

NOMOI KEPLER KAI NEYTONA



ΓΙΟΧΑΝΕΣ ΚΕΠΛΕΡ

(1571 – 1630)



- # Ο Johannes Kepler δημοσίευσε τους δύο πρώτους νόμους του το 1609, αφού τους βρήκε με την ανάλυση των αστρονομικών παρατηρήσεων του Tycho Brahe . Ο Kepler ανακάλυψε τον τρίτο νόμο του πολλά χρόνια αργότερα, και είχε δημοσιευθεί το 1619.

ΤΥΧΟ ΜΠΡΑΧΕ ΚΑΙ ΓΙΟΧΑΝΕΣ ΚΕΠΛΕΡ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΟ ΣΤΗΝ ΠΡΑΓΑ

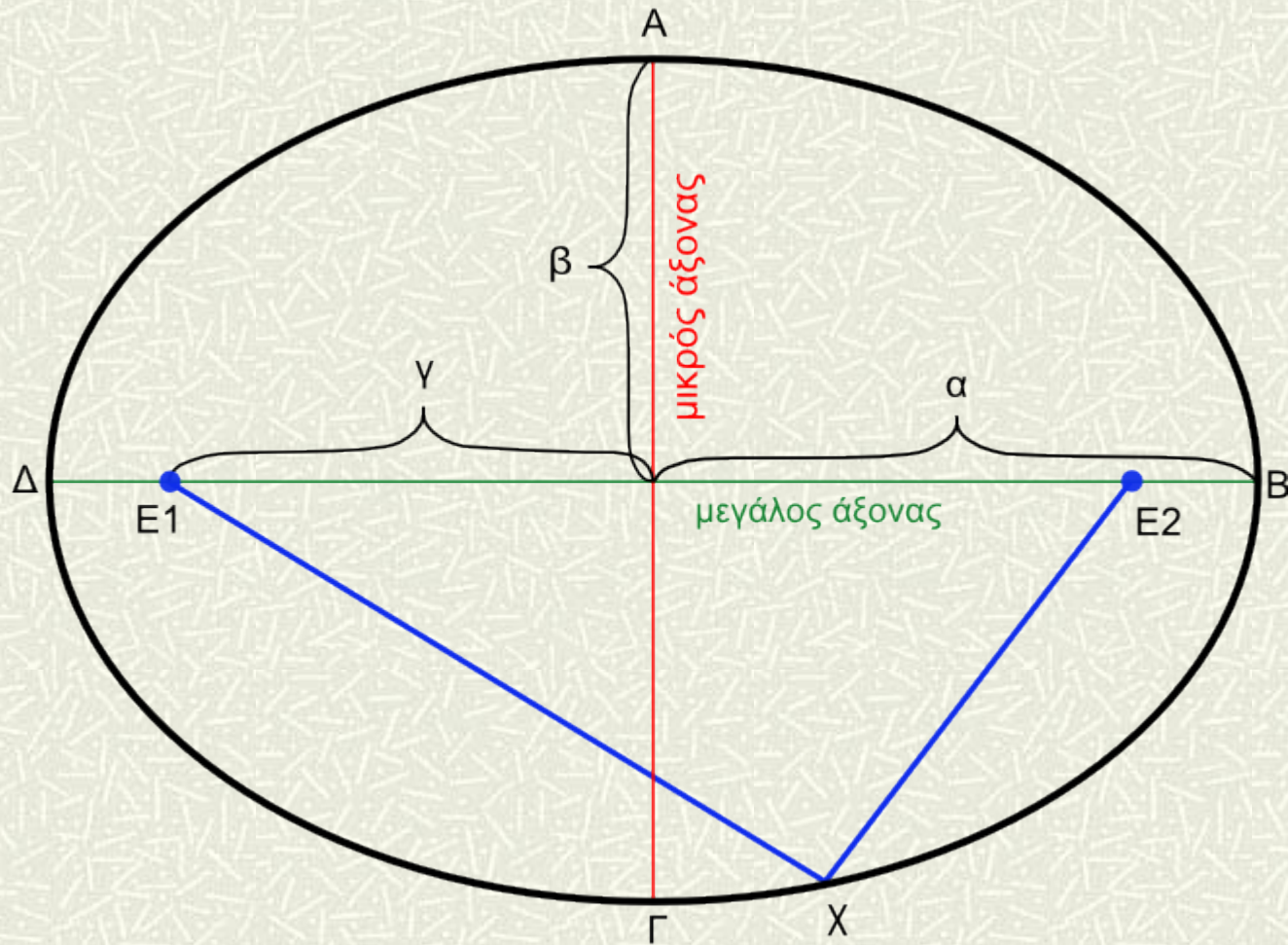


ΝΟΜΟΙ ΚΕΠΛΕΡ

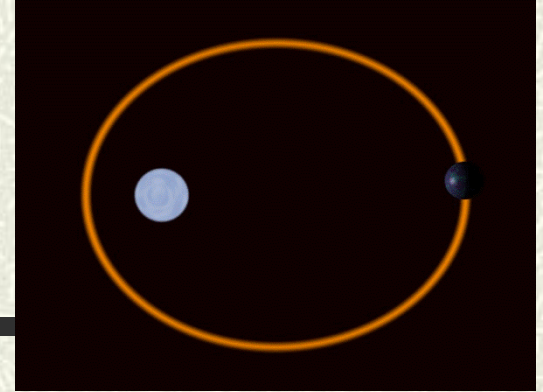


1. ΚΑΘΕ ΠΛΑΝΗΤΗΣ ΚΙΝΕΙΤΑΙ ΣΕ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ ΤΕΤΟΙΑ ΩΣΤΕ ΤΗ ΜΙΑ ΕΣΤΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΝΑ ΚΑΤΕΧΕΙ Ο ΗΛΙΟΣ
2. Η ΕΥΘΕΙΑ ΠΟΥ ΕΝΩΝΕΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΜΕ ΚΑΠΟΙΟ ΠΛΑΝΗΤΗ, ΣΕ ΙΣΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΣΑΡΩΝΕΙ ΙΣΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ
3. ΤΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΩΝ ΚΥΒΩΝ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΗΜΙΑΞΟΝΩΝ ΤΩΝ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ ΤΡΟΧΙΩΝ

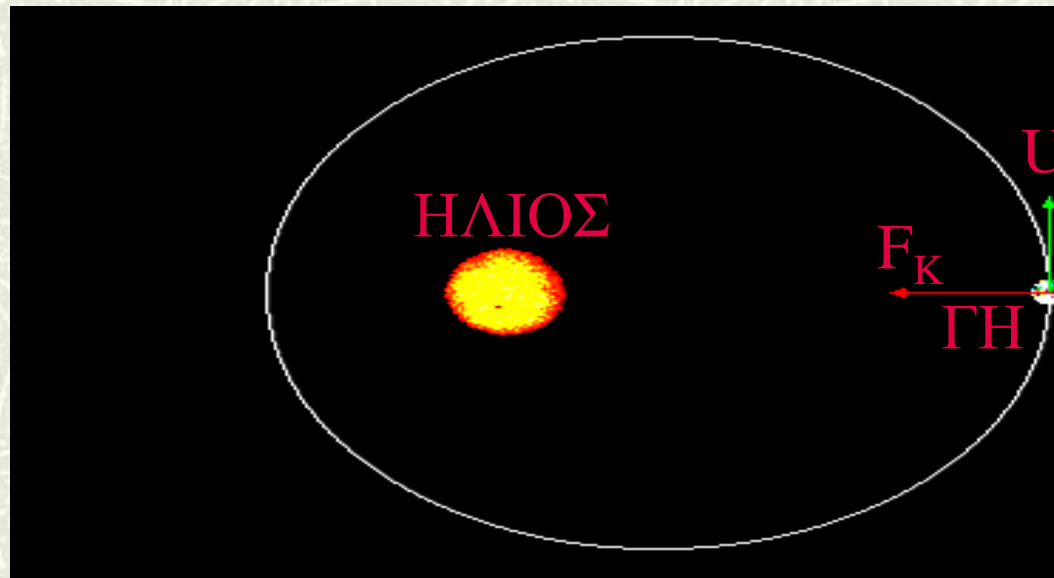
ΕΛΛΕΙΨΗ



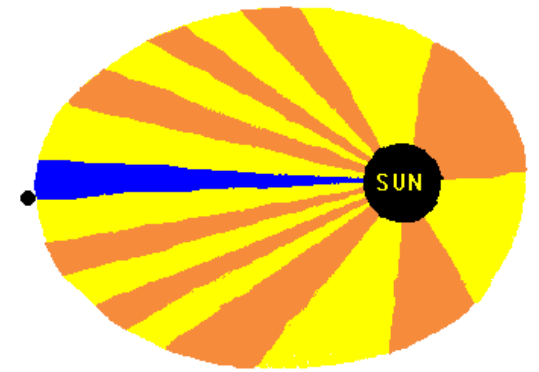
NOMOI KEPLER



1^{ος} ΚΑΘΕ ΠΛΑΝΗΤΗΣ ΚΙΝΕΙΤΑΙ ΣΕ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ ΤΕΤΟΙΑ ΩΣΤΕ ΤΗ ΜΙΑ ΕΣΤΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΝΑ ΚΑΤΕΧΕΙ Ο ΗΛΙΟΣ

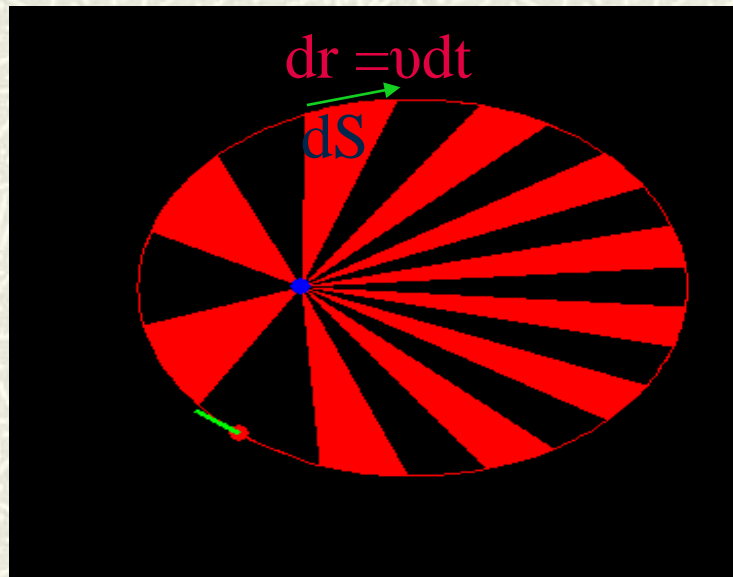


ΝΟΜΟΙ ΚΕΠΛΕΡ

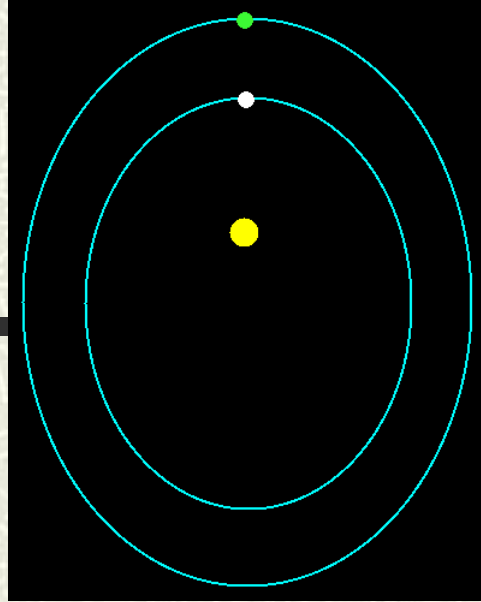


2^{ος} Η ΕΥΘΕΙΑ ΠΟΥ ΕΝΩΝΕΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΜΕ ΚΑΠΟΙΟ ΠΛΑΝΗΤΗ, ΣΕ ΙΣΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΣΑΡΩΝΕΙ ΙΣΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

$$dS/dt=L/2m=\text{σταθερό}$$



NOMOI KEPLER

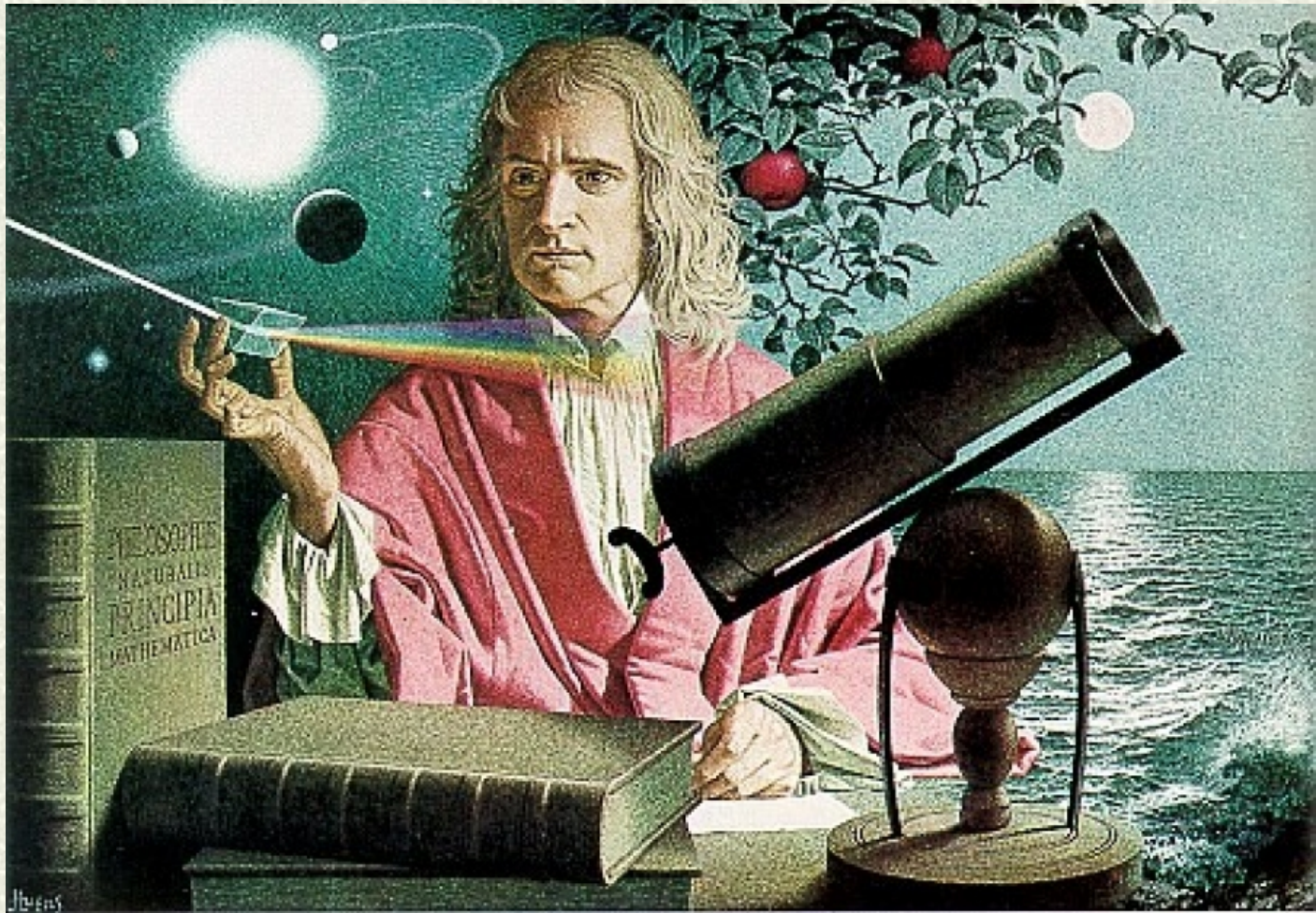


3^{ος} ΤΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ
ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΩΝ ΚΥΒΩΝ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ
ΗΜΙΑΞΟΝΩΝ ΤΩΝ ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ ΤΡΟΧΙΩΝ

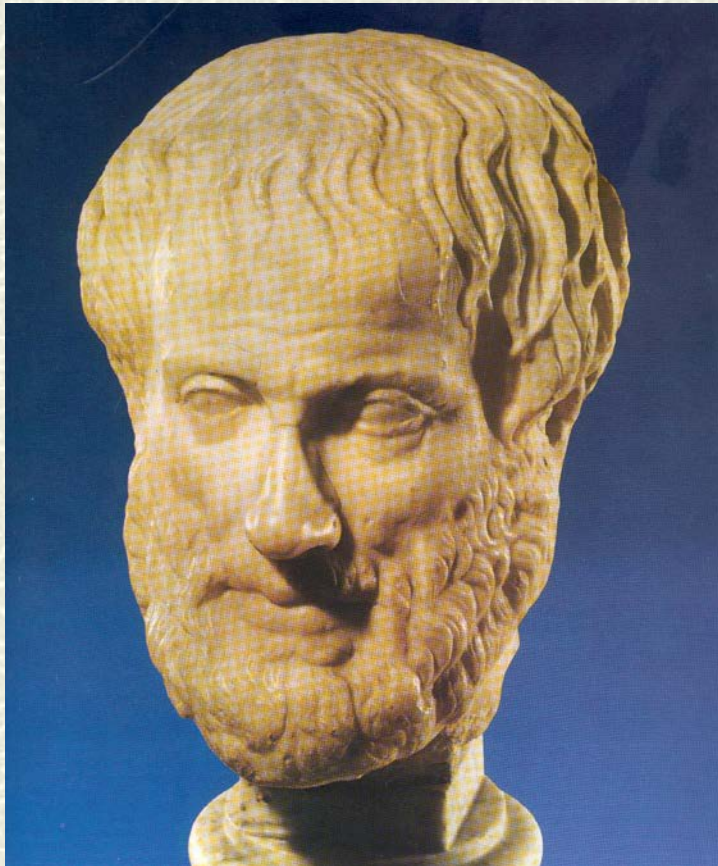
$$T^2 = KA^3$$

$$K = 4\pi^2 / GM_H$$

Οι νόμοι του Νεύτωνα



Ο Αριστοτέλης



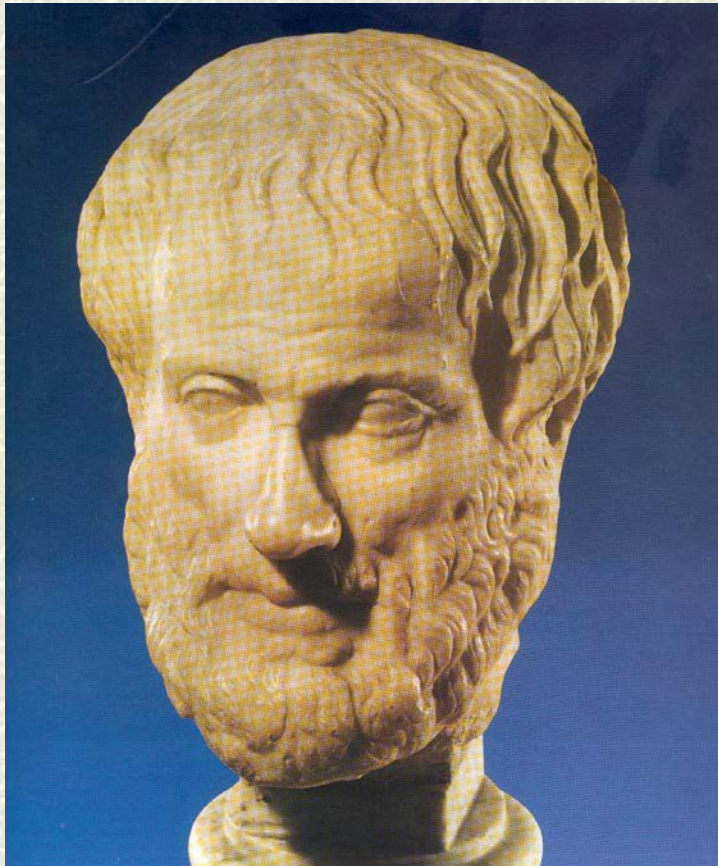
Γεννήθηκε στα Στάγειρα της Χαλκιδικής το 386 π.Χ .

Πέθανε στη Χαλκίδα το 322 π.Χ

· Μελέτησε :

Ποίηση , Λογική ,
Πολιτική , Βιολογία ,
Αστρονομία , Φυσική ,
Μεταφυσική.

Ο Αριστοτέλης



Το έργο του είναι ένα είδος εγκυκλοπαίδειας της Ελληνικής σκέψης

Αγνοήθηκε για 1500 χρόνια , αλλά από τον 12^ο αιώνα μέχρι την εποχή του Νεύτωνα τα κείμενά του ήταν κάτι σαν Ευαγγέλιο.

Η αριστοτελική Φυσική συνοπτικά

- # Τα επίγεια σώματα αποτελούνται από τέσσερα στοιχεία : πυρ , αήρ , ύδωρ και γη.
 - # Τα ουράνια σώματα αποτελούνται από ένα πέμπτο στοιχείο την πεμπτουσία.
 - Η φυσική κίνηση για τα ουράνια σώματα είναι η κυκλική.
 - Τα επίγεια σώματα , εκτελώντας μια φυσική κίνηση , αναζητούν την φυσική τους θέση.
-

Η αριστοτελική Φυσική

συνοπτικά

Για παράδειγμα , μια πέτρα που βεβαίως αποτελείται από γη , αν αφεθεί από κάποιο ύψος θα πέσει διότι αναζητεί την φυσική της θέση που βρίσκεται πιο κάτω από τον αέρα.

Οι μη φυσικές κινήσεις χαρακτηρίζονται βίαιες και για την εκτέλεσή τους απαιτείται μια δύναμη.

Για παράδειγμα , μια πέτρα που βρίσκεται στο έδαφος χρειάζεται την άσκηση δύναμης για την ανύψωσή της , διότι η ανύψωσή της παραβιάζει την φυσική τάξη και είναι φυσικά βίαιη κίνηση.

Η αριστοτελική Φυσική συνοπτικά

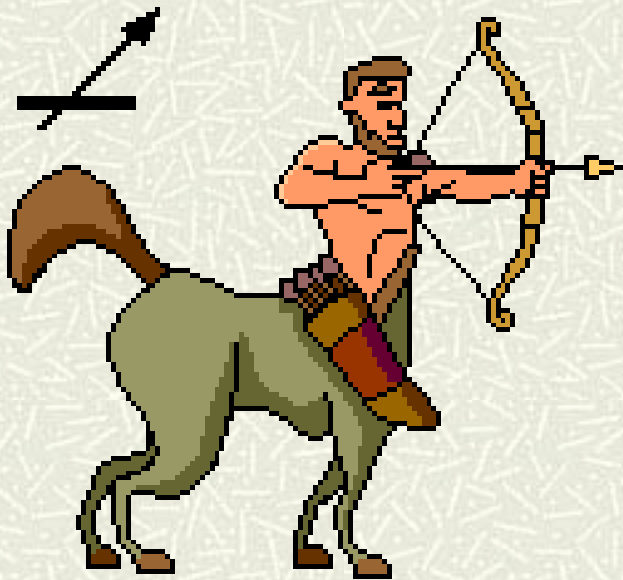
Η δύναμη είναι το αναγκαίο « κινούν αίτιον », χωρίς το οποίο δεν υφίσταται κίνηση.

Είσαστε πρόθυμοι να συμφωνήσετε.



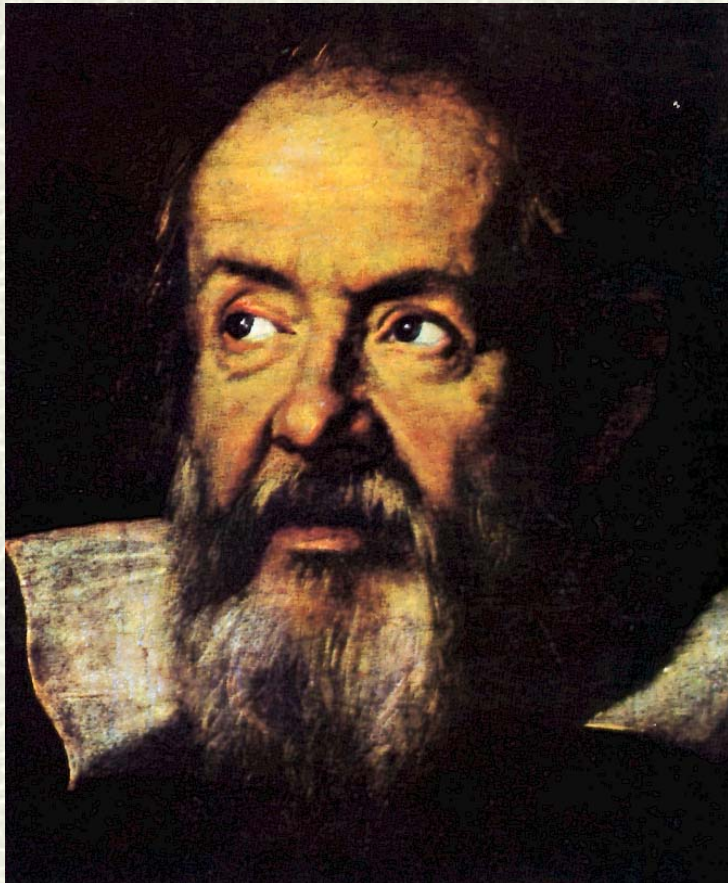
Αν πάψει ο αχθοφόρος να ασκεί δύναμη θα σταματήσει η άμαξα, θα πείτε.

Θα μπορούσε να ρωτήσει κάποιος : « ποιο είναι το κινούν αίτιο σε ένα βέλος , όταν μετά την εκτόξευσή του , χάνει την επαφή με την χορδή του τόξου ;»



Θα του απαντούσαν οι αριστοτελικοί : « Ο αέρας συμπιέζεται στο μπροστινό μέρος του βέλους και σπεύδει στο πίσω μέρος διότι η φύση απεχθάνεται το κενό. Η διαταραχή αυτή ωθεί το βέλος μπροστά ».

Ο Γαλιλαίος

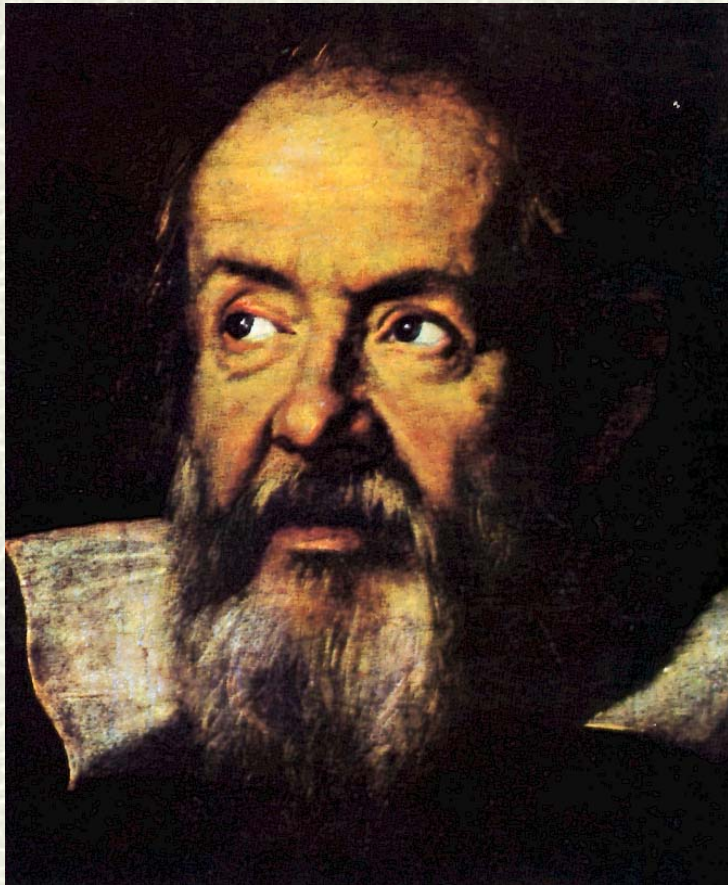


Galileo Galilei .

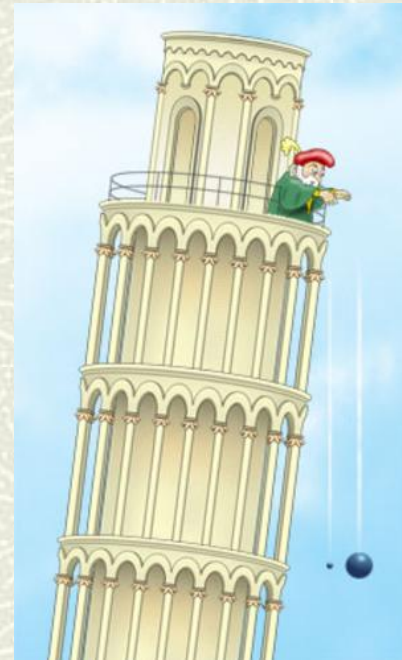
**Γεννήθηκε στην Πίζα το 1524
και έζησε μέχρι το 1642.**

**Από τους πατέρες της
νεώτερης επιστήμης ,
υπεστήριξε την θεωρία του
Κοπέρνικου με τις γνωστές
συνέπειες.**

Ο Γαλιλαίος



**Εισήγαγε το πείραμα
(πραγματικό και εικονικό)**



Σε ερώτηση του τύπου : « Πόσα δόντια έχει το άλογο ;»

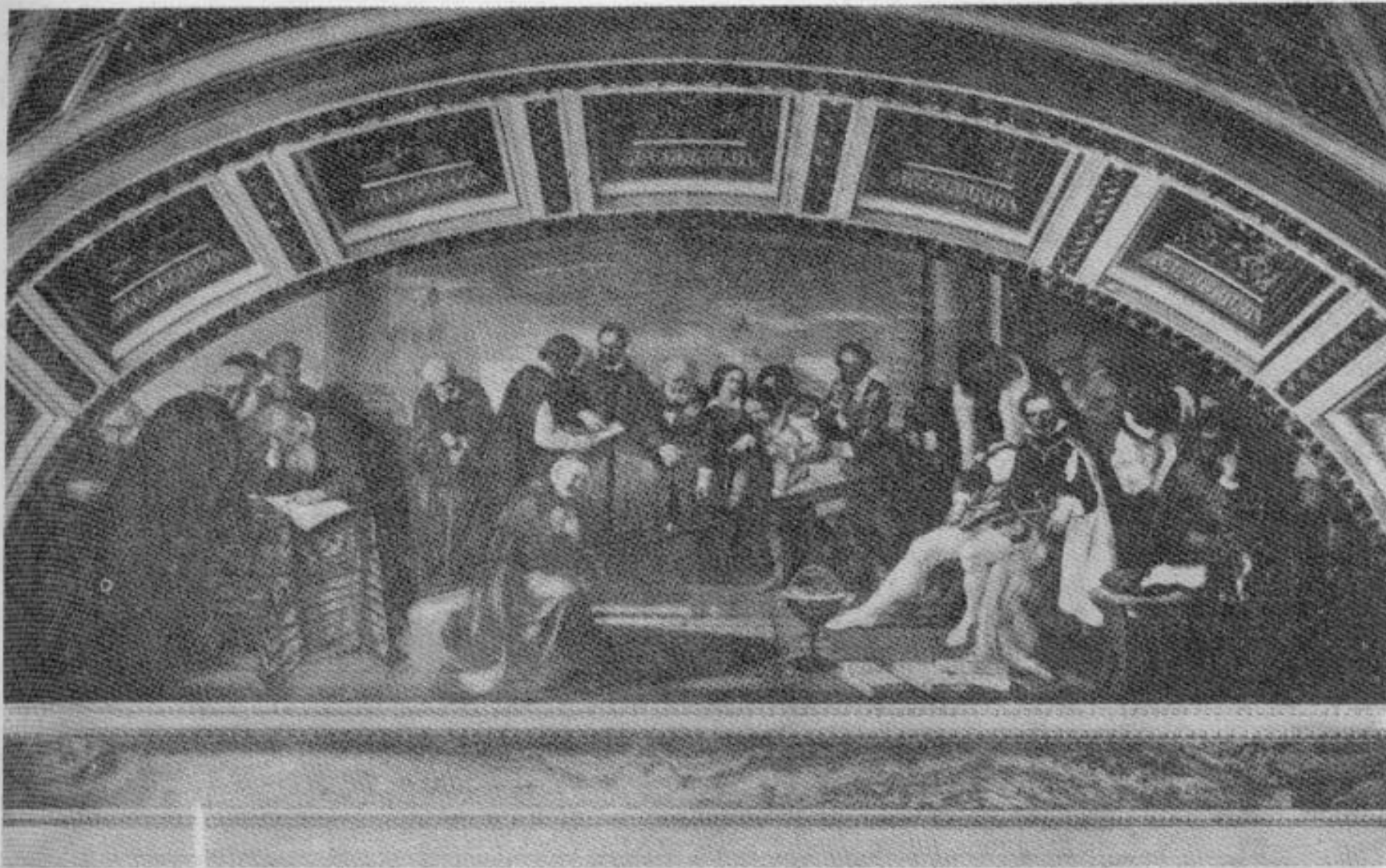


Θα έψαχναν στο περί ίππου εδάφιον του Αριστοτέλους.

Σε ερώτηση του τύπου : « Πόσα δόντια έχει το άλογο ;»



Ο Γαλιλαίος προτείνει να του ανοίξουν το στόμα και να τα μετρήσουν



Πίνακας του G. Bezzuoli που παριστάνει ένα πείραμα του Γαλιλαίου στην Πίζα. Αριστερά και δεξιά, βρίσκονται οι αντίπαλοι του Γαλιλαίου. Δεξιά είναι ο πρίγκιπας Τζοβάνι των Μεδίκων και αριστερά οι εκπρόσωποι του Ακαδημαϊκού δογματισμού σκυμμένοι πάνω σε κείμενο του Αριστοτέλη. Ο Γαλιλαίος είναι περίπου στο κέντρο — ο ψηλότερος — περιτριγυρισμένος από τους μαθητές του.

Τι προκαλεί την κίνηση ;

Μήπως η δύναμη ; (Αριστοτέλης)

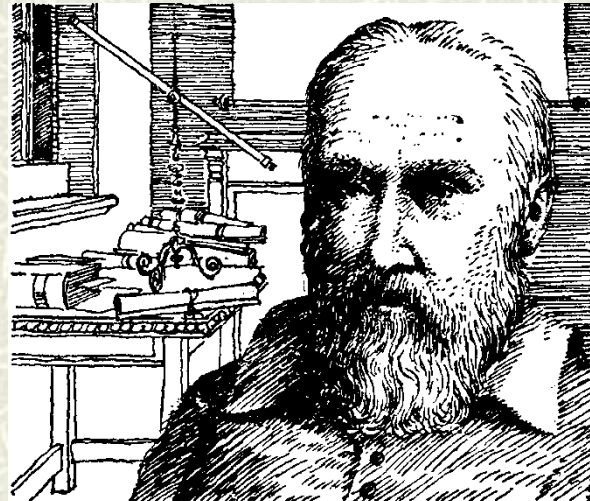
Φαίνεται λογικό , διότι αν η δύναμη πάψει να ενεργεί , ένα σώμα ακινητοποιείται.



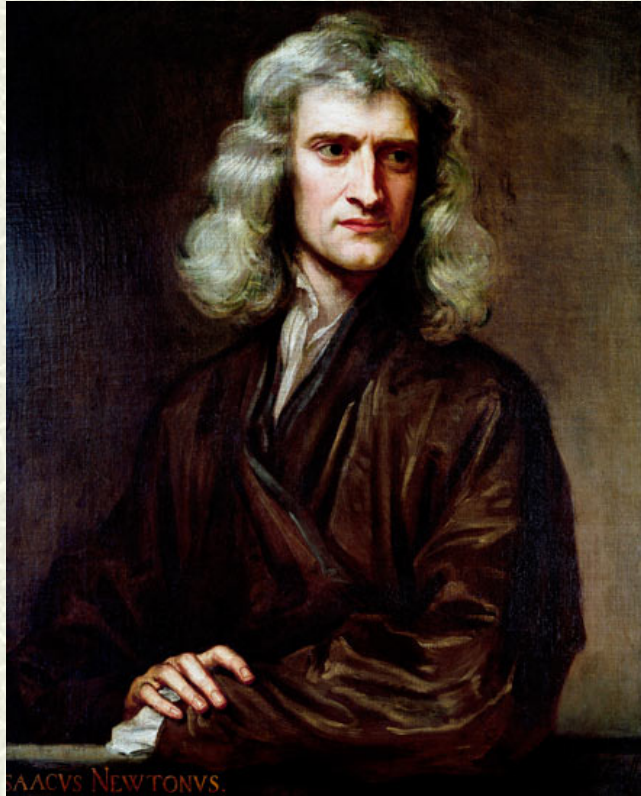
Σε ένα κόσμο γεμάτο τριβές και αντιστάσεις είναι δύσκολό να συλλάβει κανείς την αλήθεια.

Ο Γαλιλαίος συλλαμβάνει ότι αν μηδενισθούν οι τριβές το σώμα δεν σταματά ποτέ.

Τα σώματα δηλαδή έχουν την εγγενή τάση να διατηρούν σταθερή την κινητική τους κατάσταση. Η ιδιότητα αυτή της ύλης ονομάζεται αδράνεια . Δύναμη χρειάζεται ,όχι για την κίνηση , αλλά για την μεταβολή της κινητικής κατάστασης.



Ισαάκ Νεύτων



Isaac Newton (1643 – 1727).

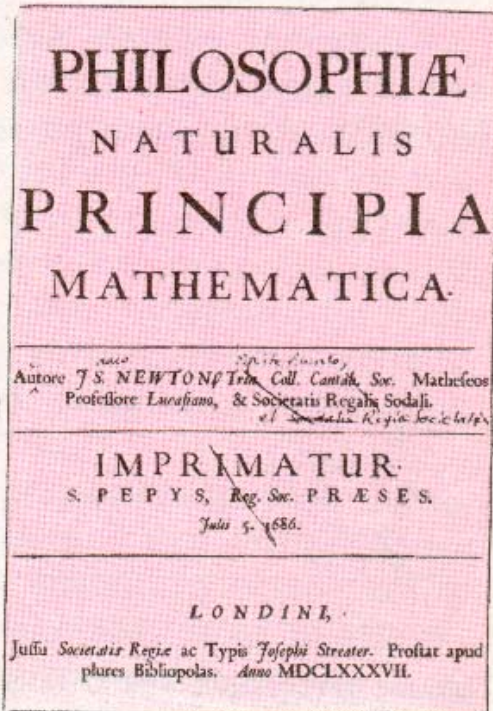
Μέγιστος μαθηματικός , ο πατέρας της Φυσικής (Νευτώνεια Φυσική)

Έκανε σημαντικότερες μελέτες για το φως.

Ανακάλυψε και ανέπτυξε τον απειροστικό λογισμό.

Συνέλαβε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης , που μαζί με τους τους τρεις νόμους του εξηγεί την κίνηση των πλανητών.

Ισαάκ Νεύτων



Εξώφυλλο ενός αντίτυπου του βιβλίου του Νεύτωνα. Ο τίτλος στα Λατινικά είναι «Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica». Οι διορθώσεις έχουν γίνει από τον ίδιο.

Το 1687 κυκλοφόρησε σε 250 αντίτυπα το περίφημο έργο του «Μαθηματικές αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας», το σημαντικότερο βιβλίο Φυσικής που γράφτηκε ποτέ, γραμμένο στα Λατινικά.

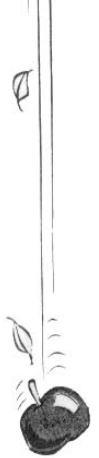
Εκεί αναφέρονται οι περίφημοι τρεις νόμοι του Νεύτωνα.

Οι νόμοι του Νεύτωνα (Οι τρεις νόμοι της κίνησης)

Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδέν , τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

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

Όταν ένα σώμα Α ασκεί σε ένα σώμα Β δύναμη , τότε και το Β ασκεί στο Α αντίθετη δύναμη.



Ο πρώτος νόμος

Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδέν , τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

Πρόκειται , στην ουσία, για μια σαφέστερη διατύπωση αυτού που φαντάστηκε ο Γαλιλαίος.

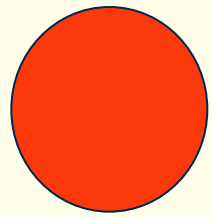


Ο ΙΣΑΑΚ **NEYTON** (1642-1727) ΣΥΝΟΨΙΣΕ ΤΗΝ ΙΔΕΑ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ
ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΟ ΠΡΩΤΟ ΝΟΜΟ ΤΟΥ:



«ΕΝΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ ΤΕΙΝΕΙ ΝΑ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ, ΕΝΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΟΜΑΛΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΕΙΝΕΙ ΝΑ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΑΥΤΗ.»

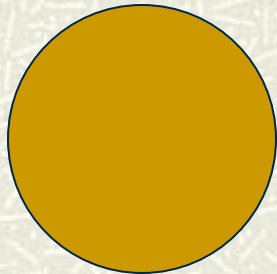
(ΕΠΙΣΗΣ ΕΙΠΕ: «ΑΝ ΕΧΩ ΔΕΙ ΜΑΚΡΙΑ, ΕΙΝΑΙ ΠΑΤΙ ΣΤΗΡΙΧΤΗΚΑ ΣΤΟΥΣ ΩΜΟΥΣ ΠΙΓΑΝΤΩΝ» ΕΝΝΟΩΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΑ ΤΟΝ ΓΑΛΙΛΑΙΟ...)



Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής



Όταν σ' ένα σώμα ασκείται δύναμη του προσδίδει επιτάχυνση. Ας κάνουμε μερικά πειράματα σχετικά μ' αυτό



Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής



**Ας ανακεφαλαιώσουμε τα
πειραματικά δεδομένα.**



Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής



1^{ον} : Η επιτάχυνση έχει ίδια διεύθυνση και φορά με τη δύναμη.

2^{ον} : Η επιτάχυνση που αποκτά συγκεκριμένο σώμα είναι ανάλογη με την δύναμη που την προκαλεί

3^{ον} : Οι επιταχύνσεις που προκαλεί συγκεκριμένη δύναμη σε διάφορα σώματα είναι αντιστρόφως ανάλογες των μαζών των σωμάτων



Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής

Όλα αυτά συνοψίζονται :

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

Μονάδα :

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



Διερεύνηση της σχέσης $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Αν σ' ένα σώμα δεν ασκούνται δυνάμεις ή ασκούνται δυνάμεις με συνισταμένη μηδέν τότε :

$$\vec{F} = 0 \Leftrightarrow m \cdot \vec{a} = 0 \Leftrightarrow \vec{a} = 0 \Leftrightarrow \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = 0$$
$$\Leftrightarrow \Delta \vec{v} = 0 \Leftrightarrow \vec{v} = \text{σταθ.}$$

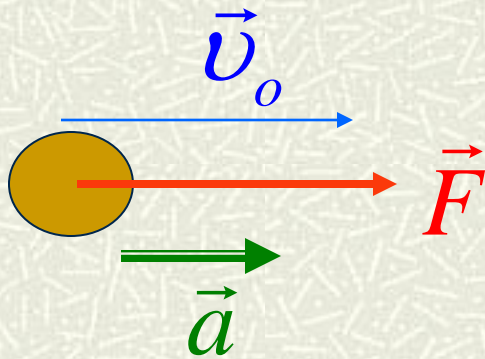
Σταθερή ταχύτητα , όμως , κατά μέτρο , διεύθυνση , φορά , σημαίνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Στην ειδική περίπτωση που το σώμα είναι ακίνητο θα παραμείνει ακίνητο.

Διερεύνηση της σχέσης $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Αν η δύναμη είναι σταθερή , τότε και η επιτάχυνση είναι σταθερή.

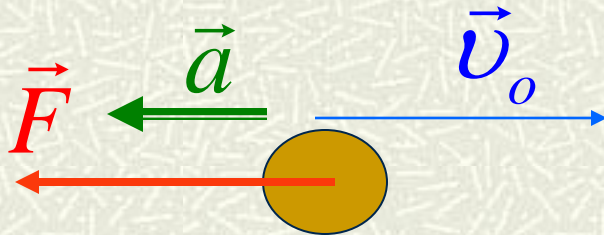
Αν η δύναμη έχει ίδια διεύθυνση και φορά με την αρχική ταχύτητα , τότε η κίνηση είναι ευθύγραμμη , ομαλά επιταχυνόμενη.



Διερεύνηση της σχέσης $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

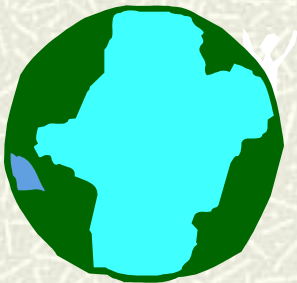
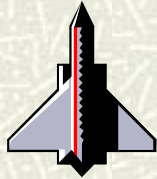
Αν η δύναμη είναι σταθερή , τότε και η επιτάχυνση είναι σταθερή.

Αν η δύναμη έχει ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά από αρχική ταχύτητα , τότε η κίνηση είναι ευθύγραμμη , ομαλά επιβραδυνόμενη.



Διερεύνηση της σχέσης $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

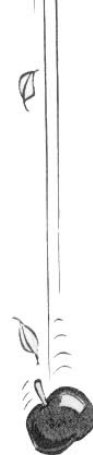
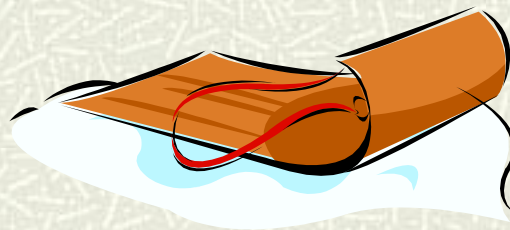
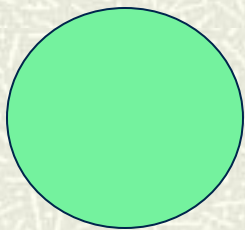
Αν η δύναμη είναι μεταβλητή , τότε και η επιτάχυνση μεταβάλλεται.



Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα (Δράση – Αντίδραση)

Όταν ένα σώμα A ασκεί σε ένα σώμα B δύναμη ,
τότε και το B ασκεί στο A αντίθετη δύναμη.

Συνήθως η μια καλείται δράση και η άλλη αντίδραση .



Ερώτηση

**Αφού η δράση
και οι αντίδραση
είναι αντίθετες ,
πως κινείται το
καροτσάκι ;**



ΝΟΜΟΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΕΛΞΗΣ

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

- # F: Δύναμη παγκόσμιας έλξης (N)
- # m_1 , m_2 : μάζες (kg)
- # r : απόσταση (m)
- # r^2 : η απόσταση στο τετράγωνο (ΔΕ ΤΟ ΕΕΧΝΑΜΕ!!!!!!)
- # G: Σταθερά παγκόσμιας έλξης $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.



ΝΟΜΟΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΕΛΞΗΣ

ΑΡΑ $G = 0,000000000000667 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
(ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΥΤΟ
ΕΙΝΑΙ ΤΟ "ΖΟΥΜΙ" ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ)

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 1

- # Η μάζα του Γιώργου είναι 70Kg και της Λένας είναι 50kg. Κάθονται στο ίδιο θρανίο, απέχουν δηλαδή περίπου 1m μεταξύ τους. Πόση είναι η δύναμη παγκόσμιας έλξης που ασκεί ο ένας στον άλλο;

ΛΥΣΗ

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \cdot \frac{70\text{kg} \cdot 50\text{kg}}{(1\text{m})^2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow F = 2,33 \cdot 10^{-7} \text{ N} \Rightarrow F = 0,0000233\text{N}$$

Η δύναμη αυτή είναι πάρα πολύ μικρή, άρα δε μπορεί να γίνει ποτέ αισθητή για τόσο μικρές μάζες.

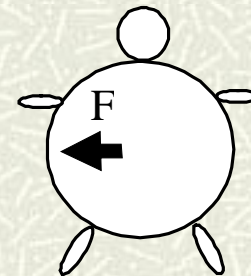
(Όσο λεία επίπεδα και να έχουμε η δύναμη αυτή δεν μπορεί να υπερνικήσει τη στατική τριβή).

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 2

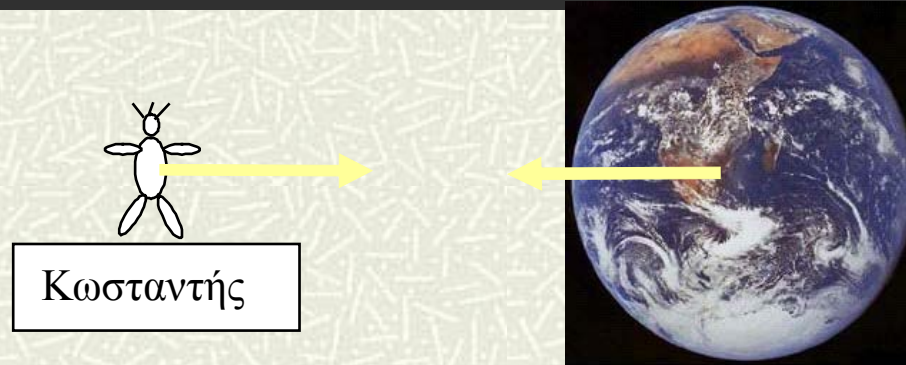
Του Κωσταντή (που έχει μάζα 100kg) του αρέσουν τα εύσωμα κορίτσια. Η δύναμη που δέχεται από τη Γεωργίτσα (και ασκεί στη Γεωργίτσα) είναι πολύ μικρή όπως είδαμε παραπάνω. Όσο όπως ταΐζει τη φιλενάδα του η έλξη τους (...βάση του νόμου παγκόσμιας έλξεως πάντα) αυξάνεται συνεχώς.



Κωσταντής



Η δύναμη που ασκείται μεταξύ των μαζών γίνεται αισθητή αν αντί για τη Γεωργίτσα έχουμε τη "Γήτσα", δηλαδή αν ο Κωσταντής ... αλληλεπιδρά με τη Γη. Η Γη βέβαια έχει πολύ μεγάλη μάζα $M_{\Gamma} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ και ... κοιλιά ακτίνας $R_{\Gamma} = 6400 \text{ km}$.



$$F = G \frac{m_1 m_{\Gamma}}{R^2} \Rightarrow F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2 \cdot \frac{100 \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6400000 \text{ m})^2} \Rightarrow$$

$$F = \frac{6,67 \cdot 6}{64^2} \cdot \frac{10^{15}}{10^{10}} \cdot \text{N} \Rightarrow \boxed{F = 977 \text{ N}}$$

Η δύναμη αυτή είναι η δύναμη με την οποία έλκει η Γη το Κωσταντή. Αυτό είναι δηλαδή το βάρος του ($W_{\text{ΚΩΝ}} = 977 \text{ N}$).

Άρα το βάρος των σωμάτων δίνεται και από τη σχέση:

$$\boxed{w = G \frac{m \cdot M_{\Gamma}}{R_{\Gamma}^2}}$$

Απόδειξη 3ου νόμου του Κέπλερ

Απόδειξη 3^{ου} νόμου του Κέπλερ ότι σταθερά $k = 2.97 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3 = (\text{T}^2)/(\text{R}^3)$
από τους νόμους του Νεύτωνα

$$\text{Η κεντρομόλος δύναμη } F_{\text{κυκλ}} = (M_{\text{πλανήτη}} * v^2) / R$$

$$\text{Η βαρυτική δύναμη } F_{\text{βαρ}} = (G * M_{\text{πλανήτη}} * M_{\text{Ηλίου}}) / R^2$$

$$\text{Επειδή } F_{\text{βαρ}} = F_{\text{κυκλ}}, \text{ έχουμε } (M_{\text{πλανήτη}} * v^2) / R = (G * M_{\text{πλανήτη}} * M_{\text{Ηλίου}}) / R^2$$

Και επειδή $v = (2 * \pi * R) / T$, έχουμε $v^2 = (4 * \pi^2 * R^2) / T^2$ οπότε

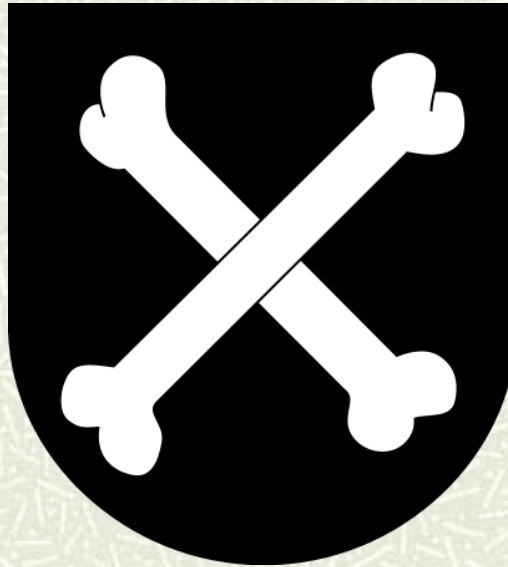
$$(M_{\text{πλανήτη}} * 4 * \pi^2 * R^2) / (R * T^2) = (G * M_{\text{πλανήτη}} * M_{\text{Ηλίου}}) / R^2$$

$$\text{ή } T^2 / R^3 = (M_{\text{πλανήτη}} * 4 * \pi^2) / (G * M_{\text{πλανήτη}} * M_{\text{Ηλίου}})$$

$$\text{ή } T^2 / R^3 = (4 * \pi^2) / (G * M_{\text{Ηλίου}})$$

$$\text{άρα } k = 2.97 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3 = (\text{T}^2)/(\text{R}^3)$$

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ : ΠΑΜΕ ΝΑ ΔΟΥΜΕ Τ' ΑΣΤΕΡΙΑ II
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ:
ΝΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ – ΦΥΣΙΚΟΣ



Προσωπικό οικόσημο και υπογραφή του Sir Isaac Newton

A handwritten signature in black ink that reads "Is. Newton". The signature is written in a cursive, flowing style.