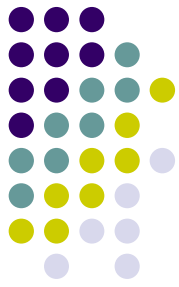


Γαλιλαίος

- Επιστημονική Επανάσταση
 - Από τα μέσα του 16^{ου} έως το τέλος του 17^{ου} αιώνα στην Ευρώπη πραγματοποιούνται μια σειρά από γεγονότα που οδηγούν σε αλλαγή του τρόπου κατανόησης της φύσης. Το σύνολο αυτών των αλλαγών ονομάζουμε Επιστημονική Επανάσταση.

Κύρια χαρακτηριστικά της Επιστημονικής Επανάστασης



1. Η καταστροφή της έννοιας του κόσμου
2. Η γεωμετρικοποίηση του χώρου

Η καταστροφή της έννοιας του κόσμου



- Αυτό σημαίνει ότι ο κόσμος δεν θεωρείται ως μια πεπερασμένη και ιεραρχικά διατεταγμένη ολότητα, διαφοροποιημένη ποιοτικά και οντολογικά, αλλά ως ένα ανοικτό, ακαθόριστο Σύμπαν ενοποιημένο όχι από την εσωτερική του δομή, αλλά μόνο από την ταυτότητα των νόμων και των θεμελιωδών στοιχείων του, σε αντίθεση με την παραδοσιακή αντίληψη που χωρίζει και αντιθέτει τα δυο βασίλεια του γίνεσθαι (Γη) και του είναι (Ουρανός).



Συνέπειες από τη καταστροφή της έννοιας του κόσμου



- Εξαφάνιση από την επιστημονική σκέψη όλων των θέσεων που επικαλούνται την **αξία**, την **τελειότητα**, την **αρμονία**, το **νόημα** και το **σκοπό**.
- Οι φυσικοί φιλόσοφοι ενδιαφέρονται όχι τόσο για τις **πρώτες αιτίες** των φαινομένων (δηλ. προσπάθεια να μάθουμε το **γιατί**), αλλά κυρίως για την **αναζήτηση νόμων** στους οποίους υπακούουν τα φαινόμενα(δηλ. προσπάθεια να μάθουμε το **πώς**). Έτσι η **ποιοτική μελέτη** της φύσης σταδιακά μετατράπηκε σε **ποσοτική**.



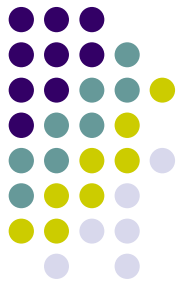


Η γεωμετριοποίηση του χώρου

- Στην αριστοτελική – μεσαιωνική αντίληψη ο χώρος ήταν ένα σύνολο διαφοροποιημένων «τόπων» (περιοχών του χώρου που καταλαμβάνουν τα σώματα).
- Το νέο σύμπαν αποτελείται από έναν **ενιαίο, άπειρο και ομογενή χώρο**. Αυτόν που ονομάστηκε **ευκλείδειος χώρος**.



Συνεισφορά του Γαλιλαίου στην Επιστημονική Επανάσταση (1)

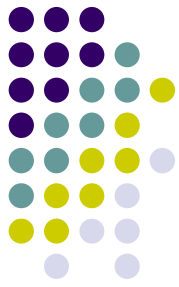


- **Με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου ο Γαλιλαίος ανακάλυψε:**
 1. Ότι υπήρχαν πολλά άστρα αόρατα στο γυμνό μάτι.
 2. Διαπίστωσε ότι ο Δίας έχει δορυφόρους.
 3. Ότι η επιφάνεια της Σελήνης έχει βουνά και κρατήρες.
 4. Παρατήρησε ότι τα φαινόμενα μεγέθη του Άρη και της Αφροδίτης μεταβάλλονται όπως προέβλεπε το Κοπερνίκειο σύστημα.
 5. Εξακρίβωσε ότι η Αφροδίτη είχε φάσεις όπως και η Σελήνη.
 6. Παρατήρησε ότι ο αριθμός των απλανών αστέρων είναι πάρα πολύ μεγάλος.

Στήριξη του ηλιοκεντρικού
συστήματος από το Γαλιλαίο

Συνεισφορά του Γαλιλαίου στην Επιστημονική Επανάσταση

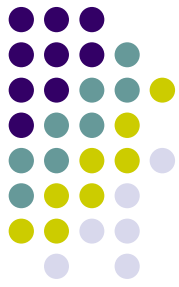
(2α)



- **Συνεισφορά στη Μηχανική**
 1. Διέκρινε με σαφήνεια την ταχύτητα από την επιτάχυνση.
 2. Ισχυρίστηκε ότι τα αντικείμενα που πέφτουν ελεύθερα κινούνται με σταθερή επιτάχυνση η οποία είναι ανεξάρτητη του βάρους τους, ενώ η απόσταση που διανύουν είναι ανάλογη με το τετράγωνο του χρόνου της πτώσης.
 3. Απέρριψε την Αριστοτελική αξίωση σύμφωνα με την οποία κάθε κίνηση απαιτεί μια αιτία και πρότεινε τον κυκλικό νόμο της αδράνειας, σύμφωνα με τον οποίο ένα κινούμενο αντικείμενο επί του οποίου δεν ασκούνται δυνάμεις θα κινείται επ' άπειρο κυκλικά γύρω από τη Γη με σταθερή ταχύτητα.



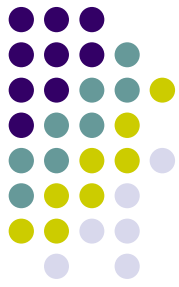
Συνεισφορά του Γαλιλαίου στην Επιστημονική Επανάσταση (2β)



4. Έλυσε το πρόβλημα των βολών, αναλύοντας την κίνηση του βλήματος σε μια οριζόντια συνιστώσα σταθερής ταχύτητας, που υπακούει στο νόμο της αδράνειας και σε μια κάθετη συνιστώσα που υπόκειται σε σταθερή επιτάχυνση προς τα κάτω. Έδειξε ότι η τροχιά του βλήματος είναι παραβολική.
5. Ανέπτυξε την έννοια της σχετικής κίνησης και υποστήριξε ότι δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τη ταχύτητα ενός συστήματος αν δεν χρησιμοποιήσουμε ένα σημείο αναφοράς έξω από το σύστημα.

Δύο σοβαρά προβλήματα του
ηλιοκεντρικού συστήματος

Στήριξη του ηλιοκεντρικού συστήματος από το Γαλιλαίο (1)



- **Τα επιχειρήματα του Γαλιλαίου**

1. Η Σελήνη δεν ήταν τέλεια σφαίρα, όπως διατείνονταν οι Αριστοτελικοί, αφού ήταν διάσπαρτη από βουνά και κρατήρες.
2. Παρατήρησε ότι ο Δίας είχε τέσσερις δορυφόρους, τα **Μεδίκεια Άστρα** (*ανθρωπολογία των δώρων κατά τον Biaggioli*). Οι δορυφόροι του Δία εξουδετέρωναν εν μέρει το επιχείρημα εναντίον του Κοπέρνικου που στηρίζονταν στην απορία πως η Σελήνη παραμένει κοντά στη Γη που υποτίθεται ότι κινείται. Τώρα οι Αριστοτελικοί είχαν το ίδιο πρόβλημα με τον Δία και τους δορυφόρους του.
3. Η παρατήρηση ότι η Αφροδίτη παρουσιάζει φάσεις όπως η Σελήνη ήταν ένα ακόμη πρόβλημα για τους Πτολεμαϊκούς αφού αποτελούσε απόδειξη της περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο.



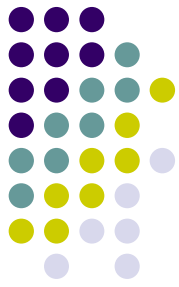
Στήριξη του συστήματος του Κοπέρνικου από το Γαλιλαίο (2)



4. Επιβεβαίωσε με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου ότι η λαμπρότητα του Άρη και της Αφροδίτης άλλαζαν επιβεβαιώνοντας έτσι τις προβλέψεις του Κοπέρνικου.



Δύο σοβαρά προβλήματα του ηλιοκεντρικού συστήματος



- Η τεράστια ταχύτητα της κίνησης της Γης θα δημιουργούσε φυγόκεντρη δύναμη τόσο μεγάλη που όλα τα σώματα που δεν είναι στερεωμένα πάνω της, θα εκτινάσσονταν μακριά από αυτήν.
- Η ίδια αυτή κίνηση θα υποχρέωνε όλα τα σώματα που είναι μετέωρα ή προσωρινά αποσπασμένα από τη Γη να μένουν πίσω σε σχέση με το έδαφος.

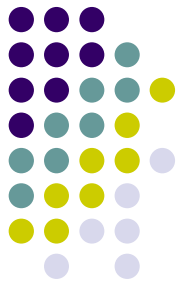
Αντιμετώπιση του πρώτου προβλήματος



- Ο Γαλιλαίος δεν μπόρεσε να αντικρούσει αυτό το επιχείρημα επειδή δεν διέθετε μια επαρκή θεωρία για την βαρύτητα.

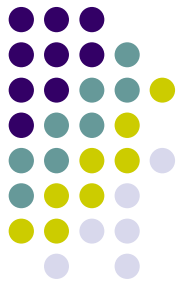


Αντιμετώπιση του δεύτερου προβλήματος



- Ο Γαλιλαίος αντιμετώπισε αυτό το πρόβλημα αναπτύσσοντας την έννοια της αδράνειας.
- Η κίνηση δεν απαιτεί αίτιο, όπως δεν απαιτεί και η ηρεμία – δηλαδή η κίνηση και η ηρεμία (στάση) είναι **καταστάσεις** και ανήκουν στο ίδιο **οντολογικό επίπεδο** (Koyre)
- Επειδή τα σώματα δεν επηρεάζονται από την κίνηση μπορούν να συμμετέχουν σε πολλές ταυτόχρονα. Καμία δεν εμποδίζει την άλλη.
- Έτσι τα σώματα που είναι στη Γη συμμετέχουν στη κίνησή της αλλά μπορούν να εκτελέσουν ταυτόχρονα και μια άλλη κίνηση.
- Για την απόδειξη του ισχυρισμού του πρότεινε ένα **νοητό πείραμα**: αν από τη κορυφή του καταρτιού ενός πλοίου που κινείται σταθερά αφήσουμε να πέσει μια πέτρα αυτή θα πέσει στη βάση του καταρτιού.

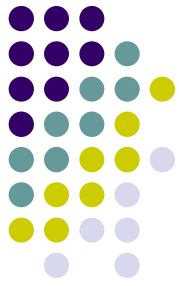
||  **αδράνεια**



Η έννοια της αδράνειας

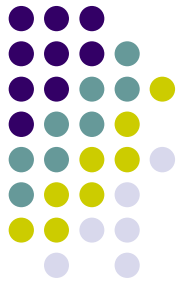
- Η βασική αντίληψη της αδράνειας κατά τον Γαλιλαίο ήταν η διατήρηση της ομαλής κυκλικής κίνησης που του επέτρεπε να ερμηνεύσει τη κίνηση των ουρανίων σωμάτων χωρίς τη δράση δύναμης.

Προϋποθέσεις για την κατανόηση της αδράνειας



1. Δυνατότητα να απομονώσουμε ένα δεδομένο σώμα απ' όλο το φυσικό του περίγυρο και να θεωρήσουμε ότι απλώς και μόνο υπάρχει μέσα στο χώρο.
2. Ταύτιση του χώρου με τον ομογενή, άπειρο χώρο της ευκλείδειας γεωμετρίας και
3. Μια σύλληψη που να θεωρεί την κίνηση και την στάση (ακινησία) **καταστάσεις** και να τις θέτει στο ίδιο οντολογικό επίπεδο ύπαρξης.

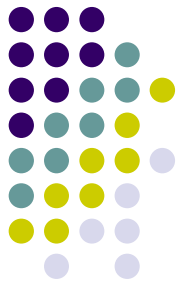
Ελεύθερη πτώση



Η άποψη του Αριστοτέλη

Η άποψη του Γαλιλαίου

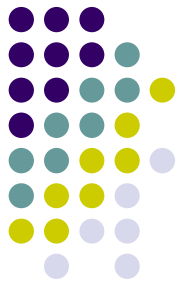
Η άποψη του Αριστοτέλη για την ελεύθερη πτώση



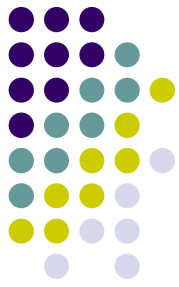
1. είναι μία φυσική κίνηση.
2. Κατά τη διάρκεια των κινήσεων όλα τα σώματα επιταχύνονται καθώς πλησιάζουν προς τις φυσικές τους θέσεις.
3. Η ταχύτητα στη φυσική κίνηση είναι ανάλογη του βάρους του σώματος και αντιστρόφως ανάλογη της πυκνότητας του μέσου, εντός του οποίου γίνεται η κίνηση.



Η άποψη του Γαλιλαίου για την ελεύθερη πτώση



1. Διατύπωσε το νόμο του διαστήματος δηλ.
 $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
2. Διατύπωσε το νόμο της ταχύτητας, αλλά με τη μορφή $u \propto s$ (διάστημα), που όπως ξέρουμε είναι λάθος.



Απόδειξη του νόμου του διαστήματος (1)

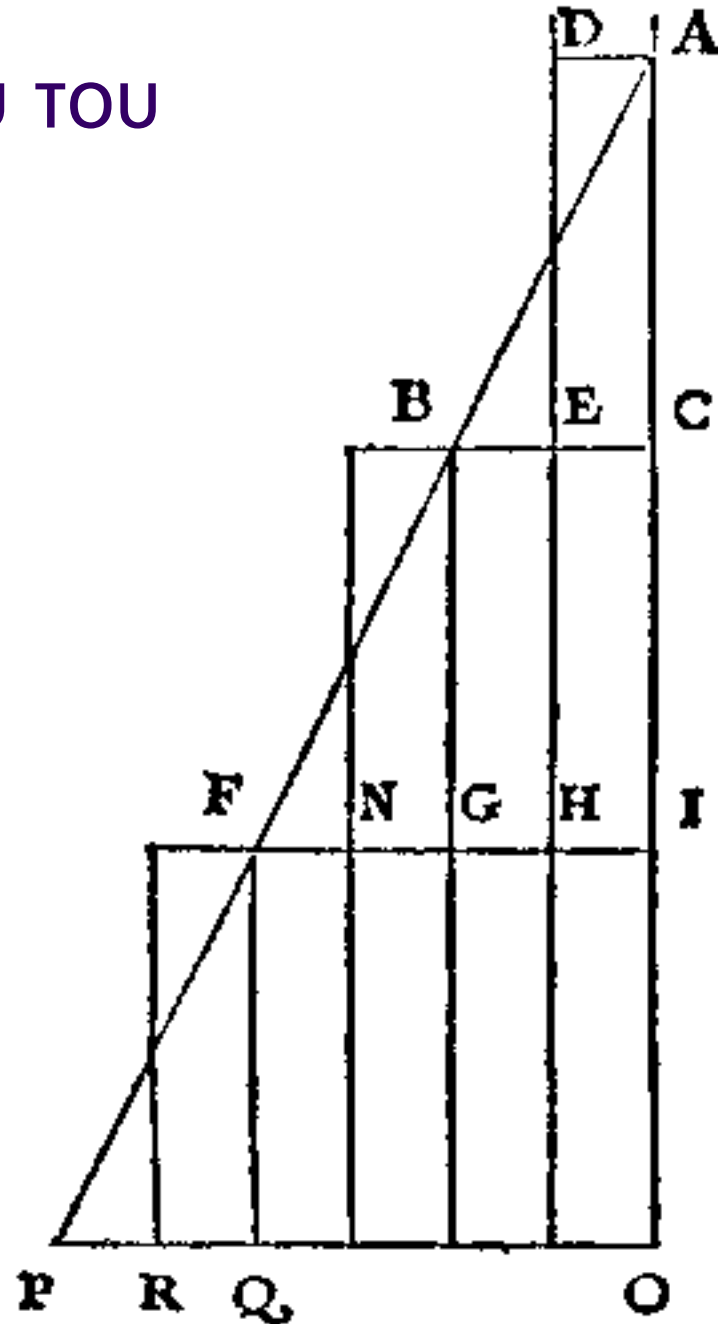
- Η απόδειξη που έκανε ο Γαλιλαίος μοιάζει πολύ με την απόδειξη που έκανε γύρω στα 1530 ο Νικόλ Όρεμ και η οποία βασίζεται στο [θεώρημα της μέσης ταχύτητας](#) (Merton College).



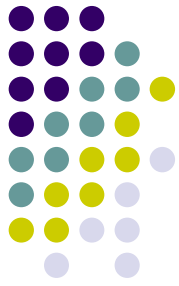
Θεώρημα της μέσης ταχύτητας

- Ένα σώμα ή ένα σημείο, που αρχίζει ομοιόμορφη επιτάχυνση από ακινησία, θα διανύσει μια ορισμένη απόσταση σε ορισμένο χρόνο. Τότε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αν το ίδιο σώμα κινούνταν για το ίδιο χρονικό διάστημα με ομοιόμορφη ταχύτητα ίση με τη στιγμιαία ταχύτητα που αποκτά κατά τη μεσαία στιγμή της ομοιόμορφης επιτάχυνσης, θα διήνυε ίση απόσταση.

Απόδειξη του νόμου του διαστήματος (2)



Πώς έφτασε στο νόμο της ελεύθερης πτώσης ο Γαλιλαίος;

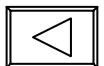


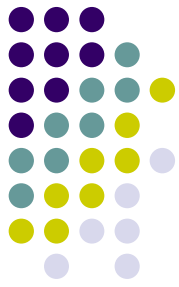
- Η εμπειρική άποψη
- Η ιδεαλιστική άποψη
- Η διαλεκτική άποψη



Η εμπειρική άποψη

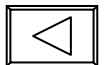
- το αίτιο και ταυτόχρονα η πεμπτουσία της επανάστασης του Γαλιλαίου υπήρξε: η προσφυγή του στη μαρτυρία των αισθήσεων, επομένως ο νόμος της ελεύθερης πτώσης δεν είναι τίποτα άλλο από τον φυσιολογικό καρπό αυτής της προσπάθειας.

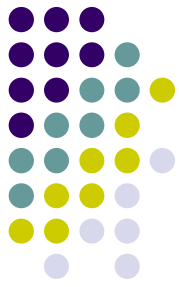




Η ιδεαλιστική άποψη

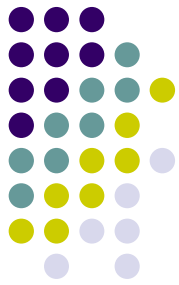
- οφείλεται κυρίως στον Koyre ο οποίος χαρακτηρίζει και ταυτόχρονα επεξηγεί τη γαλιλαιική επανάσταση, ως φιλοσοφικό γεγονός πλατωνικής έμπνευσης.





Η διαλεκτική άποψη

- Η γαλιλαιική επανάσταση είναι ενοποίηση προβληματικών που μέχρι τότε εθεωρούντο ανεξάρτητες:
 1. **Η αριστοτελική θεωρία της κίνησης**
 2. **Η μετρική θεώρηση της εμπειρίας:** εφαρμογή της μαθηματικής μεθόδου σε φυσικά ζητήματα (στατική, υδροστατική), θεώρηση της ηρεμίας ως κατάστασης ηρεμίας, και καθιέρωση της σταθερότητας του βάρους σωμάτων ορισμένου όγκου.
 3. **Η βλητική**



- Επιστροφή στην αρχή της παρουσίασης