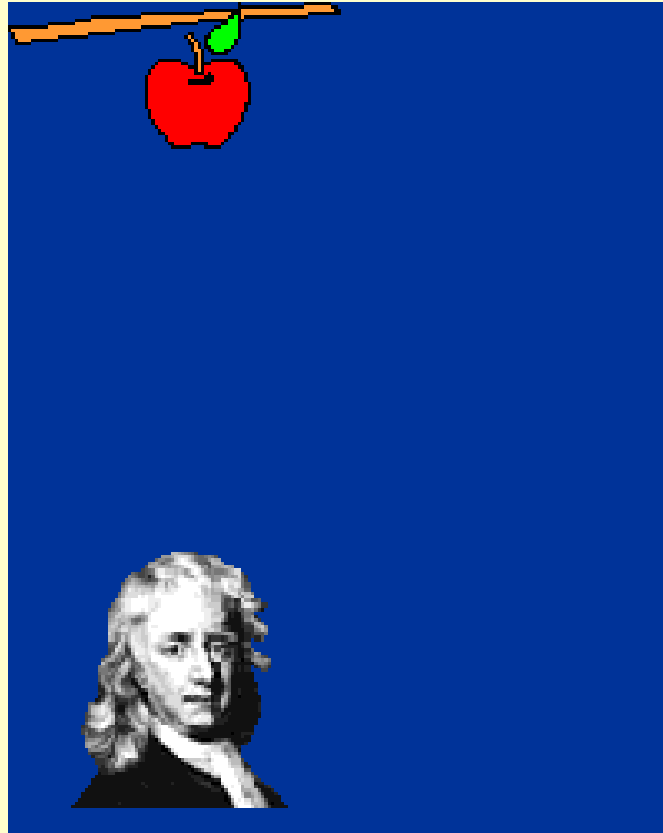


# Οι νόμοι του Newton (Νεύτωνα)



*Μερικές από τις διαφάνειες αυτής της ενότητας είναι από δουλειά του Φυσικού Ανδρέα Ι. Κασσέτα.*

Κίνηση

Δυνάμεις

Δυναμική

Στη **ΔΥΝΑΜΙΚΗ** μελετάμε την σχέση που έχει η **δύναμη** με την **κίνηση**.



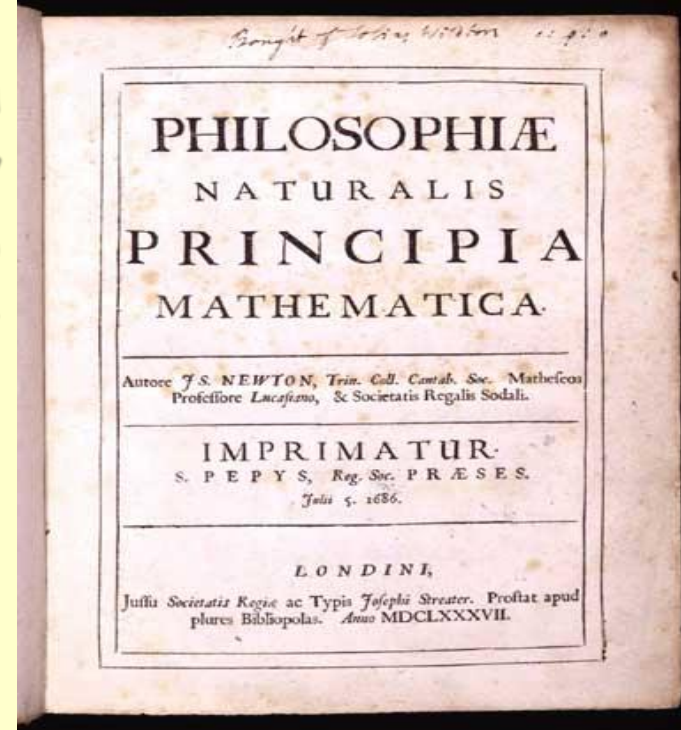
Sir Isaac Newton  
(1643 - 1727)

Το 1686 ο Isaac Newton σε ηλικία 43 ετών δημοσίευσε το έργο στο οποίο διατύπωσε τους 3 νόμους της Μηχανικής, που έχουν το όνομά του.

Οι νόμοι αυτοί συσχετίζουν την **δύναμη** με την **κίνηση**, την **αιτία** με το **αποτέλεσμα**.

( **αίτιο - αιτιατό** )

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ο Einstein ήταν αυτός που ανέτρεψε την καθολική ισχύ τους.



Μαθηματικές Αρχές της  
Φυσικής Φιλοσοφίας  
(1686)



# Οι τρεις Νόμοι της Κίνησης

ο Πρώτος  
Νόμος  
της Κίνησης

ή

Νόμος της  
Αδράνειας

ο Δεύτερος  
Νόμος  
της Κίνησης

ή

Θεμελιώδης  
Νόμος της  
Μηχανικής

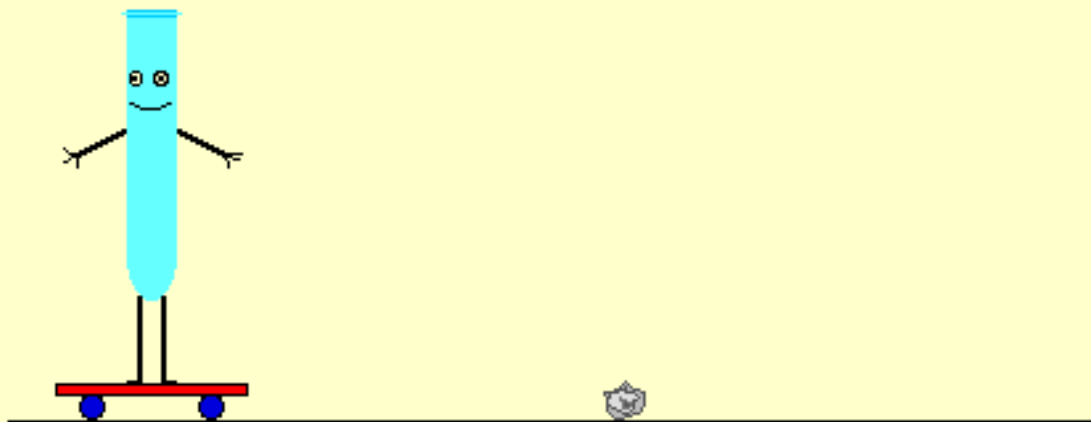
ο Τρίτος  
Νόμος  
της Κίνησης

ή

Νόμος Δράσης  
- Αντίδρασης



# Ο Πρώτος Νόμος της Κίνησης (Νόμος της αδράνειας)



Τι συμβαίνει σε ένα  
σώμα εφόσον σ'  
αυτό δεν ασκούνται  
δυνάμεις;

Ή αν ασκούνται,  
να έχουν  
συνισταμένη μηδέν;

Μα, τότε το  
σώμα θα είναι  
ακίνητο!



Όχι ακριβώς. Το σώμα  
όμως διατηρεί την  
κινητική του κατάσταση.



Γιατί, αυτή η απάντηση  
έχει **διπλή σημασία**.

Γιατί είναι τόσο  
σημαντικό αυτό;

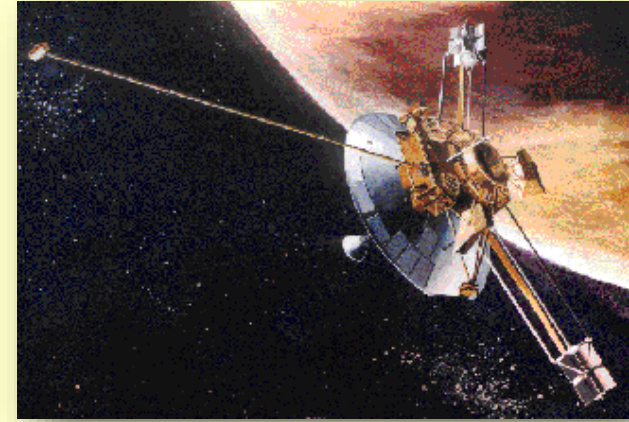


α) Αν το σώμα είναι ακίνητο, θα συνεχίσει να παραμένει ακίνητο, για όσο χρόνο η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν στο σώμα είναι μηδέν.

β) Αν το σώμα κινείται με κάποια ταχύτητα, θα συνεχίσει να κινείται με αυτή την ταχύτητα, δηλαδή θα κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, για όσο χρόνο η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν στο σώμα είναι μηδέν.



Μπορεί να συμβαίνει κάτι τέτοιο;

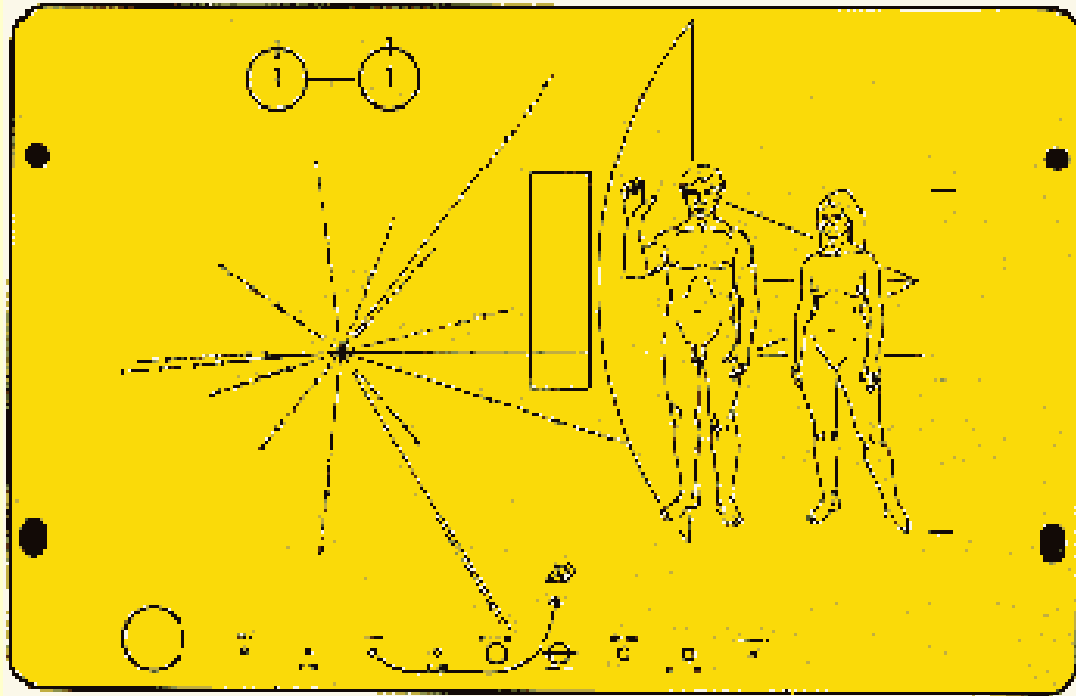


*Pioneer 10*

Το διαστημόπλοιο **Pioneer-10** ξεκίνησε στις 2 Μαρτίου 1972 και αφού πέρασε από όλους σχεδόν τους πλανήτες στέλνοντας πολύτιμα στοιχεία, βγήκε από το ηλιακό μας σύστημα και τώρα κατευθύνεται προς το άστρο Ross248 του αστερισμού του Ταύρου όπου θα φτάσει μετά από ταξίδι 30.611 ετών.

Η NASA ανήγγειλε ότι έλαβε το τελευταίο σήμα του Pioneer-10 στις 22 Ιανουαρίου 2003.

Σχεδιάστηκε για ένα ταξίδι 21 μηνών, που τελικά ξεπέρασε σίγουρα τα 30 χρόνια.



Το διαστημόπλοιο Pioneer10 μεταφέρει μια πλάκα σχεδιασμένη από τον [Carl Sagan](#), στην οποία σημειώνονται συμβολικά τα στοιχεία του ηλιακού συστήματος, η θέση της Γης και η μορφή των κατοίκων της.

Και όμως, οι φίλοι μου  
νομίζουν ότι για να  
κινείται ένα σώμα πρέπει  
οπωσδήποτε να δρα επάνω  
του κάποια δύναμη!



Καιρός ν'  
αλλάξουμε άποψη!



# Σημαντικά σημεία του Πρώτου Νόμου της κίνησης.

1. Εισάγει την έννοια της **αδράνειας**, την οποία θεωρεί **θεμελιακή ιδιότητα της ύλης**.

2. Εισάγει μια **ισοδυναμία** στην **κατάσταση «ακινησίας»** και στην **κατάσταση «ευθύγραμμης ομαλής κίνησης»** (κατάσταση ισορροπίας).

3. Η ισχύς του νόμου επεκτείνεται και στα ουράνια σώματα, δηλαδή είναι ένας **παγκόσμιος νόμος**.

Τι είναι η  
**αδράνεια**;

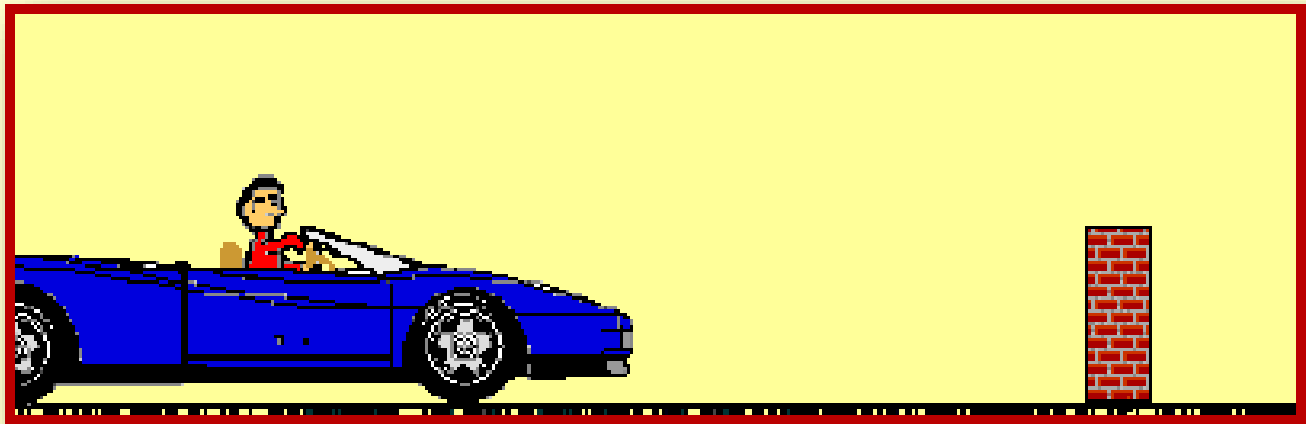


**Αδράνεια** είναι η **ιδιότητα**  
που έχουν τα σώματα να  
αντιστέκονται σε κάθε  
προσπάθεια για αλλαγή της  
κινητικής τους κατάστασης.



# Εικόνες και animations σχετικά με την αδράνεια των σωμάτων.





# Η χρήση της ζώνης στο αυτοκίνητο είναι πολύ σημαντική!

Δείτε σχετικό [video](#)

7 απλά πειράματα για την αδράνεια.

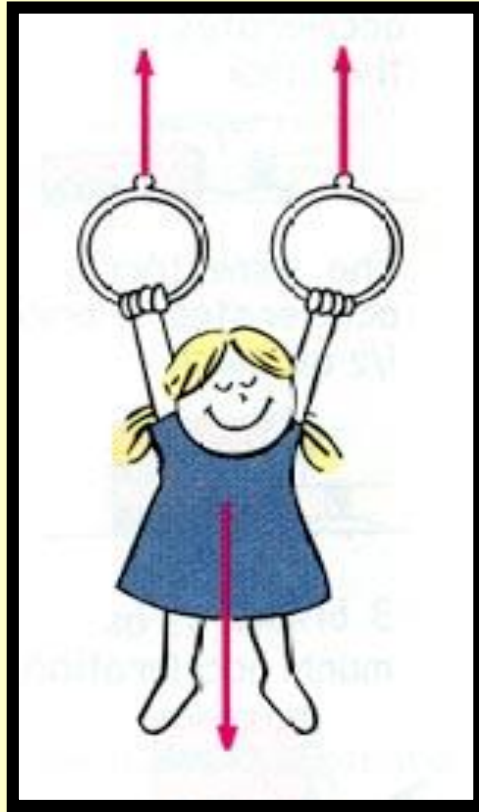
Δείτε σχετικό [video](#)

Το πρόγραμμα pioneer.

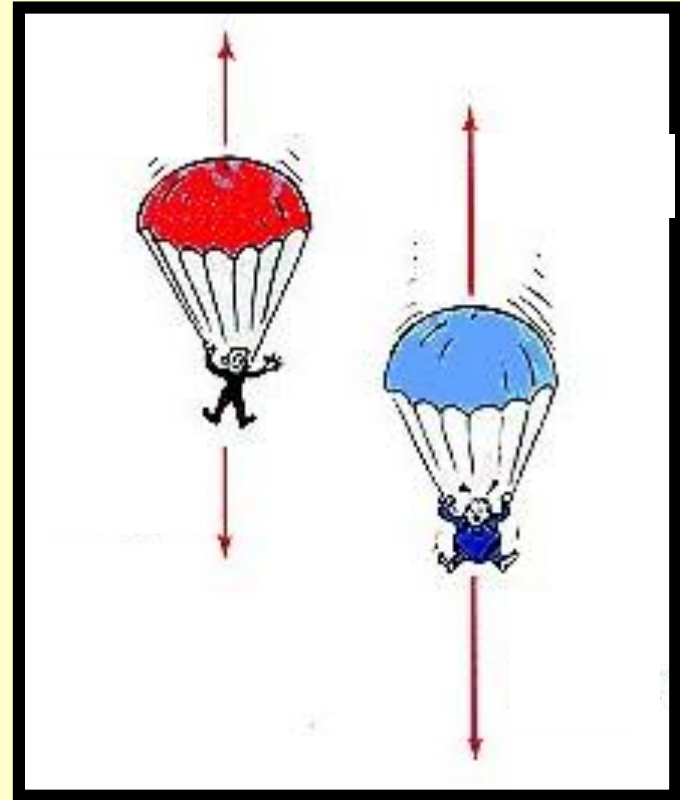
Δείτε σχετικό [video](#)



# Κατάσταση ισορροπίας



Κατά την ακινησία  
 $\vec{\Sigma F} = 0$



Κατά την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση  
 $\vec{\Sigma F} = 0$

Ικανή και αναγκαία συνθήκη για να ισορροπεί  
ένα σημειακό αντικείμενο είναι

$$\sum \vec{F}_x = 0$$

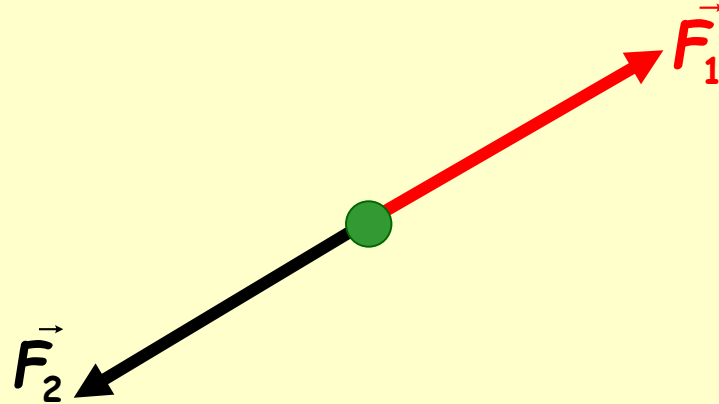
αν η «κίνηση» γίνεται στον άξονα  $x'x$

ή

$$\sum \vec{F}_y = 0$$

αν η «κίνηση» γίνεται στον άξονα  $y'y$

# Ισορροπία υλικού σημείου με την επίδραση δύο δυνάμεων.



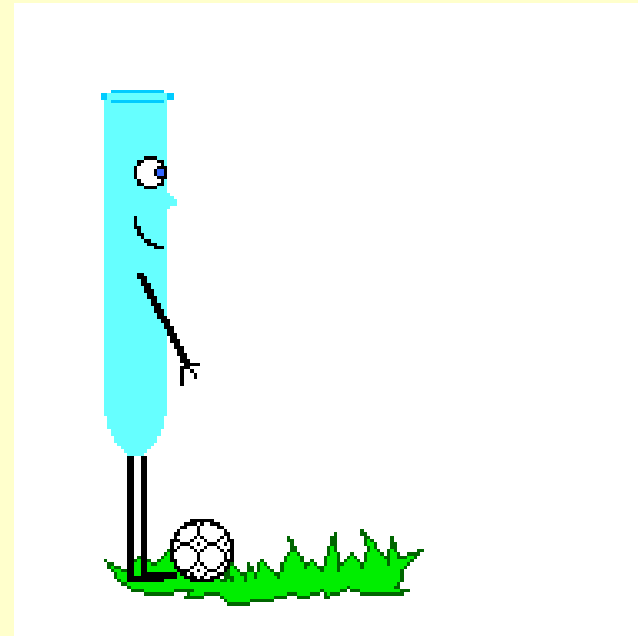
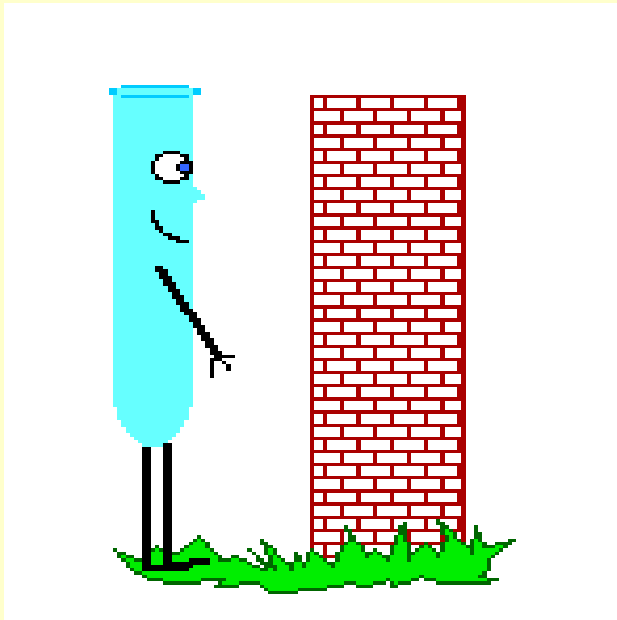
$$\Sigma \vec{F} = 0$$

$$F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2$$

Οι δύο δυνάμεις πρέπει να είναι αντίθετες  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ .



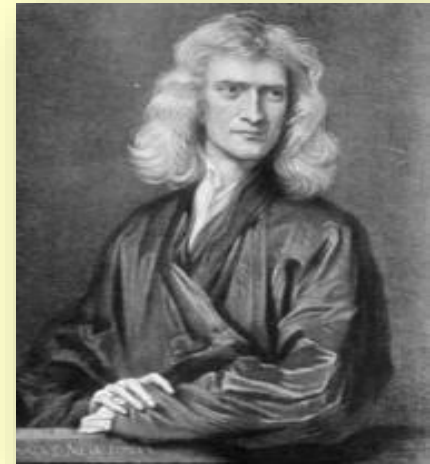
# Ο Δεύτερος Νόμος της Κίνησης (Θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής)



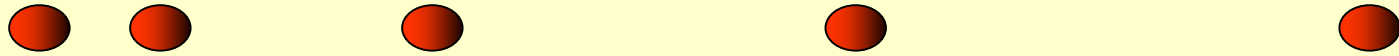
Τι συμβαίνει σε ένα  
σώμα, εφόσον η  
συνισταμένη δύναμη  
που του ασκείται  
δεν είναι μηδέν;



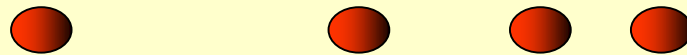
**Μεταβάλλεται η  
κινητική του  
κατάσταση.**



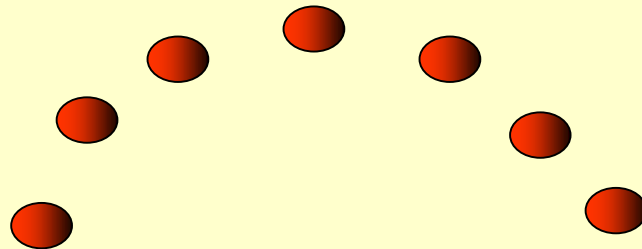
Το σώμα κινείται πιο γρήγορα,



πιο αργά,



ή στρίβει



δηλαδή, **ΤΟ ΣΩΜΑ ΑΠΟΚΤΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ.**

Από τι  
εξαρτάται η  
επιτάχυνση;

Η επιτάχυνση εξαρτάται  
ισοδύναμα και από τη **ΔΥΝΑΜΗ**  
(συνισταμένη) που δρα στο σώμα  
και από τη **ΜΑΖΑ** του σώματος.





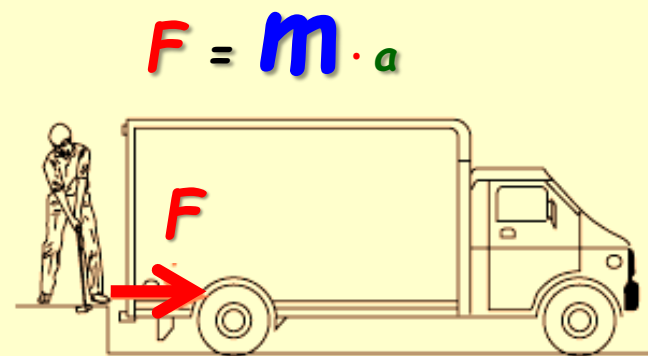
# Θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} \Rightarrow \Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Αιτία ( $\Sigma \vec{F}$ )  $\rightarrow$  Αποτέλεσμα ( $\vec{a}$ )



$$F = m \cdot a$$



Η ίδια δύναμη εφαρμοζόμενη σε μια μεγαλύτερη μάζα παράγει μια μικρότερη επιτάχυνση.



# Μονάδα μέτρησης της δύναμης στο SI

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



$$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot 1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Κάθε δύναμη στο σύστημα μονάδων SI μετριέται με

**Newton ( N )**

# Διερεύνηση του 2<sup>ου</sup> νόμου του Newton

**A.** Η **συνισταμένη** των **δυνάμεων** που δρουν στο σώμα είναι **μηδέν** ( $\Sigma \vec{F} = 0$ ). Τότε:

$$\left. \begin{array}{l} m \cdot \vec{a} = 0 \\ m \neq 0 \end{array} \right\} \vec{a} = 0 \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = 0 \\ \text{Όμως } \Delta t \neq 0 \end{array} \right\} \Delta \vec{v} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \vec{v}_{\text{τελ}} - \vec{v}_{\text{αρχ}} = 0 \rightarrow \vec{v}_{\text{τελ}} = \vec{v}_{\text{αρχ}}$$

Συνεπώς:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{αν το σώμα είναι ακίνητο } (\vec{v}_{\text{αρχ}} = 0), \text{ θα παραμείνει } \textbf{ακίνητο}. \\ \text{αν το σώμα κινείται } (\vec{v}_{\text{αρχ}} \neq 0), \text{ θα συνεχίσει να κινείται} \\ \text{με την ίδια ταχύτητα (θα κάνει } \textbf{ευθύγραμμη ομαλή κίνηση}). \end{array} \right.$

**B.** Η **συνισταμένη** των **δυνάμεων** που δρουν στο σώμα είναι **σταθερή** και **διάφορη** του **μηδενός** ( $\Sigma \vec{F} \neq 0$ ).

Τότε:

$$\left. \begin{array}{l} m \cdot \vec{a} = \text{σταθερό} \\ m = \text{σταθερή} \end{array} \right\} \vec{a} = \text{σταθερή}$$

Συνεπώς, το σώμα έχει σταθερή επιτάχυνση  $\vec{a}$  και η κίνησή του είναι **ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη**.

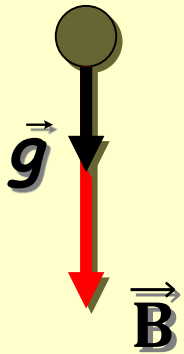
Δηλαδή, κάθε δύναμη που δρα σ' ένα σώμα είναι ίση με το γινόμενο της μάζας του επί την επιτάχυνσή του!



**ΠΡΟΣΟΧΗ!** Δεν είναι έτσι. Στη σχέση  $\Sigma F = m \cdot a$ , η  $\Sigma F$  είναι η **ΣΥΝΙΣΤΑΜΕΝΗ** δύναμη.



# Το βάρος και η μάζα ενός σώματος



Το **βάρος**  $\vec{B}$  ενός σώματος είναι η **ελκτική δύναμη** που ασκεί η μάζα της γης στη μάζα του σώματος.

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

Η επιτάχυνση  $a$  που έχει το σώμα **συμπίπτει** με την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ .

$$\text{Έτσι, } \vec{B} = m \cdot \vec{g}$$

Η επιτάχυνση  $g$  έχει μέτρο από  $9,78 \frac{m}{s^2}$  (στον ισημερινό) μέχρι  $9,83 \frac{m}{s^2}$  (στους πόλους). Στη Λεμεσό  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ .

**Μάζα 1 kg έχει βάρος**

- στη **Λεμεσό**  $B_{\lambda} = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 9,81 \text{ N}$ ,
- στον **βόρειο πόλο**  $B_{\pi} = 1 \text{ kg} \cdot 9,83 \frac{m}{s^2} = 9,83 \text{ N}$ .

## Το **βάρος** ενός σώματος

- ✓ **μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο στην επιφάνεια της γης,**
- ✓ **μειώνεται με το υψόμετρο από την επιφάνεια της γης.**

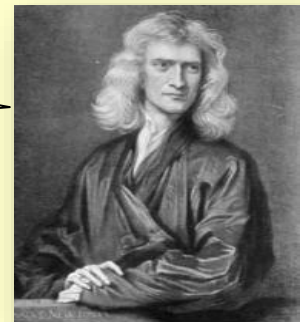


Αν τα δύο άτομα είναι ακίνητα, σε ποιο από τα δύο πρέπει ν' ασκήσουμε μεγαλύτερη δύναμη για ν' αποκτήσουν την ίδια επιτάχυνση;



Η απάντηση έχει σχέση με την αδράνεια κάθε σώματος. Όσο **μεγαλύτερη ΜΑΖΑ** έχει ένα σώμα, τόσο **μεγαλύτερη ΑΔΡΑΝΕΙΑ** παρουσιάζει.

Η **αδρανειακή μάζα** του σώματος ( $m = \frac{\Sigma F}{\alpha}$ ) που υπολογίζεται με τη μέτρηση της επιτάχυνσης, αποτελεί **μέτρο της αδράνειας του σώματος**.



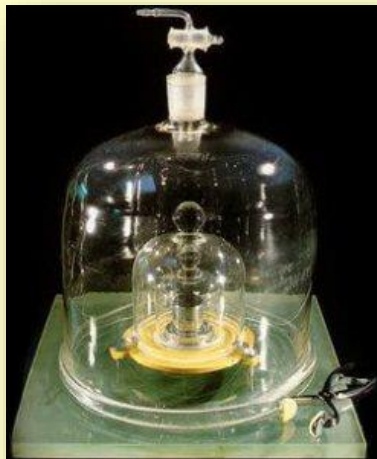


Υπάρχει κι  
άλλη μάζα:

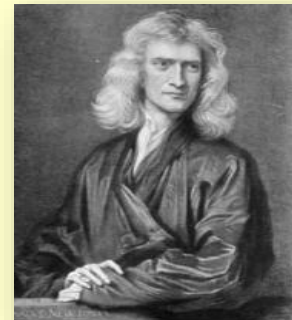
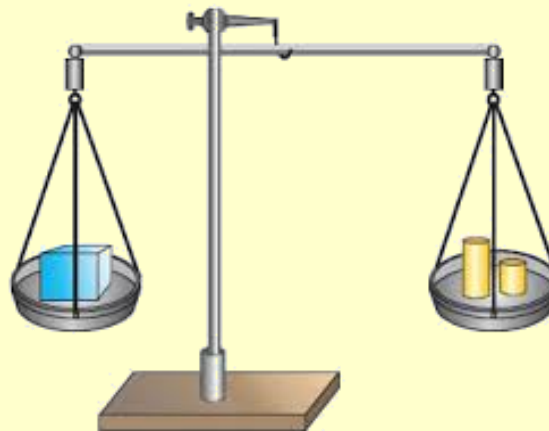


Υπάρχει και η **βαρυτική μάζα**.  
Αυτή μετριέται με το ζυγό  
(χωρίς τη χρήση επιτάχυνσης),  
αν συγκρίνουμε σ' έναν τόπο το  
βάρος  $B_x$  αυτής της μάζας με το  
βάρος  $B_\pi$  μιας πρότυπης μάζας.

$$\frac{B_x}{B_\pi} = \frac{m_x \cdot g}{m_\pi \cdot g} \longrightarrow m_x = m_\pi \cdot \frac{B_x}{B_\pi}$$



Το πρότυπο 1 kg μάζας



**Πειραματικά έχει αποδειχτεί ότι η αδρανειακή και η βαρυτική μάζα ενός σώματος συμπίπτουν.**

Στην περίπτωση που η ταχύτητα κίνησης ενός σώματος πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός, τότε η αδρανειακή μάζα του σώματος αυξάνεται.

(Θεωρία σχετικότητας του Einstein)

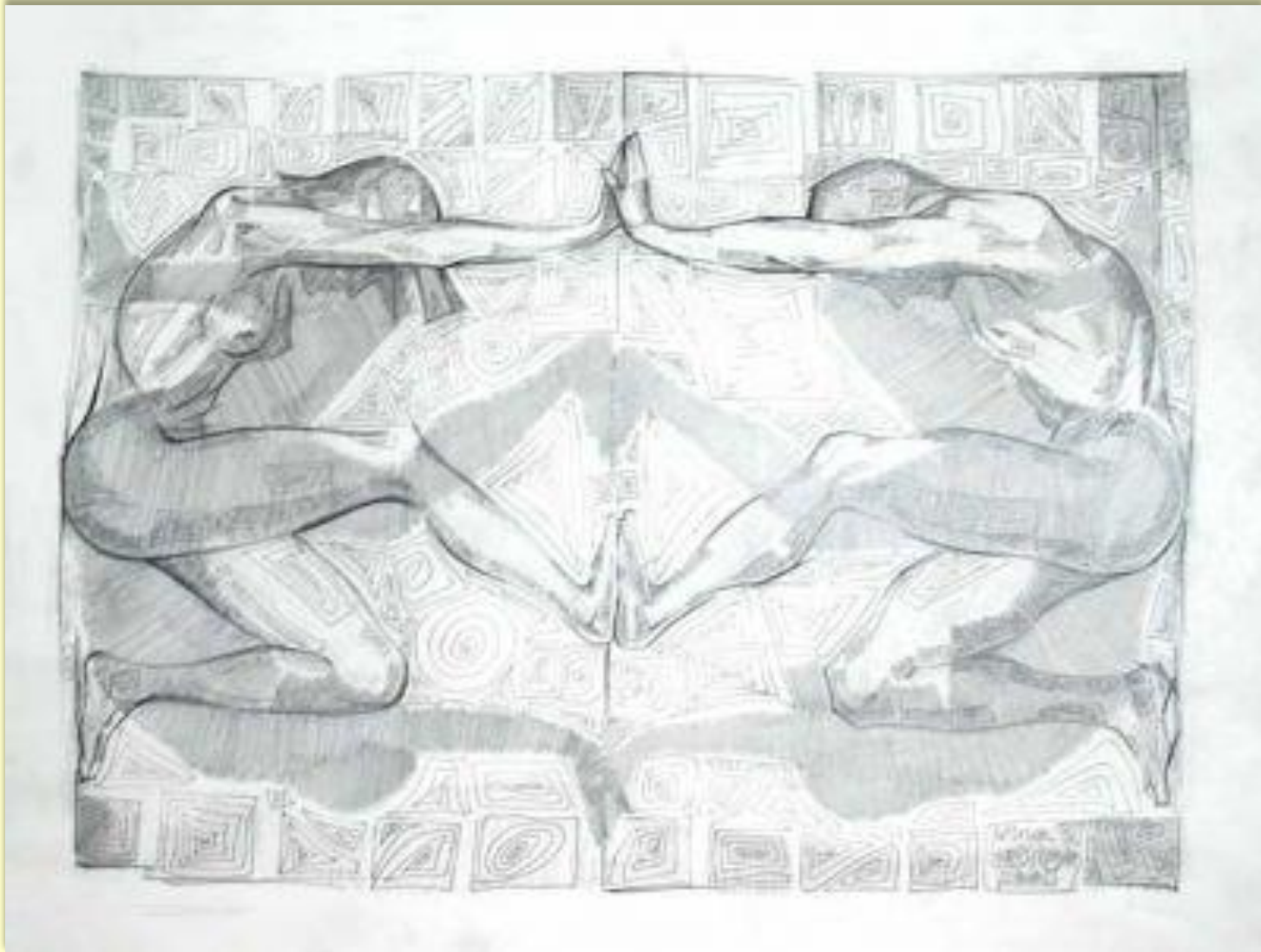
Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη να δράσει στο σώμα για να αποκτήσει την ίδια επιτάχυνση.

# Μερικά πειράματα για το 2<sup>ο</sup> νόμο του Newton.

Δείτε το [video](#)

(Το παραπάνω video είναι τμήμα ενός άλλου video που βρίσκεται [εδώ](#))

# ο Τρίτος Νόμος της Κίνησης





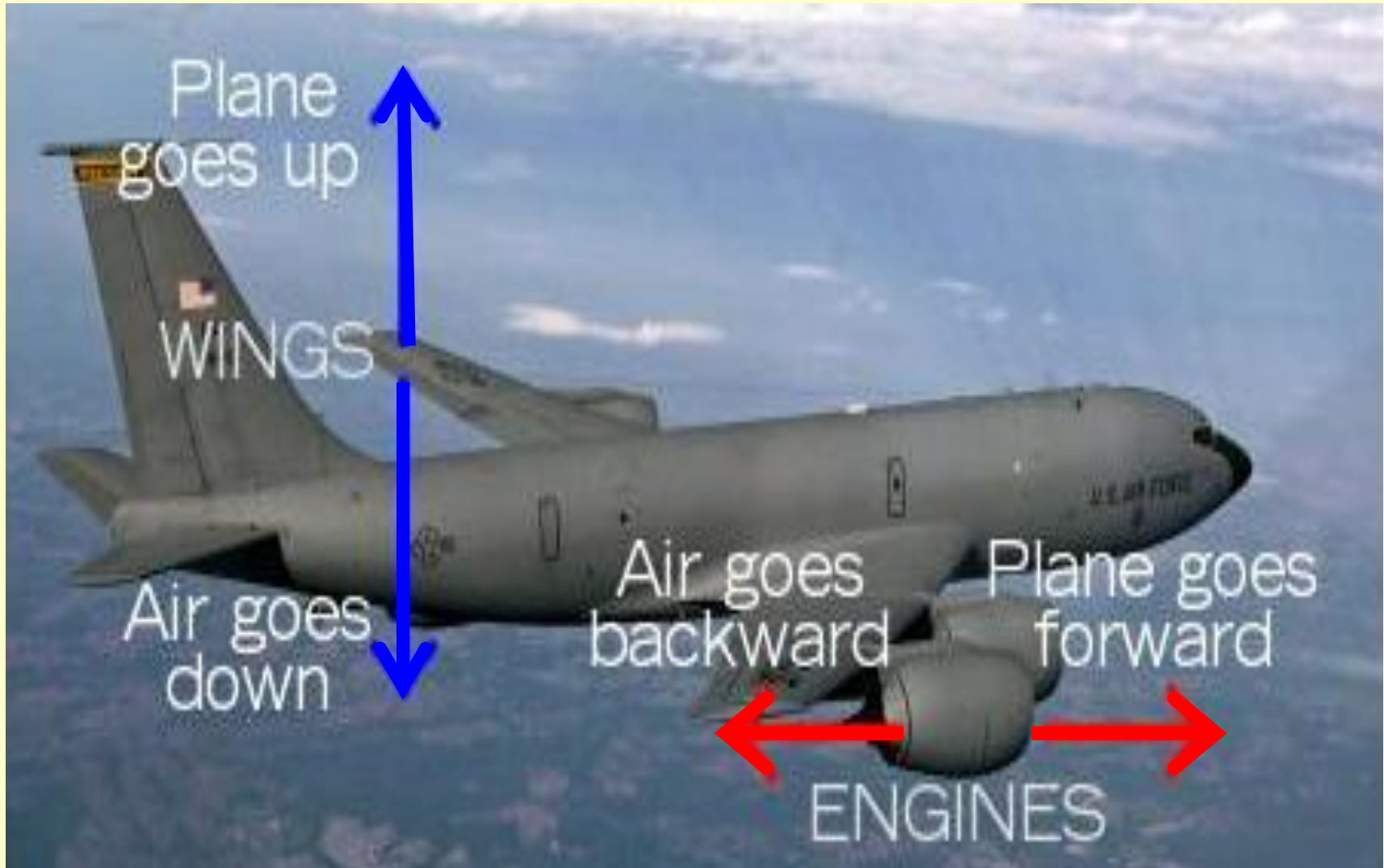
Όταν ένα οποιοδήποτε σώμα Α ασκεί δύναμη  $\vec{F}_{AB}$  σε ένα σώμα Β, το σώμα Β ασκεί ταυτόχρονα μια δύναμη  $\vec{F}_{BA}$  στο σώμα Α. Οι δύο δυνάμεις έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Από το νόμο αυτό καταλαβαίνουμε ότι οι δυνάμεις στη φύση αλληλεπιδρούν και εμφανίζονται κατά ζεύγη δηλαδή, όπου υπάρχει δράση αναπτύσσεται αντίδραση.



# Κίνηση αεροπλάνου



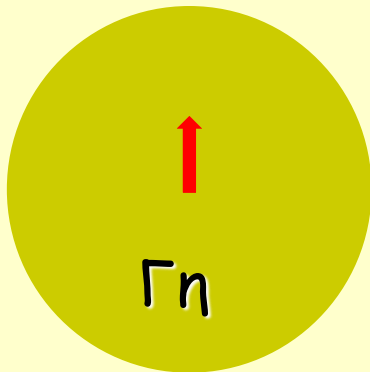
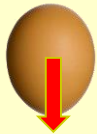




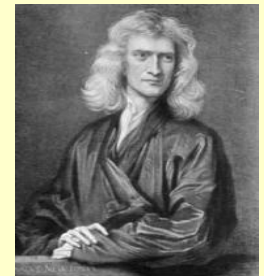
Ξέρουμε ότι η Γη ασκεί σε ένα αβγό ελκτική δύναμη (το βάρος του).

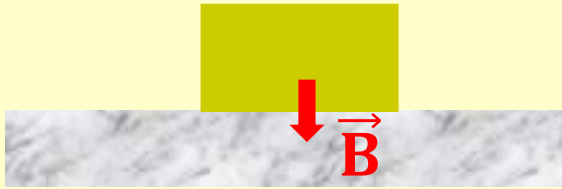
Επίσης, το αβγό ασκεί στη Γη δύναμη ίση κατά μέτρο, αλλά με αντίθετη φορά.

Τότε, γιατί το αβγό πέφτει προς τη Γη και δεν γίνεται το αντίθετο;

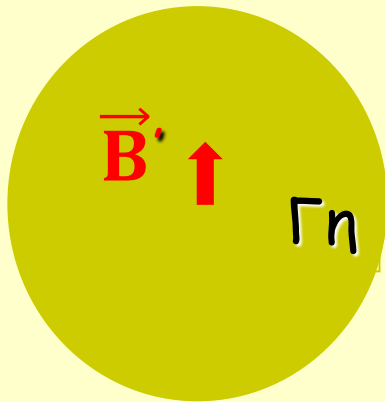


Αυτό οφείλεται στην αδράνεια που παρουσιάζουν τα σώματα. Το αβγό που έχει πολύ μικρότερη μάζα από τη Γη, έχει πολύ μικρότερη αδράνεια απ' αυτή. Έτσι, αρχίζει να κινείται πολύ πιο εύκολα.

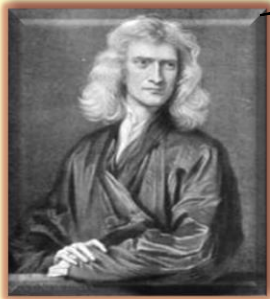




Αφού η **δράση** και η **αντίδραση** έχουν ίσα μέτρα και αντίθετη φορά, η **συνισταμένη** τους θα είναι **μηδέν**.



**Προσοχή!** Αυτό είναι συνηθισμένο **ΛΑΘΟΣ**. Οι δύο δυνάμεις δρουν σε διαφορετικά σώματα και **δεν** μπορούν να **έχουν συνισταμένη**.



# Εφαρμογές

1. Ο θεμελιώδης νόμος της μηχανικής  $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$  δεν ισχύει

α. στην περίπτωση της κυκλικής κίνησης.

β. στην περίπτωση της κίνησης των πλανητών.

γ. όταν η ταχύτητα του σώματος είναι πολύ μεγάλη.

δ. όταν το σώμα είναι ακίνητο.

2. Όταν μια δύναμη μέτρου  $F$  ασκείται πάνω σ' ένα σώμα, τότε το σώμα επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου

α. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο σώμα, τότε

α. διπλασιάζεται και το μέτρο της επιτάχυνσης.

β. διπλασιάζεται και η μάζα του σώματος.

γ. διπλασιάζεται και η αδράνεια του σώματος.

δ. διπλασιάζεται και η ταχύτητα του σώματος.

3. Μία δύναμη ίση με  $1\text{N}$
- α. είναι το βάρος ενός σώματος με μάζα  $1\text{kg}$ .
  - β. επιταχύνει σώμα μάζας  $1\text{kg}$  με επιτάχυνση  $1\text{m/s}^2$ .
  - γ. είναι το βάρος ενός σωματιδίου με μάζα  $1\text{g}$ .
  - δ. επιταχύνει σωματίδιο μάζας  $1\text{g}$  με επιτάχυνση  $1\text{cm/s}^2$ .
4. Η κατεύθυνση της επιτάχυνσης είναι πάντοτε
- α. αντίθετη με την κατεύθυνση της αντίστασης.
  - β. ίδια με την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης.
  - γ. ίδια με την κατεύθυνση της μετατόπισης.
  - δ. ίδια με την κατεύθυνση της ταχύτητας.

5. Αν  $\vec{F}$  η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα,  $\vec{v}$  η ταχύτητά του και  $\vec{a}$  η επιτάχυνση που αποκτά, τότε ισχύει:

α. η  $\vec{F}$  και η  $\vec{v}$  έχουν πάντοτε την ίδια κατεύθυνση.

β. η  $\vec{F}$  και η  $\vec{a}$  έχουν πάντοτε την ίδια κατεύθυνση.

γ. η  $\vec{v}$  και η  $\vec{a}$  έχουν πάντοτε την ίδια κατεύθυνση.

δ. η  $\vec{F}$ , η  $\vec{v}$  και η  $\vec{a}$  έχουν πάντοτε την ίδια κατεύθυνση.

6. Σ' ένα σώμα Α μάζας  $m$  ασκείται μια δύναμη μέτρου  $F$  με αποτέλεσμα το σώμα ν' αποκτήσει επιτάχυνση μέτρου  $a = 10 \text{ m/s}^2$ . Ένα άλλο σώμα Β μάζας  $3m$  δέχεται δύναμη  $3F$ . Τότε το σώμα Β αποκτά επιτάχυνση μέτρου

α.  $10 \text{ m/s}^2$ .      β.  $5 \text{ m/s}^2$ .      γ.  $20 \text{ m/s}^2$ .      δ.  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

7. Σε ακίνητο σώμα ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη και το σώμα αρχίζει να κινείται.

α. Το σώμα θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β. Το σώμα θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

γ. Η ταχύτητα του σώματος θα είναι σταθερή.

δ. Το σώμα θα ισορροπεί.

8. Ένα βιβλίο βρίσκεται ακίνητο πάνω σε ένα γραφείο. Το βάρος του βιβλίου είναι μια δύναμη που ασκείται

α. στο γραφείο.

β. στη Γη.

γ. στο βιβλίο.

δ. στα σημεία επαφής του γραφείου με το δάπεδο.

9. Σ' ένα σώμα δρα σταθερή συνισταμένη δύναμη που έχει την κατεύθυνση της κίνησης με αποτέλεσμα το σώμα να κινείται ευθύγραμμα.

α. Η ταχύτητα παραμένει σταθερή.

β. Η επιτάχυνση μεταβάλλεται.

γ. Η μάζα του σώματος αλλάζει.

δ. Ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας είναι σταθερός.

10. Σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα. Για την συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα συμπεραίνουμε ότι είναι

α. σταθερή και διαφορετική από το μηδέν.

β. ανάλογη του χρόνου κίνησης.

γ. μηδέν.

δ. ανάλογη της μετατόπισης.



11. Δύο σφαίρες διαφορετικών μαζών που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες πάνω στον ίδιο ευθύγραμμο δρόμο, συγκρούονται.

α. Μεγαλύτερη δύναμη ασκεί η σφαίρα με την μεγαλύτερη ταχύτητα.

β. Μεγαλύτερη δύναμη ασκεί η σφαίρα με την μεγαλύτερη μάζα.

γ. Μεγαλύτερη δύναμη ασκεί η σφαίρα με την μεγαλύτερη επιτάχυνση.

δ. Η μία σφαίρα ασκεί στην άλλη δύναμη ίδιου μέτρου.

12. Σ' ένα κιβώτιο που έχει μάζα 50 kg ασκούμε δύναμη 30 N και αυτό κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα.

Η συνισταμένη δύναμη που δρα στο κιβώτιο έχει μέτρο

α. 50 N.                      β. 80 N.                       γ. 0 N.                      δ. 20 N.

13. Ένα σώμα είναι ακίνητο πάνω σε τραπέζι και δέχεται από αυτό κατακόρυφη δύναμη 50 N. Τότε

α. το βάρος του σώματος είναι μηδέν.

β. η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν στο σώμα είναι μηδέν.

γ. η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν στο σώμα είναι 50N.

δ. η αντίδραση από το τραπέζι είναι μεγαλύτερη από το βάρος του σώματος.

14. Έχουμε δύο σώματα, το ένα μάζας  $m$  και το άλλο  $m/2$ . Στο πρώτο ασκούμε δύναμη μέτρου  $F$  και στο άλλο δύναμη μέτρου  $2F$ . Τότε, ο λόγος της επιτάχυνσης του πρώτου προς την επιτάχυνση του δεύτερου θα είναι

α.  $1/2$ .                      β. 2.                       γ.  $1/4$ .                      δ. 4.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

15. Κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις να χαρακτηριστεί με  $\Sigma$  αν είναι Σωστή ή με  $\Lambda$  αν είναι Λάθος.

1. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται ταυτόχρονα σε δύο διαφορετικά σώματα.  $\Sigma$
2. Το βάρος είναι διανυσματικό μέγεθος, ενώ η μάζα είναι μονόμετρο μέγεθος.  $\Sigma$
3. Δύο σώματα με ίσες μάζες κινούνται πάνω σε δάπεδο με την ίδια ταχύτητα. Το ένα σώμα είναι από σίδηρο και το άλλο από χαρτόνι. Μεγαλύτερη αδράνεια έχει το σώμα από σίδηρο.  $\Lambda$
4. Αδράνεια είναι η ιδιότητα των σωμάτων να αντιστέκονται σε κάθε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης.  $\Sigma$
5. Μονάδα μέτρησης του βάρους στο SI είναι το 1 Kg.  $\Lambda$

16. Χαρακτηρίστε κάθε μία από τις παρακάτω επιλογές με  $\Sigma$  αν είναι σωστή και με  $\Lambda$  αν είναι λάθος.

Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις που έχουν

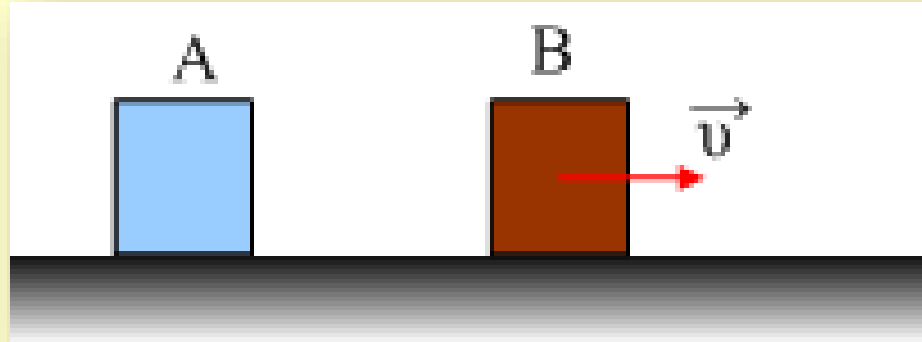
α. την ίδια φορά.  $\Lambda$

β. ίσα μέτρα.  $\Sigma$

γ. την ίδια διεύθυνση.  $\Sigma$

δ. εφαρμόζονται στο ίδιο σώμα.  $\Lambda$

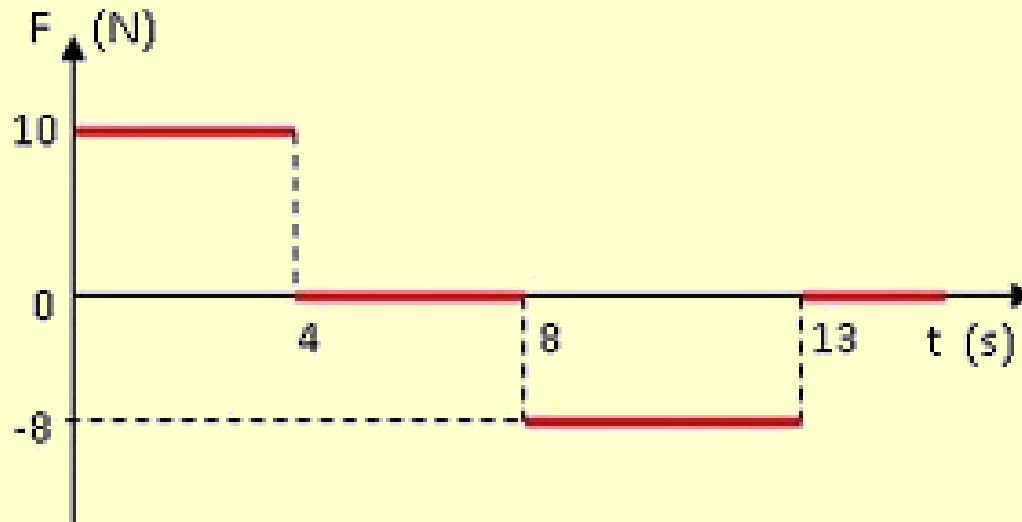
17. Το σώμα A του σχήματος είναι ακίνητο, ενώ το B κινείται με σταθερή ταχύτητα  $\vec{v}$ .



Σε ποιο από τα δύο σώματα η συνισταμένη δύναμη είναι μεγαλύτερη;

Απάντηση: **Η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν και στις δύο περιπτώσεις.**

18.



Ένα μικρό σώμα μάζας  $m=2\text{kg}$  ηρεμεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Στο παραπάνω σχήμα δίνεται η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της δύναμης οριζόντιας διεύθυνσης που ασκείται στο σώμα, από τη χρονική στιγμή  $t=0$  έως τη χρονική στιγμή  $t=13\text{s}$ . Ότι ζητείται παρακάτω αφορά το χρονικό διάστημα  $0\text{s} - 13\text{s}$ .

α. Να περιγράψετε την κίνηση του σώματος.

β. Να κάνετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.

γ. Να υπολογίσετε τη συνολική μετατόπιση του σώματος, με δύο τρόπους.

δ. Να υπολογίσετε το συνολικό διάστημα που διανύεται καθώς και την τελική θέση του σώματος.

Θεωρείστε ότι το υλικό σημείο την  $t=0$  βρίσκεται στη θέση  $x_0=30\text{m}$ .

17. Σώμα που έχει μάζα 10 kg, αρχικά ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή δρα επάνω του επί χρόνο  $t_1=8s$ , σταθερή δύναμη μέτρου  $F = 30N$ , με οριζόντια διεύθυνση.

Στη συνέχεια, το σώμα εξακολουθεί να κινείται στο ίδιο επίπεδο χωρίς την επίδραση της δύναμης  $\vec{F}$ .

α. Τι είδους κίνηση θα κάνει το σώμα και πόσο διάστημα θα διανύσει στη διάρκεια του χρόνου  $t_1$ ;

β. Τι είδους κίνηση θα κάνει το σώμα και πόσο διάστημα θα διανύσει, σε χρόνο  $t_2 = 12s$ , αφού σταματήσει να δρα η δύναμη  $\vec{F}$ ;