

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Φυσικές Επιστήμες

Συγγραφείς μαθητές:

Κατηφόρη Αναστασία, Κομινάτος-Γεννατάς Γεώργιος, Μελέτης Εμμανουήλ, Μπάρτζη Χαρίκλεια-Ειρήνη

Επιβλέποντες καθηγητές:

Αλεβίζος Αναστάσιος, Ανδρεαδέλλης Μιχαήλ, Αρβανίτης Παύλος

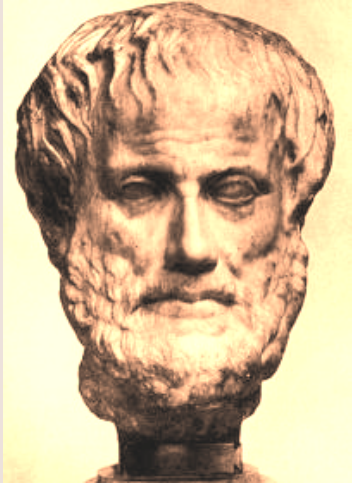
2ο ΓΕ.Λ. ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ, mail@2lyk-chalandr.att.sch.gr

Μια εκπαιδευτική πρόταση διδασκαλίας της έννοιας της Κίνησης στη Φυσική μελετώντας την εξέλιξη των θεωριών που ερμήνευσαν και ερμηνεύουν την Κίνηση των σωμάτων από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, πλαισιωμένη με την αντίστοιχη πειραματική διαδικασία.

Αναζητώντας το αίτιο της κίνησης στο χρόνο οι μαθητές, εκτός του ότι αντιλαμβάνονται την σταδιακή εξέλιξη της Φυσικής Επιστήμης, προσεγγίζουν το επιστημονικό αντικείμενο ολιστικά ακολουθώντας όχι μόνο τη διαχρονική εξέλιξη του αλλά και διερευνώντας παράλληλα τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την καθημερινότητα των επιστημόνων και διαμορφώνουν τις διανοητικές διεργασίες που απαιτούνται για τις επιστημονικές κατακτήσεις της κάθε εποχής.

Μια διδακτική πρόταση που προσεγγίζει το μαθησιακό αντικείμενο πειραματικά, με τους μαθητές να κατασκευάζουν οι ίδιοι τις πειραματικές διατάξεις δίνοντάς τους την ευκαιρία να αναπτύξουν δεξιότητες στις κατασκευές και να διατυπώσουν ιδέες και προτάσεις προσομοίωσης.

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ



Ο Αριστοτέλης χρησιμοποιεί τον όρο «κίνησις» με πολύ ευρύτερη σημασία από αυτή που του αποδίδουμε σήμερα. Για τον Αριστοτέλη ο όρος αυτός μπορεί να σημαίνει:

1. Αλλαγή της ουσίας (γένεσις και φθορά).
2. Αλλαγή του μεγέθους (αύξησις και φθίσις).
3. Αλλαγή της ποιότητας (αλλοίωσις).
4. Μετατόπιση.

Το θέμα μας σ' αυτή την εργασία είναι η κίνηση με την τέταρτη σημασία του όρου, δηλαδή η **μετατόπιση**.

Η Κοσμολογία κατά τον Αριστοτέλη



Στην κοσμολογία του ο Αριστοτέλης θεωρεί ότι το **σύμπαν είναι γεωκεντρικό, πεπερασμένο χωρικά και άπειρο χρονικά.**

Ο Αριστοτέλης θεωρούσε αυτό το αιώνιο σύμπαν ως μια τεράστια σφαίρα χωρισμένη σε μία ανώτερη και μια κατώτερη περιοχή από το σφαιρικό κέλυφος στο οποίο είναι τοποθετημένη η Σελήνη. Πάνω από τη Σελήνη είναι η ουράνια ή υπερσελήνια περιοχή. Κάτω από τη Σελήνη είναι η γήινη ή υποσελήνια περιοχή. Η Σελήνη, χωρικά ενδιάμεση, έχει επίσης ενδιάμεση φύση.

Η γήινη ή υποσελήνια περιοχή χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη γένεσης, φθοράς και μεταβολών κάθε είδους, αντίθετα η υπερσελήνια ή ουράνια περιοχή είναι η περιοχή των αιώνια αμετάβλητων κύκλων.

Τα Στοιχεία & οι Ιδιότητες

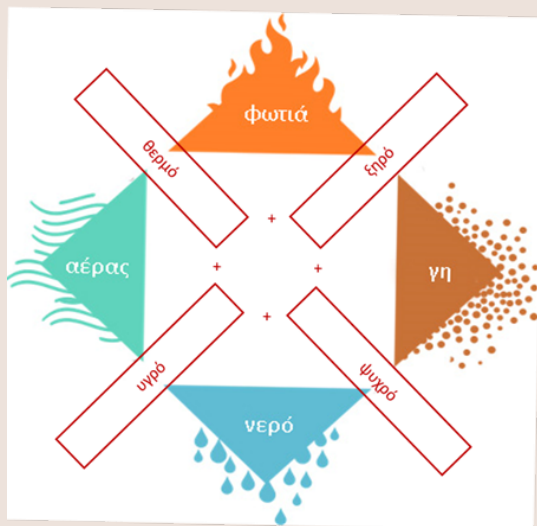
Στη **γήινη περιοχή** ο Αριστοτέλης, αποδέχθηκε τα τέσσερα στοιχεία που είχε αρχικά προτείνει ο Εμπεδοκλής και κατόπιν υιοθετήσει ο Πλάτων: τη **γη**, το **νερό**, τον **αέρα** και τη **φωτιά**.

Συμφώνησε με τον Πλάτωνα ότι αυτά τα στοιχεία είναι αναγώγιμα σε κάτι ακόμη πιο θεμελιώδες, όπως είναι οι αισθητές ιδιότητες ανά ζεύγη: το **θερμό** με το **ψυχρό** και το **υγρό** με το **ξηρό**. Κάθε στοιχείο, εκτός από θερμό ή ψυχρό και υγρό ή ξηρό, είναι επίσης **βαρύ** ή **ελαφρύ**.

Η γη και το νερό είναι βαριά, με τη γη βαρύτερη από το νερό. Ο αέρας και η φωτιά είναι ελαφρά, με τη φωτιά ελαφρύτερη από τον αέρα.

Η **ουράνια περιοχή** θα πρέπει να αποτελείται από ένα άλλο και μόνο αναλλοίωτο στοιχείο, τον **αιθέρα**. Η ουράνια περιοχή είναι πλήρης αιθέρα και διαιρείται σε ομόκεντρα σφαιρικά κελύφη τα οποία φέρουν τους πλανήτες με εξωτερικό κέλυφος αυτό των απλανών αστέρων.

Οι ιδιότητες συνδυάζονται σε τέσσερα ζεύγη και από κάθε τέτοιο ζεύγος προκύπτει ένα από τα στοιχεία, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.



ξηρό	+	θερμό	=	φωτιά
θερμό	+	υγρό	=	αέρας
υγρό	+	ψυχρό	=	νερό
ψυχρό	+	ξηρό	=	γη

Στην **ιδανική περίπτωση** (κατά την οποία, στην υποσελήνια περιοχή **δεν υπάρχουν ανάμεικτα σώματα** και δεν υπάρχει τίποτε να εμποδίσει τα τέσσερα στοιχεία να εκπληρώσουν τη φύση τους), τα στοιχεία θα σχημάτιζαν ένα σύνολο ομόκεντρων σφαιρών: η φωτιά στο εξωτερικό αμέσως κάτω από τη σφαίρα της Σελήνης, ακολουθούμενη από τον αέρα, το νερό και τη γη στο κέντρο.



Η Κοσμολογία κατά τον Αριστοτέλη.

A. Η Κίνηση στην Υποσελήνια Περιοχή

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ, Φυσικά 215a: Πρῶτον μὲν οὖν, ὅτι πᾶσα κίνησις ἢ βία ἢ φύσιν. Δηλαδή: Αρχικά, κάθε κίνηση είναι ἢ ἀπότοκος βίας ἢ φυσική.

A1. Η Φυσική Κίνηση

Η φυσική κίνηση είναι **ευθύγραμμη και η διεύθυνσή της είναι πάντοτε κατακόρυφη**.

Το **κινούν**, στην περίπτωση της φυσικής κίνησης, όπως έχει αναφερθεί, **είναι η φύση του σώματος** εξ αιτίας της οποίας το κάθε σώμα έχει, κατά τον Αριστοτέλη, την τάση να κινείται προς το φυσικό τόπο του, μέχρι να φτάσει σ' αυτόν και να παραμείνει σε ηρεμία. Τώρα τίθενται τα ερωτήματα:

α) Από ποιους παράγοντες καθορίζεται η πορεία της φυσικής κίνησης κάθε ενός σώματος;

- Από τη σύστασή του. Τα σώματα στα οποία κυριαρχούν ως συστατικά **η γη και το νερό κινούνται προς τα κάτω**, ενώ άλλα στα οποία κυριαρχούν **ο αέρας και η φωτιά προς τα πάνω**.
- Από τη θέση του σε σχέση με τη θέση των τόπων των τεσσάρων πρωταρχικών στοιχείων.

β) Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ταχύτητα ενός σώματος που πέφτει;

- Όταν δύο σώματα διαφορετικού βάρους πέφτουν ελεύθερα, τα χρονικά διαστήματα που απαιτούνται για να καλυφθεί μια δεδομένη απόσταση είναι αντιστρόφως ανάλογα των βαρών τους. Με σημερινή προσέγγιση, η ταχύτητά τους (v) είναι ανάλογη των βαρών τους (B).
- Αν σώματα του ίδιου βάρους κινούνται με φυσική κίνηση σε μέσα με διαφορετικές πυκνότητες, τα χρονικά διαστήματα που απαιτούνται για να διανυθεί μια δεδομένη απόσταση είναι ανάλογα των πυκνοτήτων των αντίστοιχων μέσων. Με σημερινή προσέγγιση, η ταχύτητά τους (v) είναι αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης (R) του μέσου μέσα στο οποίο κινούνται.

Χρησιμοποιώντας για τα παραπάνω σημερινά σύμβολα και εισάγοντας την έννοια της ταχύτητας (v), ο «Νόμος της Πτώσης» σύμφωνα με τη θεωρία του Αριστοτέλη διατυπώνεται με τη σχέση:

$$v \propto \frac{B}{R}$$

Έτσι εύκολα συνάγεται ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν πιο γρήγορα:

Έστω ότι έχουμε δύο σώματα ίδιου μεγέθους και σχήματος (Σ_1 & Σ_2) που αφήνονται να πέσουν ταυτόχρονα στον αέρα.

Για το Σ_1 , θα ισχύει: $v_1 \propto B_1/R$ (1)

Για το Σ_2 , θα ισχύει: $v_2 \propto B_2/R$ (2)

Αν διαιρέσουμε τις (1) και (2) κατά μέλη, προκύπτει: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{B_1}{B_2}$ που υποδηλώνει ότι **οι ταχύτητες**

πτώσεις των σωμάτων προς το φυσικό τους τόπο, είναι ανάλογη των βαρών τους.

A2. Η εξαναγκασμένη κίνηση

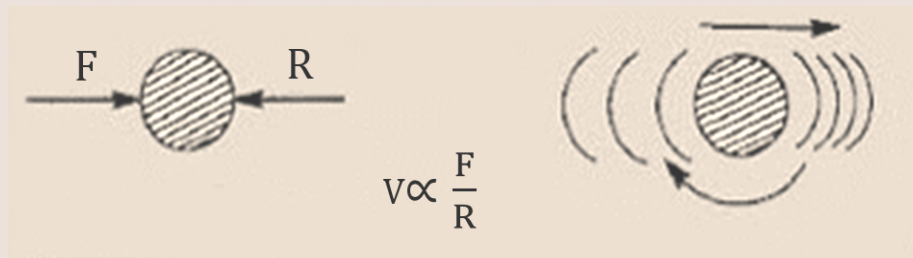
Η εξαναγκασμένη ή βίαιη κίνηση, μπορεί να είναι **ευθύγραμμη**, η **διεύθυνσή της όμως δεν είναι απαραίτητο να είναι πάντοτε κατακόρυφη**.

Το **κινούν**, στην περίπτωση της εξαναγκασμένης κίνησης, είναι μια **εξωτερική δύναμη** η οποία υποχρεώνει το σώμα να κινηθεί σε κάποια κατεύθυνση που δε συνάδει με την κατεύθυνση προς το φυσικό τόπο.

Τώρα τίθεται το ερώτημα, πως συνεχίζει η κίνηση, όταν αυτή η δύναμη σταματήσει να ασκείται;

Η αιτιολογία του Αριστοτέλη για τη συνέχιση της κίνησης, όταν αυτή η δύναμη σταματήσει να ασκείται, στηρίζεται στη θεωρία της «**Αντιπερίστασης**», κατά την οποία η κίνηση συνεχίζεται, γιατί το μέσο στο οποίο κινείται το σώμα επενεργεί ως κινούν, αντικαθιστώντας την αρχική δύναμη.

Παράδειγμα. Όταν, εκτοξεύεται η σφαίρα από το χέρι του σφαιροβόλου διεγείρεται ταυτόχρονα το περιβάλλον μέσο, εδώ ο αέρας, μεταδίδοντάς της δύναμη που συνεχίζει να δρα επί της σφαίρας, κινώντας τη. Αυτό γιατί ο αέρας που συμπιέζεται στο μπροστινό μέρος του σώματος, επιστρέφει προς τα πίσω, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία κενού, κάτι ανεπίτρεπτο για τον Αριστοτέλη και σπρώχνει με αυτό τον τρόπο τη σφαίρα προς τα εμπρός.



B. Η Κίνηση στην Υπερσελήνια Περιοχή

*ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ, Φυσικά 260α - 260b: ὅτι τὸ πρῶτον κινῶν κινεῖ τὰ αὐτὴν τὴν κίνησιν, ἣν ἀναγκαῖον μίαν καὶ τὴν αὐτὴν εἶναι καὶ συνεχῆ καὶ πρώτην. Δηλαδή: Ἐπειδὴ τὸ πρῶτο κινῶν κινεῖ τὴν κίνησιν εἶναι ἀναγκαῖο νὰ εἶναι ἴδια **συνεχῆς** καὶ **πρῶτη**.*



Οι ουράνιες σφαίρες από το: *Le livre du Ciel et du Monde*, Orseme 1377.

Η έλλειψη αντίθετου στοιχείου από τον **αιθέρα** στην ουράνια ή υπερσελήνια περιοχή, συνεπάγεται την απουσία ποιοτικών αλλαγών με αποτέλεσμα στην περιοχή αυτή να λαμβάνει χώρα η τελειότερη μορφή κίνησης, η οποία είναι η **αέναη, ομαλή κυκλική**.

Στην ουράνια περιοχή υπάρχουν εξωτερικά οι απλανείς αστέρες που εκτελούν ομαλή κίνηση «σαν να είναι στερεωμένοι σε μια ομαλά περιστρεφόμενη σφαίρα» και ακολουθούν εσωτερικά οι επτά πλανήτες που η κίνησή τους είναι συμβατή με την ομαλή κυκλική κίνηση.

Συνεπώς στη θεωρία του ο Αριστοτέλης, απέδωσε το αίτιο της κίνησης στην ύπαρξη κάποιου **ακίνητου κινούντος**, ξεχωριστού για κάθε σφαίρα. Η κάθε σφαίρα μεταδίδει την κίνηση στην επόμενη, με αφετηρία την εξώτατη σφαίρα των απλανών αστέρων, της οποίας το ακίνητο κινούν ονομάζεται **Πρώτο Κινούν**.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ, Περί ουρανού 296b24

φανερὸν τοίνυν ὅτι ἀνάγκη ἐπὶ τοῦ μέσου εἶναι τὴν γῆν καὶ ἀκίνητον, διὰ τε τὰς εἰρημένας αἰτίας, καὶ διότι τὰ βία ριπτούμενα ἄνω βάρη κατὰ στάθμην πάλιν φέρεται εἰς ταῦτό, κἂν εἰς ἄπειρον ἢ δύναμις ἐκριπτῇ.

Εἶναι, λοιπόν, φανερό, ὅτι κατ' ἀνάγκην ἡ γῆ βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος και εἶναι ἀκίνητη, τόσο για τους λόγους που εἶπαμεν, ὅσο και επειδὴ τα προς τα πάνω με ορμὴ εκτιναζόμενα βάρη, ξαναπέφτουν κάθετα στο σημεῖο ἀπ' ὅπου εκτινάχθηκαν, ἀκόμη και αν ἡ δύναμη εκτόξευσης τα ἔστειλε στο ἄπειρο.



Συλλογία από το αρχεῖο του René Descartes, απεικονίζει το πείραμα του πατέρα Mersenne..

Ο Γάλλος κληρικός & φιλόσοφος Ορέμ (Oresme), μοναχὸς δὲν ἔβλεπε ἀσυμβίβαστη τὴν ἐπιστροφὴ τοῦ βλήματος ἢ βέλους στο ἴδιο σημεῖο ἀπὸ το ὁποῖο ἐκτοξεύτηκε, με τὴν περιστροφὴ τῆς Γῆς, θεωρώντας ὅτι ὅλη ἡ υποσελήνια περιοχὴ περιστρέφεται μαζί με τὴ Γῆ, καταλήγει στο συμπέρασμα, ὅτι τὸ πρόβλημα εἶναι ἐπιστημονικὰ ἀπροσδιόριστο. Ἐπιχειρεῖ ἔτσι να καταδείξει τὴν ὑπεροχὴ τῆς πίστης σε ζητήματα που δε συμβαδίζουν με τὴ λογικὴ.

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Η αριστοτελική θεωρία της **κίνησης** δέχτηκε ισχυρή κριτική.

Αρκετοί μελετητές, από πολύ παλιά, αμφισβήτησαν την αριστοτελική ερμηνεία της κίνησης. Αντιπαρόχοντας την αριστοτελική θεωρία της «αντιπερίστασης», **θεώρησαν ως αίτιο υπεύθυνο της κίνησης κάτι που μεταδίδεται στο κινητό, μια «εσωτερική δύναμη»** που αργότερα ορίστηκε ως «όρμηση».

Ο κριότερος εκπρόσωπος των αριστοτελικών κριτικών κατά την **Μεσαίωνα** ήταν ο Γάλλος Ιουάννης Μπουριντάν (Jean Buridan, 1292 – 1363) κληρικός διδάκτορας στο Πανεπιστήμιο του Παρισιού, που ακολουθώντας τη σκέψη του Φίλιππου (2ος αιώνας), **Impetus (όρμηση)** στο αίτιο της κίνησης των βλημάτων και συνόπισε μια νέα θεωρία που αντικατέστησε την αριστοτελική τουλάχιστον για δύο αιώνες:

- ο Αβικέννας (11ος αιώνας)
- ο Μπουριντάν (14ος αιώνας)

«Όταν ένας άνθρωπος βάλει σε κίνηση ένα σώμα, του μεταβιβάζει μια ορισμένη όρμηση (impetus), δηλαδή μια ορισμένη δύναμη που επιτρέπει στο σώμα να μετακινείται κατά την κατεύθυνση που του επιβάλλεται: προς τα πάνω, προς τα κάτω, προς τα πλάγια ή ακόμα σε κύκλο. Χάρη σ' αυτήν την όρμηση, μια πέτρα που εκτοξεύεται συνεχίζει να κινείται και μετά την απομάκρυνση της από το χέρι αυτού που την πέταξε».

Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Τα Βαρύτερα Σώματα δεν κινούνται Γρηγορότερα

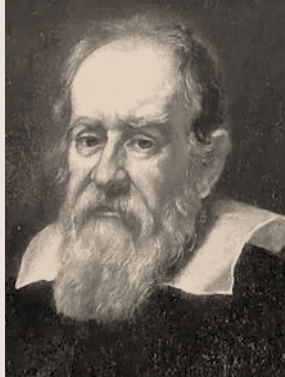


Ο **Simon Stevin** (1548 – 1620), περιγράφει στο βιβλίο του, «Αρχές της Στατιστικής», που εκδόθηκε το 1586, ότι:

Ο ίδιος μαζί με τον **Jan Cornets de Croot**, από τον πύργο της εκκλησίας στην πλατεία αγοράς στο Ντελφτ (De Nieuwe KerK, Delft) και από ύψος ενενήντα μέτρων, άφησαν να πέσουν, δύο σφαίρες από μόλυβδο η μια σε δεκαπλάσιο μέγεθος από την άλλη.

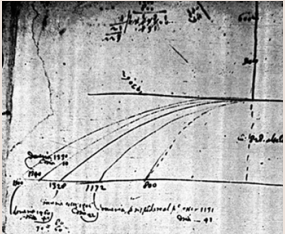
Παρατήρησαν ότι έπεσαν στο έδαφος συγχρόνως, **καταρρίπτοντας την κυρίαρχη άποψη του Αριστοτέλη, ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν ταχύτερα.**

Η Κίνηση της Ελεύθερης Πτώσης είναι Επιταχυνόμενη



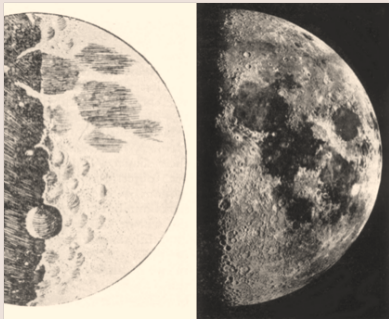
Τη συνέχεια αναλαμβάνει ο Γαλιλαίος Γαλιλέϊ (Galileo Galilei, 1564 – 1642), εισάγοντας το πείραμα στη Φυσική, στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβας το 1604, χρησιμοποίησε ένα κεκλιμένο επίπεδο με αυλάκι στο οποίο περιόρισε όσο μπορούσε την τριβή και στο οποίο άφησε να κυλήσει μια ορειχάλκινη μπίλια. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων δείχνουν ότι το διάστημα (S) που διανύει η μπίλια είναι ανάλογο του τετραγώνου του χρόνου (t^2) που έχει περάσει από τη στιγμή που αφήνεται να κυλήσει. Κατέρριψε έτσι τη άποψη του Αριστοτέλη περί σταθερής ταχύτητας πτώσης των σωμάτων και προσέγγισε αρκετά τον νόμο της ελεύθερης πτώσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα χρονόμετρα που χρησιμοποίησε ήταν ιδιοκατασκευής του, αφού τα ρολόγια με τη μορφή που τα γνωρίζουμε δεν είχαν ανακαλυφθεί ακόμη!



Ο «Ουρανός» δεν διαιρείται ποιοτικά, είναι ενιαίος

Ο **Γαλιλαίος**, στρέφοντας το τηλεσκόπιό του προς τον ουρανό, παρατήρησε περί τα τέλη του 1609, την επιφάνεια της σελήνης και διαπίστωσε ότι η μορφολογία της δεν απέχει ιδιαίτερα από αυτή της γης! Στις αρχές του 1610, εκπλήσσεται από τον Δία με τους δορυφόρους του. Συνεχίζει με τον εντοπισμό των ηλιακών κηλίδων και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα ουράνια σώματα δεν είναι τέλεια - λεία στη μορφή, η δε κίνηση των κηλίδων κατά μήκος της επιφάνειας του ήλιου επιβεβαίωναν κατά την άποψη του Γαλιλαίου την ηλιοκεντρική θεωρία. Εντοπίζει την περιφορά της Αφροδίτης γύρω από τον ήλιο και τους δακτυλίους του Κρόνου. Είναι πια πεπεισμένος ότι οι γαλαξίες είναι συνάθροιση αστεριών, δηλαδή το σύμπαν παρουσιάζει την ίδια μορφολογία παντού και δεν διαιρείται σε διαφορετικές περιοχές – σφαίρες.



Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ - ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

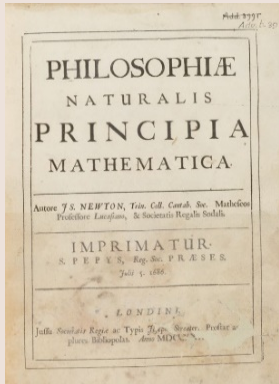
Η Δύναμη



Ο **Ισαάκ Νεύτων** (Isaac Newton, 4 Ιανουαρίου 1643 – 31 Μαρτίου 1727), θεώρησε τη δύναμη ως μια αφηρημένη ποσότητα που μπορούσε να μετρηθεί με τη μεταβολή της κίνησης ενός κινουμένου σώματος, χωρίς να είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την πραγματική της υπόσταση!

Ο Νεύτων αφού μαθηματικοποιεί τις βασικές έννοιες: της δύναμης όπως αναφέρθηκε, της ορμής, της μάζας, της αδράνειας και εισάγει το απόλυτο και σχετικό χρόνο, παρουσιάζει τους τρεις νόμους κίνησης που αποτέλεσαν τη βάση της Κλασικής Μηχανικής, ένα κλάδο ικανό να εξηγήσει την κίνηση κάθε μακροσκοπικού αντικειμένου. Έτσι καταλήγουμε θεωρητικά ότι ο συντελεστής αναλογίας του τετραγώνου του χρόνου (t^2) του Γαλιλαίου, είναι το μισό της επιτάχυνσης (a) του σώματος που έχει μάζα (m).

$$S = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \text{ \& \ } v = a \cdot t \text{ \ με \ } a = F/m$$



Η Ενοποίηση των δυνάμεων

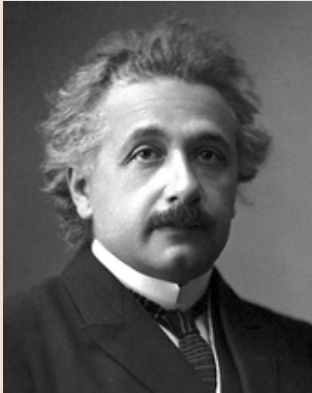
Επιστρέφοντας στη κίνηση των ουρανίων σωμάτων, ο **Ισαάκ Νεύτων**, αφού **ενοποίησε τους τρεις νόμους της κίνησης, με το νόμο της παγκόσμιας έλξης** εξηγεί την κίνηση των ουρανίων σωμάτων υπό την επίδραση βαρυτικής έλξης και **ενοποιεί τις επίγειες με τις ουράνιες δυνάμεις**.

Η ιδέα ήταν: Ότι τη δύναμη - βάρος - που επιταχύνει το κάθε σώμα, κατά την πτώση του, την ασκεί ο πλανήτης Γη. Μια παρόμοια ελκτική δύναμη της Γης φθάνει μέχρι τη σελήνη και της προσφέρει την αναγκαία κεντρομόλο επιτάχυνση ώστε να περιφέρεται γύρω από τη Γη. Μια ελκτική δύναμη, σαν αυτή, «συγκρατεί» και τη σελήνη σε τροχιά. Επίσης την ίδια ελκτική δύναμη βαρύτητας ασκεί ο Ήλιος στη Γη, στη σελήνη αλλά και σε κάθε πλανήτη που περιφέρεται γύρω του.

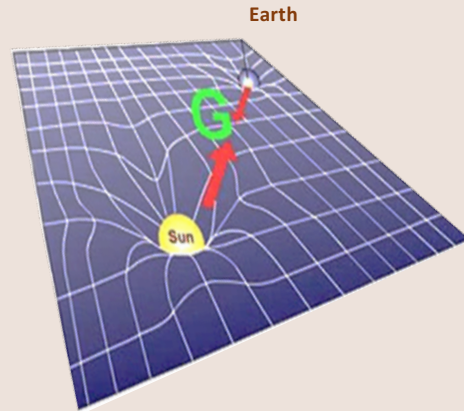
Ο Νεύτων διατύπωσε τον περίφημο Νόμο της παγκόσμιας έλξης ο οποίος εκφράζεται με τη μαθηματική σχέση:



Ο Χωροχρόνος



Η νευτώνεια θεωρία για τη βαρύτητα έδινε άριστα αποτελέσματα κατά την περιγραφή όσων συνέβαιναν σε περιβάλλοντα με ασθενή βαρύτητα, αλλά διαφαινόταν, σύμφωνα με τον Άλμπερτ Αϊνστάιν (Albert Einstein, 1879 – 1955), ότι **σε ακραίες συνθήκες βαρύτητας, παράδειγμα όπως αυτές που επικρατούν κοντά στον Ήλιο, ήταν πέρα από τις δυνατότητές της.** Με τη **Γενική Θεωρία της Σχετικότητας** (1915) ο Αϊνστάιν αναθεωρεί την εξήγηση του Νεύτωνα για τη βαρύτητα.



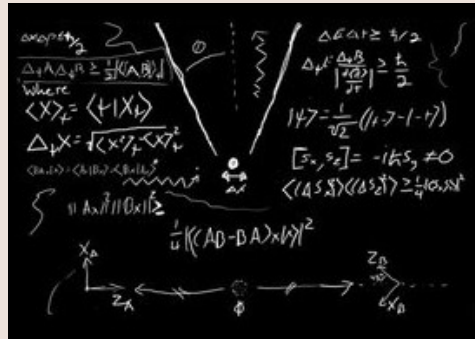
Η Τροχιά είναι Απροσδιόριστη στο Μικρόκοσμο



Η Κβαντομηχανική είναι η θεωρία της Φυσικής που εξηγεί τα φυσικά φαινόμενα του μικρόκοσμου και μας πληροφορεί, το 1927, σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας του Χάιζενμπεργκ (Werner Heisenberg, 1901 – 1976) που συνοψίζεται στη σχέση:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Leftrightarrow \Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{4\pi m} \quad \text{όπου: } h, \text{ η σταθερά του Planck, } h \cong 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

ότι, δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε με όση ακρίβεια θέλουμε τη θέση και την ταχύτητα ενός σωματιδίου και επομένως: **δεν έχει έννοια να μιλάμε για τροχιά (θέση & ταχύτητα) του σωματιδίου.** Δεν μπορούμε να το προσδιορίσουμε, παρά μόνο να περιοριστούμε **στην πιθανότητα** της παρουσίας του!



ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- ✓ Μια διδακτική πρόταση που πραγματοποιείται παράλληλα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα σπουδών, καθ' όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους, στο τέλος του οποίου θα γίνει και η παρουσίασή της.
- ✓ Μια διδακτική πρόταση που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις Φυσικές Επιστήμες και πέρα από αυτές.

