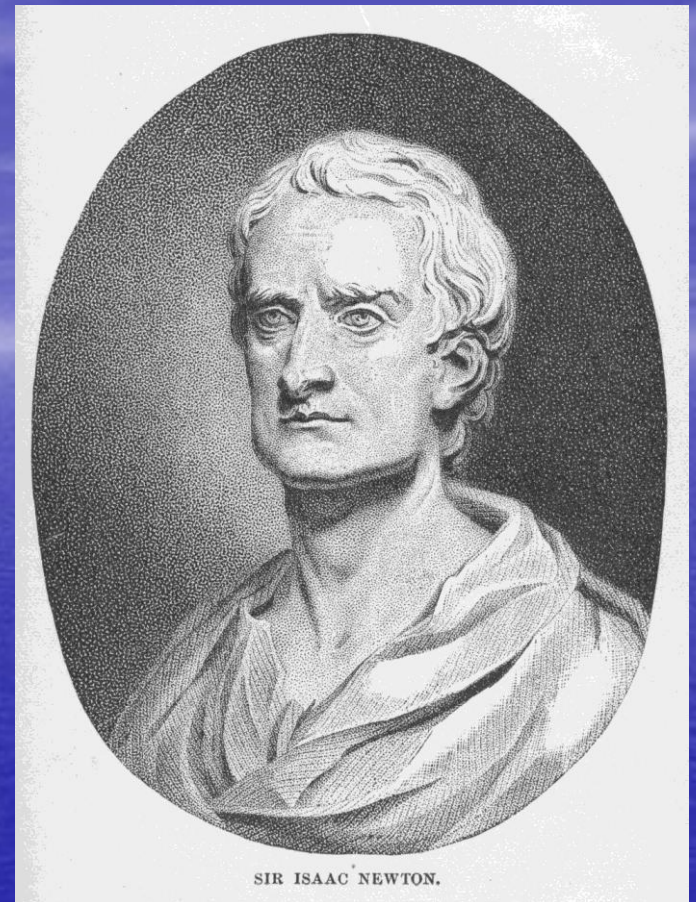


Is. Newton

Πατέρας της
Δυναμικής



Χάρης Βάρβογλης
Τμήμα Φυσικής
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Σύντομο βιογραφικό (1642-1727)

- Γέννηση: Τη χρονιά του θανάτου του Γαλιλαίου (με το Ιουλιανό!)
- Γεννήθηκε ορφανός στο Woolsthorpe Manor. Πατριός ιερέας. Ανατράφηκε από τη γιαγιά του. Επέστρεψε στο σπίτι του μετά το θάνατο του πατριού του (1653).
- Σπουδές: Cambridge, Trinity College
- 1665: Πτυχίο, επιδημία πανώλους, παραμονή στο Woolsthorpe (~3 χρόνια), σημαντικότερα αποτελέσματα
- 1669: Έδρα Lucasian (Μαθηματικά! Unitarian) για £100/έτος. Άλλοι καθηγητές στην ίδια έδρα: Isaac Barrow (ιερέας), Charles Babbage, George Stokes, Paul Dirac, Stephen Hawking
- 1689: Εκπρόσωπος στο Αγγλικό Κοινοβούλιο
- 1692: Ψυχολογικά προβλήματα
- 1696: Διευθυντής του Βασιλικού Νομισματοκοπείου
- 1705: *Sir* Isaac Newton

Isaac Newton

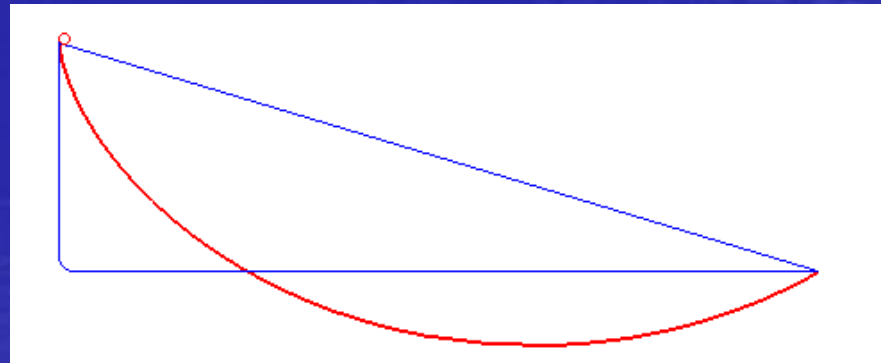
- Alexander Pope: *Nature and nature's laws lay hid in night; God said "Let Newton be" and all was light.*

Επιστημονικές δραστηριότητες

- Μαθηματικά
- Φυσική (Μηχανική-Βαρύτητα-Οπτική)
- Αστρονομία
- Αλχημεία (!)

Μαθηματικά

- Διωνυμικό ανάπτυγμα για κλασματικό εκθέτη (άπειροι όροι)
- Θεμελίωση του Λογισμού
- Εφαρμογή: διαγωνισμός βραχυστοχρόνιας καμπύλης
- *Λύσεις Acta Eruditorum, τεύχος Μαΐου 1697:*
 - Λύση Leibniz, p. 205
 - Λύση Johann Bernoulli, pp. 206-211
 - Λύση Jacob Bernoulli, pp. 211-214
 - Λύση Newton (ανώνυμα, μέσω του Λόρδου Halifax)
Philos. Trans. **19**, 424-425, 1697
 - Johann Bernoulli:
Tanquam ex ungue leonem
Εξ όνυχος τον λέοντα



Φυσική – Οπτική: πρίσμα



- Μπορούμε να πάρουμε και πάλι λευκό φως, προσθέτοντας ένα δεύτερο πανομοιότυπο πρίσμα με τον αντίθετο προσανατολισμό;
- ΟΧΙ!
- Κατάλληλη στιγμή να μιλήσουμε για συμμετρίες στη Φυσική.
- Άλλο παράδειγμα: παράδοξο των διδύμων!

Φυσική – Οπτική: θεωρία χρωμάτων

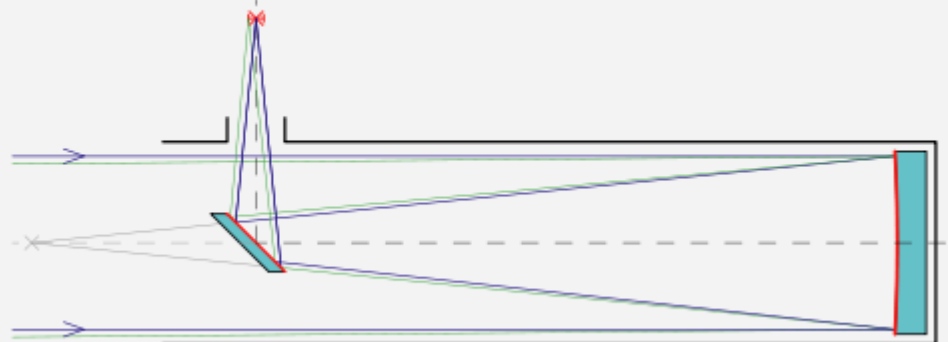


Φυσική – Οπτική: Τηλεσκόπια

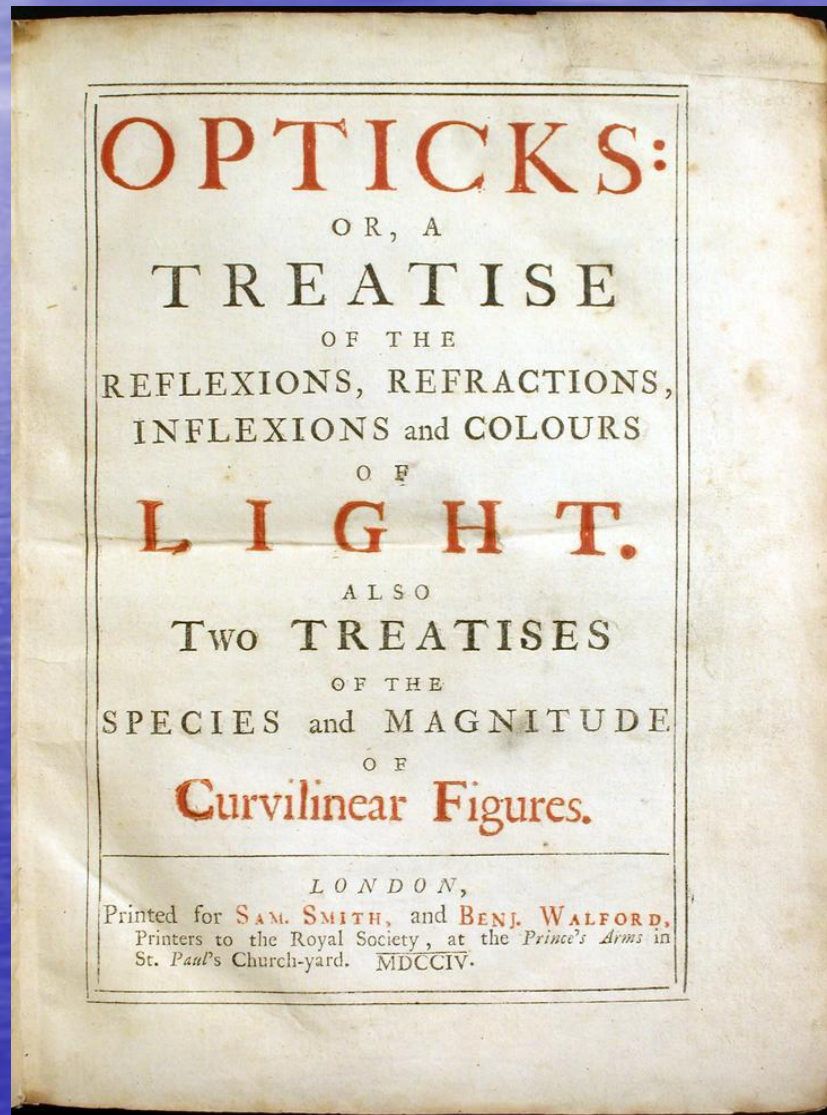


- Ο Νεύτωνας πίστευε ότι το χρωματικό σφάλμα ήταν ένα «αδιόρθωτο» χαρακτηριστικό των διαθλαστικών τηλεσκοπίων, και έτσι σκέφθηκε να κατασκευάσει ένα κατοπτρικό.
- Αργότερα έγινε κατανοητό ότι το χρωματικό σφάλμα μπορεί να διορθωθεί (π.Χ. Fraunhofer). Θα επανέλθουμε.

Newton-Teleskop



Opticks: Πρώτη έκδοση, 1704

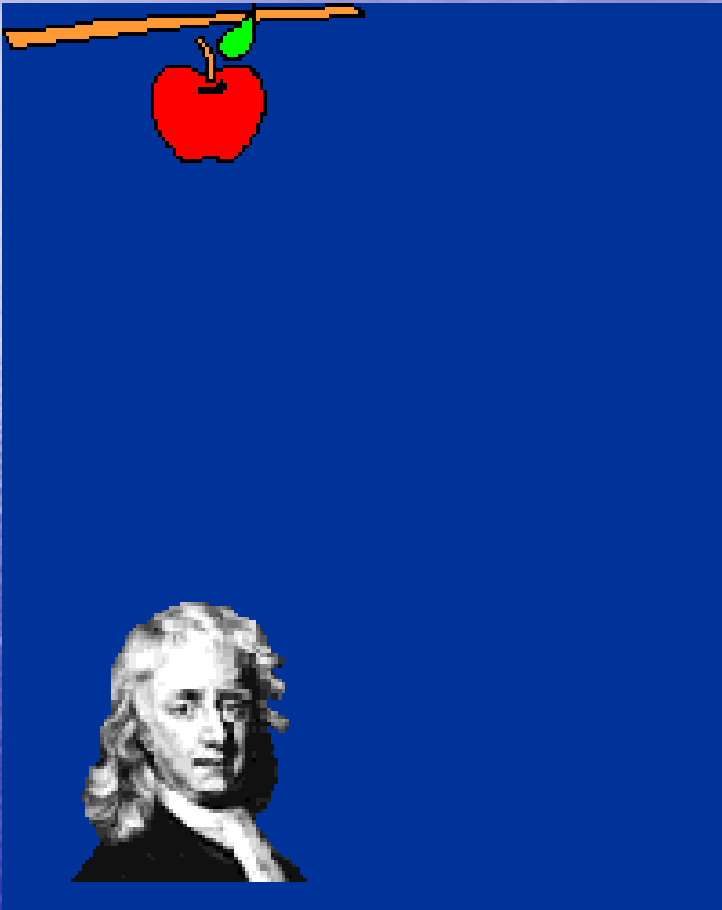


Στα Αγγλικά!

Φυσική - Δυναμική

- Τρεις *νόμοι* (δηλ. αξιώματα) της Δυναμικής
 - Νόμος αδράνειας
 - $\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$
 - Νόμος δράσης-αντίδρασης (θα επανέλθουμε στον Ηλεκτρομαγνητισμό)

Αστρονομία - Βαρύτητα



- Ο Νεύτωνας, δια του δεύτερου νόμου της κίνησης, υπολόγισε τη δύναμη στο μήλο για να έχει την επιτάχυνση που είχε μετρήσει ο Γαλιλαίος.
- Μετά, βασισμένος στην απόσταση της Σελήνης που είχε μετρήσει ο Flamsteed, υπολόγισε τη δύναμη που απαιτείται για να κρατήσει τη Σελήνη στην τροχιά της.
- Βρήκε ότι και οι δύο δυνάμεις περιγράφονται από τον νόμο
$$F = -Gm_1m_2/r^2$$
- Επομένως οι νόμοι της Φυσικής είναι οι ίδιοι στη Γη και στον ουρανό, αντίθετα με τη θεωρία του Αριστοτέλη (αλλά ας δούμε και την επόμενη διαφάνεια!)

Μερικές φορές οι ιδέες στη φυσική κάνουν κύκλους...

- Η Αστρολογία, στην Ελληνιστική περίοδο, είχε αρχικά αναπτυχθεί με σκοπό να εξαλείψει τις θρησκευτικές δοξασίες από την ερμηνεία των νόμων της φύσης.
- Ο Πτολεμαίος πίστευε ότι «όπως επάνω, έτσι και κάτω» (αλλά με διαφορετική έννοια).
- Θα δούμε στη συνέχεια ότι σήμερα έχουμε αλλάξει, και πάλι, άποψη!



IN VENETIA, appresso Giordano Ziletti.
M. D. LXIX.

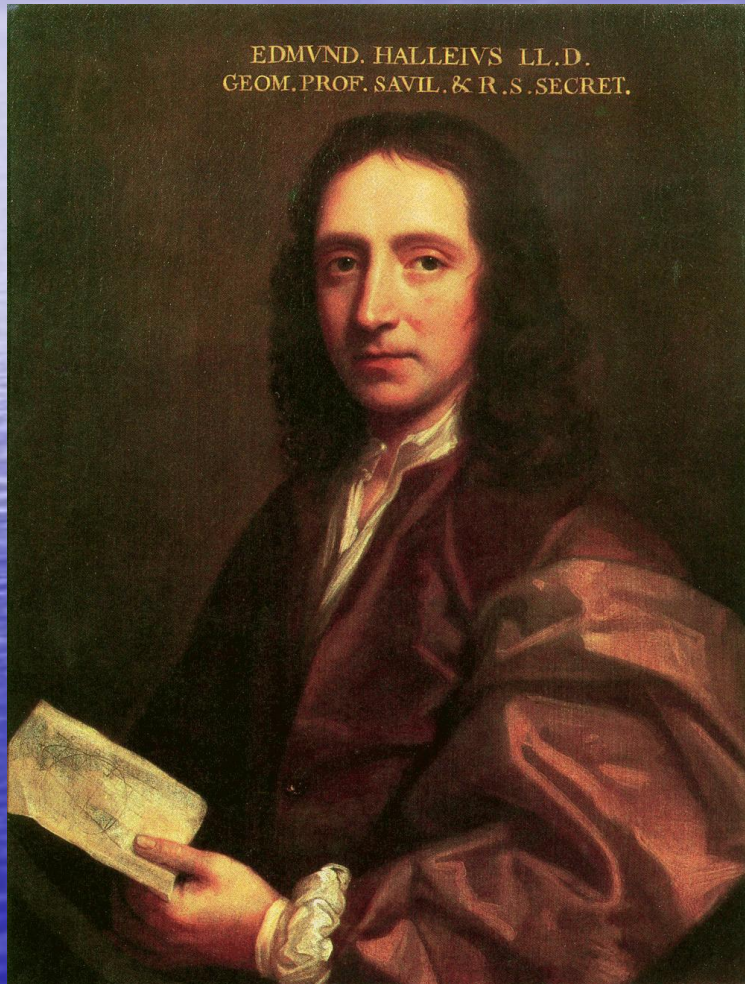
Εναλλακτικές κλασικές θεωρίες της Βαρύτητας

- Ο Gauss πρότεινε ένα *εναλλακτικό* αξίωμα, για το νόμο της Βαρύτητας, μέσω του ολοκληρώματος

$$\int_S \vec{g} \cdot d\vec{S} = 4\pi GM$$

- Αυτό είναι *ακριβώς ισοδύναμο* με το νόμο του Νεύτωνα, *μόνο αν* η μορφή του νόμου είναι $1/r^2$ *και* ο χώρος είναι 3-D!
- Πειραματικός έλεγχος έδειξε ότι ο εκθέτης είναι ίσος με -2 με όλη τη διαθέσιμη ακρίβεια. Επομένως ο χώρος είναι 3D, αφού οι δύο νόμοι-αξιώματα φαίνονται ισοδύναμοι!

Παγκόσμια έλξη

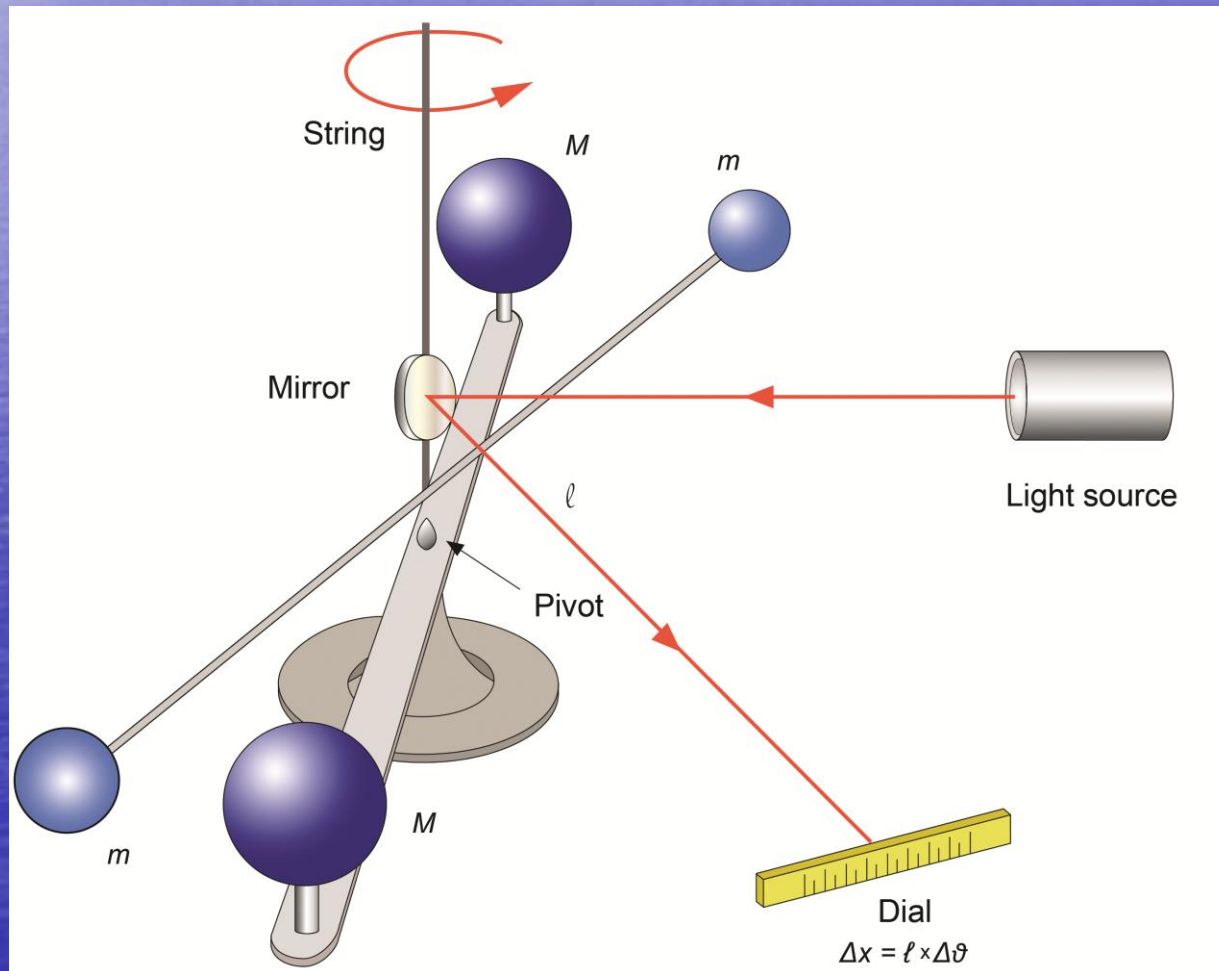


- Συζήτηση μεταξύ Hooke-Wren-Halley
- Επίσκεψη Halley (1684)
- Νόμος δύναμης του Νεύτωνα:

$$F = GMm/r^2 (=ma)$$

- Ο Νεύτωναs απέδειξε τους νόμους του Kepler!
- $\sim 1/r^2$ έναντι $\sim r$
ελλειπτικές λύσεις

Πείραμα Cavendish – μέτρηση του G

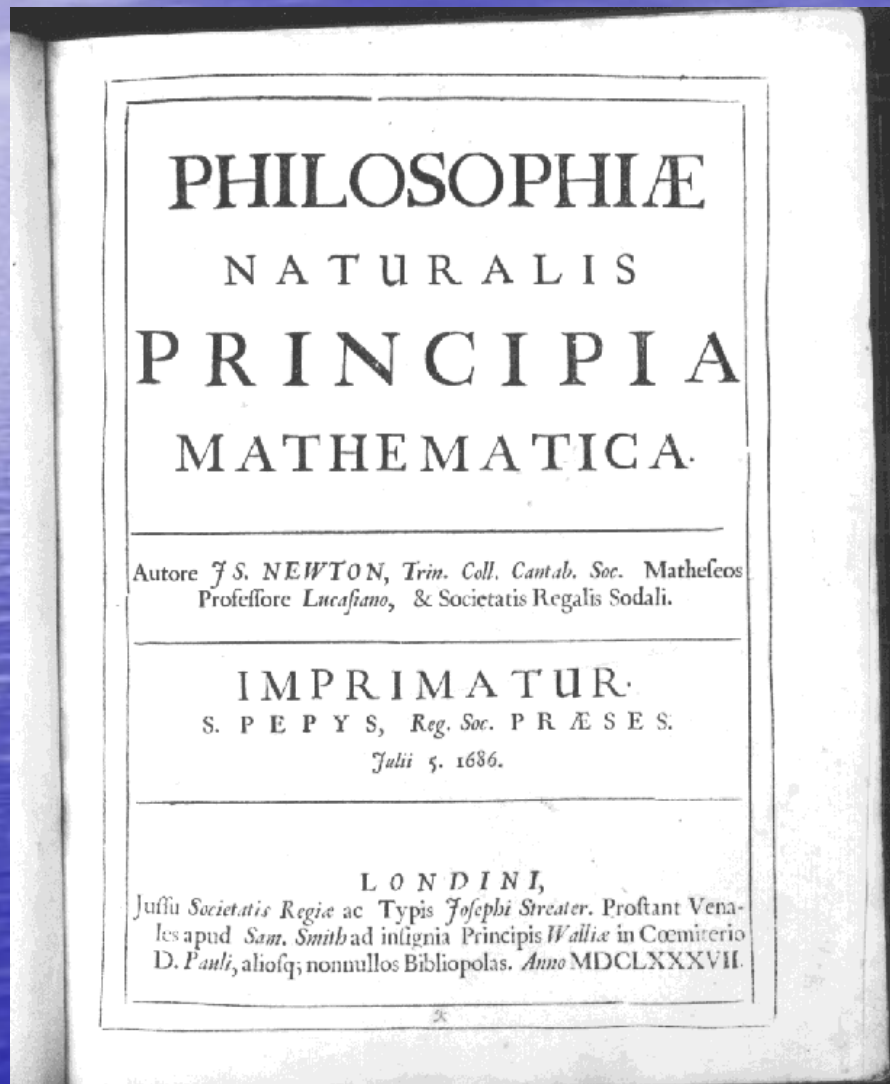


Γραπτή απάντηση σε Halley



- Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα με την οποία εκσφενδονίζεται, τόσο πιο μακριά πηγαίνει πριν πέσει στο έδαφος.
- Επομένως μπορούμε να υποθέσουμε πως η ταχύτητά του αυξάνει τόσο πολύ, ώστε να μπορεί να διαγράψει τόξο 1, 2, 5, 10, 100, 1000 μιλίων, πριν φτάσει στη Γη.
- Τέλος, ξεπερνώντας τα όρια της Γης, θα περάσει στο διάστημα, χωρίς να την αγγίξει.
- (Newton, De motu corporum in gyrum, November 1684)

Principia: Πρώτη έκδοση, 1687



Η επέκταση του
«De motu...»
Στα Λατινικά!

Μαθηματικά χωρίς μαθηματικά!

DE
MOTU CORPORUM
LIBER PRIMUS.

SECTIO I.

*De Methodo Rationum primarum & ultimarum, cujus ope sequentia
demonstrantur.*

LEMMA I.

Quantitates, ut & quantitatum rationes, quæ ad æqualitatem
tempore quovis finito constanter tendunt, & ante finem tempo-
ris illius propius ad invicem accedunt quam pro data quavis differe-
tia, sunt ultimo æquales.

Si negas; fiant ultimò inequales, & sit earum ultima differentia
 D . Ergo nequeunt propius ad æqualitatem accedere quam pro
data differentia D : contra hypothesein.

Principia: “παράξενη” μαθηματική γλώσσα!

- Π.χ. στο Βιβλίο 2, Λήμμα 2, ο Νεύτωνας ορίζει την παράγωγο ως εξής:
- Momentum genitae aequatur momentis laterum singulorum generantium in eorundem laterum indices dignitatum & coefficientia continue ductis.
- Η ροπή κάθε *Genitum* ισούται με τις ροπές καθεμιάς από τις γεννήτριες πλευρές, υψωμένες στους δείκτες των δυνάμεων αυτών των πλευρών και στους συντελεστές τους συνεχώς.

Άλυτα προβλήματα

- Η φύση της “δράσης από απόσταση” της Βαρύτητας (σχετική με τον μυστικισμό του και το έργο του στην Αλχημεία;)
- Το πρόβλημα των 3 σωμάτων (χαοτικές λύσεις, Poincaré, βλέπε Θεωρία Χάους).
- Νευτώνεια Κοσμολογία: ασθενή σημεία
 - Ευστάθεια του Σύμπαντος
 - Αποκλίνουσες δυνάμεις
- Παράδειγμα για μοντελοποίηση της φύσης

Αλχημεία - Χυμικοί

- Τρεις κλάδοι της Αλχημείας:
 - Παρασκευή βαφών, ανόργανα οξέα – αρχή της σύγχρονης Φαρμακολογίας, εργαστηριακές τεχνικές (απόσταξη – εξάχνωση)
 - Ιατρική Χυμεία (ή Χημική Ιατρική)
 - Παρασκευή χρυσού από κοινά μέταλλα (π.χ. μόλυβδο)
- Ο Νεύτωνας εργάσθηκε και στους τρεις κλάδους της Αλχημείας (κυρίως όμως στη μεταστοιχείωση των μετάλλων!)
- Ίσως οι ψυχικές διαταραχές που εμφάνισε στη μεταγενέστερη ζωή του να οφείλονταν σε πιθανή δηλητηρίαση από υδράργυρο (Hg) και αντιμόνιο (Sb).

Βασιλικό Νομισματοκοπείο

- 1696: Διορισμός (Charles Montague, Earl of Halifax), £600/έτος
- Οικονόμος του η ανιψιά του Catherine, κληρονόμος του Λόρδου Halifax!
- 1715: Γάμος της Catherine με τον John Conduitt (βιογράφος του Νεύτωνα και διάδοχό του στο Βρετανικό Νομισματοκοπείο – αυτός που διέσωσε τη διήγηση για το μήλο).

Διαμάχες - Hooke

- 7 χρόνια μεγαλύτερος (ο Hooke)
- Γραμματέας της Βασιλικής Εταιρείας (-1703)
- 1672: αυστηρή κριτική σε μια εργασία του Νεύτωνα στην Οπτική.
- Πρώτη γνωστή αναφορά του νόμου $\sim 1/r^2$
- 1703: θάνατος του Hooke, ο Νεύτωνα αναλαμβάνει Πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας.

Διαμάχες: von Leibniz

- Διαφορές στο συμβολισμό: $\dot{z}$ έναντι dz/dt
- Αμφισβήτηση για το ποιος επινόησε τον Λογισμό: μια όχι αμερόληπτη επιτροπή!
- Αλλά ο Leibniz είπε (πριν «τα σπάσουν»!):
“Από όλα τα Μαθηματικά που είναι γνωστά (μέχρι τότε), τα αποτελέσματα του Νεύτωνα αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος.”

Διαμάχες: John Flamsteed

- Ιερωμένος!
- Πρώτος Βασιλικός Αστρονόμος (£100/έτος)
- Οι παρατηρήσεις του για την απόσταση της Σελήνης οδήγησαν τον Νεύτωνα στο νόμο $1/r^2$
- Ο Νεύτωνα του φερόταν σαν σε βοηθό.
- Ο Νεύτωνα τον ανέφερε στην 1^η έκδοση των *Principia*, αλλά όχι στις επόμενες.

Φωτεινή πλευρά - Ι

- I do not know what I may appear to the world, but to myself I seem to have been only like a boy playing on the sea-shore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.

Φωτεινή πλευρά (?) - II

- Γράμμα στον Robert Hooke τον Φεβρουάριο του 1676:
- "If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants".
- Αναφερόμενος ίσως στο γεγονός ότι ο Hooke ήταν κοντός και καμπούρης.

ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΠΛΕΥΡΑ (κριτική της *βιογραφίας του Νεύτωνα* από τον *Brewster*, δημοσιευμένη στους Times στις 21/9/1855)

- Ο Flamsteed πάντα τον έβρισκε: "insidious, ambitious, and excessively covetous of praise and impatient of contradiction." Ο William Whiston (διάδοχος του Νεύτωνα στην έδρα Lucasian) τον περιγράφει ως: "equally impatient, and of the most fearful, cautious, and suspicious temper that ever he knew".
- Αν ο Νεύτωνα ήταν πραγματικά ψυχρός, ήταν κυρίως μια αρνητική ψυχρότητα. Ήταν αντικοινωνικός, επιφυλακτικός, αφηρημένος, σιωπηλός. Στη διάρκεια 5 ετών ο γραμματέας του, Humphrey Newton (συνωνυμία), δεν τον είδε ποτέ να γελάει εκτός από μια φορά, και αυτή τη φορά δεν κατάλαβε γιατί γελούσε.

Ο τάφος του Νεύτωνα στο Αβαείο του Γουεστμίνστερ

