

Δημιουργική εργασία Λυκείου

Μάθημα: Φυσική

Τμήμα: Α₁

Σχολείο: ΓΕΛ Αιτωλικού

Σχολική χρονιά: 2017-2018

Θέμα: «Ισαάκ Νεύτωνα, η ζωή και το έργο του»

Υπεύθυνος καθηγητής: Μπακάκης Κων/νος



Ομάδες εργασίας: 1) Η ζωή του Νεύτωνα

2) Το μήλο του Νεύτωνα

3) Το έργο του στη Δυναμική

4) Το έργο του στην Οπτική και τα Μαθηματικά

Περιεχόμενα

Βιογραφικό Σημείωμα..... σελ.3

Η ιστορία της «πτώσης» του μήλου..... σελ.7

Οι 3 νόμοι του Νεύτωνα στη Δυναμική..... σελ.10

Η συμβολή του στην οπτική και τα μαθηματικά..... σελ.12

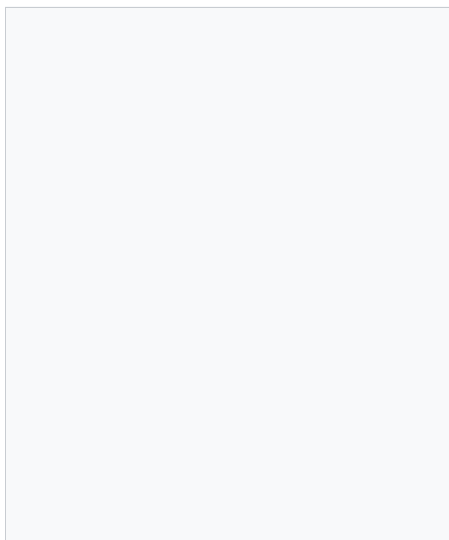
Ο Σερ Ισαάκ Νεύτων (Sir Isaac Newton, 4 Ιανουαρίου 1643 – 31 Μαρτίου 1727) ήταν Άγγλος φυσικός, μαθηματικός, αστρονόμος, φιλόσοφος, αλχημιστής και θεολόγος. Θεωρείται πατέρας της Κλασικής Φυσικής, καθώς ξεκινώντας από τις παρατηρήσεις του Γαλιλαίου αλλά και τους νόμους του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών διατύπωσε τους τρεις μνημειώδεις νόμους της κίνησης και τον περισπούδαστο «νόμο της βαρύτητας» (που ο θρύλος αναφέρει πως αναζήτησε μετά από πτώση μήλου από μια μηλιά). Μεγάλης ιστορικής σημασίας υπήρξαν ακόμη οι μελέτες του σχετικά με τη φύση του φωτός καθώς επίσης και η καθοριστική συμβολή του στη θεμελίωση των σύγχρονων μαθηματικών και συγκεκριμένα του διαφορικού και ολοκληρωτικού λογισμού. Δεν είχε κοινοπολιτειακή υπηκοότητα, αλλά είχε αποκτήσει τον τίτλο του Εταίρου της Βασιλικής Εταιρείας, που δίνονταν σε πολίτες ή μόνιμους κατοίκους της Κοινοπολιτείας των Εθνών. Είχε διατελέσει πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας.

1643-1661: Παιδικά χρόνια

Όταν γεννήθηκε, ο πατέρας του είχε ήδη πεθάνει. Τα τρία πρώτα χρόνια της ζωής του μένει μαζί με τη μητέρα και τη γιαγιά του. Κατόπιν η μητέρα του, Χάννα, παντρεύεται για δεύτερη φορά και φεύγει από το σπίτι, αφήνοντας το μικρό Ισαάκ στα χέρια της μητέρας της. Όταν ο πατριός πεθαίνει επίσης, μετά από οκτώ χρόνια, η μητέρα γυρίζει στο χωριό με τα τρία ετεροθαλή αδέρφια του, δύο κορίτσια και ένα αγόρι. Είναι γνωστό ότι ο Νεύτων, ως νεαρός, κρατούσε ένα «αμαρτιολόγιο», έναν κατάλογο δηλαδή όπου σημείωνε τις αμαρτίες που πίστευε ότι διέπραττε. Μέσα εκεί αναφέρεται στη μητέρα του και στον πατριό του και έτσι γνωρίζουμε ότι ένιωθε ζήλια και μνησικακία για το γεγονός ότι εκείνη τον άφησε από μικρό για να ξαναπαντρευτεί. Πιστεύεται γενικά ότι η προσωπικότητά του, που διαμορφώθηκε αργότερα σε στρυφνή και αντικοινωνική, αναμφισβήτητα επηρεάστηκε από το ότι δεν είχε γνωρίσει τον πατέρα του και το ότι η μητέρα του τον άφησε μόνο του στη μικρή εκείνη ηλικία.

Τις πρώτες σπουδές του τις ολοκλήρωσε στο κοντινό Γκράντχαμ. Όταν η μητέρα του πείστηκε ότι ο πρωτότοκος γιος της δεν επρόκειτο να αφοσιωθεί στο γεωργικό τρόπο ζωής για τον οποίο τον προόριζε, αποφάσισε να τον αφήσει να προετοιμαστεί για περαιτέρω σπουδές στο πανεπιστήμιο. Έτσι, στις 5 Ιουνίου του 1661, ο νεαρός Νεύτων εισάγεται στο Κολλέγιο Τρίνιτι του Καίμπριτζ. Λαμβάνει το πρώτο πτυχίο του το 1665 και με υποτροφία, μετά από τρία χρόνια (1668) ολοκληρώνει το μεταπτυχιακό του. Στο μεταξύ εκλέγεται μέλος της πανεπιστημιακής κοινότητας και αρχίζει έτσι επίσημα την ερευνητική σταδιοδρομία του.

1696-1727: Τα τελευταία χρόνια στο Λονδίνο

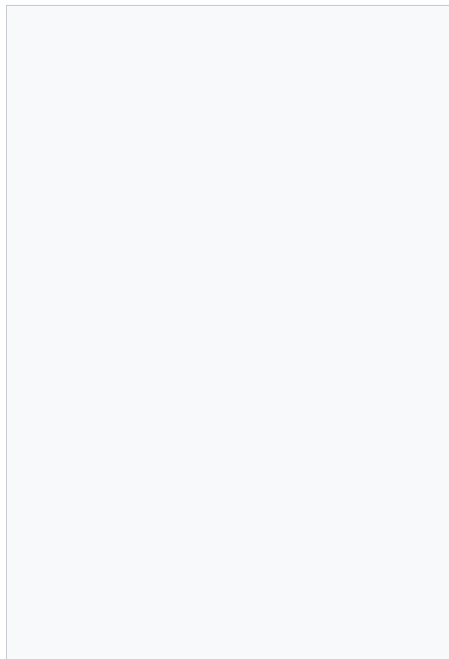


Ο Νεύτων το 1702. Πορτραίτο του Γκόντφρεϋ Κνέλερ.

Από τη στιγμή που ο Νεύτων έφυγε από το Καίμπριτζ, μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό και η επιστημονική του δραστηριότητα. Συνέχισε να ασχολείται με μαθηματικά προβλήματα αλλά κυρίως ασχολήθηκε με τις δημοσιεύσεις των εργασιών του. Ήταν τα χρόνια της διαμάχης με τον Λάιμπνιτς. Χρησιμοποιώντας κάθε δυνατό μέσο, προσπάθησε — αποτελεσματικά ως ένα βαθμό — να πείσει την επιστημονική κοινότητα ότι ο λογισμός ήταν δική του επινοήση και ότι ο Λάιμπνιτς δεν έκανε τίποτε άλλο από το να οικειοποιηθεί τις δικές του ιδέες. Αναγκάστηκε, λοιπόν, να ξεπεράσει τις παλιές του επιφυλάξεις και να εκθέσει στην κρίση των συναδέλφων του τις παλιές ανακαλύψεις του, σε έναν αγώνα δρόμου να κατοχυρώσει τους ερευνητικούς του καρπούς. Μέχρι το 1711 είχαν εκδοθεί από μία τουλάχιστον φορά τα *Opticks* (1704), *Tractatus de Quadratura Curvarum* (1704), *Enumeratio Linearum Tertii Ordinis* (1704), *Arithmeticae Universalis* (1707), *De Analysi* (1711), *Methodis Differentialis* (1711) καθώς και δύο ακόμη φορές το *Principia Mathematica* (1713, 1726) ενώ εννιά χρόνια μετά το θάνατό του, εκδόθηκε για πρώτη φορά το *De Methodis Fluxionum et Serierum Infinitarum* (1736).

Το Φεβρουάριο του 1699 η Ακαδημία των Επιστημών του Παρισιού ονόμασε τον Νεύτωνα αντεπιστέλλον μέλος, ενώ το Νοέμβριο του 1703 εκλέχθηκε πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας, όπου παρέμεινε μέχρι το θάνατό του. Στη θέση αυτή στάθηκε σκληρός και άτεγκτος, ενώ μάλιστα έχει δειχθεί ότι επωφελήθηκε της θέσης ώστε να ενεργήσει κατά του Λάιμπνιτς. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι στις 16 Απριλίου του 1705, σε τελετή που έγινε στο Κολέγιο του Τρίνιτι, η βασίλισσα Άννα έχρισε τον Νεύτωνα ιππότη ως αναγνώριση των πολιτικών υπηρεσιών του προς την Αγγλία. Είκοσι δύο χρόνια μετά, στις 31 Μαρτίου του 1727, πέθανε άρρωστος από πάθηση των πνευμόνων σε ηλικία ογδόντα τεσσάρων ετών.

Πνευματικοί κληρονόμοι και βιογράφοι



Ο Ισαάκ Νεύτων σε προχωρημένη ηλικία το 1712, σε πορτραίτο του Τζέιμς Θόρνχιλ.

Όταν πέθανε ο Νεύτων, το 1727, στη χώρα του ήδη τον θεωρούσαν εθνική μορφή, έτσι ώστε να ευνοηθεί στα ανώτερα λαϊκά στρώματα ένα επιστημονικό - φιλοσοφικό ρεύμα που είναι γνωστό ως «νευτωνιανισμός» και το οποίο βασιζόταν επιφανειακά στη μεθοδολογική νοοτροπία που διέπνεε το έργο του. Πολύ περισσότερο, σε συνδυασμό με τις φιλοσοφικές ιδέες των Ντεκάρτ και Λοκ, βοήθησε να σφυρηλατηθεί το λεγόμενο ρασιοναλιστικό πνεύμα του Διαφωτισμού.

Σε καθαρά επιστημονικό επίπεδο, το έργο του είχε ευρεία και άμεση απήχηση στην Αγγλία και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Στα επόμενα χρόνια οι επιστήμονες προσπαθούσαν να εφαρμόζουν τους νόμους του Principia Mathematica μαζί με τις απειροστικές μεθόδους σε κάθε σχεδόν πρόβλημα φυσικής, ελέγχοντας παράλληλα με τον τρόπο αυτό την εγκυρότητα της θεωρίας και τα όριά της. Ο προσδιορισμός του σχήματος της Γης το 1735, ο υπολογισμός της τροχιάς της σελήνης από τον Κλερό (Alexis-Claude Clairaut, 1713-1765) και η ακριβής χρονική πρόβλεψη της επανόδου του κομήτη Χάλει ήταν τα τρία αποφασιστικά βήματα που δικαίωσαν τη θεωρία του Νεύτωνα. Με μεγαλύτερη πίστη και περισσότερες ελπίδες κατόπιν, οι φυσικοί της εποχής συνέχιζαν να εφαρμόζουν τη θεωρία εξαγοντας πολλά σημαντικά αποτελέσματα, όπως του Λέοναρντ Όιλερ (Leonhard Euler, 1707-1783) στην υδροδυναμική, του Ζοζέφ Λουί Λαγκράνζ (Joseph Louis Lagrange, 1736-1813)

στην αναλυτική μηχανική ή του Πιέρ Σιμόν Λαπλάς (Pierre Simon Laplace, 1749-1827) στην ουράνια μηχανική του.

Στα μαθηματικά από την άλλη, μία μεγάλη περιοχή είχε ανακαλυφθεί και περίμενε τους κατοπινούς επιστήμονες να τη χαρτογραφήσουν, η περιοχή της μαθηματικής ανάλυσης. Βασισμένοι στον απειροστικό λογισμό - αν και προτιμώντας την έκφρασή του από τον Λάιμπνιτς - πολλοί γνωστοί μαθηματικοί επέκτειναν την επιστήμη προς νέες κατευθύνσεις: οι Γιόχαν και Γιάκομπ Μπερνούλι (Bernoulli) με το λογισμό μεταβολών, ο Γκασπάρ Μονζ (Gaspard Monge) με την διαφορική γεωμετρία, ο Λαγκράνζ στις διαφορικές εξισώσεις και την αναλυτική μηχανική, μία καθαρά αλγεβρική θεώρηση όπου εκμεταλλεύεται με άμεσο τρόπο τις άπειρες σειρές, και βέβαια ο Όιλερ σε μία πληθώρα προβλημάτων. Ήταν, μάλιστα, η γονιμότητα του λογισμού που έπεισε σταδιακά τους επιστήμονες να παραμερίσουν την κλασική γεωμετρία και μαζί με αυτήν και τα ελαττώματά της.

Ο άνθρωπος Νεύτων, χαρισματικός διανοητής αλλά προβληματικός χαρακτήρας, άργησε πολύ να κριθεί με αντικειμενικότητα από την επιστημονική κοινότητα της Αγγλίας. Οι πρώτοι του βιογράφοι — ακολουθώντας το ρεύμα της εποχής — περιορίζονταν στο να εξυμνούν τα επιτεύγματά του, ενώ η πρώτη φορά που αποκαλύφθηκαν δυσάρεστες πληροφορίες γύρω από τη ζωή του ήταν το 1835 από τον Φράνσις Μπέιλι (Francis Baily, 1774-1844), ιδρυτή της Αστρονομικής Βασιλικής Εταιρείας, και κατόπιν από τον Αουγκούστους ντε Μόργκαν (Augustus de Morgan). Από τότε έχουν γίνει πολλές μελέτες για τον Νεύτωνα, και ίσως η πιο γνωστή ανάμεσά τους είναι του Αμερικανού Ρίτσαρντ Γουέστφαλ (Richard Westfall).

Η ιστορία ότι ο Ισαάκ Νεύτων (1642 – 1727) συνέλαβε την ιδέα της βαρύτητας παρατηρώντας την **πτώση ενός μήλου** είναι πολύ γνωστή.



Όσον αφορά τη σύλληψη του νόμου της βαρύτητας από την πτώση ενός μήλου ή όποια άλλη κι αν ήταν η αφορμή, ένα είναι βέβαιο: η συστηματοποίηση της αρχικής ιδέας είχε ως αποτέλεσμα τη συγγραφή ενός από τα σημαντικότερα βιβλία στην ιστορία της επιστήμης, το περίφημο Principia Mathematica (Μαθηματικές αρχές) (1687).

Το έργο αυτό, που δίκαια θεωρείται θεμέλιο της φυσικής επιστήμης, αποτέλεσε τον καρπό πολυετούς έρευνας και μελέτης, και μόνο ένας επιστήμονας σαν τον Νεύτωνα – προικισμένος με διανοητικά χαρίσματα, βαθιά παιδεία, επινοητικότητα, περιέργεια, επιμονή, αυταπάρνηση και αφοσίωση θα μπορούσε να το ολοκληρώσει.

Το 1665 όταν η επιδημία της πανούκλας είχε κλείσει πολλά δημόσια κτίρια, τον Ιούνιο εκείνης της χρονιάς ο Νεύτων είχε εγκαταλείψει το Cambridge για να πάει στο πατρογονικό του οίκημα, Woolsthorpe Manor, κοντά στο Grantham στο Lincolnshire, όπου έμεινε συνεχώς-εκτός από ένα μικρό διάλειμμα το 1666-για περίπου 2 χρόνια για να ασχοληθεί με τα αστρονομικά προβλήματα που τον απασχολούσαν από το πανεπιστήμιο. Εκεί, στην ηρεμία της επαρχίας και αναμένοντας τη λήξη της επιδημίας, επιδόθηκε απερίσπαστος στις μελέτες του. Συχνά περνούσε τις ώρες του σκεπτόμενος στον κήπο με τις μηλιές, δίπλα στο σπίτι του.

Ήταν ιδιαίτερα παθιασμένος με την τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη, και εν τέλει υποστήριξε ότι η επίδραση της βαρύτητας πρέπει να εκτείνεται και στις μεγάλες αποστάσεις. Παρακολουθώντας την πάντα ίσια πτώση των μήλων προς το έδαφος, πέρασε αρκετά χρόνια εργαζόμενος πάνω σε μαθηματικά που δείχνουν ότι η δύναμη της βαρύτητας μειωνόταν ως το ανάστροφο τετράγωνο της απόστασης.

Ο Αγγλος φυσικός μέσα από ένα τυχαίο γεγονός στην καθημερινότητα του, προσπάθησε να αντιληφθεί ποια είναι αυτή η δύναμη που προκαλεί τέτοιου είδους κινήσεις. Μάλιστα, ήταν πεπεισμένος πως η πτώση του μήλου και η τροχιά της

Σελήνης ήταν κινήσεις που προέρχονταν από την άσκηση του ίδιου είδους δύναμης. Η προβλέψεις του Νεύτωνα αποδείχτηκαν σωστές μερικά χρόνια αργότερα.

Με την δημοσίευση του περίφημου «Principia Mathematica» το 1687, ο Νεύτωνας εισήγαγε στις φυσικές επιστήμες την έννοια της βαρύτητας. Μέσα στο βιβλίο του Αγγλου φυσικού, το οποίο θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά επιστημονικά συγγράμματα της ιστορίας, βρίσκεται το πρώτο αξίωμα για τις βαρυτικές δυνάμεις αλλά και ο γνωστός «νόμος της παγκόσμιας έλξης».

Η μια εκ των τεσσάρων δυνάμεων του σύμπαντος - Τι είναι η βαρύτητα και πως... «λειτουργεί»

Το έργο του Νεύτωνα άλλαξε ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε κάθε κίνηση οποιουδήποτε αντικειμένου. Η δύναμη της βαρύτητας που ανακάλυψε ο Αγγλος φυσικός είναι μια από τις τέσσερις αλληλεπιδράσεις στην φύση, μαζί με την ηλεκτρομαγνητική, την ασθενή πυρηνική και την ισχυρή πυρηνική δύναμη. Με λίγα λόγια, το «Principia Mathematica» δεν περιγράφει απλώς ένα θεμέλιο λίθο της φυσικής, αλλά εξηγεί, εν μέρει, την σύσταση ολόκληρου του σύμπαντος.

Ας δούμε πως περιγράφουν κάποια περιστατικά οι σύγχρονοι βιογράφοι του.

Ο πρώτος βιογράφος ήταν ο William Stukeley, γνωστός για τις μελέτες του για την αρχαία μυθολογία και τους Δρυίδες. Ο Stukeley διέθετε άμεσες πληροφορίες για τον Νεύτωνα, αφού τον συναναστρεφόταν στα τελευταία δέκα χρόνια της ζωής του. Γράφει λοιπόν ο Stukeley ότι την άνοιξη του 1726, δηλαδή ένα χρόνο πριν από το θάνατο του Νεύτωνα, τον επισκέφθηκε στο σπίτι του στο Λονδίνο.

Εκεί, καθώς περπατούσαν στον κήπο, ο Νεύτων του ανέφερε ότι σε μια μεγάλη ανάλογη περίπτωση είχε συλλάβει την ιδέα της βαρύτητας.

Ο Stukeley, όπως γράφει ο ίδιος, εντυπωσιάστηκε από αυτό το γεγονός ώστε συνέχισε τη συζήτηση «στη σκιά μερικών μηλιών, μόνο αυτός (ο Νεύτων) και εγώ». Στο γνήσιο χειρόγραφο τού, ο Stukeley γράφει: Γράφει ο Stukeley στο χειρόγραφό του: «Μετά το δείπνο, αφού ο καιρός ήταν ζεστός πήγαμε στον κήπο και ήπιαμε τσάι κάτω από τη σκιά κάποιας μηλιάς. Μόνον εκείνος κι εγώ. Μεταξύ άλλων, μου είπε ότι ήταν περίπου στην ίδια κατάσταση, όπως όταν του ήρθε στο μυαλό η ιδέα της βαρύτητας.

Γιατί το μήλο πέφτει πάντα κατακόρυφα; είχε αναρωτηθεί.

Γιατί δεν πάει στο πλάι, ή προς τα πάνω; Γιατί πηγαίνει συνέχεια προς το κέντρο της Γης;

Σίγουρα, η αιτία είναι ότι η Γη το έλκει. Πρέπει να υπάρχει μια δύναμη έλξης στην ύλη. Και το σύνολο της ελκτικής δύναμης στην ύλη της Γης πρέπει να είναι προς το κέντρο της Γης, κι όχι προς κάποια πλευρά της. Έτσι, αυτό το μήλο πέφτει

κατακόρυφα ή με κατεύθυνση προς το κέντρο. Αν η ύλη έλκει έτσι ύλη, πρέπει (η δύναμη) να είναι ανάλογη της ποσότητάς της. Έτσι, το μήλο έλκει τη Γη, όπως η Γη έλκει το μήλο».

Υπάρχει και άλλη σύγχρονη μαρτυρία, πιο αντικειμενική, από τον Henry Pemberton, στον οποίο ο Νεύτων είχε εμπιστευθεί την επιμέλεια της τρίτης έκδοσης των *Principia*, το 1726.

Ο Pemberton εξέδωσε το 1728, ένα χρόνο μετά το θάνατο του Νεύτωνα, το βιβλίο του *A view of Sir Isaac Newton's Philosophy*.

Στον πρόλογο του βιβλίου αναφέρει: «Συνέλαβε τις πρώτες ιδέες, που τον οδήγησαν στην συγγραφή των *Principia*, όταν επέστρεψε από το Καίμπριτζ, το 1666, λόγω της πανώλης. Ενώ καθόταν μόνος στον κήπο, άρχισε να στοχάζεται για τη δύναμη της βαρύτητας».

Επίσης την ιστορία με το μήλο αναφέρει και ο μέγας θαυμαστής του Νεύτωνα, ο Βολταίρος (1694 – 1778).

Ο Βολταίρος ουδέποτε συνάντησε τον Νεύτωνα, αλλά διέθετε την πληροφορία από έμμεση πηγή. Του την είπε η ανιψιά του Νεύτωνα, η Catherine Barton, και κατόπιν την κατέγραψε στο έργο του *Elements de la philosophie de Newton* (1736).

Η Catherine, για την οποία ο Νεύτων έτρεφε παθολογική αγάπη, ήταν κόρη της αμφιπάλτριας αδελφής του, της Hannah Barton. (Ο πατέρας του Νεύτωνα πέθανε πριν ακόμα γεννηθεί αυτός, και η μητέρα του παντρεύτηκε για δεύτερη φορά, κάποιον Barnabas Smith).

Ο Βολταίρος συζήτησε με την Catherine, αργότερα κυρία Conduit, και ιδού πως κατέγραψε το περιστατικό με το μήλο: «Μια μέρα, κατά το 1666, ο Νεύτων – που τότε βρισκόταν στην επαρχία – είδε να πέφτουν τα φρούτα ενός δένδρου και περιήλθε – κατά την ανιψιά του, την κυρία Conduit – σε βαθιά αυτοσυγκέντρωση για να προσδιορίσει την αιτία στην οποία οφείλεται η έλξη των σωμάτων κατά μήκος μιας γραμμής η οποία προεκτεινόμενη διέρχεται πολύ κοντά από το κέντρο της Γης». Έτσι περιγράφουν οι σύγχρονοι του Νεύτωνα την ιστορία με το μήλο.

Επιπλέον ο Conduitt έγραψε: «Το 1666 αποσύρθηκε ξανά στο σπίτι της μητέρας του στο Lincolnshire. Ενώ περιφερόταν συλλογιζόμενος στον κήπο, του ήρθε η σκέψη ότι η δύναμη της βαρύτητας (η οποία έφερνε ένα μήλο από το δέντρο στο έδαφος), δεν περιοριζόταν σε συγκεκριμένη απόσταση από τη Γη, αλλά ότι αυτή η δύναμη πρέπει να εκτείνεται πολύ μακρύτερα απ'όσο ήταν γενικότερα η πεποίθηση.

Γιατί όχι και τόσο ψηλά όσο είναι η Σελήνη, είπε στον εαυτό του και αν είναι έτσι, αυτό πρέπει να επηρεάζει την κίνησή της και ίσως να συντηρεί την τροχιά της, όπου ξεκίνησε να συλλογίζεται ποια θα ήταν η επίδραση αυτής της υπόθεσης». Και οι δυο αναφορές στο περιστατικό με το μήλο γίνονται από τον Ισαάκ Νεύτωνα πενήντα

χρόνια αργότερα. Συνέβη πράγματι ή ήταν μια ιστορία που εξωράισε ο ίδιος ή ακόμα και εφηύρε;

Οι Τρεις Νόμοι του Νεύτωνα στη Δυναμική

Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα

- "Κάθε σώμα, που βρίσκεται μέσα σε ένα αδρανειακό σύστημα, διατηρεί την κατάσταση ηρεμίας, ή ευθύγραμμης και η ομαλής κίνησής του, εφόσον καμία εξωτερική δύναμη δεν επιδρά για τη μεταβολή της ή η συνισταμένη των δυνάμεων ισούται με 0".

Ο νόμος αυτός ονομάζεται και "Νόμος της Αδράνειας".

Μαθηματικά, αυτό σημαίνει πως, αν $\Sigma \mathbf{F}_{εξ}$ είναι το (διανυσματικό) άθροισμα όλων των εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται σε σώμα μάζας m και \mathbf{v} η αντίστοιχη

ταχύτητά του, τότε $\Sigma \mathbf{F}_{εξ} = 0 \Leftrightarrow \mathbf{v} = \text{σταθ.}$

Η παραπάνω σχέση είναι αμφίδρομη, το οποίο σημαίνει πως ισχύει και το αντίθετο. Αν, δηλαδή, ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα ως προς αδρανειακό παρατηρητή, τότε η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό θα είναι μηδέν.

Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα

- "Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα, ισούται με το ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος

$$\Sigma \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v})$$

Ο νόμος αυτός ονομάζεται και "Θεμελιώδης νόμος της μηχανικής". Πρόκειται για πειραματικό νόμο. Σε περίπτωση σταθερής μάζας παίρνει την απλοποιημένη μορφή:

$$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Ισούται δηλαδή με το γινόμενο της μάζας του που επικρατεί εκεί, επί την επιτάχυνση που αποκτά. Η σχέση έχει διανυσματική μορφή $\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$

Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα

- "Οι δυνάμεις που εξασκούνται από την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων (1 και 2) είναι πάντα ίσες κατά το μέτρο και αντίθετες κατά τη φορά".

Οι δύο δυνάμεις δράση- αντίδραση ασκούνται πάντοτε σε δύο διαφορετικά σώματα

Μαθηματικά αυτό σημαίνει ότι αν F_{12} είναι η δύναμη που ασκεί το σώμα 1 στο σώμα 2 και F_{21} η αντίστοιχη δύναμη που ασκεί το σώμα 2 στο σώμα 1, τότε

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

Ο νόμος αυτός, που είναι απόρροια της "αρχής διατήρησης της ορμής", λέγεται και "Νόμος δράσης-αντίδρασης". Αυτή η ονομασία προκύπτει από τον ορισμό: "Για κάθε δράση μιας δύναμης, υπάρχει μια αντίθετη δύναμη αντίδρασης".



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

Το έργο του στην Οπτική

Στην οπτική οι εργασίες του Νεύτωνα υπήρξαν σημαντικές και ουσιαστικές. Βασιζόμενος και σε μια σειρά πειραμάτων, ανέπτυξε την επαναστατική για την εποχή αντίληψη ότι το λευκό φως δεν είναι μια απλή ομογενής οντότητα, όπως πίστευαν οι φυσικοί φιλόσοφοι από τον καιρό του Αριστοτέλη αλλά σύνθεση πολλών χρωμάτων. Αξίζει να δούμε πιο λεπτομερειακά τις ανακαλύψεις του Νεύτωνα για το φως, γιατί μέσα από αυτές αρχίζει να αναδύεται μια νέα μέθοδος μελέτης της φύσης.

Το 1672 έστειλε στη Βασιλική Εταιρεία μια έκθεση για την «πιο παράξενη, αν όχι την πιο αξιόλογη ανακάλυψη που έχει γίνει ως τώρα για τη λειτουργία της φύσης». Γράφει: «Προμηθεύτηκα ένα τριγωνικό γυάλινο πρίσμα, για να εξετάσω με αυτό τα περίφημα φαινόμενα των χρωμάτων. Έχοντας συσκοτίσει το δωμάτιο μου για το σκοπό αυτό, και έχοντας ανοίξει μια μικρή τρύπα στα παραθυρόφυλλα, για να μπαίνει μια ορισμένη ποσότητα από το φως του ήλιου, τοποθετώ το πρίσμα μου στην είσοδο της φωτεινής δέσμης, ώστε το φως να μπορεί να διαθλάται προς τον απέναντι τοίχο. Στην αρχή ήταν πολύ διασκεδαστικό να βλέπω τα ζωηρά και έντονα χρώματα που παράγονται έτσι. Αλλά έπειτα από πολλή ώρα, όταν άρχισα να τα εξετάζω προσεκτικότερα, ένιωσα έκπληξη βλέποντας ότι είχαν επίμηκες σχήμα, ενώ,



(Ακριβές αντίγραφο τον κατοπτρικού τηλεσκοπίου που κατασκεύασε ο Νεύτων.)

σύμφωνα με τους γνωστούς νόμους της διάθλασης, περίμενα ότι το σχήμα θα ήταν κυκλικό».

Ο Νεύτων δεν ήταν ο πρώτος που είδε το ηλιακό φάσμα σε προβολή. Είναι, όμως, ο πρώτος που διέκρινε στο σχήμα του την αδυναμία των προηγούμενων θεωριών για το φως. Αφού απέκλεισε από το πείραμα του κάθε τυχαίο παράγοντα, όπως

ατέλειες στο πρίσμα ή λοξοδρόμηση των ακτίνων, εκτέλεσε το «κρίσιμο» πείραμα. Διάθλασε μια ακτίνα από κάθε χρώμα μέσα από ένα δεύτερο πρίσμα και διαπίστωσε ότι η διαθλαστικότητα είναι μέγεθος σταθερό για το κάθε χρώμα, μεγαλύτερο προς το ιώδες και μικρότερο προς το κόκκινο. Αυτό του αρκούσε για να κάνει το μεγάλο βήμα και να ανατρέψει μια αντίληψη που θεωρούνταν θέσφατο για χιλιετίες. Το λευκό φως είναι σύνθετο, «ένα μπερδεμένο σύνολο από ακτίνες εφοδιασμένες με όλα τα είδη χρωμάτων, καθώς εκπέμπονται φύρδην- μίγδην από τα διάφορα τμήματα των φωτεινών σωμάτων». Και τελειώνει τους συλλογισμούς του για τη φύση του φωτός με μια δήλωση που προδιαγράφει μια νέα μέθοδο μελέτης της φύσης: «Αλλά το να προσδιορίσουμε πιο απόλυτα τι είναι το φως, με ποιο τρόπο διαθλάται και με ποιες διαδικασίες ή λειτουργίες παράγει στο μυαλό μας την αίσθηση των χρωμάτων δεν είναι και τόσο εύκολο. Και δεν θα ανακατέψω εικασίες με βεβαιότητες».

Η ανακάλυψη του Νεύτωνα για το φως ήταν αντίθετη με ανθρώπινες βεβαιότητες αιώνων, αντιλήψεις τόσο βαθιά ριζωμένες που είχαν καταστεί αξιωματικές. Αυτό που έδινε τόσο ειδικό νόημα στο φως ήταν ακριβώς ότι ήταν απλό και πρωτογενές. Φαίνεται ότι έως τότε κανένα στοιχείο από την προσωπική πείρα του Νεύτωνα δεν τον είχε προειδοποιήσει για την ακαμψία των διανοητικών συνηθειών. Δεν ήταν προετοιμασμένος να συναντήσει αντιδράσεις, ίσως μάλιστα περίμενε την ανταμοιβή της αναγνώρισης. Οι αντιδράσεις που ξέσπασαν με κύριο εκφραστή τον Robert Hooke γνωρίζουμε ότι ήταν γι' αυτόν μια εξαιρετικά δυσάρεστη και τραυματική εμπειρία. Όπως παρατηρεί ο C.C. Gillispie (Γκιλίσπι), «δεν είχε ακόμη συναίσθηση για τη δυσάρεστη πλευρά της λογιοσύνης - παρ' όλο που η δική του μικροψυχία προς τους αντιπάλους του επρόκειτο να γίνει το περιφανέστερο παράδειγμά της - που είναι ότι η φήμη του ενός αυξάνει σε βάρος του γοήτρου του άλλου».

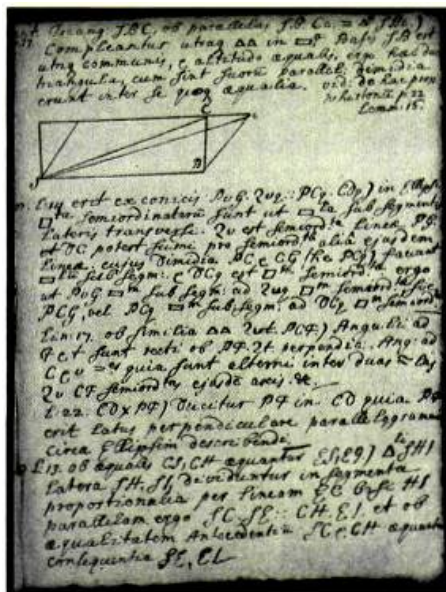
Αντιμετώπισε στην αρχή υπομονετικά την έλλειψη κατανόησης. Προσπάθησε να απαντήσει αναλυτικά σε όλους τους επικριτές. Το 1675 παρουσιάζει μια δεύτερη

πραγματεία για το φως και τα χρώματα με τον τίτλο Υπόθεσις ερμηνεύουσα τις ιδιότητες του φωτός. Οι αλλαγές στο ύφος είναι δραματικές, σε ορισμένα σημεία αλλάζει τις αρχές που ο ίδιος είχε καθορίσει. Προσπαθεί να υποστηρίξει τη θεωρία του υιοθετώντας μεθοδολογίες που φανταζόταν ότι θα γίνουν πιο εύκολα αποδεκτές από τους επικριτές του. Τον παρανοούν και πάλι, με διαφορετικό τρόπο αυτή τη φορά. Αν ανατρέξουμε στα πρακτικά της Βασιλικής Εταιρείας στις 16 Δεκεμβρίου του 1675, μπορούμε να διαβάσουμε ότι η συνεδρίαση έληξε ως εξής: «Αφού διάβασε αυτή τη διατριβή ο κ. Hooke είπε ότι οι κυριότερες θέσεις της περιέχονταν στη *Micrographia* του, την οποία ο κ. Newton απλώς ανέπτυξε παραπέρα σε μερικά επιμέρους σημεία». Ο Νεύτων απάντησε για μια τελευταία φορά στις επικρίσεις και το 1676 σταμάτησε να υπερασπίζεται τη θεωρία του για τα χρώματα και αποτραβήχτηκε στη μοναξιά του Cambridge. Αργότερα έγραψε στο

Leibniz: «Ήμουν τόσο ταλαιπωρημένος με τις συζητήσεις που προκάλεσε η δημοσίευση της θεωρίας μου για το φως που τα έβαλα με την απερισκεψία μου να παρατήσω ένα τόσο βασικό αγαθό, όπως τη γαλήνη μου, για να κυνηγήσω ένα φάντασμα»• και στον Henry Oldenburg (Όλντενμπουργκ, 1617/20-1677), γραμματέα της Βασιλικής Εταιρείας: «Βλέπω ότι ένας άνθρωπος πρέπει να αποφασίσει ή να μην πει τίποτα καινούριο ή να υποδουλωθεί για να το υπερασπιστεί». Όμως, παρά την υπέρμετρη ευαισθησία του σε κάθε είδους κριτική, δεν ήταν ο άνθρωπος που άλλαζε ιδέες και εγκατέλειπε το στόχο του. Συνέχισε αποτραβηγμένος στο Cambridge τις έρευνές του στα μαθηματικά, την αλχημεία, τη φυσική και έγραψε στο διάστημα αυτό πολλά θεολογικά κείμενα.

Παρά το ότι τα Ρηncipia τού εξασφάλισαν γρήγορα την αποδοχή και το θαυμασμό, παρέμεινε πιστός στην αρχική απόφασή του: δημοσίευσε το σύνολο των ερευνών του σε θέματα οπτικής πολύ αργότερα, το 1704, και αφού είχε προηγηθεί ο θάνατος του Hooke.

Το έργο του στα Μαθηματικά



Στα μαθηματικά η κύρια συνεισφορά του ήταν η διατύπωση - παράλληλα με τον Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) - του Απειροστικού Λογισμού. Η «μέθοδος των ροών», όπως ο ίδιος την ονόμαζε, βασίστηκε στην ιδέα ότι η ολοκλήρωση μιας συνάρτησης (δηλαδή η εύρεση του εμβαδού που ορίζεται από την καμπύλη που την αναπαριστά) είναι ακριβώς η αντίστροφη διαδικασία της διαφόρισης (δηλαδή της εύρεσης της κλίσης της καμπύλης σε κάθε σημείο της). Παίρνοντας τη διαφόριση ως βασική πράξη, ο Νεύτων ανέπτυξε απλές αναλυτικές μεθόδους που ενοποιούσαν μια πληθώρα επιμέρους μαθηματικών τεχνικών, που είχαν αναπτυχθεί για την επίλυση προβλημάτων, όπως η εύρεση εμβαδών, εφαπτομένων, μηκών καμπύλων,

μεγίστων και ελαχίστων, κτλ. Παρά το ότι ο Νεύτων δεν μπόρεσε να θεμελιώσει αυστηρά τη μέθοδο του, κατάφερε να αναπτύξει ένα ισχυρό αναλυτικό εργαλείο για την ανάλυση και την επίλυση μιας σειράς προβλημάτων στα μαθηματικά και τη φυσική. Πολύ ουσιαστικές συνεισφορές στα μαθηματικά αποτέλεσαν, επίσης, οι εργασίες του στην άλγεβρα και στις σειρές.