

**Σχ. Έτος : 2011-2012**

**Σχολική μονάδα : 1<sup>ο</sup> Γενικό Λύκειο Ζακύνθου**

**Τίτλος ερευνητικής εργασίας (project) :**

**Η ζωή του Γαλιλαίου -**

**Ο Διάλογος Αριστοτέλη-Γαλιλαίου**

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ :**

**ΧΡΗΣΤΟΣ Ν. ΓΟΥΣΙΑΣ (ΦΥΣΙΚΟΣ Msc)**

**Ημερομηνία: 26 Ιανουαρίου 2012**

**Τάξη : Α ΛΥΚΕΙΟΥ**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση τόσο της διευθύντριας του σχολείου κ. Ακτύπη Παναγιώτας όσο και του συλλόγου των διδασκόντων . Ως υπεύθυνος του project « Η ζωή του Γαλιλαίου - ο Διάλογος μεταξύ Αριστοτέλη και Γαλιλαίου » τους ευχαριστώ. Ευχαριστώ επίσης για την άψογη συνεργασία και τις εύστοχες παρατηρήσεις της τη συντονίστρια των ερευνητικών εργασιών κ. Μυλωνά Διονυσία.

Κυρίως όμως ευχαριστώ τους μαθητές και τις μαθήτριες της Α λυκείου που συμμετείχαν στο πρόγραμμα με ζήλο και συνεργατικό πνεύμα ώστε να γίνουν οι ίδιοι και οι ίδιες συλλογικό υποκείμενο παραγωγής γνώσης .

Χρήστος Ν. Γούσιος

Στο Διάλογο ο Σαγκρέντο απαντά στην κοινή πρόληψη που αποδίδει στα «φυσικά σώματα μεγάλη τιμή και τελειότητα όταν είναι ατάραχα, απaráλλακτα ,αναλλοίωτα , κτλ ενώ , αντίθετα βλέπω να θεωρούνται ατελή όταν είναι μεταβλητά , δημιουργήσιμα ,τροποποιήσιμα κτλ»:

*«Όσο πιο πολύ αναλογίζομαι τη ματαιότητα των λαϊκών δοξασιών , τόσο πιο άδειες και απλοϊκές τις βρίσκω. Μπορεί κανείς να φανταστεί μεγαλύτερη ανοησία από το να λέγονται τα διαμάντια, το ασήμι και το χρυσάφι ευγενή , ενώ το χώμα και η λάσπη χυδαία; Δεν συλλογίζονται αυτοί οι άνθρωποι ότι, αν το χώμα ήταν τόσο σπάνιο όσο τα πολύτιμα πετράδια και μέταλλα, δεν θα υπήρχε βασιλιάς που δεν θα έδινε μετά χαράς ένα σωρό διαμάντια και ρουμπίνια και πολλές πλάκες χρυσάφι για να αποκτήσει τόσο μόνο χώμα όσο φτάνει για να φυτέψει ένα γιασεμί σε μια γλαστρούλα ή για να ριζοβολήσει μέσα του μια μανταρινιά , για να τη δει να βλασταίνει, να μεγαλώνει , να πετάει όμορφα φύλλα ,μυρωδάτα άνθη και θεσπέσιους καρπούς ; Η σπανιότητα και η αφθονία είναι αυτές που κάνουν τους αμόρφωτους να εκτιμούν και να περιφρορούν τα πράγματα , να λένε ότι αυτό το διαμάντι είναι ωραιότατο , γιατί μοιάζει με γάργαρο νερό , και ας μην το αποχωρίζονται ούτε για δέκα τόνους νερό. Οι άνθρωποι αυτοί που εκθειάζουν τόσο την αφθαρσία , την αμεταβλητότητα κτλ, μιλούν έτσι , νομίζω, εξαιτίας της μεγάλης επιθυμίας τους να ζήσουν πολύ και του φόβου τους για το θάνατο , χωρίς να συλλογίζονται ότι, αν οι άνθρωποι ήταν αθάνατοι , δεν θα ήταν ανάγκη να έρθουν στον κόσμο. Αυτοί οι άνθρωποι αξίζει να αντικρίσουν το κεφάλι μιας μέδουσας , που θα τους μεταμόρφωνε σε αγάλματα από διαμάντι και νεφρίτη , για να γίνουν έτσι τελειότεροι απ' ότι είναι».*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε αντίθεση με την προσέγγιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας ως διαχείρισης της πληροφορίας κατά την οποία από τα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου γνωστικού συστήματος προκρίνονται ως αποφασιστικά εκείνα που του επιτρέπουν να λειτουργεί και ως υπολογιστική μηχανή επιλέγουμε για την παρούσα ερευνητική εργασία την προσέγγιση του πολιτισμού (στην κοινωνική ή και την ανθρωπολογική της εκδοχή): εδώ η βασική υπόθεση λέει ότι το γνωστικό/ γνωσιακό σύστημα είναι ισχυρά συνδεδεμένο με μια μορφή ζωής, έναν «πολιτισμό», που αφενός διαθέτει κώδικες αναπαράστασης της πραγματικότητάς του και αφετέρου αναπαράγεται και εξελίσσεται πιεζόμενος από τη διαλεκτική ένταση.

Θεωρώντας τη νόηση ως την ικανότητα ορθολογικού στοχασμού σχετικά με τη φύση των αναγκαίων αληθειών τασσόμαστε υπέρ του σωκρατικού διαλόγου κατά τον οποίο από τη μια η σκέψη μοιάζει με μια συζήτηση εσωτερική και από την άλλη δεν έχει και τόσο μεγάλη αξία αν δεν σκεπτόμαστε μεγαλόφωνα κατά τη διάρκειά της.

Ό,τι στις μέρες μας αποκαλείται «διαλογική φαντασία».

Από την εποχή που ο Σωκράτης στον Μένωνα παρουσίασε την πρώτη εκδοχή της ιδέας αυτής περιγράφοντας πώς ο νεαρός σκλάβος μπορούσε

ξεκινώντας από την άγνοια να αντιληφθεί τις βασικές έννοιες της επιπεδομετρίας μέχρι και σήμερα φαίνεται ότι ο πιο φυσικός και ο πιο πρώιμος τρόπος με τον οποίο οργανώνουμε την εμπειρία και τις γνώσεις μας είναι η μορφή της **αφήγησης**.

Ο **Gerald Holton** σχολιάζοντας την επιστημονική διαδικασία επισημαίνει πως οι επιστήμονες από πολύ παλιά βασίστηκαν στη βοήθεια των αφηγήσεων χρησιμοποιώντας μεταφορές , μύθους και παραμύθια με φίδια που καταπίνουν τις ουρές τους , με ίχνη που αφήνονται έτσι ώστε η επιστροφή να γίνεται από το ίδιο μονοπάτι κατά την αντιστρεπτή διαδικασία της θερμοδυναμικής κλπ.

Άρα με την αφήγηση το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από τη «φύση -που-είναι-εκεί-εξω» στο πώς κατασκευάζουμε το μοντέλο που έχουμε για τη φύση , μεταβάλλοντας τη συζήτηση από νεκρή επιστήμη σε δημιουργία ζωντανής επιστήμης .

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Μεθοδολογικά, στην εργασία , ακολουθήσαμε την πρόταση του **J. Bruner**:

1) μελέτη περιπτώσεων ανάπτυξης διδακτικών σειρών βασισμένων στον αυθεντικό «μαιευτικό διάλογο» ή/και 2) άλλες μορφές «αφήγησης», με αφορμή ιστορικές αναπαραστάσεις επιστημονικών παραγωγών. Συγκεκριμένα

η μορφή διαλόγου που επιλέχθηκε ήταν η ανάγνωση κάποιων αποσπασμάτων από την πρώτη μέρα του «**Διαλόγου για τα δυο σημαντικότερα κοσμικά συστήματα**» του Γαλιλαίου ενώ με συνοπτικές μορφές αφήγησης προσπαθήσαμε να αναπαραστήσουμε επιστημονικά επιτεύγματα αντλώντας υλικό από το χρονικό της ζωής του Γαλιλαίου.

Ο επιβλέπων καθηγητής

Χρήστος Ν. Γούσιας

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ-ΜΑΘΗΤΡΙΩΝ

ΜΑΘΗΤΕΣ /ΤΡΙΕΣΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΝ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ:

«ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ»

ΑΛΙΝΑ ΜΠΟΤΣΙΝΑ

ΙΛΙΑ ΜΑΡΙΝΟΥ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΥΛΑΡΙΝΟΣ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΠΥΛΑΡΙΝΟΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΠΥΛΑΡΙΝΟΥ

ΑΝΘΟΥΛΑ-ΣΤΕΛΛΑ ΗΛΙΑΔΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΣΕΛΙΔΑ 1:Θέμα.

ΣΕΛΙΔΑ 2:Περιεχόμενα.

ΣΕΛΙΔΑ 3:Εισαγωγή.

ΣΕΛΙΔΑ 4:Η Θεωρία της κίνησης του Αριστοτέλη.-Αρχές κίνησης.

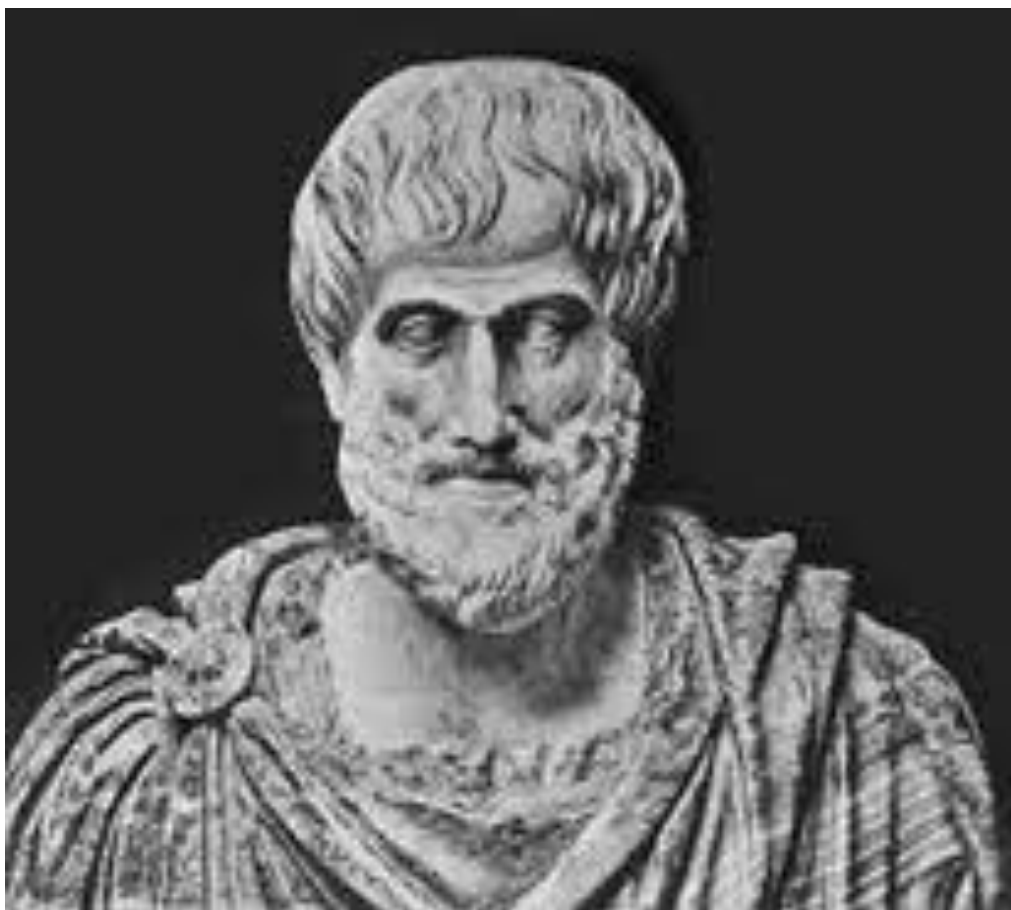
ΣΕΛΙΔΑ 5:Αρχές κίνησης.-Η Φυσική κίνηση.

ΣΕΛΙΔΑ 6: Οι Κανόνες της συμπεριφοράς ενός σώματος.- Η Εξαναγκασμένη ή η βίαιη κίνηση.

ΣΕΛΙΔΑ 7:Η Εξαναγκασμένη ή η βίαιη κίνηση.

ΣΕΛΙΔΑ 8: Οι κινήσεις των ελεύθερων σωμάτων.

**Ο ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ.  
ΤΑ ΠΙΣΤΕΥΩ ΤΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ ΤΩΝ  
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΟΝ ΓΑΛΙΛΑΙΟ.**



**Η Θεωρία της κίνησης του Αριστοτέλη**

Για τον Αριστοτέλη ο κόσμος χωρίζεται σε δύο εντελώς διαφορετικές περιοχές, τον χώρο υπό τη Σελήνη και τον χώρο πέρα από τη Σελήνη. Ο κόσμος, κατά τον Αριστοτέλη, είναι ενιαίος και αιώνιος, ενώ η οικουμένη έχει σχήμα σφαίρας με κέντρο τη Γη. Επίσης κατά τον Αριστοτέλη η Γη είναι ακίνητη και τα τέσσερα «πρωταρχικά» στοιχεία είναι η γη ,το Ύδωρ ,ο Αήρ ,το Πυρ. Το υλικό όλων των γήινων σωμάτων προερχόταν από την ανάμειξη των τεσσάρων «πρωταρχικών στοιχείων». Ένα συγκεκριμένο σώμα μπορεί να περιέχει και τα τέσσερα στοιχεία αλλά κάποιο από αυτά να υπερτερεί,



όπως για παράδειγμα στο κοινό νερό επικρατεί το πρωταρχικό στοιχείο «Νερό».

Καθένα από τα τέσσερα στοιχεία είχε τη «φυσική του θέση» στην υποσελήνια περιοχή .Στη βάση της πυραμίδας των φυσικών στοιχείων βρίσκεται η «Γη», πάνω από αυτήν έχουμε το «Νερό» , ψηλότερα έχουμε τον «Αέρα» και στη κορυφή της πυραμίδας συναντάμε το «Πυρ».

### **Αρχές κίνησης:**

Γενικά στην αριστοτελική θεωρία της κίνησης στην υποσελήνια περιοχή βασίζεται σε δύο σημαντικές κατά τον Αριστοτέλη αρχές. Η 1η Αρχή λέει ότι μια κίνηση δεν είναι ποτέ αυθόρμητη .Επίσης μια ακόμη σημαντική θεωρία του Αριστοτέλη είναι ότι κάθε κίνηση απαιτεί αίτιο ( κινούν ).Η κίνηση δεν είναι ποτέ αυθόρμητη και το λεγόμενο κινούν βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το κινούμενο σώμα. Για την αρχή του αυτή ο Αριστοτέλης είχε να αντιμετωπίσει ένα πρόβλημα. Όφειλε να εξηγήσει γιατί κάποιες φορές τα σώματα συνεχίζουν να κινούνται ενώ έχουν χάσει την επαφή τους με το κινούν. Η εξήγηση του γι αυτό ήταν ότι το μέσον εντός του οποίου γίνεται η ενέργεια αναλαμβάνει το ρόλο του κινούντος. Ένα κλασσικό παράδειγμα είναι όταν εκτοξεύουμε ένα βέλος .Τότε , σύμφωνα με τον Αριστοτέλη διεγείρουμε ταυτόχρονα το περιβάλλον μεταδίδοντας του τη δύναμη να συνεχίσει την κίνηση του βέλους. Σε αυτή τη περίπτωση τονίζει ότι όσο περισσότερο απομακρύνεται η δύναμη από την αρχική πηγή, τόσο περισσότερο εξαντλείται.

Η 2η Αρχή μας εξηγεί ότι στο πλαίσιο της Αριστοτελικής Φυσικής γίνεται διάκριση των κινήσεων σε «φυσικές» και σε «βίαιες». Η φυσική κίνηση είναι η ελεύθερη κίνηση των σωμάτων προς τους φυσικούς τους τόπους και είναι ευθύγραμμη με κατακόρυφη διεύθυνση. Αντίθετα η βίαση κίνηση είναι η κίνηση που γίνεται υπό την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης και

υποχρεώνει το σώμα να παρεκκλίνει από τη φυσική του κίνηση ,η οποία μπορεί να είναι και αυτή *ευθύγραμμη* ,η διεύθυνση της όμως δεν είναι πάντα απαραίτητη. Έτσι ,κάθε κίνηση στο κόσμο είναι ή βίαιη ή φυσική και η βίαιη έπεται της φυσικής.

## Η ΦΥΣΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ.

Στη φυσική κίνηση το κινούν είναι η φύση του σώματος. Κατά τον Αριστοτέλη κάθε σώμα έχει την τάση να κινείται προς το *φυσικό τόπο του* ,*όταν φτάσει σε αυτόν το σώμα ηρεμεί για πάντα* . Όσο για τη φυσική κίνηση ή φυσικό τόπο των σωμάτων ο Αριστοτέλης είχε τις εξής θεωρίες:

Όλη η υποσελήνια περιοχή ήταν καλυμμένη με τα τέσσερα πρωταρχικά στοιχεία που είναι το νερό, η γη, ο αέρας και η φωτιά . Ξεχώριζε τη φωτιά και τον αέρα ως ελαφρά σώματα, τα οποία είχαν ως φυσικό τόπο την περιφέρεια της γήινης περιοχής του κόσμου ,δηλαδή το κέλυφος της σφαίρας στην οποία βρίσκεται η σελήνη. Αντίθετα τα βαριά σώματα που ήταν το νερό και η γη είχαν ως φυσικό τόπο το κέντρο του κόσμου. Η φυσική κίνηση μπορεί να είναι ευθύγραμμη προς τα πάνω ή προς τα κάτω, όπως συμβαίνει με όλα τα πράγματα στη γη ή μπορεί να είναι κυκλική όπως συμβαίνει με όλα τα πράγματα στη γη ή μπορεί να είναι κυκλική όπως στην περίπτωση των ουράνιων σωμάτων. Η κυκλική κίνηση εθεωρείτο μια κίνηση χωρίς αρχή και τέλος ,δηλαδή μια αυτό-επαναλαμβανόμενη διαδικασία χωρίς απόκλιση. Πάνω σ' αυτό το σημείο συνίσταται η διαφορά της από την ευθύγραμμη φυσική κίνηση. Αν υποθέσουμε ότι στο γήινο κόσμο υπήρχαν μόνο τα τέσσερα βασικά στοιχεία, τότε θα δημιουργούνταν τέσσερις σφαίρες στην γήινη περιοχή. Αυτές είναι, κατά σειρά από μέσα προς τα έξω, η σφαίρα της γης , η σφαίρα του νερού , η σφαίρα του αέρα και τέλος η σφαίρα της φωτιάς.

## ΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Δύο ήταν για τον Αριστοτέλη οι κανόνες που ρυθμίζουν τη συμπεριφορά ενός σώματος στην περίπτωση της φυσικής κίνησης:

1.Όταν αφήνουμε δύο σώματα με διαφορετικά βάρη να πέσουν ελεύθερα, ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσουν σε ένα σημείο είναι αντιστρόφως ανάλογος με τα βάρη τους. Δηλαδή τα βαρύτερα σώματα φτάνουν στο σημείο σε λιγότερο χρόνο .

2.Όταν έχουμε δύο σώματα ίδιου βάρους κινούμενα φυσικά αλλά με μέσα διαφορετικής πυκνότητας ,ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσουν σε ένα συγκεκριμένο σημείο είναι ανάλογος με τη πυκνότητα. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα τόσο πιο αργά πηγαίνει το σώμα.

### Η Εξαναγκασμένη ή η βίαιη κίνηση

Κάθε ΚΙΝΗΣΗ που παραβιάζει την τάση των σωμάτων να κινούνται προς τη φυσική τους θέση θεωρείται ΒΙΑΙΗ και για να λάβει χώρα απαιτείται ένα «κινούν». Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη η εξαναγκασμένη κίνηση έχει ως κινούν μια εξωτερική δύναμη, η οποία όταν σταματά ,σταματά αυτόματα και το σώμα που κινείται. Έτσι, υποχρεώνει το σώμα να κινηθεί παρά φύσιν και το απομακρύνει από το φυσικό του τόπο. Το αρχικό κινούν δεν έθετε μόνο το σώμα σε κίνηση, αλλά μετέδιδε την ιδιότητα πρόκλησης κίνησης και στον αέρα που περιέβαλε το σώμα. Με αυτό τον τρόπο εξηγούσε φαινόμενα όπως π.χ. την πορεία μιας πέτρας όταν την πετούσε κάποιος άνθρωπος .Κάποια παραδείγματα εξαναγκασμένης κίνησης είναι αυτά :

1)αν κάποιος σπρώχνοντας ένα καρότσι ή ανυψώνοντας ένα μεγάλο βάρος επέβαλε την κίνηση, έκανε μια βίαιη κίνηση. Επίσης βίαιη κίνηση έκανε και αυτός που εκσφενδόνιζε μια πέτρα ή νικούσε στη διελκυστίδα,2)

ο άνεμος επέβαλε την κίνηση στα πλοία, 3)τα τρεχούμενα νερά επέβαλαν κίνηση στα βότσαλα, 4)το νερό της Θάλασσας ωθεί τα κοχύλια προς την ακτή, 5) ο άνεμος κουνάει τα κλαδιά των δέντρων. Άρα, το βασικό γνώρισμα της βίαιης κίνησης ήταν ότι προκαλούνταν από κάτι εξωτερικό και επιβαλλόταν στα αντικείμενα τα οποία δεν κινούνταν από μόνα τους λόγω της φύσης τους όπως ισχυριζόταν, αλλά ωθούνταν ή έλκονταν.

Τέλος , ο Αριστοτέλης είχε θέσει κάποιους κανόνες όσον αφορά τη συμπεριφορά ενός σώματος το οποίο εκτελεί εξαναγκασμένη κίνηση και αυτοί είναι οι εξής:

1.Έχουμε μια εξωτερική δύναμη  $F$  που επιδρά πάνω στο σώμα με βάρος  $B$  και το μετακινεί για απόσταση  $\Gamma$  και το χρονικό διάστημα κίνησης είναι  $\Delta$ .

Τότε έχουμε:

A. Η ίδια δύναμη  $f$  θα μπορεί να μετακινήσει ένα σώμα βάρους  $B/2$  σε απόσταση  $2\Gamma$ .

B.Η μισή δύναμη  $f/2$  θα μετακινήσει ένα σώμα βάρους  $B$  στο χρόνο  $\Delta$  και απόσταση  $\Gamma/2$ .

Γ.Η μισή δύναμη  $F/2$  θα μετακινήσει το σώμα βάρους  $B/2$  σε χρόνο  $\Delta$  και απόσταση  $\Gamma$ .

Γενικά ο Αριστοτέλης προϋπόθετε ότι κάθε κίνηση πρέπει να πραγματοποιείται εντός ενός μέσου. Με βάση αυτό και πιστεύοντας ότι η ταχύτητα είναι αντιστρόφως ανάλογη της πυκνότητας του μέσου , οδηγήθηκε στην απόρριψη της δυνατότητας στο κενό, διότι η πυκνότητα του κενού είναι μηδέν, οπότε η ταχύτητα θα γινόταν απείρως μεγάλη.

Ο Αριστοτέλης μετά από τους παραπάνω κανόνες διαπίστωσε και συνέδεσε ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη του βάρους.

Αυτές οι ιδέες και οι κανόνες κυριάρχησαν για πολλά χρόνια μέχρι τα τέλη του 6<sup>ου</sup> αιώνα όπου ο ΙΩΑΝΝΗΣ ΦΙΛΟΠΟΝΟΣ θα παρουσιάσει μια σειρά

από εμπειρικά επιχειρήματα και θα προσπαθήσει να απορρίψει ότι η ταχύτητα ενός σώματος σε ελεύθερη πτώση είναι ευθέως ανάλογη του βάρους.

## ΟΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

Όπως είπαμε ο Αριστοτέλης πίστευε στα 4 στοιχεία της υποσελήνιας περιοχής. Αντίθετα όμως για τα ουράνια σώματα υποστήριζε ότι περιέχουν και ένα πέμπτο στοιχείο, τον *αιθέρα*. Αυτή η θεωρία του προκάλεσε πολλούς χλευασμούς και αναρωτιόντουσαν γιατί επέβαλαν στον Αριστοτέλη να τη προτείνει. Το πρόβλημα για εκείνον ήταν να ερμηνευθούν οι ιδιαίτερου είδους φυσικές κινήσεις των ουράνιων σωμάτων όπου έκαναν ομαλές κυκλικές κινήσεις. Το κύριο θεωρητικό επιχείρημα του Αριστοτέλη ήταν ότι ένα σώμα του οποίου η φυσική κίνηση είναι η κυκλική κίνηση δε μπορεί να ταυτίζεται με κανένα από τα τέσσερα γήινα στοιχεία αλλά ούτε μπορεί να είναι και κάποιος συνδυασμός, γιατί οι φυσικές κινήσεις αυτών των στοιχείων είναι να πηγαίνουν προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Εάν τα σώματα κάνουν κυκλική κίνηση, τότε αυτή η κίνηση είναι βίαιη.

Ο Αριστοτέλης συγκριτικά ήταν ένας σπουδαίος φυσικός, αν και μερικά από τα θεωρήματά του ήταν λανθασμένα, βοήθησε στους επόμενους αιώνες άλλους φυσικούς να ανακαλύψουν και να φτιάξουν καινούριους κανόνες.

## 2 . ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ

Ομάδα : « **ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ**»

Μαθητές/τριες που συμμετέχουν στην ομάδα

Πάυλος Σιώζος

Στούκα Σταματία

Σιδηρόπουλος Γιώργος

Θεοδώσης Ιωάννης

Σούλης Δημήτρης

Αθανασούλιας Σωτήρης

Δικόπουλος Βαγγέλης

**ΘΕΜΑ: ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ ΓΑΛΙΛΕΪ ΜΕΣΑ  
ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟΥ**

**«Διάλογος περί των δύο κύριων κοσμικών συστημάτων»**

## **Η ΖΩΗ ΤΟΥ(παραθέσαμε κάποια ιστορικά στοιχεία θεωρώντας τα απαραίτητα για την κατανόηση της Θεωρίας του).**

Γεννήθηκε στην Πίζα της Ιταλίας και από νωρίς έδειξε σημεία μιας αξιοσημείωτης ιδιοφυίας. Ο πατέρας του ήταν ξεπεσμένος απόγονος ευγενούς Φλωρεντινής οικογένειας και μοχθούσε για να βοηθήσει το γιο του να αποκαταστήσει τη δόξα της οικογένειας. Επιβάλλοντας μεγάλες στερήσεις στον εαυτό του και τα άλλα παιδιά του, ο πατέρας του μπόρεσε να στείλει τον Γαλιλαίο στο σχολείο και αργότερα στο Πανεπιστήμιο της Πίζας, όπου ο Γαλιλαίος γράφτηκε στην Ιατρική Σχολή. Όταν κάποτε του σώθηκαν τα χρήματα άφησε το σχολείο και γύρισε στη Φλωρεντία, όπου εκείνη την εποχή ζούσε εκεί η οικογένειά του. Ένας πλούσιος οικογενειακός φίλος, ο μαρκήσιος Γκουίνταμπάλντο, φρόντισε να βρει ο Γαλιλαίος δουλειά κάνοντας διαλέξεις περί Φυσικής στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβα και αργότερα, ως επίσημος μαθηματικός στον Μεγάλο Δούκα της Τοσκάνης. Ο Γαλιλαίος άρχισε να ευημερεί, αλλά δεν του έμενε καιρός να σπουδάξει Ιατρική. Η φήμη του Γαλιλαίου άρχισε να απλώνεται. Οι ευγενείς, ακόμη και βασιλείς των διαφόρων χωρών της Ευρώπης παρακολουθούσαν τις διαλέξεις του και σύντομα έφτασε να ομιλεί σε ακροατήριο που το αποτελούσαν πάνω από 2.000 διακεκριμένες προσωπικότητες της Ευρώπης. Ο Γαλιλαίος συνέβαλλε σημαντικά στην επιστημονική επανάσταση του 17ου αιώνα. Ανάμεσα σε άλλα, βελτίωσε το τηλεσκόπιο και το χρησιμοποίησε πρώτος συστηματικά για αστρονομικές παρατηρήσεις, ανακάλυψε τους

τέσσερις δορυφόρους του Δία, ανακάλυψε τις ηλιακές κηλίδες και κατέγραψε πρώτος τις κινήσεις τους, εφηύρε τους νόμους του εκκρεμούς που χρησιμοποιήθηκαν στα ρολόγια, διατύπωσε το νόμο της πτώσεως των σωμάτων (που αποδεικνύει ότι η βαρύτητα επιδρά στην ταχύτητα των σωμάτων όταν υψώνονται ή πέφτουν), εφηύρε το θερμόμετρο και τον αναλογικό διαβήτη (που ακόμη χρησιμοποιείται στα γεωμετρικά σχέδια), και υποστήριξε τις θεωρίες του Κοπέρνικου για το Ηλιακό σύστημα. Αναφέρεται ως ο «πατέρας της σύγχρονης Αστρονομίας» και ο πρώτος φυσικός με τη σύγχρονη σημασία του όρου, καθώς ήταν ο πρώτος που αντικατέστησε την υποθετική-επαγωγική μέθοδο με την πειραματική και εισηγήθηκε τη μαθηματικοποίηση της φυσικής. Η σταδιοδρομία του συνέπεσε με αυτή του Γιοχάνες Κέπλερ. Η θεωρία του ηλιακού συστήματος υποστήριξε ότι η Γη και οι άλλοι πλανήτες, στρέφονται γύρω από τον Ήλιο. Η κοινή αντίληψη της εποχής ήταν ότι ο Ήλιος, η Σελήνη και τα άστρα γύριζαν γύρω από τη Γη, η οποία έμενε ακίνητη. Επειδή ο Γαλιλαίος τόλμησε να αντιταχθεί στην παραδεδεγμένη διδασκαλία, δημιούργησε πολλούς εχθρούς, και τον θεώρησαν αιρετικό. Η σύγκρουσή του με τη Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία αναφέρεται πολλές φορές ως παράδειγμα σύγκρουσης της εξουσίας με την ελευθερία της σκέψης και ειδικά με την επιστήμη στην Δυτική κοινωνία, αν και στην πραγματικότητα, μετά την κατασκευή του τηλεσκοπίου από τον Γαλιλαίο το 1609 και τις παρατηρήσεις του,] ο διωγμός, πρωτογενώς, εξυφάνθηκε στο χώρο των αριστοτελικών επιστημόνων του Πανεπιστημίου της Πάδοβας, που αμφέβαλαν για την εγκυρότητα των αστρονομικών του ανακαλύψεων και αγωνίστηκαν να συγκεντρώσουν υποψίες για το άτομο του στα μάτια των εκκλησιαστικών αρχών. Την ποινή φυλάκισης του Γαλιλαίου μετέτρεψε σε κατ' οίκον περιορισμό ο Πάπας Ουρβανός Η΄, ενώ τρεις από τους δέκα καρδινάλιους δικαστές αρνήθηκαν να υπογράψουν την καταδίκη του. Αν και τον ανάγκασαν να αποκηρύξει δημόσια τις πεποιθήσεις του, ο



Γαλιλαίος μυστικά εξακολουθούσε να πιστεύει στην ηλιοκεντρική θεωρία του και ποτέ δεν άλλαξε γνώμη. Από την ιστορία του Γαλιλαίου έμεινε παροιμιώδης η φράση: "Και όμως κινείται". Κατά την παράδοση, ο Γαλιλαίος τελειώνοντας την απαγγελία της "απαρνήσεως" των πεποιθήσεών του, που έκανε γονατιστός μπροστά στην Ιερά Εξέταση και καθώς σηκωνόταν, χτύπησε το πόδι του στο έδαφος και πρόσθεσε: "Και όμως κινείται" (εννοώντας τη Γη). Στην πραγματικότητα, τη φράση αυτή ή δεν την είπε ποτέ ή κι αν την είπε δεν την άκουσαν οι δικαστές του. Γιατί τότε δεν θα ξέφευγε την καταδίκη του σε θάνατο "επί της πυράς". Πάντως η φράση αυτή απέμεινε σαν σύμβολο της δύναμης της επιστήμης έναντι σε κάθε προσπάθεια να σκεπαστεί το φως της αληθινής γνώσης. Ο τάφος του μεγάλου επιστήμονα βρίσκεται στον Καθεδρικό Ναό του Σάντα Κρότσε (του Τιμίου Σταυρού) της Φλωρεντίας. Ανά τους αιώνες, χιλιάδες κόσμου έχουν επισκεφτεί το μέρος εκείνο για να τιμήσουν τη μνήμη του μεγάλου ανδρός που είχε το θάρρος να κηρύξει εκείνο που πίστευε σ' έναν κόσμο που του ήταν εχθρικός. Τη χρονιά του θανάτου του Γαλιλαίου γεννήθηκε ο Ισαάκ Νεύτων, που βασιζόμενος μεταξύ άλλων στη δουλειά του Γαλιλαίου και του Κέπλερ ολοκλήρωσε την επιστημονική επανάσταση στον τομέα της φυσικής και έθεσε τα θεμέλια της κλασικής φυσικής. Ο Πάπας αποκατέστησε τη μνήμη του Γαλιλαίου στις 31 Οκτωβρίου 1992, 300 χρόνια μετά το διωγμό του.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ «ΔΙΑΛΟΓΟ»**

Οι θεωρίες του Γαλιλαίου παρουσιάζεται με μορφή διαλόγου

Το 1632 δημοσιεύεται ο «Διάλογος περί των δύο κύριων κοσμικών συστημάτων», ο οποίος έμελλε να σηματοδοτήσει ριζικές αναθεωρήσεις ιδεών στα πλαίσια των φυσικών επιστημών. Μάλιστα, σκεπτόμενοι την

περίοδο της γραφής του, αποτελεί ένα κομμάτι της αρχής του κινήματος του « διαφωτισμού». Το βιβλίο αυτό δημιούργησε αναστάτωση , πρώτον επειδή ήταν γραμμένο στα ιταλικά, άρα θα διαβαζόταν από τον απλό λαό και δεύτερον κατέκρινε με σαρκασμό την Πτολεμαϊκή αντίληψη και υπερασπιζόταν αρχές του Κοπέρνικου) και λαμβάνουν μέρος τρία πρόσωπα, ο Σαλβιάτι, ο Σιμπλίκιο και ο Σαγκρέντο. Ο Σαλβιάτι αντιπροσωπεύει τον Γαλιλαίο, ο Σιμπλίκιο τον Αριστοτελικό περιπατητικό φιλόσοφο και ο Σαγκρέντο τον απλό αμερόληπτο παρατηρητή.

## ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ

### **Φυσική κατάσταση των όντων και κινήσεις**

Αρχικά όσον αφορά τις κινήσεις ο Γαλιλαίος πίστευε ότι η φυσική κίνηση όλων των σωμάτων είναι η ομαλή κυκλική κίνηση δηλαδή η κυκλική κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Ο Γαλιλαίος έμεινε προσκολλημένος στην κυκλική κίνηση είτε γιατί φοβόταν την εκκλησία (που δίδασκε ότι και ο Αριστοτέλης δηλαδή ότι η φυσική κίνηση των σωμάτων είναι η κυκλική) και δεν ήθελε να έρθει σε ρήξη με αυτή είτε γιατί πίστευε ότι επειδή η επιφάνεια της γης είναι κυκλική τα σώματα που κινούνται σε αυτή θα κινούνταν κυκλικά.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως οποιαδήποτε άλλη κίνηση θα μπορούσε να είναι η φυσική κατάσταση των σωμάτων. Όμως, οποιαδήποτε άλλη πλην της κυκλικής κίνησης θα έφερνε σε ρήξη τον Γαλιλαίο με την Εκκλησία. Αν η τελεία κίνηση ήταν η ευθύγραμμη τότε τα σώματα θα ξεπερνούσαν τον πεπερασμένο κόσμο για τον οποίο είχε κάνει αναφορά ο Γαλιλαίος. Δεν μπορούσε να μιλήσει για έναν άπειρο κόσμο καθώς υπήρχε ο κίνδυνος της ιεράς εξέτασης. Μάλιστα, ο Γαλιλαίος έχοντας δει το παράδειγμα του Τζορντάνο Μπρούνο (1600), ο οποίος πίστευε και

αναφερόταν στην ύπαρξη ενός άπειρου κόσμου και εκτελέστηκε με απόφαση της ιεράς εξέτασης, διατηρούσε μια επιφυλακτική στάση και για αυτό θεώρησε ως τέλεια κίνηση και φυσική κατάσταση των όντων την ομαλή κυκλική κίνηση.

Επιπλέον πίστευε ότι όλες οι κινήσεις είναι φυσικές και ότι δεν υπάρχουν βίαιες καθώς επίσης και ότι αν δεν υπάρχει κινούν δηλαδή αιτία για να κινήσει ένα σώμα όπως η δύναμη δεν σημαίνει ότι το σώμα δεν θα κινείται αλλά ότι θα ισορροπεί δηλαδή ότι θα έχει σταθερή ταχύτητα. Εκτός από αυτά πίστευε ότι ένα σώμα για να κινείται με μια ορισμένη ταχύτητα πρέπει να κινηθεί πρώτα με όλες τις προηγούμενες τιμές και ύστερα θα κινηθεί με την επιθυμητή ταχύτητα.

## **Οι απόψεις για τον κόσμο**

Παράλληλα με τις απόψεις του για τις κινήσεις ο Γαλιλαίος είχε αναπτύξει και αντιλήψεις σχετικές με τον κόσμο. Μια από αυτές ήταν ότι δεν χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές όπως πίστευαν οι Αριστοτελικοί που έλεγαν ότι ο κόσμος διχοτομείται σε υποσελήνια και υπερσελήνια περιοχή αλλά ήταν ένας στον οποίο επικρατεί φθορά και αταξία. Για αυτό συμβαίνουν συνεχώς κινήσεις ώστε να επέλθει η τάξη και η συνοχή. Μάλιστα, το παράδειγμα που χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση της θεωρίας είναι οι δορυφόροι του Δια και οι φάσεις της Σελήνης που παρατήρησε ο Γαλιλαίος, συνάγοντας το συμπέρασμα πως δεν υπάρχουν ουρανοί ενώ υπάρχει φθορά και αταξία οποία μέσω των κινήσεων προσπαθεί να αντιμετωπιστεί.

## **Εισαγωγή στη θεωρία της σχετικότητας**

Ισοδυναμία  
κίνησης και  
ηρεμίας

Συνεχίζοντας, ίσως η πιο ριζική αναθεώρηση που υποστήριξε ο Γαλιλαίος

ήταν οι σχέσεις των κινήσεων. Με αυτόν τον τρόπο εισάγει την θεωρία της σχετικότητας η οποία θα διατυπωθεί από τον Αλμπερτ Αϊνστάιν μετά από κάποια χρόνια. Ο Σαλβιάτι δηλώνει πως η κίνηση είναι σχέση και δεν αποτελεί αλλαγή κατάστασης των σωμάτων. Εισάγεται το σύστημα αναφοράς ,το οποίο είναι το σημείο ως προς το οποίο θα μελετηθεί η κίνηση ενός σώματος. Ένα απλό παράδειγμα, το οποίο χρησιμοποιεί ο Σαλβιάτι, είναι το ταξίδι ενός πλοίου από την Βενετία. Τα εμπορεύματα του πλοίου ως προς αυτό παραμένουν ακίνητα, όπως και το αντίθετο. Αντίθετα, αυτά τα δυο κινούνται σε σχέση με την Βενετία, η οποία παραμένει ακίνητη. Έχουμε, λοιπόν κίνηση σωμάτων ως προς σώματα που στερούνται αυτής, όμως δεν υπάρχει κίνηση όταν αυτή γίνεται από κοινού για τα σώματα. Βλέπουμε, έτσι, τη σημασία του συστήματος αναφοράς στη κίνηση και την έννοια της σχετικής κίνησης. Κίνηση υπάρχει μόνο από την οπτική γωνία αυτού που την στερείται.

### **Ισοδυναμία της κίνησης και της ηρεμίας**

Ακόμη, παρατηρείται πως η κίνηση και η ακινησία ταυτίζονται. Εισάγεται μια ισοδυναμία ανάμεσα σε κίνηση και ηρεμία. Και αυτό διότι ούτε η κίνηση ούτε η ηρεμία είναι αλλαγή κατάστασης. Η μεγάλη διαφορά της γαλλιλαιικής θεωρίας είναι πως ορίζει την ηρεμία σαν μια μηδενική κίνηση και όχι σαν τον σκοπό της κίνησης. Παρουσιάζεται ως η κίνηση χωρίς αποτέλεσμα και δεν ξεχωρίζει από την κίνηση αλλά τίθενται «επί ίσιος όροις». Όλα αυτά συμβαίνουν γιατί τα πράγματα έχουν εξωτερική σχέση ως προς την κίνηση τους. Συνάγεται, λοιπόν το συμπέρασμα πως κίνηση και ηρεμία είναι έννοιες αλληλοσυμπληρωμένες και ισοδύναμες. Αυτή η ισοδυναμία θα αποτελέσει αργότερα το θεμέλιο των νομών του Νεύτωνα.

## **Ηλιοκεντρικό σύστημα**

Τέλος , ο Σαλβιάτι παρουσιάζει μια ακόμη ανατρεπτική αντίληψη που αφορά το κέντρο του κόσμου. Ενστερνίζεται τις αντιλήψεις των πυθαγορείων και παρουσιάζει ως επικρατέστερο σύστημα το Κοπερνίκειο-Ηλιοκεντρικό. Θεωρεί πως ο ήλιος είναι το κέντρο όλων των σωμάτων. Όλα κινούνται σε τελείους κύκλους γύρω από αυτόν. Εδώ, φυσικά πρέπει να αναφερθεί πως ο Γαλιλαίος την περίοδο της γραφής του «Διαλόγου» δεν είχε λάβει ειπούν του τις αντιλήψεις του αστρονόμου Κέπλερ, οι οποίες αναφέρονταν σε ελλειπτικές τροχιές. Βέβαια, υπάρχει και η εμμονή ιδέα των τέλειων κύκλων, καθώς δεν μπορούσε να απελευθερωθεί από τα δεσμά της ιεράς εξέτασης. Όλα αυτά ο Γαλιλαίος τα στήριζε στις παρατηρήσεις που είχε κάνει με το τηλεσκόπιο του κατά καιρούς.

### **3 .ΔΙΑΛΟΓΟΣ Αριστοτέλη -Γαλιλαίου**

Ομάδα :

ΛΑΕΡΤΗΣ ΦΡΥΔΑΚΗΣ

ΑΝΤΩΝΗΣ ΒΟΥΡΤΣΗΣ

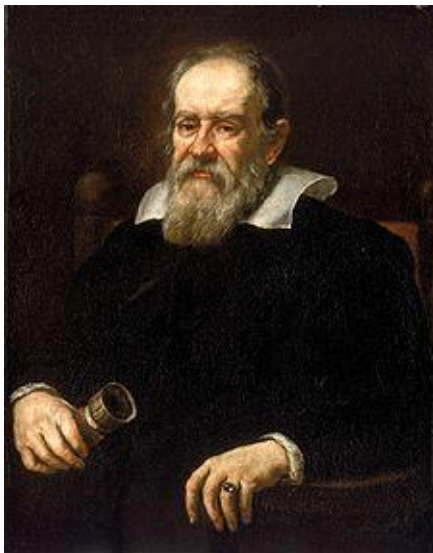
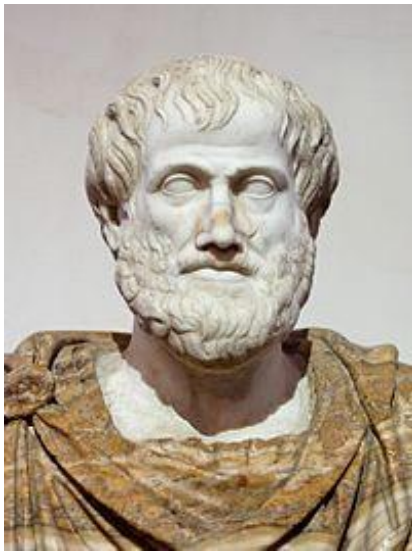
ΝΙΚΟΣ ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΘΕΟΔΩΡΙΤΣΗ

ΝΙΚΟΣ ΛΟΞΑΣ

ΓΙΩΡΓΟΣ ΒΑΡΒΑΡΙΓΟΣ

ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΔΡΙΤΣΟΣ



### Εισαγωγή

Ο Τζιοβάνι Φραντσέσκο Σαγκρέντο ήταν πραγματικό πρόσωπο και πολύ καλός φίλος του Γαλιλαίου, ο οποίος τον χαρακτηρίζει ως έναν άνθρωπο

περίφημης καταγωγής και με δεισιδυτικό πνεύμα. Αντιπροσωπεύει τον κοινό νομο και δεν έχει δική του θεωρία για τον κόσμο αλλά ψάχνει την αλήθεια με τη συνεχή αμφιβολία. Χρησιμοποιείται όμως από τον Γαλιλαίο στο βιβλίο του «Διάλογος» όπου ο τελευταίος παρουσιάζει τις ιδέες των Αριστοτελικών αλλά και προωθεί τις δικές του. Ο Σαγκρέντο λοιπόν δεν βρίσκεται εκεί για να διατυπώσει κάποια δική του ιδέα αλλά για να σχολιάσει, να συμφωνήσει ή να διαφωνήσει με τις εκάστοτε αντιλήψεις, χαρίζοντας στο διάλογο την αντικειμενική του κρίση, η οποία σε ένα φιλοσοφικό κείμενο χαρακτηρίζεται εκ των ων ουκ άνευ. Η αναφορά του Γαλιλαίου, στον πρόλογο, στον τόπο του διαλόγου, δηλαδή την οικία του Σαγκρέντο, αποτελεί προάγγελο του "διαιτητικού" ρόλου που θα παίξει. Σε μια πιο φιλοσοφική βάση, θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι ο Σαγκρέντο αντιπροσωπεύει στο διάλογο την σύγκριση των δύο θεωριών με αντικειμενικά κριτήρια και εκφράζει την γόνιμη αντιπαράθεση μεταξύ τους. Συνεπώς, η μελέτη του ρόλου του Σαγκρέντο προϋποθέτει την εκτένη μελέτη των δύο θεωριών. Θα εμβαθύνουμε λοιπόν στις θέσεις που διατυπώνουν ο αριστοτελικός Σιμπλίκιος και ο γαλιλαιικός Σαλβιάτι.

Δύο άνθρωποι- δύο διαφορετικές κοσμοθεωρίες : Τόσο η αριστοτελική φυσική όσο και η μαθηματική φυσική του τύπου του Γαλιλαίου αποτελούν σταθμούς στην επιστημονική σκέψη του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης. Ο Αριστοτέλης πίστευε σ έναν κόσμο πεπερασμένο, ιεραρχικά δομημένο και

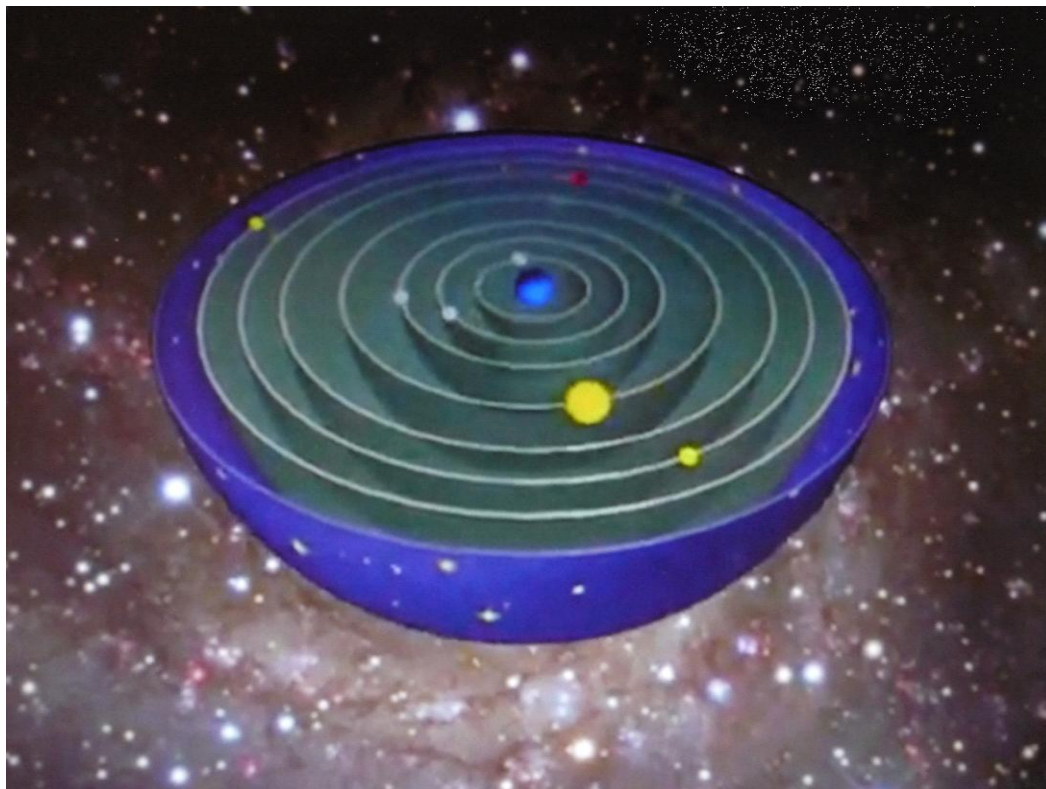
οντολογικά διαφοροποιημένο σε ουρανό και Γη , με τη Γη στο κέντρο του κόσμου, ενώ ο Γαλιλαίος συγκαταλεγόταν στους οπαδούς του ηλιοκεντρικού συστήματος. Πριν προβούμε σε αντιπαράθεση των κυριότερων απόψεων των δύο αυτών σπουδαίων ανδρών, θα ήταν απαραίτητο να τονίσουμε το εξής γεγονός: το ότι η αντίληψη του καθενός ήταν συνάρτηση των κοινωνιών στις οποίες ζούσε την αντίστοιχη εποχή:

Όσον αφορά στον Αριστοτέλη, έχουμε μία διαρθρωμένη κοινωνία, στην οποία δεν υπήρχε εκκλησία και ο καθένας είχε τη φυσική του θέση.

Σημαντικό ρόλο έπαιζε και το φύλο -ο ρόλος της γυναίκας φαίνεται υποβαθμισμένος: ήταν κλεισμένη στο σπίτι, δεν είχε δικαίωμα να συμμετάσχει στα κοινά κτλ. Αντίθετα, ο άνδρας απολάμβανε πλήρη ελευθερία κινήσεων και προπαντός έκφρασης των σκέψεών του. Καθένας λοιπόν είχε τη θέση του. Αυτό βλέπουμε ότι επηρέασε το έργο του Αριστοτέλη, το οποίο πραγματεύεται «φυσικούς τόπους» σωμάτων, μία θέση δηλαδή για το κάθε



σώμα, όπου όταν φθάσει σ' αυτήν μένει ακίνητο.



### **Το γεωκεντρικό σύστημα.**

Από την άλλη πλευρά, στην κοινωνία του Γαλιλαίου βρίθουν φαινόμενα κοινωνικής κινητικότητας, ανοδικής κυρίως όσον αφορά εκείνους οι οποίοι ασχολούνταν με την επιστήμη ή την Θεολογία. Η αριστοτελική γεωκεντρική θεωρία είναι αυτή που υπερισχύει, με άγρυπνο φύλακα την Ιερά Εξέταση της υπάρχουσας εκκλησίας, η οποία τιμωρούσε καίγοντας στην πυρά οποιονδήποτε υπερέβαινε την παραδεδεγμένη διδασκαλία των Γραφών. Σ' αυτή την κοινωνία όμως η αριστοτελική θεώρηση παρακμάζει, θα λέγαμε ότι σπάζει το κατεστημένο και οι άνθρωποι αρχίζουν να αμφισβητούν τις

υπάρχουσες αντιλήψεις καθώς η επιστήμη σημειώνει καλπάζουσα ανάπτυξη.

Σ αυτό το περιβάλλον ξεπροβάλλει ο Γαλιλαίος.....

### **Δύο διαφορετικές κοσμοθεωρίες**

Ο Αριστοτέλης πίστευε στο γεωκεντρικό σύστημα. Πίστευε δηλαδή ότι ήταν πιο λογικό να είναι η Γη στο κέντρο του κόσμου, γιατί αυτό μας επιβεβαίωνε η καθημερινή μας εμπειρία, με τους υπόλοιπους πλανήτες να κινούνται κυκλικά γύρω από αυτήν, καθώς και ο ήλιος, το φεγγάρι και τα άστρα που βλέπουμε στο νυχτερινό ουρανό. Θεωρούσε ότι τα ουράνια σώματα βρίσκονται προσκολλημένα σε τεράστιες ουράνιες κρυσταλλικές σφαίρες που κινούνται γύρω από τη Γη. Φυσικά, διάλεξε τη σφαίρα επειδή ο κύκλος γι' αυτόν, όπως και για άλλους φιλοσόφους, αποτελούσε το τέλειο γεωμετρικό σχήμα: είναι ένα σχήμα που δεν έχει αρχή ούτε τέλος, είναι όμοιο σε κάθε σημείο του και αποτελεί έκφραση της Θεϊκής τελειότητας. Με αυτόν τον τρόπο εξηγούσε ο Αριστοτέλης την καθημερινή κίνηση των ουρανίων σωμάτων, έτσι όπως αυτά φαίνονται από τη Γη.

Επιπρόσθετα, ο Αριστοτέλης σκεφτόταν ότι ο κόσμος διχοτομούνταν στον κόσμο των Θεών (υπερσελήνια περιοχή) και στον κόσμο των γήινων (υποσελήνια περιοχή). Ο πρώτος χαρακτηρίζεται από αφθαρσία, τελειότητα, δεν είναι βαρύς ούτε ελαφρύς, αποτελείται από ουράνια ουσία (πεμπτουσία) και είναι ο κόσμος στον οποίο βρίσκονται τα ουράνια σώματα. Αντίθετα, η υποσελήνια περιοχή είναι ένας κόσμος φθαρτός, ατελής, περιλαμβάνει βαριά

και ελαφρά σώματα.... Πιο συγκεκριμένα η Αριστοτελική φυσική διακρίνει τέσσερα συστατικά στοιχεία της ύλης: τη φωτιά, τον αέρα, το νερό και το έδαφος. Το καθένα έχει τη δική του θέση στη Γη (διαρθρωμένο σύστημα).

Όσον αφορά στον Γαλιλαίο, ετάσσετο υπέρ του Κοπερνίκειου συστήματος που ήθελε το αιώνιο φως στο κέντρο του κόσμου, δηλαδή τον Ήλιο. Θα αποτελούσε όμως παράλειψη αν δεν αναφέραμε ότι ο Γαλιλαίος ήταν αρχικά Αριστοτελικός. Για την ηλιοκεντρική αστρονομία δεν δείχνει ενδιαφέρον παρά το 1595, όταν διαπιστώνει ότι οι κινήσεις της Γης που προβλέπει το Κοπερνίκειο σύστημα, μπορούν να τον βοηθήσουν να ερμηνεύσει το φαινόμενο των παλιρροιών-δηλαδή για καθαρά υπολογιστικούς λόγους. Είναι αλήθεια ότι το σύστημα του Κοπερνίκου μπορούσε να το χρησιμοποιήσει κάποιος πιο εύκολα από το γεωκεντρικό σε διάφορους μαθηματικούς υπολογισμούς. Υπέστη λοιπόν μία μεταβολή που επηρεάστηκε από το τότε διανοητικό περιβάλλον μέσα στο οποίο ανέπτυξε τη δράση του. Ως υποστηρικτής λοιπόν πλέον της Κοπερνίκειας άποψης ότι η Γη κινείται, δεν παραδεχόταν τη διχοτομία του κόσμου, όπως έκανε ο Αριστοτέλης.

Στο ερώτημα ποια θεωρία ήταν σωστή ήρθε να απαντήσει η παρατήρηση ενός καινούργιου αστεριού. ενός *supernova*. Ο Γαλιλαίος το παρατήρησε δια γυμνού οφθαλμού καθώς δεν είχαν ανακαλυφθεί ακόμα τα τηλεσκόπια και υπολόγησε ότι η έκρηξη έγινε στην υπερσελήνια περιοχή. Αυτό σήμαινε ότι δεν ήταν αμετάβλητη, όπως έλεγε ο Αριστοτέλης, κάνοντας το

γεωκεντρικό σύστημα αβάσιμο. Σ αυτό ήρθαν να προστεθούν αργότερα και η ανακάλυψη των δορυφόρων του Δία και οι φάσεις της Σελήνης, τα οποία επιβεβαίωσαν ότι ο κόσμος πράγματι αλλάζει.



Το ηλιοκεντρικό σύστημα.

### Περί κινήσεως

Η κίνηση για τον Αριστοτέλη είναι μια διαδικασία: Η αριστοτελική φυσική εισάγει μια έμφυτη διαφορά ανάμεσα σε ηρεμία και κίνηση.

Αυτή η διαφορά συνδέεται με την ύπαρξη μιας κοσμικής τάξης τέτοιας ώστε σε κάθε σώμα να ανήκει μέσα στο σύμπαν μία θέση. Η θεωρητική απαίτηση της φυσικής του Αριστοτέλη είναι η έννοια του «φυσικού τόπου» ενός

σώματος, που είναι δικός του και προς τον οποίο τείνει να επανέλθει αν έχει απομακρυνθεί και όπου παραμένει ακίνητο αν τίποτε δεν έρθει να το μετακινήσει. Η τάση για ηρεμία είναι κατά κάποιον τρόπο συστατική ιδιότητα της ύλης. Κατά συνέπεια η κίνηση δεν μπορεί παρά να είναι ένα είδος κοσμικής αταξίας ως το αποτέλεσμα βίας ή το αποτέλεσμα προσπάθειας του Όντος για την αποκατάσταση της διαταραχθείσης ισορροπίας για την επάνοδο των πραγμάτων στους φυσικούς τους τόπους. Όταν όμως φθάσουν, παραμένουν σε ηρεμία. Με άλλα λόγια, η φυσική κατάσταση των όντων είναι η ακινησία. Το παραπάνω συμβαίνει επειδή υπάρχει άμεση σχέση της κίνησης ενός σώματος και της εσωτερικής του σύστασης: η κίνηση δηλαδή είναι μια αλλαγή κατάστασης, μια μεταβολή κατά την οποία τροποποιείται η εσωτερική δομή του σώματος. Όχι μόνο μεταφέρει τα σώματα από τον ένα τόπο στον άλλο, αλλά και τα μετατρέπει, μέχρι να βρουν το φυσικό τους τόπο, όπου επιτέλους θα βρουν και την πραγματική τους υπόσταση. Αυτό συνεπάγεται ότι ο τόπος κίνησης για την οποία είναι ικανό ένα σώμα εξαρτάται από τη φυσική του σύνθεση. Έτσι η Γη, εφόσον αποτελείται από το στοιχείο έδαφος/γη, που η φύση του είναι να έλκεται από το κέντρο του σύμπαντος, βρίσκεται συγκεντρωμένη ύλη εκεί. Βλέπουμε λοιπόν ότι η ηρεμία αντιμετωπίζεται όχι ως μια μηδενική κίνηση, αλλά η απόληξη και το τέλος/σκοπός της κίνησης και ότι ενώ στην κίνηση αλλάζει η εσωτερική δομή του σώματος στην ακινησία δεν έχουμε καμιά μεταβολή. Ηρεμία και

κίνηση αντιμετωπίζονται, λοιπόν, ως έννοιες αντίθετες και αλληλο-αποκλειόμενες: ένα σώμα βρίσκεται είτε σε ηρεμία είτε σε κίνηση.

Αντιθέτως, ο Γαλιλαίος λέγει στο περίφημο βιβλίο του «Διάλογος»: «Η κίνηση είναι κίνηση και συμπεριφέρεται ως κίνηση στο μέτρο που σχετίζεται με πράγματα που στερούνται κίνησης». Η θεωρία του είναι πως η κίνηση είναι μια σχέση και συνάμα μια κατάσταση. Τα θεμέλια για την αργότερα θέσπιση και ανάπτυξη του σημείου και του συστήματος αναφοράς είχαν τεθεί. Η κίνηση δηλαδή, αναφέρεται πάντα σε δύο ή περισσότερα σώματα και ποτέ σε ένα μεμονωμένο. Όταν κινούμαστε, δεν κινούμαστε ως προς τον εαυτόν μας αλλά ως προς τους άλλους. Η κίνηση και η ηρεμία δεν είναι πλέον έννοιες αντίθετες αλλά αλληλοεξαρτώμενες και αλληλο-οριζόμενες: η ηρεμία, σύμφωνα με το Γαλιλαίο, είναι μία κίνηση από κοινού, καθώς και τα δύο σώματα συμμετέχουν και τίποτα δεν αλλάζει μεταξύ τους. Και αντίστροφα, η κίνηση ενός σώματος δεν υφίσταται παρά μόνο όταν λείπει από το άλλο, δηλαδή όταν δεν είναι από κοινού. Εδώ είναι απαραίτητη μια διευκρίνιση: Η κίνηση και η ηρεμία αφήνουν εντελώς αδιάφορα τα ίδια τα σώματα. Το γεγονός ότι κινούνται ή όχι δεν επηρεάζει σε τίποτα την υπόστασή τους. Όσο δεν είναι αλλαγή κατάστασης η ηρεμία, άλλο τόσο δεν είναι και η κίνηση. Έχουμε λοιπόν ισοδυναμία ανάμεσα σε ηρεμία και κίνηση. Μ' άλλα λόγια: η κίνηση ενός σώματος δεν αποτελεί ένδειξη μιας ιδιαίτερης εσωτερικής δομής. Όπως και η ακινησία, που είναι το αντίθετό της, εξ

άλλου. Και οι δύο είναι διαρκείς καταστάσεις. Ο νόμος της αδράνειας μας διδάσκει την ισοδυναμία της ακινησίας με την κίνηση, αναγκαία, όταν το σώμα είναι ελεύθερο. Η αιωνιότητα που χαρακτηρίζει την ακινησία του ελεύθερου από επιδράσεις σώματος, χαρακτηρίζει και την ευθύγραμμη ομαλή του κίνηση. Είναι μία αντίληψη ριζικά αντίθετη από εκείνη του Αριστοτέλη.

**Συμπερασματικά** και μόνο η ιδέα της από κοινού κίνησης δύο σωμάτων είναι αδιανόητη στο πλαίσιο της Αριστοτελικής φυσικής, εφόσον η κίνηση είναι κάτι που τους ανήκει αποκλειστικά. Ο Γαλιλαϊκός ορισμός ανάγει την ηρεμία σε κατηγορία ισοδύναμη της κίνησης, κατηγορώντας έτσι την οντολογική διάκριση που αποτελεί τη βάση της αριστοτελικής θεωρίας. Η ηρεμία δεν είναι πλέον το αντίθετο της κίνησης. Είναι μία κίνηση που έχει μηδενιστεί ακριβώς επειδή γίνεται από κοινού.

### **Διάκριση ανάμεσα σε φυσικές και βίαιες κινήσεις-impetus**

Στην αριστοτελική φυσική έκδηλη είναι η διάκριση ανάμεσα σε φυσικές και βίαιες κινήσεις: Για τις πρώτες η αιτία κίνησης, το λεγόμενο κινούν, είναι η ίδια η «φύση» του σώματος, ενώ για τις βίαιες κινήσεις απαιτείται η δράση ενός εξωτερικού παράγοντα, ο οποίος έρχεται σε επαφή με το αντικείμενο και το ωθεί ή το έλκει. Αυτά φυσικά για το υποσελήνιο τμήμα του κόσμου,

καθώς γνωρίζουμε ότι στο υπερσελήνιο έχουμε μόνο τις ιερές κυκλικές κινήσεις.

Η μόνη δυσκολία που παρουσιάζει η θεωρία είναι τα γεγονότα στην περίπτωση της βολής: Σε τι οφείλεται η κίνηση των βλημάτων; Η απάντηση του μεγάλου θεωρητικού συνίσταται στην εξήγηση της κίνησης απουσία κινούντος με την αντίδραση του περιβάλλοντος μέσω του αέρα ή του ύδατος: επειδή δηλαδή το βλήμα σχίζει τον αέρα και η φύση απεχθάνεται το κενό, ο αέρας φεύγει από το εμπρός και πηγαίνει στο πίσω μέρος σπρώχνοντας το βλήμα. Αυτή η εξήγηση βέβαια έρχεται σε διάσταση με τον κοινό νο.

Τα επιχειρήματα κατά της θεωρίας αυτής κατατάσσονται σε δύο ομάδες: σε αυτά που υποστηρίζουν το πόσο απίθανο είναι ένα ογκώδες και βαρύ σώμα να κινείται με την επίδραση του αέρα και σε εκείνα που επισημαίνουν την αντιφατικότητα του να αποδίδουμε στον αέρα το διπλό ρόλο της αντιστάσεως, κατά τη φυσική κίνηση, και του κινούντος, κατά τη βίαιη κίνηση της βολής.

Οδηγούμαστε λοιπόν στο ότι το κινούν εντυπώνει στο κινούμενο σώμα κάτι που το κάνει ικανό να κινηθεί, κάτι που θα μπορούσε να ονομαστεί *impetus*, ένα είδος δύναμης που περνά από το κινούν στο κινούμενο και έτσι η κίνησή του συνεχίζεται, ενώ συγχρόνως υπερνικά την αντίσταση που προβάλλει το μέσον στην κίνηση. Η θεωρία σχετικά με το *impetus* είναι επίσης ένας σταθμός στη σκέψη του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης. Έχει όμως την εξής αδυναμία: στην περίπτωση της κυκλικής κίνησης των ουρανίων σφαιρών, το



impetus θα έπρεπε να παραμείνει αθάνατο, όπως και στην περίπτωση της κύλισης μιας σφαίρας στο οριζόντιο επίπεδο χωρίς αντιστάσεις.

Ο ίδιος ο Γαλιλαίος όμως αρνείται στο *de Motu* την ορθότητα μιας τέτοιας υπόθεσης βεβαιώνοντας την φθαρτότητα του impetus : αν αυτό είναι η εμμενής αιτία που παράγει την κίνηση , είναι λογικό να δεχτούμε ότι η αιτία που παράγει την κίνηση πρέπει αναγκαία να αναλωθεί κατά την παραγωγή της κίνησης. Η δε δυναμική του impetus είναι κατά το Γαλιλαίο ασύμβατη με τη μαθηματική μέθοδο.

**Ο κόσμος είναι πεπερασμένος ή άπειρος :**

Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, ο κόσμος αποτελείται από την υπερσελήνια περιοχή, στην οποία γυρίζουν οι πλανήτες κυκλικά γύρω από τη Γη, το κέντρο του κόσμου, καθώς και την υποσελήνια περιοχή των γήινων όντων, όπου τα σώματα έχουν το φυσικό τους τόπο και όταν φθάσουν σε αυτόν, εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, παραμένουν ακίνητα. Επομένως ο κόσμος είναι πεπερασμένος.

Ο Γαλιλαίος από την άλλη ζούσε σε μια Αριστοτελική κοινωνία και πίστευε στο ηλιοκεντρικό σύστημα. Σε αντίθεση με τον Αριστοτέλη, που νόμιζε ότι η φυσική κατάσταση των όντων είναι η ακινησία, είχε τη γνώμη ότι υπάρχει ένα ανοιχτό σύμπαν, χωρίς καθορισμένα όρια, άπειρο, που το διέπουν και το

καθιστούν ενιαίο οι παγκόσμιοι νόμοι. Όμως στην εποχή του δεν υπήρχε ελευθερία σκέψης κι' έκφρασης. Η Ιερά εξέταση, όργανο της εκκλησίας, έκαιγε στην πυρά οποιονδήποτε αιρετικό, ακόμα και επιστήμονες, των οποίων τα λεγόμενα ερχόντουσαν σε αντίθεση με την παραδεδεγμένη διδασκαλία των Γραφών. Το 1600, όταν ο Γαλιλαίος ήταν 36 χρόνων, ο Giordano Bruno που πίστευε ότι το σύμπαν είναι απεριόριστο, κήκε ζωντανός στη πυρά. Γι'αυτό το λόγο, ο Γαλιλαίος συμφώνησε, φοβούμενος την Ιερά Εξέταση, ότι ο κόσμος ήταν πεπερασμένος και θεώρησε ως φυσική κατάσταση των όντων την ομαλή κυκλική κίνηση. Και αυτό λόγω του ότι η ευθεία δεν έχει αρχή και τέλος και επομένως, αν η φυσική κατάσταση ήταν η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, θα κατέρριπτε το ότι ο κόσμος ήταν οριοθετημένος και θα ερχόταν σε σύγκρουση με την εκκλησία, κάτι που δεν επιθυμούσε σε καμία περίπτωση.

## **Επίλογος**

**Συμπερασματικά**, η κοσμοθεωρία του Αριστοτέλη διαφέρει ως προς αυτή του Γαλιλαίου στα εξής σημεία :

Ο Αριστοτέλης πίστευε στο Γεωκεντρικό σύστημα που ήθελε τη Γη στο κέντρο του κόσμου, καθώς και στη διχοτόμηση του κόσμου σε υπερσελήνια και υποσελήνια περιοχή : Στην υπερσελήνια περιοχή κινούνται τα ουράνια σώματα γύρω από τη Γη και αποτελείται από πεμπτούσια, ενώ η υποσελήνια αποτελείται από τέσσερα στοιχεία : αέρα, νερό, γη και φωτιά. Η μεν πρώτη περιοχή είναι ο τέλειος και άφθαρτος κόσμος των θεών ενώ η δεύτερη ο φθαρτός και ατελής κόσμος των γήινων. Ο Γαλιλαίος από την άλλη ήταν οπαδός του ηλιοκεντρικού συστήματος του Κοπέρνικου. Δεν δεχόταν οποιαδήποτε διάκριση του κόσμου καθώς είχε παρατηρήσει ουράνια φαινόμενα όπως ένα υπερηφονα, τις φάσεις της Αφροδίτης και τους δορυφόρους του Δία που επιβεβαίωναν ότι ο και ο υπερσελήνιος κόσμος αλλάζει.

Όσον αφορά στην κίνηση, ο Αριστοτέλης παραδεχόταν την ευθύγραμμη ομαλή στην υποσελήνια περιοχή για να φτάσουν τα σώματα στους φυσικούς τους τόπους, οπότε και έμεναν ακίνητα. Πίστευε ότι κατά τη διάρκεια αυτής, τα σώματα υφίστανται αλλοίωση της εσωτερικής τους δομής. Αντιθέτως, ο Γαλιλαίος έλεγε ότι η κίνηση είναι έννοια σχετική, ορίζεται πάντα σε περισσότερα από ένα σώματα και υφίσταται εφόσον το ένα από τα δύο σώματα στερείται αυτής, διαφορετικά έχουμε ηρεμία-κίνηση από κοινού. Επομένως η κίνηση δεν επηρεάζει τη σύσταση των σωμάτων.

Επιπρόσθετα, η αριστοτελική φυσική χωρίζει τις κινήσεις σε φυσικές και βίαιες : φυσικές αυτές που το κινούν είναι η φύση του σώματος ενώ βίαιες αυτές που απαιτούν τη δράση εξ επαφής ενός εξωτερικού παράγοντα. Αυτή τη θεωρία την καταρρίπτει ο Γαλιλαίος : Στην περίπτωση της βολής το επιχείρημα ότι ο αέρας αποτελεί και το μέσο- αντίσταση (φυσική κίνηση) και το κινούν (βίαιη κίνηση) οδηγεί στην ύπαρξη ενός είδους δύναμης που περνά από το κινούν στο κινούμενο. Αυτή όμως, υποστηρίζει, θα έπρεπε να είχε αναλωθεί κατά την παραγωγή της κίνησης, επομένως δε μπορεί να είναι αθάνατη. Άρα η θεωρία δεν υφίσταται.

Τέλος, ο Γαλιλαίος αναγκάστηκε να συμφωνήσει με τον Αριστοτέλη για το ότι ο κόσμος είναι πεπερασμένος λόγω της Ίεράς Εξέτασης-διότι πρέπει να πούμε ότι ο Giordano Bruno δεν ήταν ο μόνος που κήκε στην πυρά για τις απόψεις του αλλά και όλοι όσοι διαφώνησαν με την παραδεδεγμένη διδασκαλία των Γραφών.

Έχοντας κατά νου τις παραπάνω διαφορές, πρέπει να παρατηρήσουμε ότι οι θεωρίες του Γαλιλαίου σηματοδότησαν τη μετάβαση από το αριστοτελικό κοσμικό μοντέλο που επικρατούσε εκείνη την εποχή στο σύγχρονο που πιστεύουμε σήμερα. Το μεν σύστημα του Αριστοτέλη ήταν πιο κοντά στην καθημερινή εμπειρία των ανθρώπων, ενώ οι απόψεις του Γαλιλαίου είναι πιο κοντά σε ό,τι πιστεύουμε σήμερα. Παρότι δεν ήταν όλες σωστές, όπως για παράδειγμα η θεωρία του για την αιτία των παλιρροιών,

εντούτοις υπήρξαν από τις πρώτες αμφισβητήσεις του επιστημονικού κατεστημένου και απορρίψεις της αυθεντίας του Αριστοτέλη, πράγμα το οποίο σηματοδότησε μια νέα εποχή στο χώρο των επιστημών.

**Παρατίθενται επίσης οι παρακάτω εργασίες :**

**1. Γαλιλαίος**

Εργασία των μαθητών:

- Σωτήρη Αθανασούλια
  
- Βαγγέλη Δικόπουλου

Η ζωή του(παραθέσαμε κάποια ιστορικά στοιχεία θεωρώντας τα απαραίτητα για την κατανόηση της θεωρίας του)

Γεννήθηκε στην Πίζα της Ιταλίας και από νωρίς έδειξε σημεία μιας αξιοσημείωτης ιδιοφυίας. Ο πατέρας του ήταν ξεπεσμένος απόγονος ευγενούς Φλωρεντινής οικογένειας και μοχθούσε για να βοηθήσει το γιο του

να αποκαταστήσει τη δόξα της οικογένειας. Επιβάλλοντας μεγάλες στερήσεις στον εαυτό του και τα άλλα παιδιά του, ο πατέρας του μπόρεσε να στείλει τον Γαλιλαίο στο σχολείο και αργότερα στο Πανεπιστήμιο της Πίζας, όπου ο Γαλιλαίος γράφτηκε στην Ιατρική Σχολή. Όταν κάποτε του σώθηκαν τα χρήματα άφησε το σχολείο και γύρισε στη Φλωρεντία, όπου εκείνη την εποχή ζούσε εκεί η οικογένειά του.

Ένας πλούσιος οικογενειακός φίλος, ο μαρκήσιος Γκουίνταμπάντο, φρόντισε να βρει ο Γαλιλαίος δουλειά κάνοντας διαλέξεις περί Φυσικής στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβα και αργότερα, ως επίσημος μαθηματικός στον Μεγάλο Δούκα της Τοσκάνης.

Ο Γαλιλαίος άρχισε να ευημερεί, αλλά δεν του έμενε καιρός να σπουδάξει Ιατρική. Η φήμη του Γαλιλαίου άρχισε να απλώνεται. Οι ευγενείς, ακόμη και βασιλείς των διαφόρων χωρών της Ευρώπης παρακολουθούσαν τις διαλέξεις του και σύντομα έφτασε να ομιλεί σε ακροατήριο που το αποτελούσαν πάνω από 2.000 διακεκριμένες προσωπικότητες της Ευρώπης.

Ο Γαλιλαίος ήταν τώρα ελεύθερος να αξιοποιήσει τα χαρίσματά του. Ο κόσμος τον εκτιμούσε και τον σεβόταν, αν και υπήρχαν και μερικοί που τον φοβόταν και τον μισούσαν. Κανένα πεδίο γνώσεως δεν ήταν για τον Γαλιλαίο απρόσφορο για έρευνα, κανείς νόμος ή ανόητη προκατάληψη δεν είχαν τόση δύναμη ώστε να τον εμποδίσουν από την εργασία του. Αντιμέτωπος έναν

κόσμο που έμενε προσηλωμένος στην άγνοια και απέδειξε ότι το θάρρος είναι μια αρετή χρήσιμη όχι μόνο στα πεδία των μαχών.

Ο Γαλιλαίος συνέβαλλε σημαντικά στην επιστημονική επανάσταση του 17ου αιώνα. Ανάμεσα σε άλλα, βελτίωσε το τηλεσκόπιο και το χρησιμοποίησε πρώτος συστηματικά για αστρονομικές παρατηρήσεις, ανακάλυψε τους τέσσερις δορυφόρους του Δία, ανακάλυψε τις ηλιακές κηλίδες και κατέγραψε πρώτος τις κινήσεις τους, εφηύρε τους νόμους του εκκρεμούς που χρησιμοποιήθηκαν στα ρολόγια, διατύπωσε το νόμο της πτώσεως των σωμάτων (που αποδεικνύει ότι η βαρύτητα επιδρά στην ταχύτητα των σωμάτων όταν υψώνονται ή πέφτουν), εφηύρε το θερμόμετρο και τον αναλογικό διαβήτη (που ακόμη χρησιμοποιείται στα γεωμετρικά σχέδια), και υποστήριξε τις θεωρίες του Κοπέρνικου για το Ηλιακό σύστημα.

Αναφέρεται ως ο «πατέρας της σύγχρονης Αστρονομίας» και ο πρώτος φυσικός με τη σύγχρονη σημασία του όρου, καθώς ήταν ο πρώτος που αντικατέστησε την υποθετική-επαγωγική μέθοδο με την πειραματική και εισηγήθηκε τη μαθηματικοποίηση της φυσικής. Η σταδιοδρομία του συνέπεσε με αυτή του Γιοχάνες Κέπλερ. Η θεωρία του ηλιακού συστήματος υποστήριξε ότι η Γη και οι άλλοι πλανήτες, στρέφονται γύρω από τον Ήλιο. Η κοινή αντίληψη της εποχής ήταν ότι ο Ήλιος, η Σελήνη και τα άστρα γύριζαν γύρω από τη Γη, η οποία έμενε ακίνητη.

Επειδή ο Γαλιλαίος τόλμησε να αντιταχθεί στην παραδεδεγμένη διδασκαλία, δημιούργησε πολλούς εχθρούς, και τον θεώρησαν αιρετικό. Η σύγκρουσή του με τη Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία αναφέρεται πολλές φορές ως παράδειγμα σύγκρουσης της εξουσίας με την ελευθερία της σκέψης και ειδικά με την επιστήμη στην Δυτική κοινωνία, αν και στην πραγματικότητα, μετά την κατασκευή του τηλεσκοπίου από τον Γαλιλαίο το 1609 και τις παρατηρήσεις του,[1] ο διωγμός, πρωτογενώς, εξυφάνθηκε στο χώρο των αριστοτελικών επιστημόνων του Πανεπιστημίου της Πάδοβας,[2] που αμφέβαλαν για την εγκυρότητα των αστρονομικών του ανακαλύψεων[3] και αγωνίστηκαν να συγκεντρώσουν υποψίες για το άτομο του στα μάτια των εκκλησιαστικών αρχών.[4] Την ποινή φυλάκισης του Γαλιλαίου μετέτρεψε σε κατ' οίκον περιορισμό ο Πάπας Ουρβανός Η΄, ενώ τρεις από τους δέκα καρδινάλιους δικαστές αρνήθηκαν να υπογράψουν την καταδίκη του.[5]

Αν και τον ανάγκασαν να αποκηρύξει δημόσια τις πεποιθήσεις του, ο Γαλιλαίος μυστικά εξακολουθούσε να πιστεύει στην ηλιοκεντρική θεωρία του και ποτέ δεν άλλαξε γνώμη. Από την ιστορία του Γαλιλαίου έμεινε παροιμιώδης η φράση: "Και όμως κινείται". Κατά την παράδοση, ο Γαλιλαίος τελειώνοντας την απαγγελία της "απαρνήσεως" των πεποιθήσεών του, που έκανε γονατιστός μπροστά στην Ιερά Εξέταση και καθώς σηκωνόταν, χτύπησε το πόδι του στο έδαφος και πρόσθεσε: "Και όμως κινείται"



(εννοώντας τη Γη). Στην πραγματικότητα, τη φράση αυτή ή δεν την είπε ποτέ ή κι αν την είπε δεν την άκουσαν οι δικαστές του. Γιατί τότε δεν θα ξέφευγε την καταδίκη του σε θάνατο "επί της πυράς". Πάντως η φράση αυτή απέμεινε σαν σύμβολο της δύναμης της επιστήμης έναντι σε κάθε προσπάθεια να σκεπαστεί το φως της αληθινής γνώσης.

Ο τάφος του μεγάλου επιστήμονα βρίσκεται στον Καθεδρικό Ναό του Σάντα Κρότσε (του Τιμίου Σταυρού) της Φλωρεντίας. Ανά τους αιώνες, χιλιάδες κόσμου έχουν επισκεφτεί το μέρος εκείνο για να τιμήσουν τη μνήμη του μεγάλου ανδρός που είχε το θάρρος να κηρύξει εκείνο που πίστευε σ' έναν κόσμο που του ήταν εχθρικός. Τη χρονιά του θανάτου του Γαλιλαίου γεννήθηκε ο Ισαάκ Νεύτων, που βασιζόμενος μεταξύ άλλων στη δουλειά του Γαλιλαίου και του Κέπλερ ολοκλήρωσε την επιστημονική επανάσταση στον τομέα της φυσικής και έθεσε τα θεμέλια της κλασικής φυσικής. Ο Πάπας αποκατέστησε τη μνήμη του Γαλιλαίου στις 31 Οκτωβρίου 1992, 300 χρόνια μετά το διωγμό του.

### Θεωρία Γαλιλαίου

Η θεωρία του Γαλιλαίου παρουσιάζεται με μορφή διαλόγου(Το έτος 1632 δημοσιεύει το βιβλίο με τίτλο «διάλογος περί των δύο κύριων κοσμικών συστημάτων» στο οποίο συνομιλούν ένας υποστηρικτής του Πτολεμαϊκού , ένας του Κοπερνικείου συστήματος και ένας που ενδιαφερόταν

να πληροφορηθεί για την πραγματικότητα. Το βιβλίο αυτό δημιούργησε αναστάτωση, πρώτον επειδή ήταν γραμμένο στα ιταλικά, άρα θα διαβαζόταν από τον απλό λαό και δεύτερον κατέκρινε μες αρκασμό την Πτολεμαϊκή αντίληψη και υπερασπιζόταν αρχές του Κοπέρνικου) και λαμβάνουν μέρος τρία πρόσωπα, ο Σαλβιάτι, ο Σιμπλίκιο και ο Σαγκρέντο. Ο Σαλβιάτι αντιπροσωπεύει τον Γαλιλάιο, ο Σιμπλίκιο τον Αριστοτελικό περιπατητικό φιλόσοφο και ο Σαγκρέντο τον απλό αμερόληπτο παρατηρητή. Ο διάλογος διαιρείται σε τέσσερις μέρες, η πρώτη είναι αφιερωμένη στην αντίκρουση της Αριστοτελικής κοσμοθεωρίας. Βλέπουμε πνευματοδέστατα δημοσιογραφικά κείμενα να εναλλάσσονται με άλλα που ανεβαίνουν ξαφνικά προς ένα μακρινό και μεγαλοπρεπές όραμα και η γλωσσα τους παίρνει μια συγκλονιστική ομορφιά. Την δεύτερη μέρα ο Σαλβιάτι μετά την αντίκρουση που είχε με τον Σιμπλίκιο πλησιάζει πάρα πολύ κοντά στην θεωρία της επιτάχυνσης και στον 1<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα. Αυτό επιτυγχάνεται με το παρακάτω παράδειγμα: Ισχυρίζεται πως μια πέτρα που πέφτει από την κορυφή του καταρτιού ενός κινούμενου πλοίου δεν μένει πίσω διότι η πέτρα μοιράζεται την επιτάχυνση του πλοίου. Έτσι, ο Σαλβιάτι αποκαθλώνει την θεωρία του αριστοτέλη θεμελιώνοντας την αρχή της αδράνειας. Ο λόγος που δεν έφτασε στην υπέρτατη θεωρία του Νεύτωνα ήταν ότι δεν μπορούσε να ελευθερωθεί απόλυτα από το Αριστοτελικό δόγμα της κυκλικής κίνησης καθώς πίστευε ότι αν ένα σώμα αφηνόταν ελεύθερο αφού θα εύρισκε την φυσική του θέση θα

συνέχιζε να κινείται σε μια κυκλική τροχιά απεριόριστα. Κατά την τρίτη μέρα ο διάλογος περιστρέφεται γύρω από το πτολαιμικό και κοπερνίκιο σύστημα. Ο Σαλβιάτι-Γαλιλαίος προσπαθεί να δείξει την υπεροχή του κοπερνίκειου συστήματος σε σχέση με το πτολαιμικό χρησιμοποιώντας τα γνωστά επιχειρήματα των δορυφόρων του Δία και των φάσεων της Αφροδίτης. Στο τέλος της μέρας αυτής ο Σαλβιάτι παρέθεσε ένα νέο επιχειρήμα που αφορούσε τις ηλιακές κηλίδες. Υποστήριζε ότι ο ήλιος και μαζί με αυτόν οι κηλίδες του περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κεκλιμένο προς το επίπεδο της εκλειπτικής, επομένως οι κηλίδες ταξίδευαν και αυτές γύρω από τον ήλιο σε κεκλιμένους κύκλους. Στην τέταρτη και τελευταία μέρα του διαλόγου ο Σαλβιάτι αναφέρεται και αναπτύσσει εμπειρισματομένα την θεωρία των παλιρροιών λέγοντας ότι οφείλονται στην κλίση του άξονα της Γης απορρίπτοντας την θεωρία του Κέπλερ που υποστήριζε ότι οφειλόταν στην Σελήνη(η οποία θεωρείται ήταν και σωστή καθώς στο μέλλον απεδείχθει και η ορθότητά της).

#### Καποια στοιχεία για τον Γαλιλαίο και την φιλοσοφία του

Σύμφωνα με τον Γαλιλαίο η γνώση επιτυγχάνεται με βάση το αισθητό πείραμα σε συνδυασμό με τη μαθηματική τεκμηρίωση της αρχής που διέπει ένα φυσικό φαινόμενο. Εισάγει την έννοια του πειράματος το οποίο αφορά την μέτρηση των μεγεθών του εξεταζόμενου φαινομένου. Επίσης με την εισαγωγή

μαθηματικών σχέσεων ,ποσοτικοποιώντας τα φυσικά μεγέθη γίνεται δυνατή η πρόβλεψη των αποτελεσμάτων οποιασδήποτε επόμενης μέτρησης που αφορά το εξεταζόμενο φαινόμενο. Αν η πρόβλεψη δεν επιβεβαιωθεί από τα πειραματικά αποτελέσματα τότε ο ερευνητής πρέπει να τροποποιήσει ή να αντικαταστήσει την αρχική υπόθεση και να διατυπώσει ένα νέο νόμο που θα περιγράφει ένα συγκεκριμένο φαινόμενο και θα συμφωνεί με τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Η ικανότητα του επιστήμονα στον έλεγχο και την εφαρμογή μιας θεωρίας έγκειται στην επινόηση κατάλληλων πειραματικών διαδικασιών και διατάξεων ώστε να επιβεβαιωθεί ή να διαψευστεί μια επιστημονική υπόθεση. Δεν γνωρίζω λεπτομερώς τις σημερινές θεωρίες για αυτήν την αντίληψη του Γαλιλαίου κατά πόσο είναι ορθή ή λανθασμένη αλλά είναι αξιοσημείωτο να σημειώσουμε ότι το σημαντικό έργο εδώ του Γαλιλαίου είναι η προσπάθεια του να διαχωρίσει την επιστημονική αλήθεια από διάφορες φιλοσοφικές εικασίες ή και από μεταφυσικές υποθέσεις. Με βάση αυτά τα θεμέλια συνεχίζει την αναζήτηση της επιστημονικής αλήθειας, ασχολείται με την κινηματική και στο βιβλίο *De motu* παρουσιάζει επιχειρήματα όπου διαφωνεί με τον ισχυρισμό του Αριστοτέλη ότι τα σώματα με διαφορετικά βάρη έχουν διαφορετικές ταχύτητες πτώσης. Ο Γαλιλαίος αναφέρει με βάση πειράματα και μαθηματικές σχέσεις ότι σώματα από το ίδιο υλικό ανεξάρτητα από το βάρος έχουν ίδιοχρονο πτώσης στο ίδιο διάμεσο (μέσο που κινούνται τα στερεά σώματα) . Ο Γαλιλαίος έριχνε τα σώματα από τον περίφημο πύργο

της Πίζας. Σύμφωνα με τους ιστορικούς η επίδειξη πραγματοποιήθηκε με παρουσία των μαθητών και μερικών καθηγητών του. Είναι πιθανό οι μαθητές του που είχαν διδαχθεί από τους καθηγητές φιλοσοφίας τους κανόνες του Αριστοτέλη , να διατείνονταν σε αντίθεση με αυτόν, πως το βάρος έπρεπε να επηρεάζει την ταχύτητα πτώσης. Σε αυτή την περίπτωση , η επίδειξη του Γαλιλαίου θα χρησίμευε για να δείξει στους μαθητές του και να πείσει στους καθηγητές του ότι η φυσική του Αριστοτέλη έπρεπε να αναθεωρηθεί.

### Βασικές διαφορές Γαλιλαίου-Αριστοτέλη

*Αριστοτέλης:*

- 1. Φυσική κατάσταση όντων: Ακίνησία*
- 2. Διχοτομία του κόσμου σε κόσμο των θεών-αφθαρσίας και σε κόσμο των θνητών-φθοράς*
- 3. Η κίνηση είναι διαδικασία >>> δηλαδή αλλαγή κατάστασης (ξεχωρίζει απόλυτα από την ηρεμία)*
- 4. Γεωκεντρικό σύστημα*
- 5. Πεπερασμένος κόσμος*

Αντίθετα από τον Αριστοτέλη ο Γαλιλαίος τον οποίο και μελετήσαμε, υποστηρίζει τα εξής

*Γαλιλαίος:*

- 1. Φυσική κατάσταση των όντων >>> ομαλή κίνηση(δεν διαφοροποιεί την ακινησία από την ομαλή κίνηση)*
- 2. Δεν διχотоμεί τον κόσμο*
- 3. Ηλιοκεντρικό σύστημα*
- 4. Η κίνηση είναι σχετική*

### Επίλογος

Με τον διάλογο αυτό συμπεραίνουμε ότι ο Γαλιλαίος ήταν ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς-φιλόσοφους στην ανθρώπινη ιστορία. Σπουδαίοι μεταγενέστεροι φυσικοί όπως λ.χ. ο Νεύτωνας και ο Αϊνστάιν βασίστηκαν στις θεωρίες του Γαλιλαίου, τελειοποιώντας τις και διατυπώνοντας σπουδαίες αρχές που αποτελούν την βάση της σύγχρονης Φυσικής.

### 2. Εργασία της ομάδας «Επιστήμονες»

*Από τον μαθητή Γιάννη Θεοδώση*

Ο Γαλιλαίος στο έργο του

«Διάλογος για τα δύο μεγαλύτερα κοσμικά συστήματα το Πτολεμαϊκό και το Κοπερνίκιο» εκφράζει μέσα από το πρόσωπο του Σαλβιάτι κάποιες απόψεις του σχετικά με τις κινήσεις καθώς επίσης και κάποιες αντιλήψεις του που αφορούν τον κόσμο. Τόσο οι απόψεις του για τις κινήσεις (τις οποίες μάλιστα μπορούσε να τις αποδείξει μέσω των μαθηματικών ή μέσω της φυσικής) όσο και οι αντιλήψεις του σχετικά με τον κόσμο (τις οποίες μπορούσε να τις αποδείξει με θεωρητικούς τρόπους και παραδείγματα που στηρίζονταν στην κοινή λογική) έρχονται αντιμέτωπες με αυτές του Αριστοτέλη και των οπαδών του που συμβολίζονται στο πρόσωπο του Σιμπλίκιο. Αρχικά όσον αφορά τις κινήσεις ο Γαλιλαίος πίστευε ότι η φυσική κίνηση όλων των σωμάτων είναι η ομαλή κυκλική κίνηση δηλαδή η κυκλική κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Ο Γαλιλαίος έμεινε προσκολλημένος στην κυκλική κίνηση είτε γιατί φοβόταν την εκκλησία (που δίδασκε ότι και ο Αριστοτέλης δηλαδή ότι η φυσική κίνηση των σωμάτων είναι η κυκλική) και δεν ήθελε να έρθει σε ρήξη με αυτή είτε γιατί πίστευε ότι επειδή η επιφάνεια της γης είναι κυκλική τα σώματα που κινούνται σε αυτή θα κινούνταν κυκλικά. Ακόμα πίστευε ότι η κίνηση και η ηρεμία δεν είναι έννοιες διαφορετικές αλλά ότι στην ουσία η ηρεμία είναι κίνηση με μηδενική ταχύτητα. Επίσης θεωρούσε ότι η κίνηση είναι έννοια σχετική και όχι απόλυτη και εξαρτάται από το σημείο αναφοράς και τον παρατηρητή αφού όταν ήταν πάνω σε ένα σώμα που κινούνταν όπως για παράδειγμα σε ένα καράβι και έβλεπε ένα άλλο ακίνητο σώμα πάνω στο

καράβι έλεγε ότι αυτό το σώμα είναι ακίνητο ως προς αυτόν αλλά συμμετέχει στην κίνηση του καραβιού.

Επιπλέον πίστευε ότι όλες οι κινήσεις είναι φυσικές και ότι δεν υπάρχουν βίαιες καθώς επίσης και ότι αν δεν υπάρχει κινούν δηλαδή αιτία για να κινήσει ένα σώμα όπως η δύναμη δεν σημαίνει ότι το σώμα δεν θα κινείται αλλά ότι θα ισορροπεί δηλαδή ότι θα έχει σταθερή ταχύτητα. Εκτός από αυτά πίστευε ότι ένα σώμα για να κινείται με μια ορισμένη ταχύτητα πρέπει να κινηθεί πρώτα με όλες τις προηγούμενες τιμές και ύστερα θα κινηθεί με την επιθυμητή ταχύτητα.

Παράλληλα με τις απόψεις του για τις κινήσεις ο Γαλιλαίος είχε αναπτύξει και αντιλήψεις σχετικές με τον κόσμο. Μια από αυτές ήταν ότι ο κόσμος δεν ήταν πεπερασμένος δηλαδή δεν είχε όρια καθώς επίσης και ότι δεν χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές όπως πίστευαν οι Αριστοτελικοί που έλεγαν ότι ο κόσμος διχοτομείται σε υποσελήνια και υπερσελήνια περιοχή αλλά ήταν ένας. Τέλος ο Γαλιλαίος ήταν υπέρ του ηλιοκεντρικού συστήματος δηλαδή πίστευε ότι ο ήλιος είναι ακίνητος και ότι όλοι οι πλανήτες και τα αστέρια κινούνται γύρω από αυτόν.

Εξαιτίας των απόψεών του ο Γαλιλαίος ήρθε πολλές φορές αντιμέτωπος με την καθολική εκκλησία και μάλιστα μια φορά απειλήθηκε με θάνατο αλλά επειδή συνέβαινε αυτό ότι δηλαδή η καθολική εκκλησία εκτελούσε ανθρώπους



αν δίδασκαν κάτι διαφορετικό από ότι ήθελε αυτή ο Γαλιλαίος δεν υποστήριζε με πάθος τις απόψεις του και μάλιστα πολλές φορές ανακαλούσε κάποιες από αυτές και συχνά απαγορεύτηκε και η κυκλοφορία κάποιων έργων του.

## ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Η συνεισφορά του Γαλιλαίου στην επιστημονική σκέψη
2. Πώς επηρέασε η θεωρία της σχετικότητας του Γαλιλαίου τη σύγχρονη θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν;
3. Αν πίστευε ο Γαλιλαίος ότι η κυκλική κίνηση είναι τέλεια ,όπως ο Αριστοτέλης ή το έλεγε μόνο για να αποφύγει την πυρά;

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. GALILEO GALILEI: Διάλογος γύρω από τα δυο σημαντικότερα κοσμικά συστήματα , το Πτολεμαϊκό και το Κοπερνίκειο.

<http://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/ECD120>

2. STEPHEN HAWKING: Στους ώμους γιγάντων -Τραυλός 2004

3. ΑΡΘΟΥΡ ΚΕΣΛΕΡ: Οι υπνοβάτες-Χατζηνικολής 1979

4. ΦΡΑΝΣΟΥΑΖ ΜΠΑΛΙΜΠΑΡ: Χώρος και σχετικότητα -Εστία 1997

5. CHARLES COUSTON GILLISPIE: Στην κόψη της αλήθειας -ΜΙΕΤ 1994

6. RICHARD WESTFALL: Η συγκρότηση της σύγχρονης επιστήμης - ΠΕΚ 2006

7. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΟΥΡΕ: Γαλιλαίος και Πλάτων (1943) περιοδικό Νεύσις 1 -ΝΕΦΕΛΗ Φθινόπωρο 1994, 51-83.

8. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ :ΟΕΔΒ- ΑΘΗΝΑ 1998 .

9. <http://vimeo.com/30782266> video: ΤΡΕΙΣ ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΣΤΡΟΝΟΜΟΙ, ΚΟΠΕΡΝΙΚΟΣ ,ΚΕΠΛΕΡ, ΜΠΡΑΧΕ-ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ.

10.JEROME BRUNER: Ο πολιτισμός της εκπαίδευσης -ΕΛΛΗΝΙΚΑ  
ΓΡΑΜΜΑΤΑ 2007 .