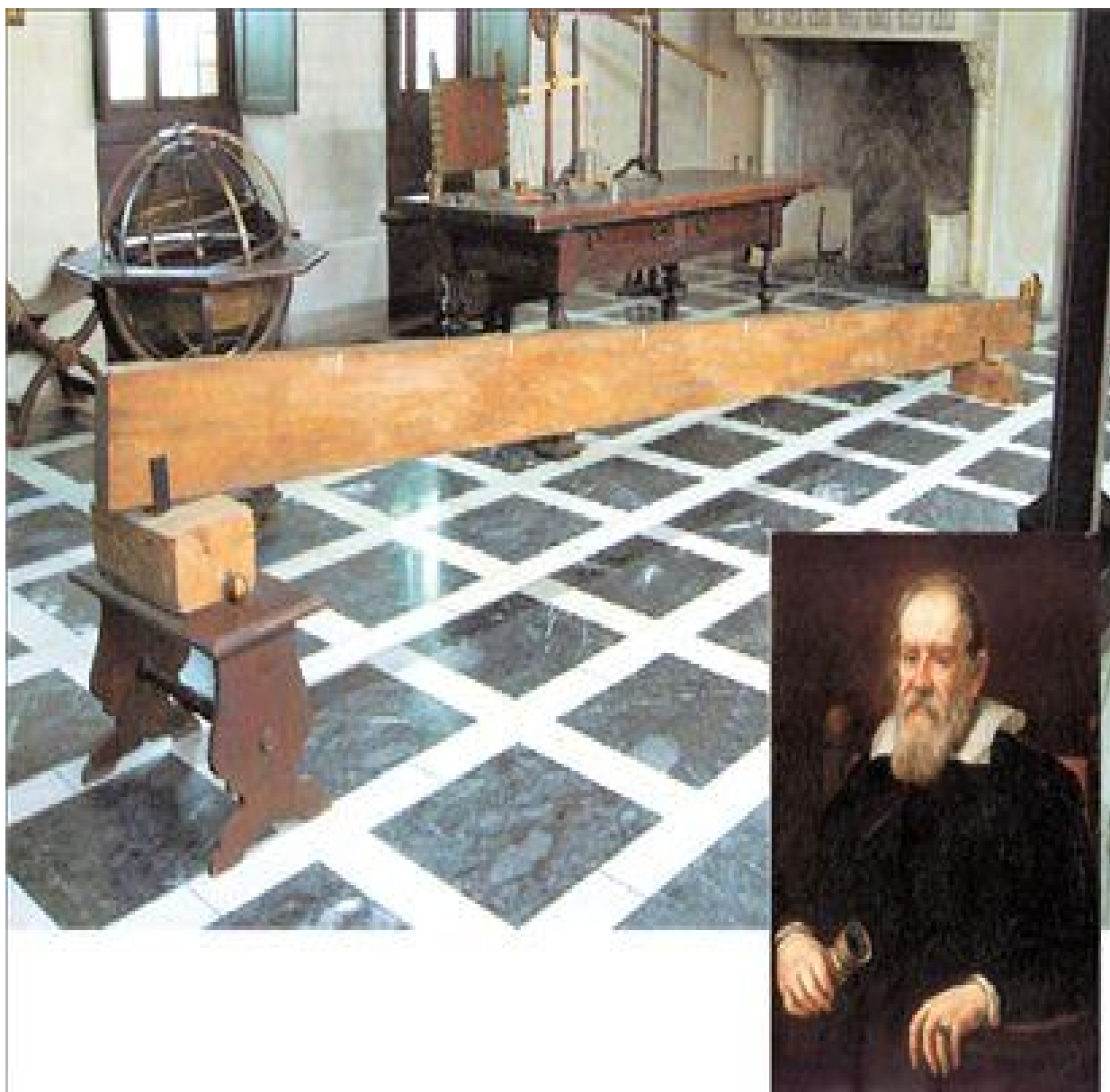


Τ' Ταλιλαίου του σανιδ'

Σχ. Έτος 2011-2012
Λινάρδος Ευστράτιος
Μαγλογιάννη Μαρία
Χάιδος Παναγιώτης
ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΓΙΑΣΟΥ



Υπεύθυνοι Καθηγητές: *Παλαιολόγου Ελένη* , *Στυλιανίδης Στυλιανός*

Εισαγωγή

Με την έναρξη του νέου σχολικού έτους μας ανακοινώθηκε ότι στο πρόγραμμα μας θα προστεθεί ένα καινούργιο ερευνητικό μάθημα με το όνομα project. Αυτή η ανακοίνωση μας δημιούργησε ανάμεικτα συναισθήματα. Από τη μία ήμασταν γεμάτοι χαρά που θα είχαμε την ευκαιρία να πραγματοποιήσουμε ένα τέτοιο μάθημα και από την άλλη ήμασταν γεμάτοι φόβο γιατί δεν είχαμε κάνει τίποτα ανάλογο πιο παλιά. Η ερευνητική εργασία που επιλέξαμε ήταν εκείνη, με υπεύθυνους καθηγητές την κ. Παλαιολόγου και τον κ. Στυλιανίδη με το όνομα «Η σανίδα του Γαλιλαίου» που στη συνέχεια μετονομάστηκε από εμάς «Τ' Γαλιλαίου του Σανίδ'». Θελήσαμε μ' αυτό τον τρόπο να αναδείξουμε προς τα έξω την τοπική μας διάλεκτο.

Στη συνέχεια χωριστήκαμε σε ομάδες και δημιουργήσαμε τη δική μας με όνομα «η συμμορία των τριών». Στα πρώτα μαθήματα αισθανόμασταν σαν να βομβαρδιζόμασταν από άγνωστες λέξεις όπως επιτάχυνση κεκλιμένο επίπεδο κ.ά. καθώς δεν καταλαβαίναμε τι ακριβώς ήταν η σανίδα του Γαλιλαίου. Με τον καιρό όμως εξοικειωθήκαμε με αυτές τις έννοιες χάρη την βοήθεια της υπεύθυνης καθηγήτριας.

Έτσι αφού αρχικά αναζητήσαμε πληροφορίες για τη ζωή και το έργο του Αριστοτέλη και του Γαλιλαίου, φτιάξαμε τη δική μας σανίδα! Όλοι ήμασταν πολύ χαρούμενοι για αυτό μας το κατόρθωμα, συνεργαστήκαμε, κάναμε πειράματα και καταφέραμε να πάρουμε μετρήσεις όπως είχε κάνει και στο παρελθόν ο Γαλιλαίος, μόνο που εμείς είχαμε ταυτόχρονα την πολυτέλεια να χρησιμοποιήσουμε και άλλα μέσα, όπως χρονόμετρα και αισθητήρες που εκείνος δε θα μπορούσε να φανταστεί με τίποτα.

Από τον Αριστοτέλη στον Γαλιλαίο

Αριστοτέλης

Ο Αριστοτέλης γεννήθηκε το 384 π.χ. στα Στάγειρα¹ της Μακεδονίας. Έζησε στη Μακεδονία, μετά στην Αθήνα και αποσύρθηκε σε εκούσια εξορία στην Εύβοια το 322 π.χ. Αριστοτέλης μετά από πρόσκληση του Θεοφράστου πέρασε στη Λέσβο και εγκαταστάθηκε στη Μυτιλήνη μέχρι το 342 π.χ. Παντρεύτηκε στην Μυτιλήνη τη θετή κόρη του Ερμία. Στο δεύτερο γάμο του παντρεύτηκε την Επιφυλλίδα και απέκτησε μαζί της μια κόρη και ένα γιο, την Πυράδα και τον Νικόμαχο².

Το 342 π.Χ προσκλήθηκε από τον τότε βασιλιά της Μακεδονίας Φίλιππο για να αναλάβει τη διαπαιδαγώγηση του νεαρού τότε Μέγα Αλέξανδρου. Στην Μακεδονία έμεινε μέχρι το 335π. Χ όπου επιδόθηκε σε θεωρητικές μελέτες. Στη συνέχεια ο Αριστοτέλης εγκαταστάθηκε στην Αθήνα, ίδρυσε το Λύκειο (ή Περιπατητική Σχολή) όπου έμεινε διδάσκοντας και συγγράφοντας μέχρι το 323 π.Χ. .Αναγκάστηκε να φύγει για τη Χαλκίδα αφού κατηγορήθηκε για προσβολή των θεών, όπου πέθανε το επόμενο έτος (322π.Χ) ³

Το έργο του επηρέασε ολόκληρη την ανθρωπότητα.

Οι απόψεις του Αριστοτέλη για το σύμπαν και τη σύνθεση των σωμάτων

Το σύμπαν για τον Αριστοτέλη ήταν σφαιρικό, η γη ήταν στο κέντρο και οι πλανήτες όλα περιστρέφονταν γύρω από τη γη, καταλαμβάνοντας διαδοχικά στρώματα⁴..

Τα τέσσερα πρωταρχικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνταν τα γήινα σώματα ήταν τα

¹ <http://el.wikipedia.org> τελευταία πρόσβαση 16/01/2012

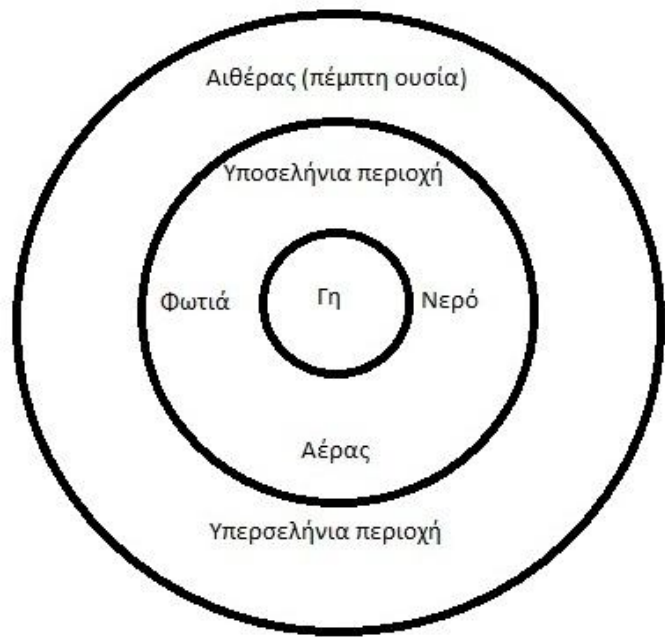
² |James T. Cushing Φιλοσοφικές έννοιες στη Φυσική σ.19-20

³ |Αριστοτέλης 10 ΑΠΑΝΤΑ 10 Μετά τα Φυσικά Εκδόσεις Κάκτος σ.14

⁴ |James T. Cushing Φιλοσοφικές έννοιες στη Φυσική σ.23

εξής :

- Γη
- Νερό
- Αέρας
- Φωτιά



- Τα τέσσερα αυτά στοιχεία έχουν σε διαφορετικό βαθμό τις ιδιότητες
- Βαρύ – ελαφρύ – ζεστό – κρύο ⁵
- Ενώ προκύπτουν από τέσσερις ιδιότητες: Θερμό – υγρό – ψυχρό -ξηρό σύμφωνα με το ακόλουθο σχήμα⁶:
- Ψυχρό + Ξηρό = Γη
- Ψυχρό + Υγρό = Νερό
- Θερμό + Υγρό = Αέρας
- Θερμό + Ξηρό = Φωτιά

Ο Αριστοτέλης πρόσθεσε στην τετράδα τον **αιθέρα** ο οποίος θα αποτελέσει την πέμπτη ουσία την **πεμπτουσία**. Το στοιχείο αυτό παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες, είναι αγέννητο, αγήρατο, άφθαρτο, και αναλλοίωτο. Επιπλέον εντοπίζεται στον "άνω τόπο" όπου

⁵ Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Τάξης Γενικού Λυκείου ΟΕΔΒ σ. 141

⁶ Κ. Γαβρόγλου Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας Τόμος Α ΕΑΠ Πάτρα 2003 σ. 132

κατοικεί η Θεότητα⁷.

Οι απόψεις του Αριστοτέλη για την κίνηση των σωμάτων

Ο Αριστοτέλης διαίρεσε την κίνηση σε δυο κυρίες κατηγορίες :⁸

- Τη **φυσική** η οποία μπορεί να είναι
 - ο ευθύγραμμη προς τα πάνω η προς τα κάτω στην «υποσελήνια περιοχή» και
 - ο κυκλική στην «υπερσελήνια περιοχή».
- Και τη **βίαιη** που είναι κάθε κίνηση που παραβιάζει τη φυσική.⁹

« Έστω ότι μιλάμε για ένα σώμα που βρίσκεται πάνω από το έδαφος. Αν στη σύσταση του υπερτερεί το στοιχείο «Γη», τότε η θέση του δεν θα είναι «φυσική» οπότε το σώμα θα πρέπει να κινηθεί προς τη «φυσική» του θέση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση «φυσική θέση» της πέτρας είναι το κέντρο του σύμπαντος, εκεί ακριβώς που βρίσκεται το πρωταρχικό στοιχείο «Γη». Με άλλα λόγια, για να αποκατασταθεί η τάξη στο σύμπαν η πέτρα οφείλει να βρεθεί στη «φυσική» της θέση. Η πτώση της πέτρας δεν χρειάζεται καμία εξήγηση.»¹⁰

Επίσης όλα τα στερεά σώματα, μόλις αφεθούν ελεύθερα, αποκτούν πολύ σύντομα μια σταθερή ταχύτητα πτώσης. Με σημερινή ορολογία, και σύμφωνα με τη σκέψη του Αριστοτέλη, τα σώματα που πέφτουν εκτελούν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με $v = D / T$ όπου D το ύψος από το οποίο αφήνεται να πέσει και T η διάρκεια της πτώσης.¹¹

Βλέπουμε ότι όσα σώματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ώθηση σε σχέση με το βάρος είτε με την ελαφρότητα, αν και κατά τα αλλά είναι όμοια, διατρέχουν το ίσο διάστημα γρηγορότερα, σύμφωνα με τη σχέση $t=W/R$ ¹², όπου W το βάρος και R η αντίσταση του

⁷ <http://el.wikipedia.org> τελευταία πρόσβαση 16/01/2012

⁸ <http://el.wikipedia.org> τελευταία πρόσβαση 16/01/2012

⁹ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

¹⁰ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

¹¹ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

¹² |James T. Cushing Φιλοσοφικές έννοιες στη Φυσική σ.25

μέσου

Ένα σώμα, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, δεν μπορεί να κινηθεί στο κενό γιατί η αντίσταση του R θα είναι μηδενική, πράγμα που είναι αδύνατο¹³

Ας δούμε πώς οι Αριστοτελικοί ερμήνευαν την κίνηση μιας πέτρας από τη στιγμή που έφευγε από το χέρι αυτού που την πετούσε ή του βέλους από τη στιγμή που έχανε την επαφή του με τη χορδή του τόξου. Πρώτα απ' όλα θεωρούσαν αυτή την κίνηση ως «βίαιη» και αναζητούσαν το αίτιο της δηλαδή τη δύναμη που την διατηρούσε. Σκέφτηκαν ότι το μέσον, εδώ ο αέρας, είναι υπεύθυνος για την κίνηση της πέτρας ή του βέλους. Ο αέρας που συμπιέζεται στο μπροστινό μέρος του σώματος θα έπρεπε να επιστρέφει προς τα πίσω ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία κενού, κάτι ανεπίτρεπτο (η φύση απεχθάνεται το κενό).¹⁴

Έτσι η Αριστοτελική θεωρία βασισμένη σε συμπεράσματα που πρόεκυπταν μόνο από λογικό συλλογισμό, παρέμεινε σε ισχύ για περίπου 1900 χρόνια.

Τη θεωρία αυτή ήρθε να ανατρέψει ο Γαλιλαίος θεμελιώνοντας τον πειραματικό τρόπο έρευνας στις φυσικές επιστήμες.¹⁵

Γαλιλαίος

Γεννήθηκε στις 15 Φεβρουαρίου του 1564 στην Πίζα της Ιταλίας. Ο Γαλιλαίος σπούδασε στο Πανεπιστήμιο της Πίζας, και στη συνέχεια έζησε στη Φλωρεντία. Ο πατέρας του ήταν ξεπεσμένος απόγονος ευγενούς Φλωρεντινής οικογένειας. Ο Γαλιλαίος στην αρχή σπούδασε στο πανεπιστήμιο της Πίζας. Έβρισκε δουλειά κάνοντας διαλέξεις περί φυσικής στο πανεπιστήμιο της Πάδοβα και αργότερα, ως επίσημος μαθηματικός στον Μεγάλο Δούκα της Τοσκάνης. Ο Γαλιλαίος πέθανε στις 8 Ιανουαρίου του 1642.

Τα δυο βασικότερα έργα του είναι το 'Δυο νέες επιστήμες' στο οποίο πρωταγωνιστούσαν ο Σαλβιάτι, ο Σαγκρέτο και Ο Σιμπλέτσιο καθώς και το 'Περί κινήσεως'.¹⁶ Ο Γαλιλαίος

¹³ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

¹⁴ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

¹⁵ Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Τάξης Γενικού Λυκείου ΟΕΔΒ σ. 93

¹⁶ <http://el.wikipedia.org/Γαλιλαίος> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

έμαθε για τη χρήση του τηλεσκοπίου και αφού τελειοποίησε την κατασκευή του το χρησιμοποίησε τόσο για πρακτικούς λόγους όσο και για επιστημονικούς. Ο Γαλιλαίος κλήθηκε δυο φορές από την ιερά εξέταση για τις θεωρίες του που ήταν αντίθετες από αυτές της εποχής. Ο Γαλιλαίος δεν δεχόταν ότι η γη είναι το κέντρο του κόσμου, αλλά για να αφεθεί ελεύθερος από την ιερά εξέταση, υποστήριξε το αντίθετο.¹⁷

Ο Γαλιλαίος για την κίνηση των σωμάτων θεωρούσε ότι ευθύνεται το ενεργό βάρος το οποίο ορίζεται ως το βάρος που προκύπτει από τη διάφορα ανάμεσα στο ειδικό βάρος του σώματος και στο ειδικό βάρος του μέσου στο οποίο κινείται. Δηλαδή πίστευε ότι η κίνηση ενός σώματος που πέφτει δεν εξαρτάται από το γενικό βάρος σε αντίθεση με τον Αριστοτέλη.¹⁸

Το 1737 όταν απομεινάρια του Γαλιλαίου μετακινηθήκαν από τον αρχικό χώρο αποθήκευσης τους σε ένα μνημειακό τάφο, τρία από τα δάκτυλα του Γαλιλαίου διαχωρίστηκαν από το υπόλοιπο σώμα, από φανατικούς θαυμαστές τον 18^ο αιώνα. Αποτελούν πλέον έκθεμα στο μουσείο επιστήμων της Φλωρεντία.¹⁹

Τα μαθηματικά και το πείραμα

Ο Γαλιλαίος αποτελεί σήμερα το θεμέλιο των Φυσικών Επιστημών. Ήταν αυτός που καθιέρωσε τα μαθηματικά αλλά και την πειραματική μέθοδο στη Φυσική.

Επειδή δε κατά το Γαλιλαίο «Το μεγάλο βιβλίο της φύσης είναι γραμμένο με γεωμετρικούς χαρακτήρες»²⁰ η διατύπωση των νόμων με μαθηματική μορφή θα οδηγούσε σε ποσοτικές μετρήσεις που θα μπορούσαν να ελέγξουν την εγκυρότητα των νόμων.

Δεν ήταν βέβαια ο μόνος ή ο πρώτος που ασχολήθηκε με τη διατύπωση νόμων της κίνησης με μαθηματική μορφή.

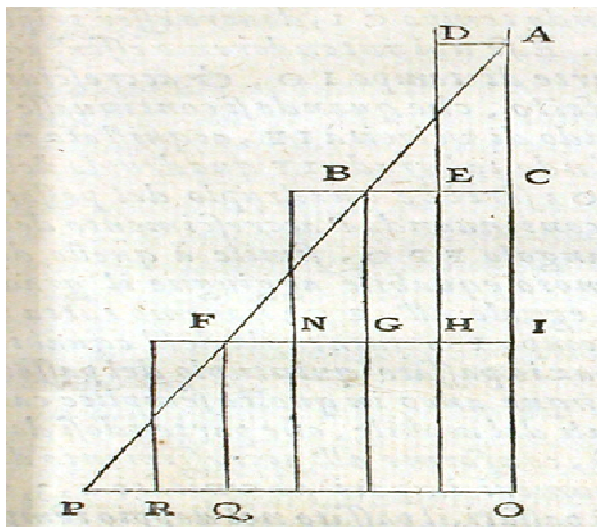
¹⁷ Πτυχιακή εργασία Ιακώβου Μαρία ΑΠΘ ΘΕΣ/ΝΙΚΗ Μάιος 2004 σ. 5

¹⁸ Ε.Α.Π.

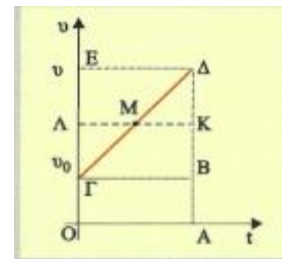
¹⁹ G Johnson Τα δέκα πιο όμορφα πειράματα μτφ, Γ. Μπαρουζής ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ σ.34

²⁰ Κ. Γαβρόγλου Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας Τόμος Α ΕΑΠ Πάτρα 2003 σ. 148

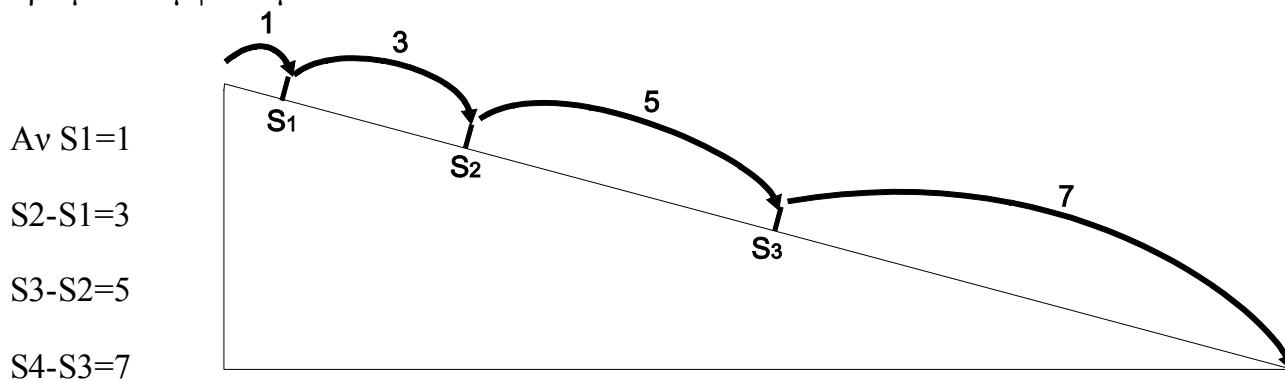
Από τον 14^ο αιώνα ήταν γνωστό το θεώρημα του Merton , που είναι γνωστό ως θεώρημα της μέσης τιμής. Το όνομα του το πήρε από το αντίστοιχο κολέγιο της Οξφόρδης, όπου και μελετήθηκε. Σύμφωνα μ' αυτό σε μια κίνηση που είναι ομαλά επιταχυνόμενη με αρχική ταχύτητα v_0 , διαρκεί χρόνο t και έχει τελική ταχύτητα v , το διάστημα που διανύθηκε είναι το ίδιο με αυτό που θα διένυε στον ίδιο χρόνο άλλο κινητό που θα είχε σταθερή ταχύτητα ίση με την μέση τιμή των ταχυτήτων, v_0 , v .



. Ενδιαφέρον έχει η ιδιαίτερη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την απόδειξη του θεωρήματος από τον Oresme στο Πανεπιστήμιο του Παρισιού τον 14^ο αιώνα: αφού η ποσότητα $v_0 t$ είναι γινόμενο δυο αριθμών και μπορεί να παρασταθεί με το εμβαδόν ορθογώνιου παραλληλόγραμμου με πλευρές v_0, t όπως το OABΓ στο σχήμα. Ομοίως, το vt θα είναι εμβαδόν του OADE. Ο Oresme συμπέρανε ότι το εμβαδόν OADΓ θα παριστάνει το διάστημα που διανύθηκε από το κινητό που έκανε την επιταχυνόμενη κίνηση ²¹.



Το θεώρημα ή κανόνας του Merton μπορεί να διατυπωθεί και με τον νόμο των περιττών αριθμών σύμφωνα με τον οποίο:



όπου $S1, S2, S3$, κ.τ.λ. οι αποστάσεις που διανύει μια σφαίρα σ' ένα κεκλιμένο επίπεδο στο τέλος της πρώτης μονάδας χρόνου, της δεύτερης μονάδας χρόνου, στο τέλος της τρίτης

²¹ Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Τάξης Γενικού Λυκείου ΟΕΔΒ σ. 60

μονάδας χρόνου κ.τλ. Ο Γαλιλαίος θέλησε να επαναλάβει τα πειράματα αυτά στις αρχές του 17^{ου} αιώνα ώστε να επαληθεύσει το νόμο των περιττών αριθμών. . Αν κατάφερνε να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα με ακριβείς μετρήσεις θα είχε αποδείξει τους νόμους της επιταχυνόμενης κίνησης και έτσι θα επιβεβαίωνε και τους νόμους της ελεύθερης πτώσης των σωμάτων μια που πίστευε ότι η κίνηση στα κεκλιμένα επίπεδα ήταν μια πιο «τιθασευμένη» κίνηση που θα μπορούσε να μελετηθεί πολύ πιο εύκολα από την ελεύθερη πτώση»²².

Ο Γαλιλαίος ήταν άνθρωπος που δεν πετούσε τίποτα .Τα σημειωματάρια του δημοσιεύτηκαν γύρω στις αρχές του 20^{ου} αιώνα .Ο Ντρέικ έκανε έρευνες²³ για μια νέα αγγλική μετάφραση του .Το 1972 .Από τις σημειώσεις του Γαλιλαίου ο Ντρέικ αναπαρήγαγε το αντίστοιχο πείραμα με τα κεκλιμένα επίπεδα για την επιβεβαίωση του παραπάνω νόμου.

Τα πειράματα του Γαλιλαίου

Ο Γαλιλαίος λέγεται ότι χρησιμοποίησε τον πύργο της Πίζας για να επιδείξει την άποψη του ότι όταν τα σώματα αφεθούν από το ίδιο ύψος θα φτάσουν ταυτόχρονα στο έδαφος .Απέδειξε έτσι το λάθος της Αριστοτελικής θεωρίας για την κίνηση των σωμάτων με ένα πείραμα , κατά το οποίο άφησε να πέσουν από την κορυφή της Πίζας σώματα διαφορετικής πυκνότητας .Δεν έχουμε όμως έμπιστες πληροφορίες για να υποστηρίξουμε αυτή την άποψη.²⁴ Μπορεί τελικά αυτό το πείραμα να μην έγινε ποτέ.

Όπως όμως προαναφέρθηκε το πείραμα με το κεκλιμένο επίπεδο και την επαλήθευση του νόμου των περιττών αριθμών πρέπει να έγινε στα τέλη του 17^{ου} αιώνα..

«Έτσι πήρε μια σανίδα 12 κύβιτα περίπου μήκος και μισό κύβιτο πλάτος και πάχος 3 δάχτυλα .Στην πάνω άκρη έκανε ένα αυλάκι , όσο το δυνατόν πιο λείο ώστε να κυλήσει μια εντελώς λεία σφαίρα .Τοποθέτησε τη σανίδα σε κεκλιμένο επίπεδο και υπολόγισε το χρόνο που απαιτούσε η μπάλα να διανύσει όλη τη σανίδα .Επανάλαβε το πείραμα πολλές φορές

²² Κ. Γαβρόγλου Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας Τόμος Α ΕΑΠ Πάτρα 2003 σ. 150

²³ G Johnson Τα δέκα πιο όμορφα πειράματα μτφ., Γ. Μπαρουξής ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ σ.27

²⁴ Πτυχιακή εργασία Ιακώβου Μαρία ΑΠΘ ΘΕΣ/ΝΙΚΗ Μάιος 2004 σ. 5

και κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα. Μετά άφησε τη μπάλα να κυλήσει μόνο στο ένα τέταρτο του μήκους της σανιδάς και συμπέρανε ότι απαιτούσε ακριβώς το μισό του προηγούμενου χρόνου. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι λόγοι των αποστάσεων ήταν ανάλογοι με τους λόγους των τετραγώνων των χρόνων και αυτό ήταν αληθές.

Να σημειώσουμε ότι το κύβιτο είναι η απόσταση απ' τους αγκώνες ως την άκρη των δακτύλων²⁵

Η μέτρηση του χρόνου από τον Γαλιλαίο

- Για τη μέτρηση του χρόνου κίνησης της σφαίρας για κάθε κλίση που είχε το αυλάκι χρησιμοποίησε ένα μεγάλο δοχείο με νερό το οποίο τοποθέτησε σε κάποιο ύψος. Στον πυθμένα του δοχείου προσαρμόστηκε ένας σωλήνας μικρής διαμέτρου από τον οποίο έβγαινε ένας λεπτός πίδακας νερού. Σύλλεξε το νερό που αντιστοιχούσε σε κάθε κάθοδο σε ένα μικρό κύπελλο και ζύγισε το νερό σε μια ζυγαριά²⁶.
- Ο Γαλιλαίος γιος μουσικού και ο ίδιος γνωστής της μουσικής, διέθετε την ικανότητα που είχε ένας μαέστρος κινώντας την μπαγκέτα του, να διαιρεί το χρόνο σε ΙΣΑ διαστήματα χωρίς να σκέφτεται τα δευτερόλεπτα. Με βάση αυτό υποθέτουμε ότι ο Γαλιλαίος πριν αφήσει την μπίλια να κυλίσει στο κεκλιμένο επίπεδο κρατούσε έναν ρυθμό τραγουδώντας έναν απλό σκοπό.²⁷
- Το 1582, σε ηλικία 18 ετών παρατήρησε ότι η αιώρηση ενός εκκρεμούς είχε πάντα την ίδια διάρκεια ανεξάρτητα από το εύρος της.²⁸ Έτσι είναι πολύ πιθανόν να χρησιμοποίησε ένα απλό εκκρεμές για τη μέτρηση του χρόνου.

²⁵ Κ. Γαβρόγλου Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας Τόμος Α ΕΑΠ Πάτρα 2003 σ. 151

²⁶ Κ. Γαβρόγλου Ιστορία της Φυσικής και της Χημείας Τόμος Α ΕΑΠ Πάτρα 2003 σ. 151

²⁷ <http://www.dapontes.gr/> τελευταία πρόσβαση 22/01/2012

²⁸ Ε. Edmund B Bolles Η «εντολή» του Γαλιλαίου” μτφ. Δ. Γιαννίμπας ΠΕΚ Ηράκλειο 2005 σ. 495

Το πείραμα στη σημερινή εποχή

Το πρώτο πράγμα που θελήσαμε να επιβεβαιώσουμε ήταν η μη εξάρτηση της χρονικής διάρκειας μιας αιώρησης ενός εκκρεμούς από το εύρος της.

Γι αυτό κρεμάσαμε από μια μεταλλική ράβδο νήμα περίπου ενός μέτρου ένα εκκρεμές και το αφήσαμε να κάνει είκοσι αιωρήσεις, μετρώντας το χρόνο με χρονόμετρο. Κάθε ομάδα επανέλαβε το πείραμα με διαφορετικό εύρος, και καταλήξαμε στο ότι το εύρος είναι ανεξάρτητο του χρόνου.

Αποτελέσματα ομάδων

Συμμορία των τριών :

Με μικρή γωνία 20 αιωρήσεις σε 40 δευτερόλεπτα

Με μεγαλύτερη γωνία : 20 αιωρήσεις σε 39 και 40 δευτερόλεπτα

Αζαραμπούρτσα Γιο :

Με μικρή γωνία 20 αιωρήσεις σε 42 και 21 δευτερόλεπτα

Με μεγαλύτερη γωνία : 20 αιωρήσεις σε 40 και 30 δευτερόλεπτα

Αλεπούδες :

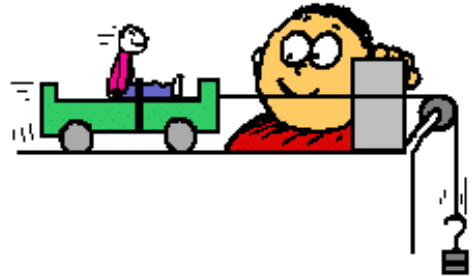
Με μικρή γωνία: 20 αιωρήσεις σε 41 και 02 δευτερόλεπτα

Με μεγαλύτερη γωνία : 20 αιωρήσεις σε 40 και 02

Εντυπωσιαστήκαμε όταν μάθαμε ότι ο Γαλιλαίος δε διέθετε χρονόμετρο για να καταλήξει στα παραπάνω συμπεράσματα. Μετρούσε όμως τη χρονική διάρκεια των αιωρήσεων, μετρώντας τους χτύπους της καρδιάς του ²⁹.

²⁹ G Johnson Τα δέκα πιο όμορφα πειράματα μτφ., Γ. Μπαρουξής ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ σ.35

Στη συνέχεια είδαμε ότι στη σημερινή εποχή θα μπορούσαμε να μελετήσουμε τους νόμους της ευθύγραμμης ομαλής και ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης με αμαξίδια, χαρτοταινία και «tick – tamer» που διέθετε το σχολικό μας εργαστήριο.



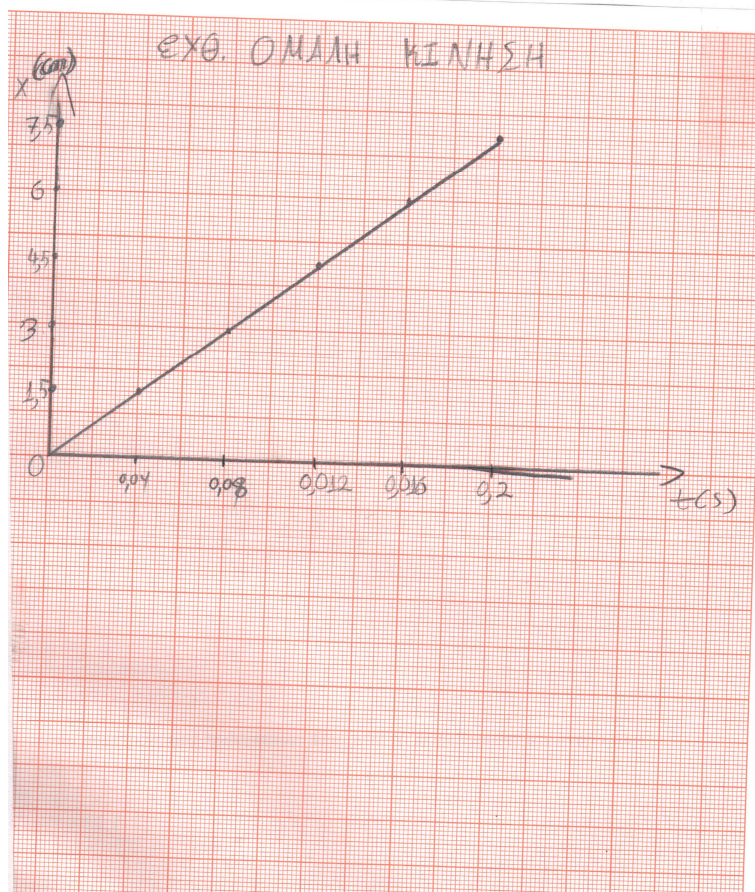
Έτσι στις 14/11/2011 με τη καθοδήγηση του υπεύθυνου καθηγητή συναρμολογήσαμε τη διάταξη του σχήματος στο πάγκο του εργαστηρίου, μετρήσαμε σημειώσαμε σχεδιάσαμε Τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Συμμορία των τριών

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

$t(sec)$	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2
$x(m)$	0	0,015m	0,030	0,045	0,060	0,075

Αποτυπώστε τις μετρήσεις σας σε μελιμετρέ χαρτί.



δυν: 59 cm

κουκ: 42 cm

$$19,011152t^2 + 17,62t + 0,0521$$

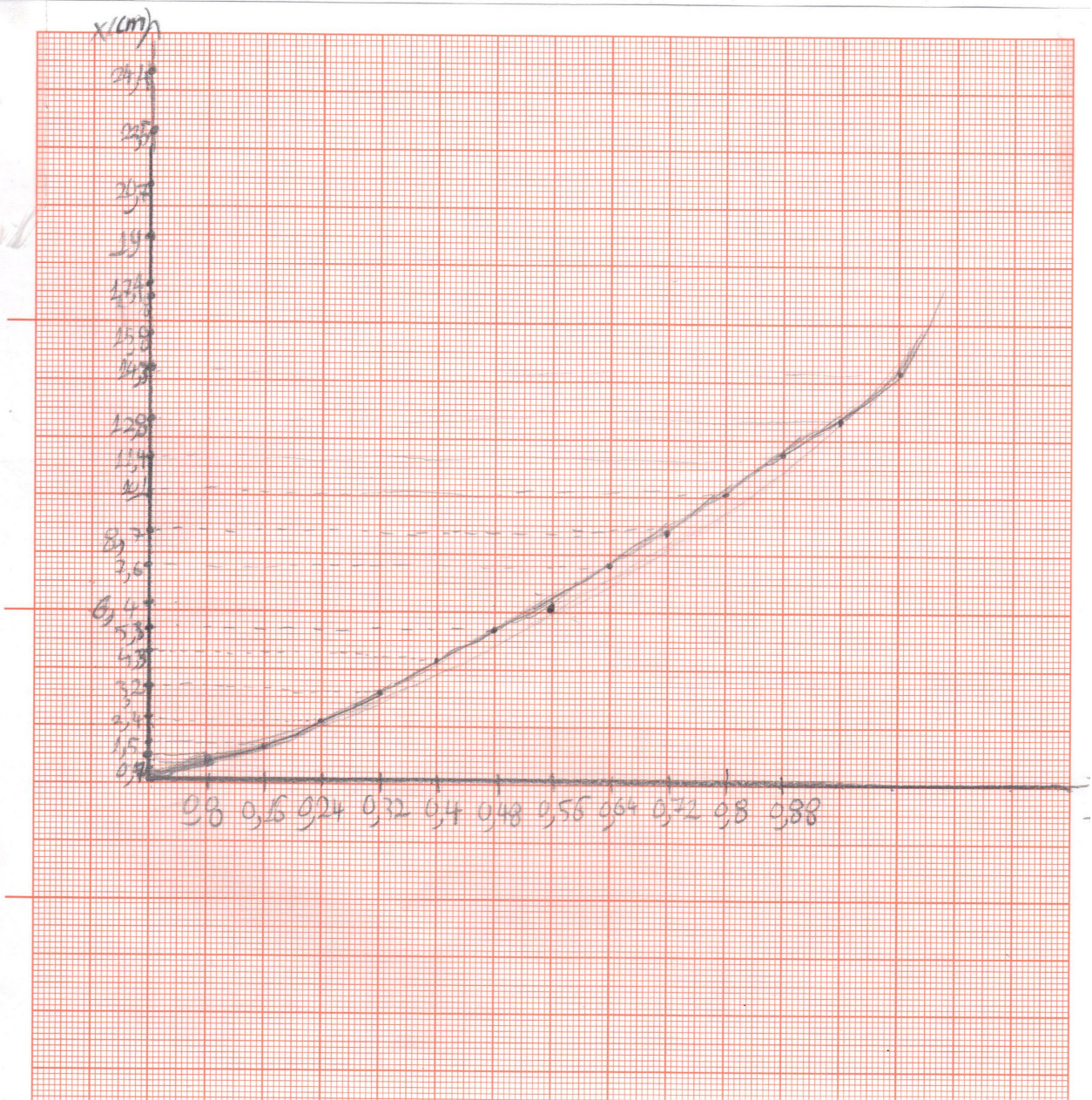
Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

t(sec)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2
x(cm)	0	0,7	1,5	2,4	3,2	4,3

Αποτυπώστε τις μετρήσεις σας σε μελιμετρέ χαρτί.

0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44	0,48
5,3	6,4	7,6	8,7	10,1	11,4	12,8

0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,8	0,84	0,88
14,3	15,8	17,4	19	20,7	22,5	24,4	26,4	28,3	30



Περάσαμε όμως τις πειραματικές τιμές και στο πρόγραμμα Graph και έτσι «είδαμε» πόσο εύκολα μπορούμε με τη «νέα τεχνολογία» να σχεδιάσουμε γραφικές παραστάσεις

Ακόμη στη διάρκεια του μαθήματος της ερευνητικής εργασίας παρακολουθήσαμε επίδειξη της ευθύγραμμης ομαλής και ομαλώς επιταχυνόμενης κίνησης με τη βοήθεια της αεροτράπεζας, γνωρίσαμε τον αισθητήρα απόστασης του Multilab και είδαμε τη χρήση φωτοπυλών για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης. Μέχρι που ήρθε το σανίδι που είχαμε παραγγείλει στον μαραγκό και προσπαθήσαμε να ξαναγυρίσουμε στην εποχή του Γαλιλαίου.

Το σανίδι στο διάβα του χρόνου

Το σανίδι που παραγγέλλαμε ήταν τέσσερα μετρά και είχε ένα μικρό αυλάκι κατά μήκος της μικρής του πλευράς. Όταν έφτασε αρχίσαμε να το δοκιμάζουμε κάνοντας πειράματα, δηλαδή αφήναμε μια μικρή σφαίρα να κυλίνει μέσα στο αυλάκι και εμείς μετρούσαμε τον χρόνο που έκανε η σφαίρα να διανύσει το μετρό τη σανίδας, κάθε φορά το δοκιμάζαμε από διαφορετική κλίση. Το επόμενο βήμα μας ήταν να χωριστούμε το σανίδι σε τέσσερα ισόχρονα διαστήματα (25cm, 75cm, 125cm, 175cm). Στη συνέχεια επειδή παρατηρήσαμε ότι επειδή το αυλάκι δεν ήταν ομοιόμορφο οι μετρήσεις δεν έβγαιναν πολύ καλές και για αυτό το λόγο τρίψαμε με γυαλόχαρτο το αυλάκι έτσι ώστε να μπορέσουμε να εξαλείψουμε την τριβή και την τελεία ολίσθηση της σφαίρας στο αυλάκι, τελικά τα καταφέραμε. Μετά ο επόμενος στόχος μας ήταν να σκαλίσουμε την σανίδα, και ευτυχώς φανήκαμε τυχεροί καθώς το χωριό μας είναι γνωστό για την ξυλογλυπτική του και έτσι με την βοήθεια ενός συμμαθητή μας που ασχολούταν με αυτά σκαλίσουμε το σανίδι

Μετά κάναμε ξανά και ξανά δόκιμες έτσι ώστε να επιβεβαιώσουμε την αξιοπιστία του πειράματος και ευτυχώς επιτέλους πήραμε σωστές μετρήσεις. Τώρα πια που όλα κυλούσαν καλά αρχίσαμε να κάνουμε το πείραμα με διαφορετικούς τρόπους.

Ο πρώτος τρόπος μέτρησης ήταν ο πιο απλός μονό με το χρονόμετρο, όμως αυτό δεν μας επαρκούσε καθώς εμείς θέλαμε κάτι περισσότερο και επειδή όπως είχαμε διαβάσει και μάθει κατά τη διάρκεια του μαθήματος ο Γαλιλαίος μετρούσε το χρόνο που έκανε η μπίλια να διανύσει το σανίδι επαναλαμβάνοντας έναν γνωστό ρυθμό προσπαθήσαμε και εμείς να κάνουμε κάτι παρόμοιο. Έτσι και εμείς με ένα μπουζούκι και μια κιθάρα μετρούσαμε με την μουσική το χρόνο που χρειάζονταν να διανύσει η μπίλια το σανίδι παίζοντας ακόρντα

μέχρι η σφαίρα να διανύσει το πρώτο ,το δεύτερο , το τρίτο ,το τέταρτο ισόχρονο διάστημα .Ακόμη επειδή θέλαμε κάτι ακόμα πιο εντυπωσιακό σκεφτήκαμε να κάνουμε το πείραμα μετρώντας το χρόνο με νερό.

Παρακολουθώντας τη χημικό του σχολείου να χρησιμοποιεί για τα πειράματα χημείας προχοϊδες σκεφτήκαμε ότι ίσως με αυτές να μπορούσαμε να μετρήσουμε με μεγάλη ακρίβεια τον όγκο του νερού που αδειάζει από το στόμιο της . Γρήγορα όμως καταλάβαμε ότι είχαμε λάθος στις μετρήσεις μια που λόγω της διαφοράς της πίεσης το νερό δεν άδειαζε με σταθερό ρυθμό που θέλαμε εμείς.

.Γιατί σκεφτήκαμε πρώτα και μετά πράξαμε .Δηλαδή πήραμε μεγάλα μπουκάλια νερού δέκα λίτρων έτσι ώστε να μην μας δημιουργήσει πρόβλημα η μεγάλη μεταβολή της στάθμης του νερού και πετύχαμε να πάρουμε όχι τέλειες αλλά καλύτερες μετρήσεις! Σε διπλάσιο χρόνο ο όγκος του νερού που άδειαζε στα ογκομετρικά δοχεία ήταν περίπου διπλάσιος . Το μονό που έμενε τώρα ήταν να βάψουμε την σανίδα .τελικά αφού βρήκαμε ότι χρειάζονταν και βεβαία τι άλλο την «ΒΑΨΑΜΕ» .

Κλείνοντας το μονό που μας απέμεινε ήταν να κάνουμε την παρουσίαση που είναι και το δυσκολότερο από όλα !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!