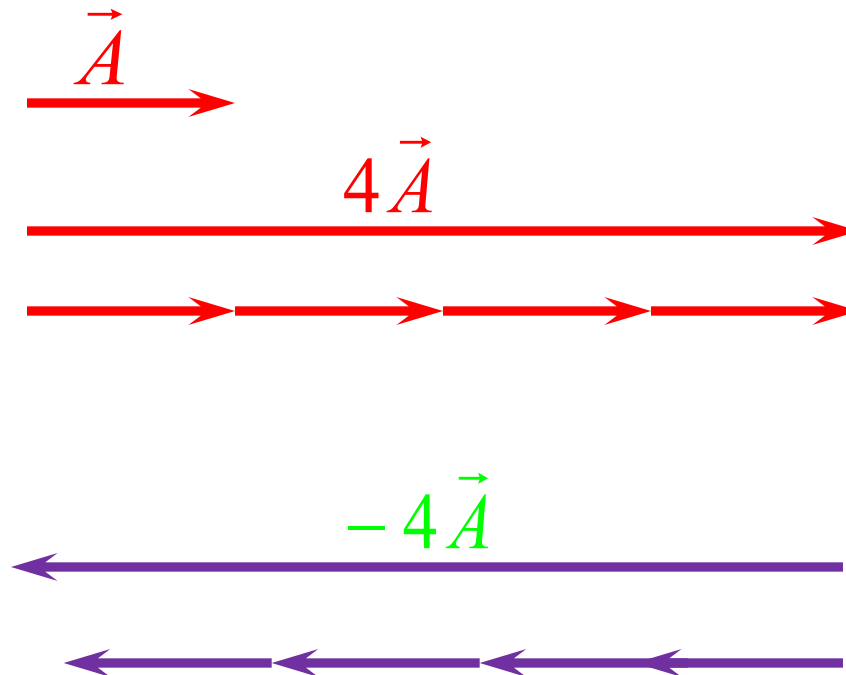
ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ



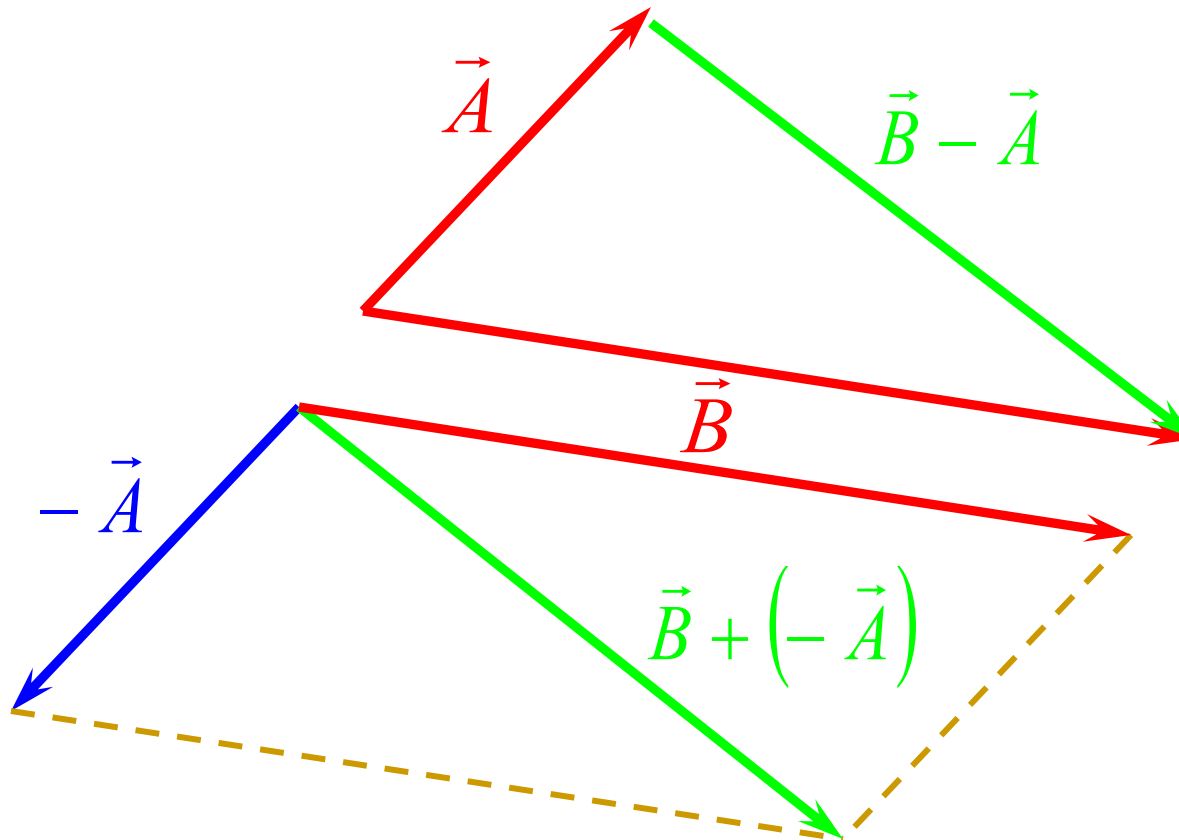
ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ



ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΔΥΟ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ



ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Αριθμητική Τιμή Διανύσματος \longrightarrow Μέτρο Διανύσματος

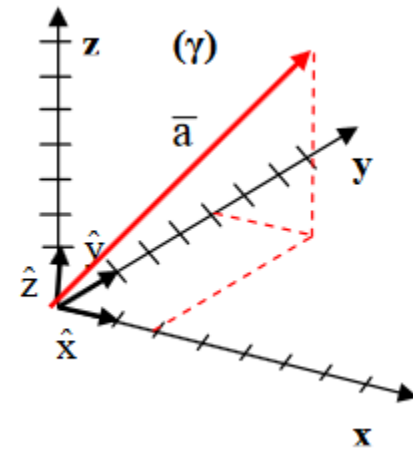
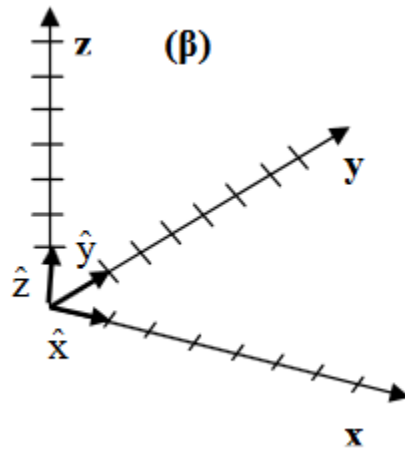
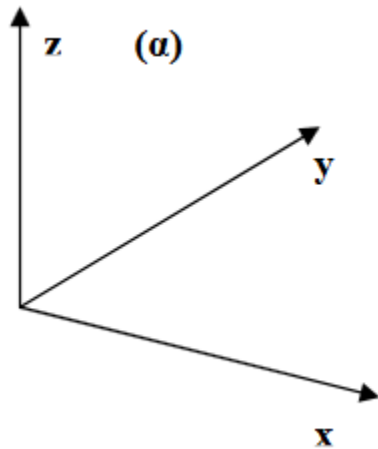
$$\text{Μέτρο Διανύσματος } \vec{A} \equiv |\vec{A}| \equiv A \geq 0$$

$$\text{Παράδειγμα : } |\vec{F}| \equiv F = 10 \text{ N}$$

Προσανατολισμός Διανύσματος $\vec{A} \longrightarrow$ Μοναδιαίο Διάνυσμα

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Μοναδιαίο Διάνυσμα



Ονομάζεται μοναδιαίο γιατί έχει μέτρο μια μονάδα μέτρησης

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

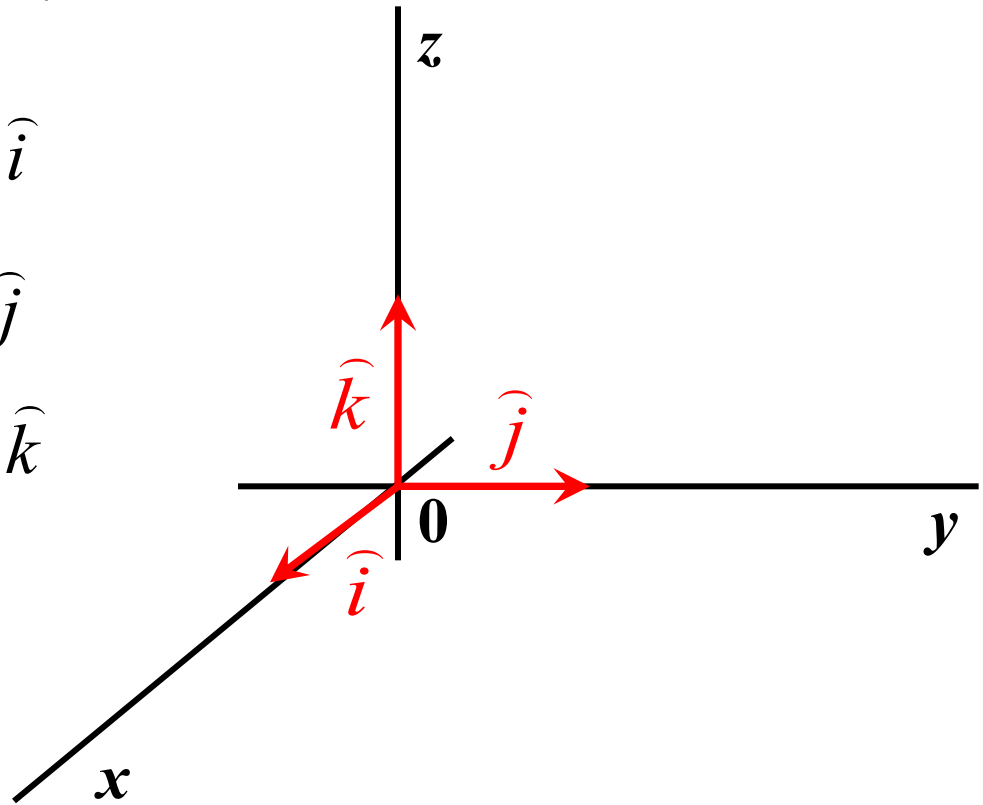
Οι θετικοί προσανατολισμοί των τριών αξόνων x , y και z ενός Καρτεσιανού Συστήματος Συντεταγμένων προσδιορίζονται από τα μοναδιαία:

$$(Μοναδιαίο\ x-άξονα) = \hat{x} \equiv \hat{i}$$

$$(Μοναδιαίο\ y-άξονα) = \hat{y} \equiv \hat{j}$$

$$(Μοναδιαίο\ z-άξονα) = \hat{z} \equiv \hat{k}$$

$$|\hat{i}| = |\hat{j}| = |\hat{k}| = 1$$



ΔΙΑΝΥΣΜΑ ΘΕΣΗΣ \vec{r} σε δυο Διαστάσεις

$$x = r \cos \theta$$

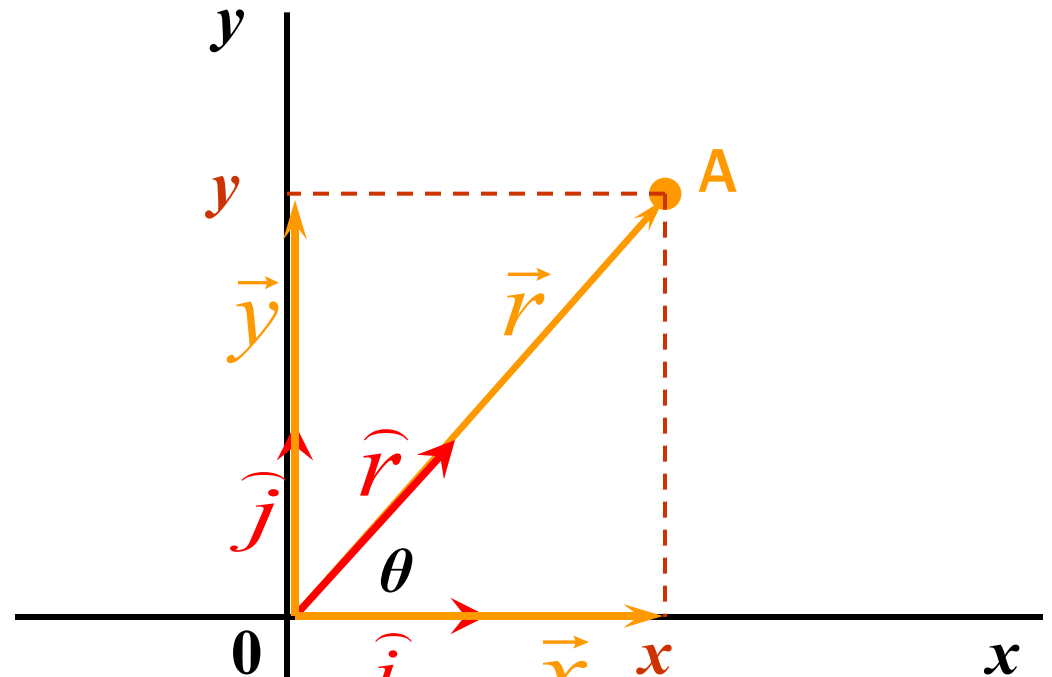
$$y = r \sin \theta$$

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\vec{x} = x \hat{i}$$

$$\vec{y} = y \hat{j}$$

$$\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j}$$



$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} = \frac{x \hat{i} + y \hat{j}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

ΔΙΑΝΥΣΜΑ ΘΕΣΗΣ \vec{r} σε τρεις Διαστάσεις

$$\vec{x}_A = x_A \hat{i}$$

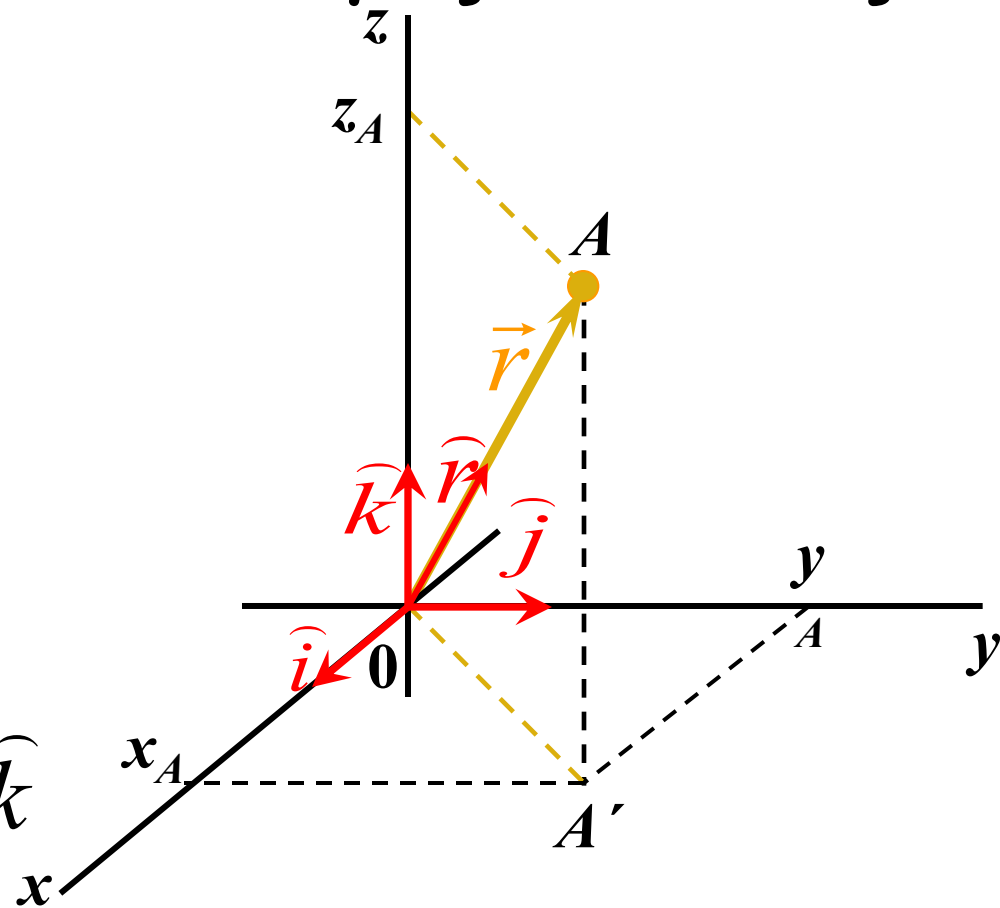
$$\vec{y}_A = y_A \hat{j}$$

$$\vec{z}_A = z_A \hat{k}$$

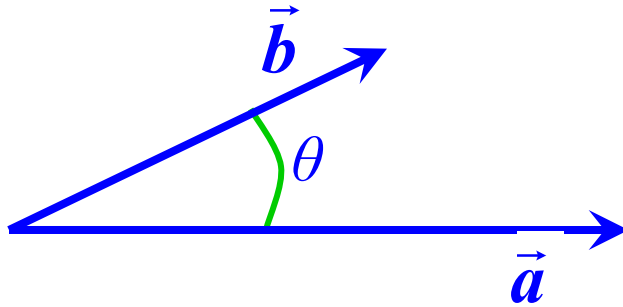
$$\vec{r} = x_A \hat{i} + y_A \hat{j} + z_A \hat{k}$$

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x_A^2 + y_A^2 + z_A^2}$$

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ



$$\vec{a} \cdot \vec{b} \equiv (\vec{a}, \vec{b}) = a b \cos \theta$$

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$$

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{i} = 0$$

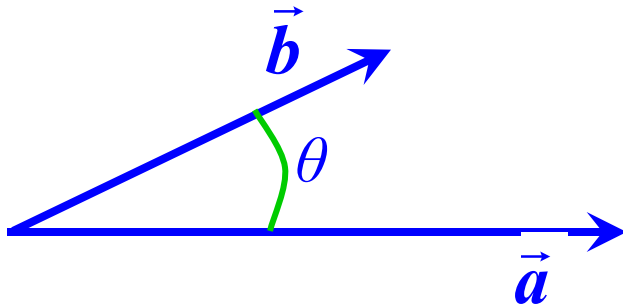
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$$

$$m(\vec{a} \cdot \vec{b}) \equiv (m\vec{a}) \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot (m\vec{b}) = (\vec{a} \cdot \vec{b})m$$

$$\vec{a} \cdot (\vec{b} \pm \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} \pm \vec{a} \cdot \vec{c}$$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ

$$\vec{a} \cdot \vec{b} \equiv (\vec{a}, \vec{b}) = a b \cos \theta$$

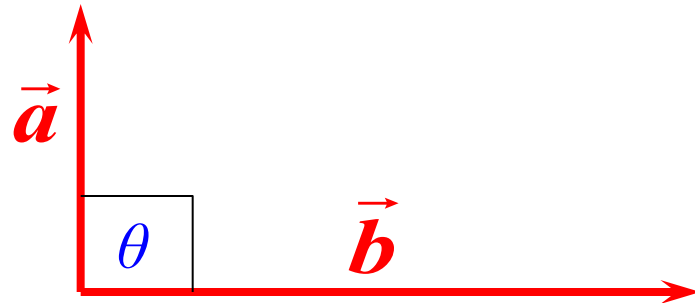


$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$\Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

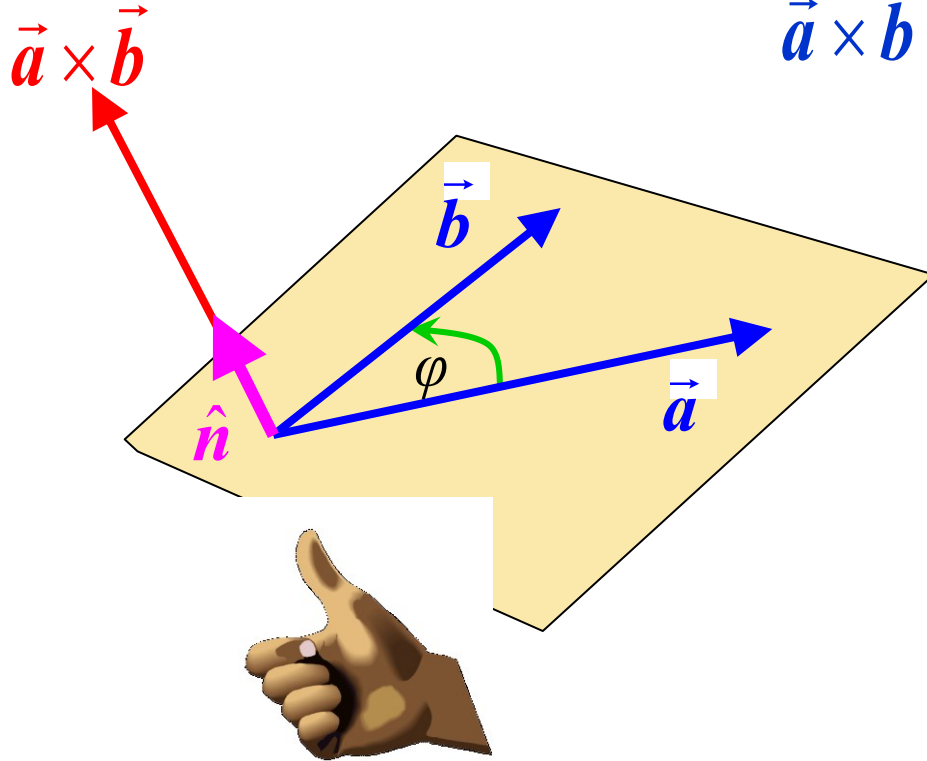
$$\vec{b} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}$$

Αν $\vec{a} \neq \mathbf{0}$ και $\vec{b} \neq \mathbf{0}$ και $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \Leftrightarrow \theta = 90^\circ$ και $\vec{a} \perp \vec{b}$



ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ

$$\vec{a} \times \vec{b} \equiv [\vec{a}, \vec{b}] = (a b \sin \varphi) \hat{n}$$



Μοναδιαίο \hat{n}

Προσδιορίζει τη διεύθυνση και τη φορά του εξωτερικού γινομένου

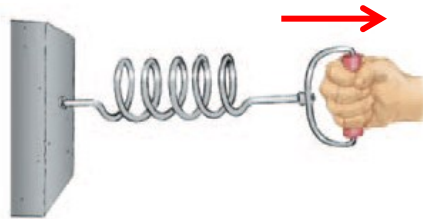
Προκύπτει με το κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία

Το εξωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων είναι διάνυσμα, κάθετο και στα δύο διανύσματα

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τι είναι δύναμη;

Ποσοτική αλληλεπίδραση δύο σωμάτων ή μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντος του



Διανυσματική ποσότητα!

- Κατεύθυνση & μέτρο
- Σημείο εφαρμογής
- Μονάδα: 1N

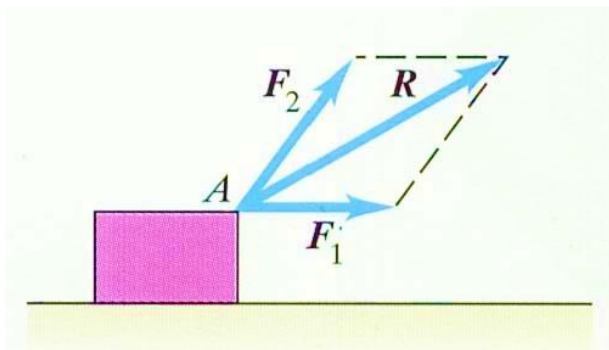
ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Επαλληλία δυνάμεων;

Όπως όλα τα διανύσματα!

Το άθροισμα δυνάμεων ονομάζεται συνισταμένη δύναμη

Προσοχή!!! Δυνάμεις αθροίζονται όταν ασκούνται στο ίδιο σημείο



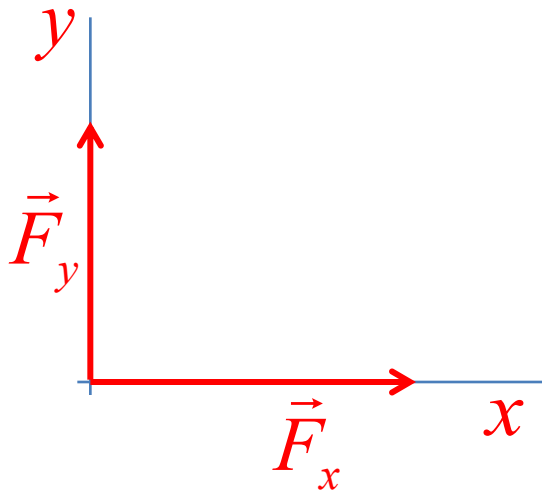
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{R}$$

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Ανάλυση δυνάμεων;

Όπως όλα τα διανύσματα!

Προσοχή!!! Δυνάμεις αναλύονται στο ίδιο σημείο



$$\vec{\mathbf{R}} = \vec{\mathbf{F}}_1 + \vec{\mathbf{F}}_2 + \dots + \vec{\mathbf{F}}_n$$


$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx}$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny}$$

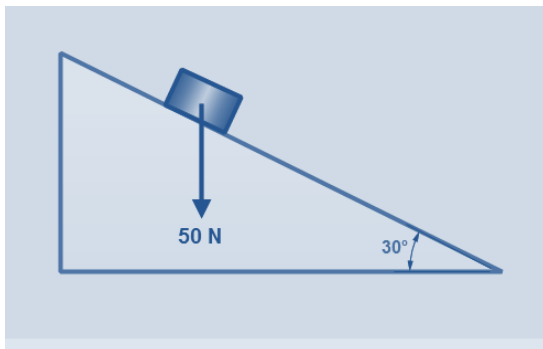
ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Το Βάρος

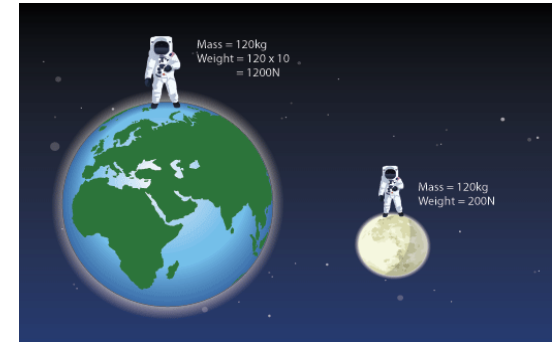

$$\vec{w} = -m g \hat{j}$$

ελκτική δύναμη που ασκεί ένας πλανήτης σε ένα σώμα



Η Γη είναι το αίτιο

δύναμη εξ αποστάσεως

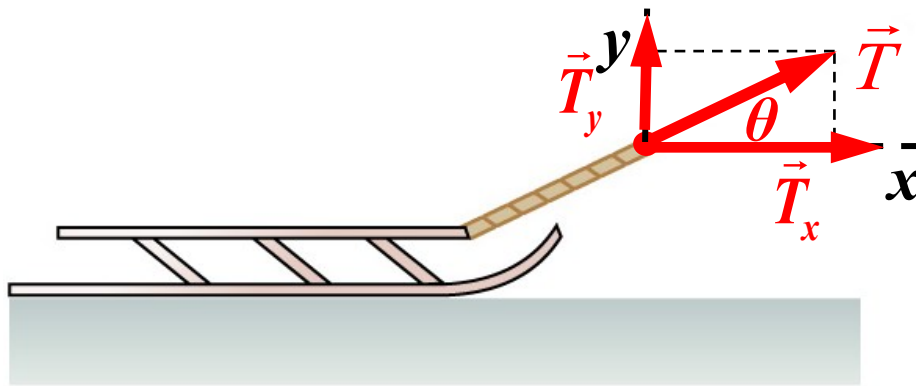


Η δύναμη του βάρους έλκει το σώμα κατακόρυφα προς το κέντρο της Γης

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Δύναμη τάσης



$$T_y = T \sin \theta$$

$$T_x = T \cos \theta$$

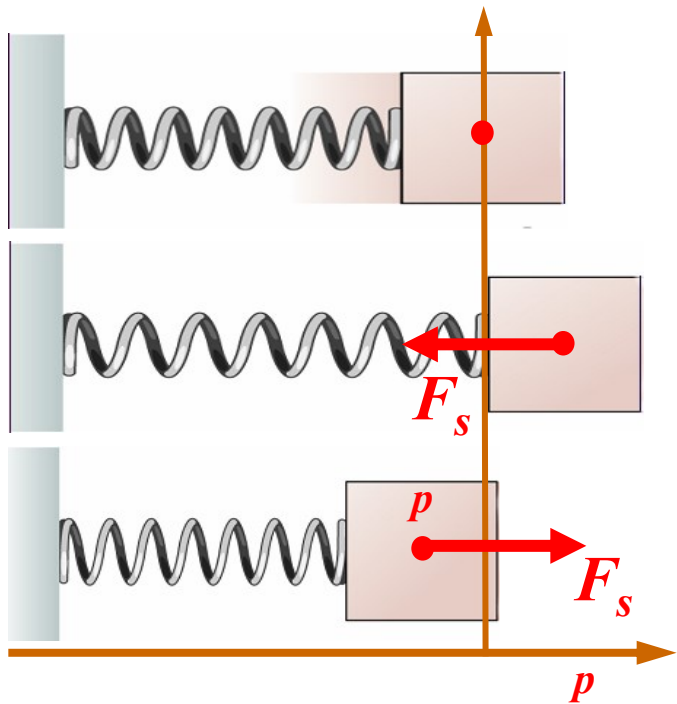
$$\vec{T} = T_x \hat{i} + T_y \hat{j}$$

Η δύναμη του σκοινιού (η δύναμη τάσης) είναι μια έλξη κατά μήκος του σκοινιού

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Δύναμη του ελατηρίου



Το ελατήριο είναι στη θέση ισοροπίας

$$F_{sp} = 0$$

Το τεντωμένο ελατήριο έλκει το αντικείμενο

$$F_{sp} < 0$$
$$x > 0$$

Το συμπιεσμένο ελατήριο σπρώχνει το αντικείμενο

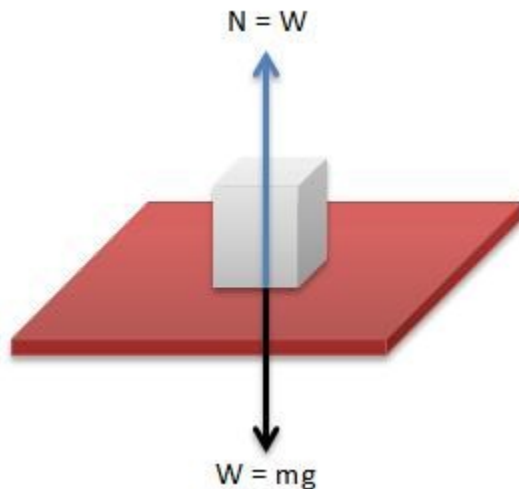
$$F_{sp} > 0$$
$$x < 0$$

$$F_{sp} = -kx$$

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Δύναμη επιφάνειας επαφής - Κάθετη δύναμη



Εμφανίζεται όταν δυο σώματα βρεθούν σε άμεση επαφή

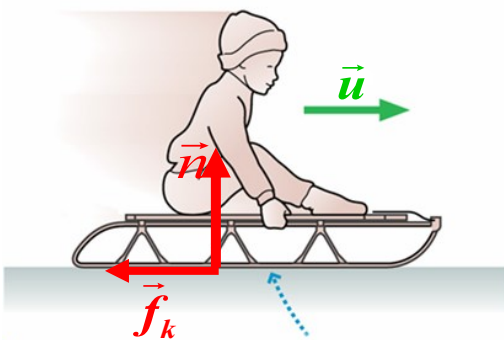
Είναι πάντα κάθετη στο επίπεδο του αντικειμένου

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Δύναμη επιφάνειας επαφής - Τριβή

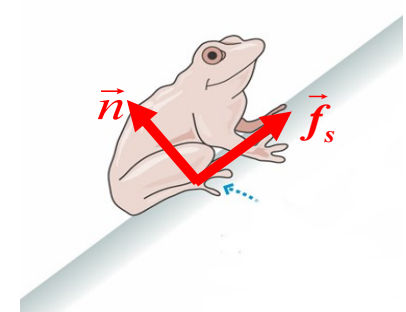
κινητική τριβή



αντιστέκεται στην ολίσθηση του αντικειμένου

$$f_k = \mu_k n$$

στατική τριβή



δεν επιτρέπει την ολίσθηση του αντικειμένου

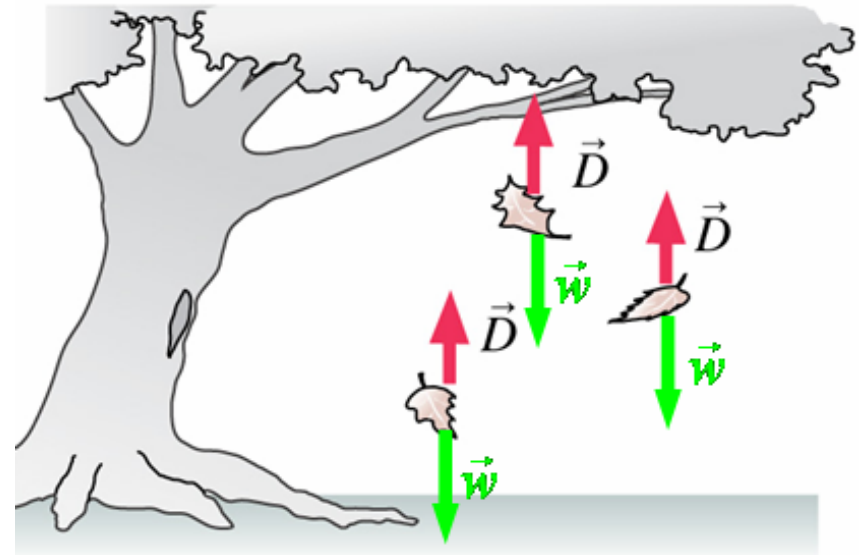
$$f_s \leq \mu_s n$$

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Τύποι δυνάμεων

Οπισθέλκουσα δύναμη – Δύναμη αντίστασης του αέρα

- Η οπισθέλκουσα δύναμη συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο κινείται μέσα σε ένα ρευστό.
- Η φορά της είναι αντίθετη της φοράς της κίνησης
- Στις περισσότερες περιπτώσεις θεωρείται αμελητέα



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Οι νόμοι του Νεύτωνα δεν είναι αποτέλεσμα μαθηματικών αποδείξεων, αλλά είναι μάλλον μια σύνθεση όλων που έμαθαν οι φυσικοί από ένα πλήθος πειραμάτων για το πώς κινούνται τα αντικείμενα. Αυτοί οι νόμοι είναι πραγματικά θεμελιώδεις διότι δεν συνάγονται και δεν αποδεικνύονται από άλλες αρχές. Η μεγάλη σημασία των νόμων του Νεύτωνα είναι ότι κάνουν δυνατή την κατανόηση των περισσότερων γνωστών ειδών κίνησης· είναι τα θεμέλια της κλασικής Μηχανικής (λέγεται και Νευτώνεια Μηχανική).

Οι νόμοι του Νεύτωνα ωστόσο δεν έχουν καθολική ισχύ. Σε δύο περιπτώσεις χρειάζονται τροποποιήσεις για να εφαρμοστούν:

Όταν η ταχύτητα του αντικειμένου πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός στο κενό ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Σε αυτήν την περίπτωση η τροποποίηση επέρχεται από την ειδική θεωρία της σχετικότητας του Einstein (1905)

Όταν το αντικείμενο είναι πολύ μικρό (π.χ. ηλεκτρόνιο, άτομο...). Σε αυτήν την περίπτωση η συμπεριφορά του αντικειμένου περιγράφεται από την θεωρία της κβαντομηχανικής

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

1ος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

$$\vec{\mathbf{F}}_1 + \vec{\mathbf{F}}_2 + \dots + \vec{\mathbf{F}}_n = \vec{\mathbf{0}}$$

Κάθε σώμα πάνω στο οποίο η συνολική δύναμη που ασκείται είναι μηδενική, κινείται με σταθερή διανυσματική ταχύτητα (η οποία μπορεί να είναι και μηδενική) και με μηδενική επιτάχυνση

$$\vec{\Sigma \mathbf{F}} = \vec{\mathbf{F}}_1 + \vec{\mathbf{F}}_2 + \dots + \vec{\mathbf{F}}_n = \vec{\mathbf{0}}$$

Σώμα σε ισορροπία!!!

Τάση των σωμάτων να διατηρήσουν την υφιστάμενη κινητική τους κατάσταση!

Ένας άλλος τρόπος ορισμού της αρχής αδρανείας

NΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

1ος Νόμος Κίνησης του Νεύτωνα

Αδρανειακό συστήματα αναφοράς:

- Ο 1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα δεν εφαρμόζεται σε όλα τα συστήματα αναφοράς, π.χ. όταν το σύστημα αναφοράς περιστρέφεται ή επιταχύνει.
- Ένα αδρανειακό σύστημα αναφοράς είναι αυτό στο οποίο ο 1^{ος} νόμος του Νεύτωνα ισχύει. Έτσι αποκλείονται συστήματα που περιστρέφονται ή επιταχύνονται.
- Πως αναγνωρίζουμε ένα τέτοιο αδρανειακό σύστημα αναφοράς; Ελέγχουμε εάν ισχύει ο 1^{ος} Νόμος!

NΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Η μάζα

Η Μάζα είναι μονάδα μέτρησης της αδράνειας ενός αντικειμένου που εκφράζει την «ποσότητα» του αντικειμένου.

Σχετίζει την συνισταμένη δύναμη F που ασκείται σε ένα σώμα και την επιτάχυνση a που του προσδίδεται λόγω της F

Στο σύστημα SI, η μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμα (kg).

Η Μάζα δεν είναι Βάρος.

Η Μάζα είναι ιδιότητα του αντικειμένου. Το Βάρος είναι η δύναμη που ασκείται πάνω στο αντικείμενο λόγω βαρύτητας.

Στο Φεγγάρι όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $1/6 g$, η μάζα παραμένει ίδια αλλά το βάρος μας μειώνεται κατά $1/6$ σε σχέση με τη Γη.

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

2ος Νόμος του Νεύτωνα

Αν η συνολική δύναμη δεν είναι μηδενική, το σώμα επιταχύνεται με επιτάχυνση ανάλογη με τη δύναμη και η αναλογία αυτή είναι σταθερή για κάθε σώμα

$$F / a = \text{σταθ.}$$

Η σταθερή αναλογία ονομάζεται μάζα αδράνειας, m

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

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Σχέση 1ου & 2ου Νόμου του Νεύτωνα

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

$$\text{Αν } \vec{F} = 0 \text{ τότε } \vec{F} = m\vec{a} = 0 \Rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{v} = \vec{\text{σταθ.}}$$

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

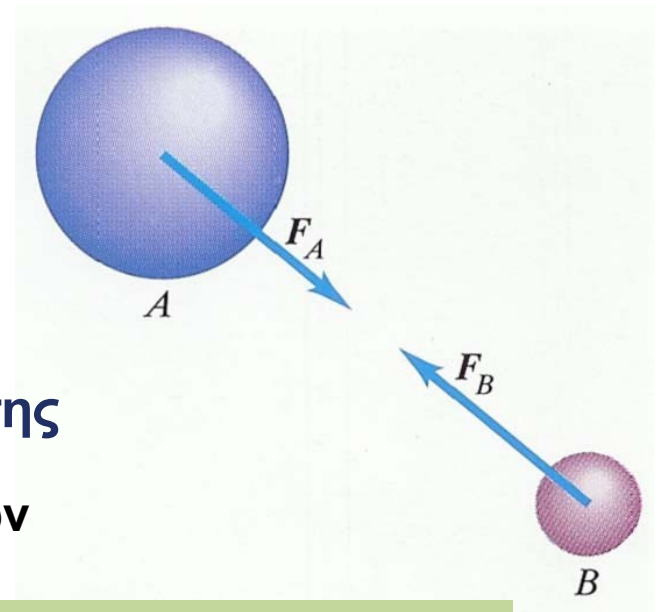
3ος Νόμος του Νεύτωνα

Αν ένα σώμα A ασκεί σε ένα σώμα B μία δύναμη, τότε το σώμα B ασκεί στο σώμα A δύναμη (ίδιου τύπου) ίση σε μέτρο και με αντίθετη κατεύθυνση.

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B$$

Ζεύγος δράσης- αντίδρασης

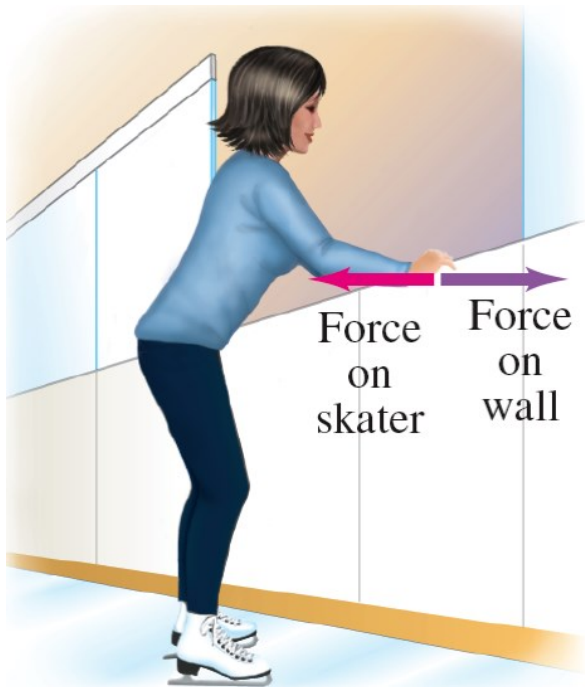
Αρχή διατήρησης δυνάμεων



ΠΡΟΣΟΧΗ!!! Οι δυνάμεις ασκούνται σε ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

3ος Νόμος του Νεύτωνα

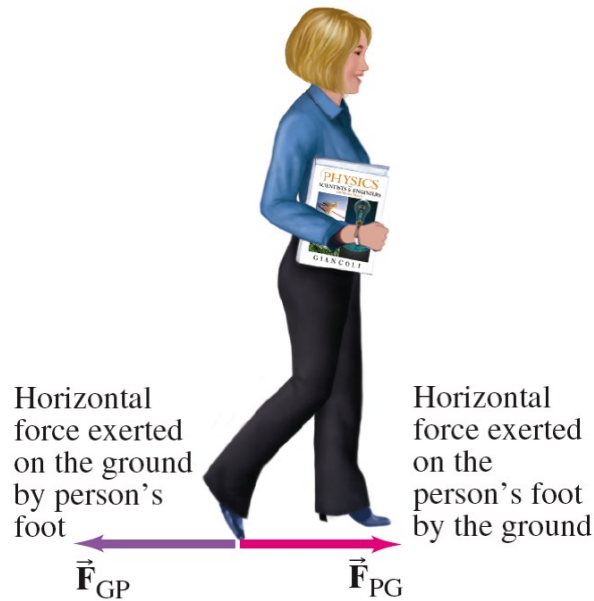


Η εφαρμογή του 3ου Νόμου έγκειται στο γεγονός ότι οι δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά αντικείμενα.

Σιγουρευτείτε πάντα ότι δεν εφαρμόζετε τις δυνάμεις στο ίδιο αντικείμενο

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

3ος Νόμος του Νεύτωνα Συμβολισμοί



Συμβολισμοί: Ο πρώτος δείκτης δηλώνει το αντικείμενο πάνω στο οποίο ασκείται η δύναμη (θύμα) και ο δεύτερος δείκτης την πηγή (θύτης)

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Βάρος - Η δύναμη της βαρύτητας και η κάθετη δύναμη

Βάρος είναι η δύναμη που ασκείται πάνω σε ένα αντικείμενο λόγω βαρύτητας. Κοντά στην επιφάνεια της γης η βαρυτική δύναμη είναι σχεδόν σταθερή. Για μάζα m το βάρος είναι:

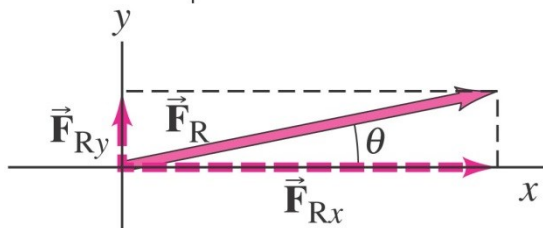
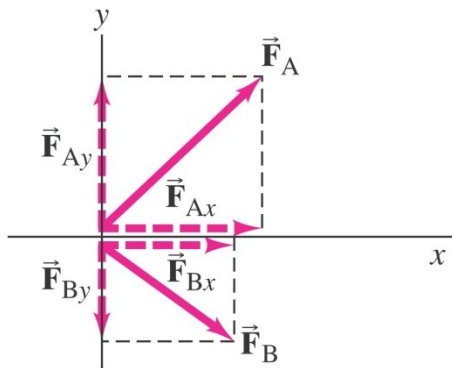
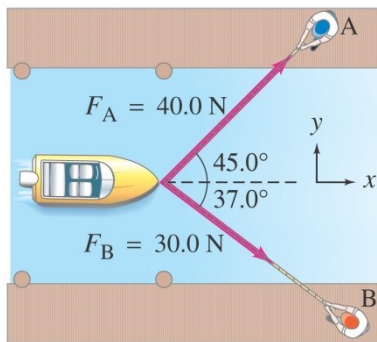
$$\vec{F}_G = m\vec{g},$$

όπου

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2.$$

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Διαγράμματα Ελευθερωμένου Σώματος



1. Κάντε ένα σχέδιο
2. Για κάθε αντικείμενο σχεδιάστε ένα διάγραμμα που να δείχνει όλες τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του. Τα μέτρα και η διευθύνσεις των δυνάμεων να είναι ακριβής. Ονομάστε **κάθε δύναμη**. Εάν υπάρχουν περισσότερα του ενός αντικείμενα κάντε ξεχωριστά διαγράμματα για κάθε αντικείμενο
3. **Αναλύστε τα διανύσματα σε συνιστώσες**
4. Εφαρμόστε το 2^ο νόμο σε κάθε συνιστώσα
5. **Λύστε την άσκηση**

NOMOI ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Διαγράμματα Ελευθερωμένου Σώματος

Το «μπαλάκι» του χόκεϋ επί πάγου γλιστράει πάνω σε οριζόντια επιφάνεια πάγου με σταθερή ταχύτητα, άνευ τριβής. Ποια από τα διαγράμματα ελεύθερου σώματος απεικονίζουν την κίνηση που περιγράψαμε; Ποιο διάγραμμα θα απεικόνιζε τη σωστή κίνηση εάν το μπαλάκι επιβράδυνε;

