

1. Τι ονομάζουμε φαινόμενα;

Φαινόμενα ονομάζουμε τις μεταβολές που συμβαίνουν γύρω μας, π.χ. το λιώσιμο των πάγων, η βροχή, ο κεραυνός κτλ.

2. Ποιες είναι οι φυσικές επιστήμες; Ποιες επιστήμες κατατάσσονται στις φυσικές επιστήμες;

Είναι οι επιστήμες οι οποίες έχουν ως αντικείμενο τους την έρευνα και τη μελέτη των φυσικών φαινομένων. Στις φυσικές επιστήμες ανήκουν επιστήμες όπως η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωλογία, η Μετεωρολογία, η Αστρονομία κ.α.

3. Τι είναι η Φυσική;

Η Φυσική είναι η επιστήμη που μελετά τα φαινόμενα και τις ιδιότητες των σωμάτων από το μικρόσκοπιο (άτομα, μόρια) έως και τα μεγαλύτερα σώματα του μακρόκοσμου (πλανήτες, αστέρια, γαλαξίες κτλ.). Η Φυσική μελετά τον χώρο και τον χρόνο, την ύλη και την ενέργεια, καθώς και τους τρόπους με τους οποίους αυτά συσχετίζονται και αλληλεπιδρούν.

4. Τι είναι φυσικός νόμος; Να αναφέρετε παραδείγματα;

Φυσικός νόμος είναι μια υπόθεση για την οποία δεν υπάρχει κανένα πείραμα ή φαινόμενο που να την παραβιάζει.

Παραδείγματα φυσικών νόμων:

Ο νόμος της ελεύθερης πτώσης των σωμάτων, «όλα τα σώματα όταν αν αφηθούν να πέσουν σε κενό χώρο, από το ίδιο ύψος, φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος».

Ο νόμος της θερμικής διαστολής, «αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία μιας μεταλλικής ράβδου, θα αυξηθεί το μήκος της».

5. Τι είναι μέγεθος;

Μέγεθος είναι κάθε ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί.

6. Τι είναι μέτρηση;

Είναι η διαδικασία σύγκρισης ίδιων μεγεθών.

7. Τι είναι τα φυσικά μεγέθη;

Ονομάζονται τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή των φυσικών φαινομένων.

Το μήκος, ο χρόνος, ο όγκος, η μάζα είναι μερικά παραδείγματα φυσικών μεγεθών.

8. Τι είναι η μονάδα μέτρησης;

Μονάδα μέτρησης είναι ένα μέγεθος το οποίο έχουμε σαν πρότυπο και με αυτό συγκρίνουμε και μετράμε όλα τα άλλα όμοια μεγέθη.

Για παράδειγμα το μήκος ενός σώματος το μετράμε συγκρίνοντας το (δηλ. καταγράφουμε πόσες φορές είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο), με το μήκος που έχουμε ορίσει σαν πρότυπο το 1m και το οποίο αποτελεί τη μονάδα μέτρησης του μήκους.

9. Τι είναι το Διεθνές Σύστημα Μονάδων και ποιες οι μονάδες του μήκους, της μάζας και του χρόνου στο σύστημα αυτό;

Στο παρελθόν οι επιστήμονες από τις διάφορες χώρες δεν χρησιμοποιούσαν τις ίδιες μονάδες μέτρησης για τα φυσικά μεγέθη και αυτό είχε ως συνέπεια να δυσχεραίνεται η επικοινωνία και η

συνεργασία μεταξύ τους. Με άλλα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ερευνητές δεν χρησιμοποιούσαν την ίδια επιστημονική «γλώσσα» π.χ. κάποιοι μετρούσαν το μήκος σε πόδια (ft) και κάποιοι άλλοι σε μέτρα (m). Η επιστημονική κοινότητα αποφάσισε έπειτα από συμφωνία να δημιουργήσει μια κοινή «γλώσσα» συνεννόησης και έτσι καθιερώθηκε το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (System International, S.I).

Η μονάδα μέτρησης του μήκους στο S.I είναι το ένα μέτρο (1m).

Η μονάδα μέτρησης της μάζας στο S.I είναι το ένα χιλιόγραμμα (1kg) ή πιο απλά το ένα κιλό.

Η μονάδα μέτρησης του χρόνου στο S.I είναι το ένα δευτερόλεπτο (1s).

E₁

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

"Η μέτρηση είναι πρωταρχική και σημαντική διαδικασία για τη φυσική επιστήμη. Οι ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν ονομάζονται φυσικά μεγέθη. Η μέτρησή τους γίνεται με σύγκριση με ομοειδή μεγέθη, που τα ονομάζουμε μονάδες μέτρησης".

το μήκος είναι φυσικό μέγεθος.

- 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης,
- 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται,
- 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμής,
- 4) η ένδειξη της μετροταινίας που εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

- 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης,
- 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται,
- 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμής,
- 4) η ένδειξη της μετροταινίας που εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

Είναι χρήσιμη η διεξαγωγή πολλών μετρήσεων και ο υπολογισμός της μέσης τιμής τους, αφού εξομαλύνονται πιθανά λάθη κατά τις μετρήσεις και υπολογίζουμε μια τιμή πιο κοντά στην πραγματική.

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του μήκους με άλλους τρόπους και όργανα.

Η μέτρηση του μήκους μπορεί να γίνει με τη χρήση ηχητικών κυμάτων που εκπέμπονται και ανιχνεύονται από κατάλληλους μετρητές μήκους / απόστασης. Υπέρηχοι εκπέμπονται και, όταν βρίσκουν ένα εμπόδιο, ανακλώνονται και επιστρέφουν. Ο υπολογισμός του μήκους γίνεται με τη μέτρηση του χρόνου που μεσολαβεί από την εκπομπή των υπερήχων από το μετρητή μέχρι την επιστροφή τους σε αυτόν, μετά την ανάκλαση, με δεδομένη και γνωστή την ταχύτητα του ήχου στον αέρα, που είναι περίπου 340 μέτρα το δευτερόλεπτο.

Εξειδικευμένο όργανο μέτρησης μήκους / απόστασης με χρήση υπερήχων, κυρίως στη θάλασσα, είναι το sonar που λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούν στην πλοήγησή τους οι φάλαινες και οι νυχτερίδες.

Το radar μετρά μήκος / απόσταση εκπέμποντας και ανιχνεύοντας ηλεκτρομαγνητικά

κύματα, τα οποία έχουν ανακλασθεί σε κάποιο εμπόδιο.

Ένας πλέον σύγχρονος και κοινός πια τρόπος μέτρησης του μήκους είναι το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας (gps). Στο σύστημα αυτό, όργανα μέτρησης μήκους / απόστασης δέχονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από δορυφόρους.

Ακριβέστερος τρόπος για τη μέτρηση του μήκους είναι η χρήση ακτίνων laser.

Πώς νομίζεις ότι λειτουργεί το όργανο μέτρησης μήκους το οποίο φαίνεται στη διπλανή εικόνα;



Το όργανο αυτό εκπέμπει μια ακτίνα laser που, όταν βρίσκει ένα εμπόδιο και ανακλάται, επιστρέφει. Το όργανο υπολογίζει το μήκος της απόστασης μέχρι το εμπόδιο, μετρώντας το χρόνο που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας μέχρι την επιστροφή της σε αυτό.

Πώς νομίζεις ότι μετράμε την απόσταση γης – σελήνης;

Ειδικά όργανα εγκαταστημένα στην επιφάνεια της γης εκπέμπουν μια ακτίνα laser προς συγκεκριμένο σημείο της σελήνης, όπου έχει τοποθετηθεί από αστροναύτες ή τηλεκατευθυνόμενα διαστημικά οχήματα ανακλαστήρας. Τα όργανα υπολογίζουν την απόσταση γης – σελήνης, μέσω του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας, μέχρι την επιστροφή της πίσω σε αυτά.

Μονάδες μέτρησης μήκους

νανόμετρο (nm) = 0,000 000 001 m,

μικρόμετρο (μm) = 0, 000 001 m,

χιλιοστόμετρο(mm) = 0, 001 m,

εκατοστόμετρο (cm) = 0,01 m,

χιλιόμετρο (km) = 1000 m,

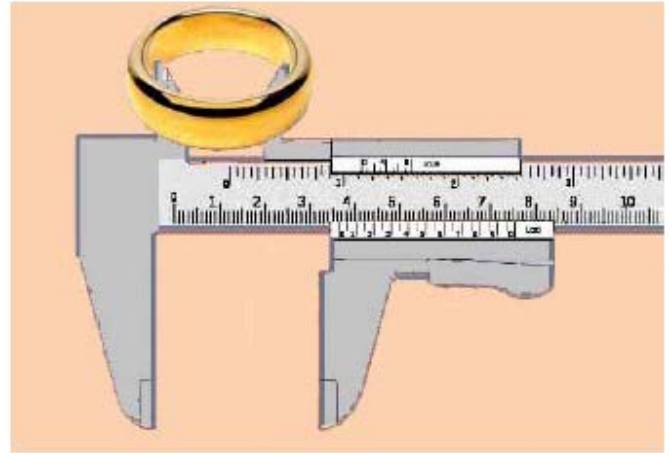
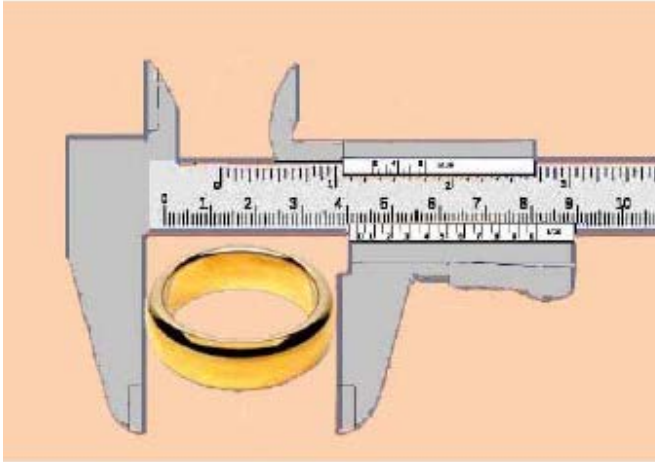
ίντσα (in)= 0,0254 m = 2,54 cm,

στάδιον = περίπου 192 m (αρχαιοελληνική μονάδα μέτρησης μήκους που ισοδυναμεί με 600 πόδια του Ηρακλή),

παρασάγγης = περίπου 30 στάδια =περίπου 5760 m (περσική μονάδα μέτρησης μήκους στην αρχαιότητα, ισούται με την απόσταση που διατρέχει ένας πεζός βαδίζοντας κανονικά σε διάστημα περίπου μιας ώρας, σε αυτήν δε οφείλεται η έκφραση "απέχει παρασάγγας", δηλαδή απέχει πολύ.),

έτος φωτός = περίπου 9.460.000.000.000.000 m ή εννιάμισι τρισεκατομμύρια km (το έτος φωτός είναι μονάδα μήκους και ισούται με την απόσταση που διανύει το φως σε ένα έτος)

Ο τρόπος μέτρησης της εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου του δαχτυλιδιού με διαστημόμετρο φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Η ακρίβεια ενός τέτοιου διαστημομέτρου είναι 0,01 mm (10 μm).

Αν διαθέτουμε μόνο μια μετροταινία του ενός μέτρου, ένα ποδήλατο και μια κιμωλία ο πιο εύκολος αλλά και ακριβής τρόπος μέτρησης μιας μεγάλης απόστασης είναι ο εξής: σημειώνουμε με την κιμωλία μια γραμμή στην περιφέρεια του τροχού και κυλώντας το ποδήλατο μετράμε τον αριθμό των περιστροφών του τροχού, αφού έχουμε μετρήσει την περιφέρεια του τροχού, όπως κάναμε και στην περίπτωση του αβγού παραπάνω. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του μήκους οδών, το όργανο δε μέτρησης ονομάζεται γενικότερα οδόμετρο.

Προσδιορισμός θέσης

- A) Η θέση ενός σώματος κατά μήκος μιας γραμμής προσδιορίζεται από μία μέτρηση μήκους.
- B) Η θέση ενός σώματος πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια προσδιορίζεται από δύο μετρήσεις μήκους.
- Γ) Η θέση ενός σώματος στο χώρο προσδιορίζεται από τρεις μετρήσεις μήκους.

E₂

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

τι εννοούμε όταν ζητάμε τη μέτρηση χρόνου; Ζητάμε τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ δύο γεγονότων ή μεταξύ της αρχής και του τέλους ενός γεγονότος. Δεν μετράμε τον απόλυτο χρόνο, αλλά το σχετικό χρόνο που έχει "περάσει" από την αρχή έως το τέλος της μέτρησης.

Μέτρηση του χρόνου στην αρχαία Ελλάδα με κλεψύδρες νερού.

Μέτρηση του χρόνου με ηλιακά ρολόγια, τα οποία βέβαια μετρούν το χρόνο με μικρή ακρίβεια.

Όσον αφορά στην ακρίβεια μέτρησης, φαίνεται στις εικόνες ότι τα συνήθη αναλογικά ρολόγια μετρούν το χρόνο με ακρίβεια δευτερολέπτου, ενώ τα περισσότερα ψηφιακά ρολόγια μετρούν το χρόνο με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Μεταξύ δύο επισκέψεών σου στον οφθαλμίατρο: ακρίβεια εβδομάδων ή μηνών (εκτός εκτάκτων προβλημάτων).

Σε αγώνα δρόμου 100 μέτρων: ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Μιας διδακτικής "ώρας": ακρίβεια μερικών λεπτών.

Δημιουργίας ενός γεωλογικού πετρώματος: ακρίβεια εκατομμυρίων ετών.

Όσον αφορά στην ακρίβεια των μετρήσεων του χρόνου, αυτή εξαρτάται τόσο από τα όργανα μέτρησης και την ακρίβεια που παρέχουν (αντικειμενικός παράγοντας), όσο και από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μέτρηση από τον καθένα μας (υποκειμενικός παράγοντας).

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Οι τιμές που έχουν μετρηθεί με ακρίβεια δευτερολέπτου διαφέρουν μεταξύ τους. Αν υποθεθεί ότι τα ρολόγια λειτουργούν σωστά, οι διαφορές πρέπει να οφείλονται στον τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής αντιδρά εγκαίρως και μετρά το χρόνο. Η μέση τιμή τους έχει υπολογιστεί, επίσης, με ακρίβεια δευτερολέπτου.

Οι τιμές που έχουν μετρηθεί με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου διαφέρουν, επίσης, μεταξύ τους. Αν υποθεθεί ότι τα ρολόγια λειτουργούν σωστά, οι διαφορές πρέπει να οφείλονται και πάλι στον τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής αντιδρά εγκαίρως και μετρά το χρόνο. Η μέση τιμή τους έχει υπολογιστεί με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Συγκρίνοντας όμως τις παραπάνω μέσες τιμές: 14 s και 14,27 s διαπιστώνουμε ότι και αυτές διαφέρουν. Η μέση τιμή των μετρήσεων με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου, όμως, έχει μετρηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια και πρέπει να προσεγγίζει περισσότερο την "πραγματική" τιμή (που ποτέ δε γνωρίζουμε).

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

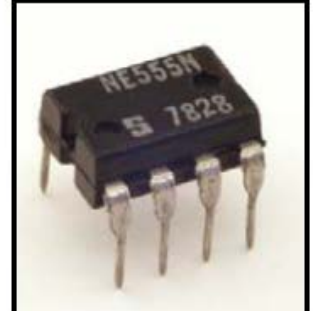
Πολλαπλές μετρήσεις του ίδιου χρόνου δίνουν διαφορετικές τιμές. Οι διαφορετικές τιμές είναι δυνατό να οφείλονται στη διαφορετική ακρίβεια κάθε οργάνου ή/και στον τρόπο μέτρησης κάθε πειραματιστή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια του οργάνου που μετράει το χρόνο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ακρίβεια της μέτρησης. Επίσης, ο υπολογισμός της μέση τιμής των μετρήσεων εξομαλύνει τις διαφορές. Η μέση τιμή πολλών μετρήσεων που έχουν γίνει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια πλησιάζει περισσότερο στη ζητούμενη "πραγματική" τιμή του χρόνου.

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του χρόνου με άλλους τρόπους και όργανα.

Κατά το παρελθόν, για τη μέτρηση του χρόνου έχουν χρησιμοποιηθεί: Πέτρινες (συνήθως μεγαλιθικές και κυκλικές) κατασκευές με τις οποίες πιστεύεται ότι γινόταν πρόβλεψη των ισημεριών ή των ηλιοστασίων. Ηλιακά Ρολόγια που έδειχναν το χρόνο μέσω της σιιάς μιας στήλης. Κλεψύδρες νερού ή άμμου. Αναμμένα κεριά και καντήλια λαδιού, στα οποία μετρούσαν το μήκος του κεριού ή την ποσότητα του λαδιού, κά.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανικά ρολόγια με γρανάζια, που κινούνται από ελατήρια ή βαρίδια και μερικές φορές έχουν εκκρεμές, αλλά και ηλεκτρονικά ρολόγια που λειτουργούν με κρυστάλλους χαλαζία και ηλεκτρονικά κυκλώματα.





Το ακριβέστερο όργανο μέτρησης του χρόνου στην εποχή μας είναι το "ατομικό ρολόι". Αναζήτησε πληροφορίες για τη λειτουργία του. Ποια είναι η ακρίβεια μέτρησης του χρόνου που επιτυγχάνουμε με αυτό;

Η ακρίβεια του είναι 0,00000000000000000001 δευτερόλεπτα. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην "ταλάντωση" ατόμων καυσίου όταν σε αυτά προσπίπτει ακτινοβολία μικροκυμάτων (μετρά το χρόνο που κάνουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων καυσίου για να αλλάξουν επίπεδα ενέργειας όταν προσπίπτει σε αυτά ακτινοβολία μικροκυμάτων). Σε αυτή τη διαδικασία βασίζεται και ο ορισμός του δευτερολέπτου.

νανοδευτερόλεπτο (ns) = 0,000 000 001 s,
 μικροδευτερόλεπτο (μs) = 0, 000 001 s,
 χιλιοστό του δευτερολέπτου (ms) = 0, 001 s,
 λεπτό (min) = 60 s, ώρα (h) = 60 min = 3600 s,
 ημέρα (d) = 24 h, έτος (y) = 365 d.

Το σύμπαν δημιουργήθηκε, σύμφωνα με μια υπόθεση της επιστήμης που βασίζεται στο νόμο $E=mc^2$, πριν από περίπου 14 δισεκατομμύρια έτη. Η ζωή στη γη δημιουργήθηκε, σύμφωνα με τις υποθέσεις της επιστήμης, πριν από περίπου 3,5 δισεκατομμύρια έτη. Η μέτρηση του χρόνου με μηχανικά ρολόγια ακριβείας άρχισε μετά το 1200, ενώ οι διεθνείς μονάδες χρόνου καθιερώθηκαν το 1967.

Ταχύτητα φωτός: 1.080.000.000 km/h = 300.000 km/s
 Ταχύτητα μαραθωνοδρόμου: 45 km : 2 h 08 min = 21,13 km/h = 0,006 km/s
 Ταχύτητα δρομέα 100 μέτρων: 100 m : 9,58 s = 10,44 m/s = 37,58 km/h = 0,01 km/s
 Ταχύτητα του ήχου στον αέρα: 340 m/s = 1224 km/h = 0,34 km/s
 Ταχύτητα αγωνιστικού αυτοκινήτου: 370 km/h = 0,1 km/s
 Ταχύτητα διαφυγής πυραύλου από τη γη: περίπου 40.000 km/h = 11,1 km/s
 Ταχύτητα διαστημοπλοίου Voyager 1: περίπου 60.000 km/h = 16,7 km/s

Ο χρόνος που μεσολαβεί για να φθάσει το φως του Ήλιου στη Γη, όταν η απόστασή τους είναι 150.000.000 km, είναι: $150.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 500 \text{ s} \approx 8,33 \text{ min}$.

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ένα τηλεκατευθυνόμενο διαστημικό όχημα στέλνει μηνύματα με την ταχύτητα του φωτός από την επιφάνεια του πλανήτη Άρη έως ότου λάβει οδηγίες από τη Γη, όταν η απόσταση Άρη-Γης είναι 318.000.000 km, είναι: $2 \times 318.000.000 \text{ km} = 636.000.000 \text{ km} \square 636.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 2120 \text{ s} \approx 35,33 \text{ min}$.

Αν, σύμφωνα με την επιστήμη, το πλησιέστερο στη Γη μας ουράνιο σώμα, στο οποίο μπορεί να υπάρχει ζωή, είναι μερικές εκατοντάδες έτη φωτός, για παράδειγμα 500, η διάρκεια του ταξιδιού με επιστροφή, ενός διαστημοπλοίου που θα είχε ακόμη και ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός (!) θα ήταν 1000 έτη.

Αν η ταχύτητά του διαστημοπλοίου θα ήταν ίση με αυτή του διαστημοπλοίου Voyager 1, η διάρκεια του ταξιδιού με επιστροφή θα ήταν πολύ πολύ μεγαλύτερη ...

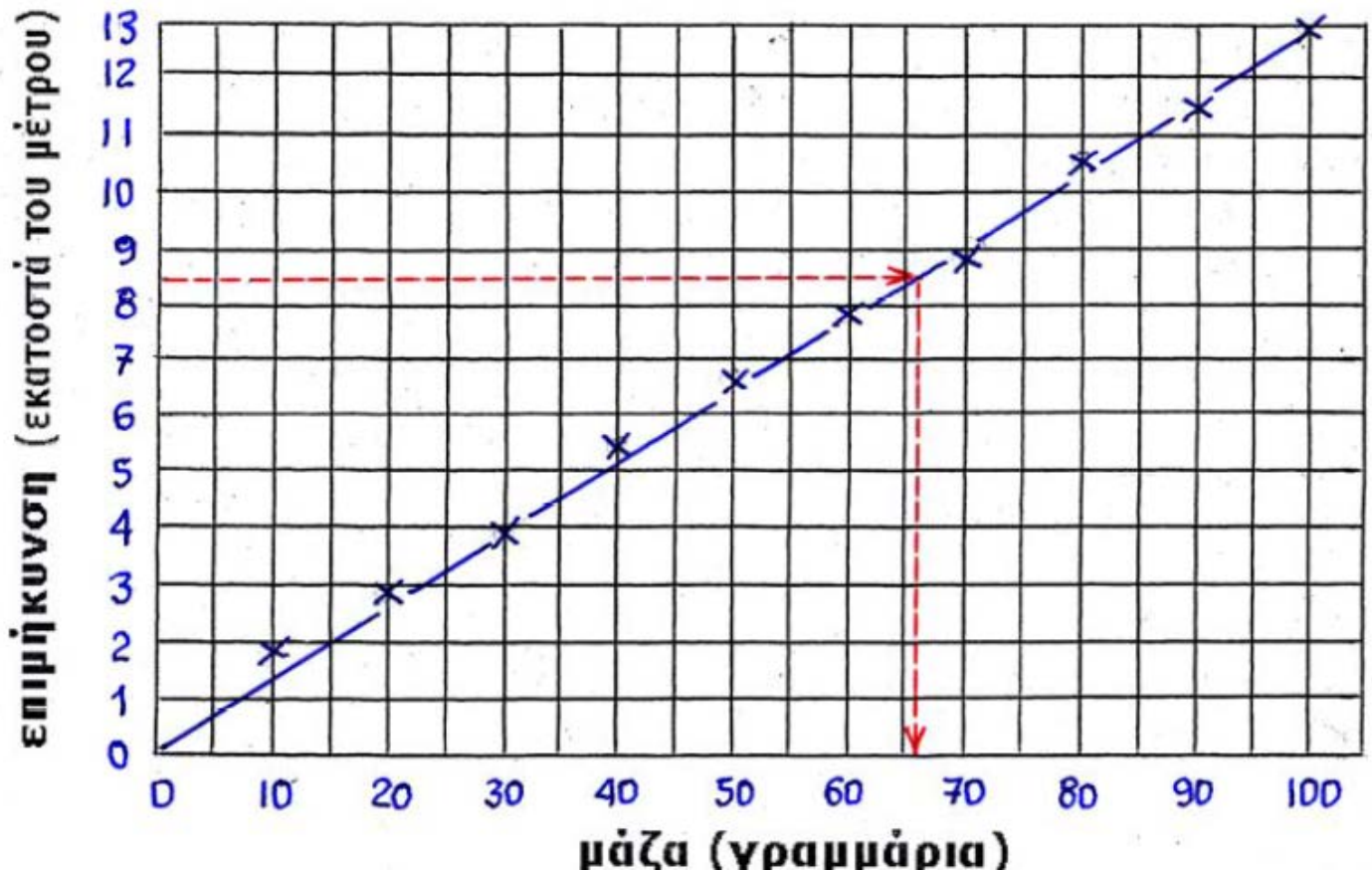
Ε₃

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Χρησιμοποιούμε ζυγό και δυναμόμετρο, για τη μέτρηση ή υπολογισμό της μάζας και του βάρους. Στη καθημερινή γλώσσα γίνεται σύγχυση μεταξύ μάζας και βάρους, καθώς και των μονάδων τους. Αναφερόμαστε στο βάρος των σωμάτων ενώ εννοούμε τη μάζα τους, δεδομένου ότι χρησιμοποιούμε μονάδες μάζας (συνήθως, γραμμάρια ή χιλιόγραμμα).

Για τη μέτρηση της μάζας ελέγχουμε την ισορροπία των ζυγών ή την επιμήκυνση δυναμομέτρων, καθώς και για τον υπολογισμό του βάρους. Πολλά από τα δυναμόμετρα είναι βαθμολογημένα σε μονάδες βάρους και μετράνε κατευθείαν το βάρος.

διάγραμμα επιμήκυνσης - μάζας



Από την παρατήρηση των μετρήσεων και του διαγράμματος διαπιστώνεται ότι όσο περισσότερα σταθμά βάζουμε στο πιατάκι, τόσο περισσότερο επιμηκύνεται το ελατήριο. Για διπλάσια σταθμά η επιμήκυνση είναι περίπου διπλάσια, κ.ο.κ. Η ευθεία γραμμή που σχεδιάστηκε εκφράζει γραφιστικά το νόμο του Hooke. Μπορεί να επιβεβαιωθεί πειραματικά— ότι η κλίση της ευθείας που σχεδιάστηκε εξαρτάται από το ελατήριο που χρησιμοποιήθηκε. Η κλίση είναι μικρότερη όσο το ελατήριο είναι "σιληρότερο".

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Τη μάζα των σωμάτων συνήθως τη μετράμε με ζυγό, συγκρίνοντάς τη με τη συνολική μάζα των σταθμών που ισορροπούν το ζυγό.

Επίσης, η μάζα μπορεί να μετρηθεί και με δυναμόμετρο, συγκρίνοντας την επιμήκυνσή

του κατά τη μέτρηση με την επιμήκυνση που προκαλούν σταθμά γνωστής μάζας, αφού οι επιμηκύνσεις του δυναμόμετρου είναι ανάλογες με τις μάζες των σωμάτων που τις προκαλούν.

Το βάρος των σωμάτων είναι δυνατόν να υπολογιστεί από τη μάζα τους.

Από το πείραμα 3 προκύπτει, επίσης, ως συμπέρασμα ότι η σχεδίαση διαγραμμάτων είναι χρήσιμη, αφού από τις μετρούμενες τιμές ενός από τα φυσικά μεγέθη που συσχετίζονται είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι αντίστοιχες τιμές του άλλου.

Συγκέντρωσε πληροφορίες για τη μέτρηση της μάζας με άλλους τρόπους και όργανα:

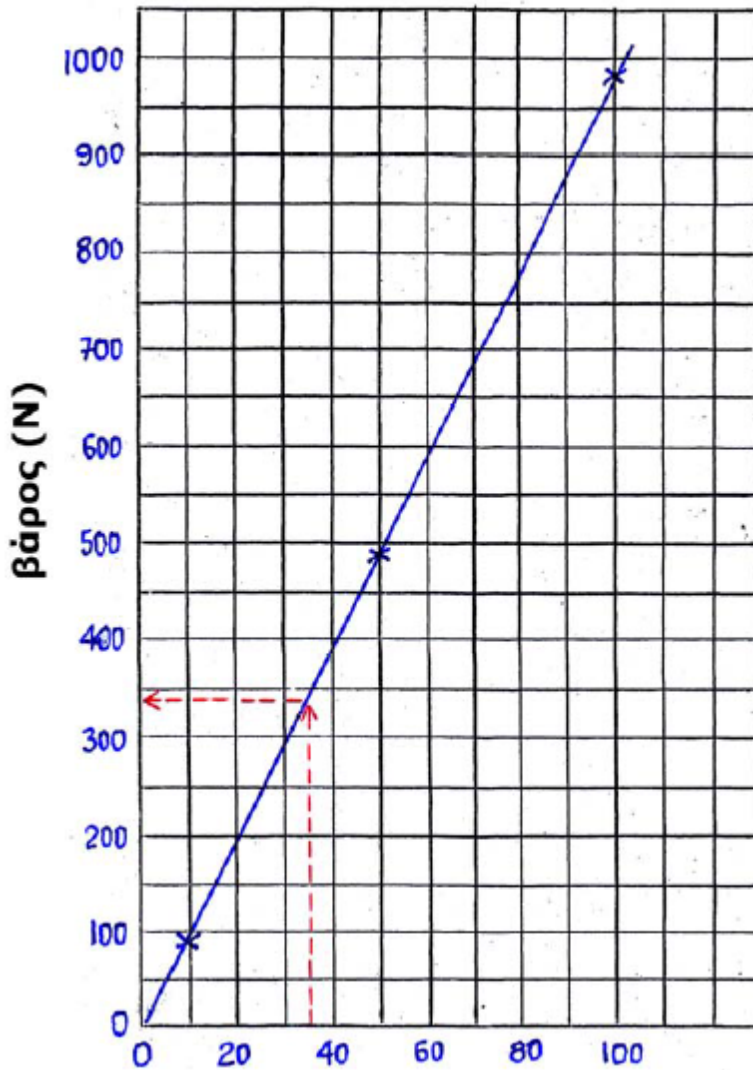
Η μάζα ενός αντικειμένου μπορεί να μετρηθεί με ηλεκτρονικές ζυγαριές μέσω της παραμόρφωσης ενός κρυστάλλου. Επίσης, από τη μέτρηση του χρόνου ταλάντωσής του όταν προσαρτάται σε ένα ελατήριο και εξαναγκάζεται σε ταλάντωση.

Η μέτρηση της μάζας των άστρων γίνεται από τη μέτρηση του μήκους και της περιόδου της τροχιάς τους.

Πολλές φορές η μάζα των σωματιδίων του μικρόκοσμου υπολογίζεται με τη μέτρηση της ενέργειάς τους και με βάση την αρχή της ισοδυναμίας μάζας – ενέργειας.

μάζα (σε χιλιόγραμμα)	βάρος (σε Newton)
0	0
0,01	0,1
0,5	4,9
1	9,8
5	49
10	98
50	490
100	980

διάγραμμα βάρους - μάζας



Δύο σώματα μπορεί να έχουν διαφορετικό όγκο, αλλά ίδια μάζα.

Όταν αλλάζει στο σχήμα του αντικειμένου, δεν αλλάζει η μάζα του.

Δύο σώματα μπορεί να έχουν ίδιο όγκο και σχήμα, αλλά διαφορετική μάζα.

ΜΑΖΑ – ΒΑΡΟΣ – ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ.

Κάθε αντικείμενο, σε μια συγκεκριμένη στιγμή, έχει ορισμένη μάζα και ορισμένο όγκο. Μια ποσότητα νερού μάζας 1 kg έχει όγκο ενός λίτρου – 1000 cm^3 , αλλά ένα κομμάτι σίδηρο μάζας με την ίδια μάζα έχει όγκο γύρω 127 cm^3 , είναι οκτώ περίπου φορές «μικρότερο». Ένα κομμάτι γυαλί με μάζα 1 kg έχει όγκο 370 cm^3 , είναι πιο «μεγάλο» από το σιδερένιο κομμάτι του ενός κιλού, και έχει μικρότερο όγκο από ένα κιλό νερού. Με το δεδομένο των μετρήσεων ότι ένα κομμάτι σίδηρο με μάζα 1 kg ή 1000 γραμμάρια έχει όγκο 127 κυβικά εκατοστά μπορούμε να υπολογίσουμε «πόση μάζα έχει το ένα κυβικό εκατοστό». Θα κάνουμε ΔΙΑΙΡΕΣΗ. Προκύπτει ότι κάθε κυβικό εκατοστό έχει μάζα γύρω στα 7,8 γραμμάρια. Στη γλώσσα της Φυσικής λέμε ότι η πυκνότητα του σιδήρου είναι 7,8 γραμμάρια σε κάθε κυβικό εκατοστό και γράφουμε $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$. Αντίστοιχα, εφόσον μια ποσότητα νερού με μάζα 1000 g (1 kg) έχει όγκο 1000 cm^3 λέμε ότι η πυκνότητα του νερού είναι ένα γραμμάριο σε κάθε κυβικό εκατοστό και γράφουμε $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.

Ορισμένα από τα σώματα του «Κόσμου» είναι αόρατα. Ανάμεσά τους, το διασημότερο φάντασμα της Βιόσφαιρας, είναι το σώμα «αέρας», ο μεγάλος πρωταγωνιστής. Όταν φυσάει, «κάτι πάντων συμβαίνει» και μας κάνει να υποψιαζόμαστε για την παρουσία κάποιου «φαντάσματος», αλλά μόνο όταν φυσάει. Ωστόσο, ακόμα κι αν δεν φυσάει ο αέρας στέλνει

μηνύματα που μας κάνουν να πιστεύουμε ότι υπάρχει, αόρατος και αινιγματικός. Οι μετρήσεις έχουν δείξει ότι ένα λίτρο αέρα έχει μάζα 1,3 g ή ότι ένα κυβικό μέτρο αέρα έχει μάζα 1,3 kg.

Φύλλο εργασίας

1. Η μάζα του αέρα στην τάξη είναι κατά τη δική μου εκτίμηση:

- α. Μηδέν β. Γύρω στα 5 γραμμάρια
γ. Γύρω στα 80 γραμμάρια ; δ. Γύρω στο 1 kg ε. Περισσότερο από 2 kg;

2.. Ο αέρας στη σχολική αίθουσα

- α. Έχει βάρος μεγαλύτερο από το βάρος ενός μήλου;
β. Έχει βάρος μικρότερο από το βάρος ενός μήλου ;
γ. Δεν έχει βάρος ;

3. Μετά από τη συζήτηση στην τάξη οι σωστές απαντήσεις είναι . .

4. Μετά από τη συζήτηση, η μάζα του αέρα μιας αίθουσας 7 m x 5 m x 4 m είναι .

7. Η μάζα και η θερμοκρασία

Τι θα συμβεί εάν ζεστάνουμε ένα σώμα; Θα αλλάξει η μάζα του ; Θα αλλάξει ο όγκος του ;

Ζυγίζει τη μικρή σιδερένια σφαίρα, στη συνέχεια τη θερμαίνει και αφού την πιάσει με λαβίδα ώστε να μην «καεί», την ξαναζυγίζει. Παρατηρεί ότι η ζυγαριά δείχνει το ίδιο.

Όταν θερμαίνεται η σφαίρα δεν αλλάζει η μάζα της

Η μεταλλική σφαίρα περνάει μέσα από τον



δακτύλιο. Τη θερμαίνει και δεν χωράει να περάσει μέσα από τον ίδιο δακτύλιο

Όταν μια μεταλλική σφαίρα θερμαίνεται αυξάνεται ο όγκος της.

«όλες οι μετρήσεις που έχουν γίνει – και όχι μόνο αυτή που γίνεται στο εργαστήριο - δείχνουν ότι όταν θερμαίνουμε ένα σώμα αυξάνεται ο όγκος του, ενώ με την ψύξη ελαττώνεται ο όγκος. Μια μικρή «ανωμαλία» παρουσιάζει το νερό».

8. Η μάζα και το βάρος

Τι σημαίνει «βάρος» σύμφωνα με τη Φυσική ;

Η πανάρχαια εμπειρία. Κρατάμε στο χέρι ένα αντικείμενο . Όταν το αφήσουμε κινείται προς το έδαφος, πέφτει.

Μια ιδέα του 17^{ου} αιώνα. Η Γη «τραβά» όλα τα σώματα προς το μέρος της.

Μια ακόμα ιδέα . Η δύναμη είναι μια έννοια που περιγράφει τόσο το «σπρώχνω», όσο και το «τραβώ».

Η εμπειρία. Όταν κρεμάσουμε ένα αντικείμενο σε ελατήριο, το ελατήριο τεντώνει και τραβά το αντικείμενο προς το μέρος του . Στη γλώσσα της Φυσικής λέμε «το ελατήριο ασκεί δύναμη στο αντικείμενο» . Όταν συμπιέζουμε ένα ελατήριο με το χέρι μας, ελατήριο συσπειρώνεται γίνεται μικρότερο σε μήκος και σπρώχνει το χέρι μας. Στη γλώσσα της Φυσικής λέμε «το ελατήριο ασκεί δύναμη στο αντικείμενο» .

Στη γλώσσα της Φυσικής. Η Γη τραβά ένα σώμα Σ προς το μέρος της. Στη γλώσσα της Φυσικής λέμε: « . Η Γη ασκεί δύναμη στο σώμα Σ, με κατεύθυνση προς το έδαφος». Τη δύναμη αυτή τη λέμε « βάρος του σώματος Σ».

9. Πώς θα μετρήσουμε το βάρος ;

Τα πρώτα συμπεράσματα . Η αύξηση του μήκους του ελατηρίου είναι ανάλογη προς το βάρος του σώματος που κρεμάσαμε. Εφόσον το βάρος θεωρείται «δύναμη» μπορούμε να ισχυριστούμε ότι "η

αύξηση του μήκους του ελατηρίου είναι ανάλογη προς τη δύναμη που ασκείται στο σώμα που κρεμάσαμε".

Όλες οι μετρήσεις που έχουν γίνει δείχνουν αυτό που συνέβη και με το πείραμα συμβαίνει με όλα τα ελατήρια, οποιοδήποτε βαρίδι και να κρεμάσουμε. Δηλαδή ότι η αύξηση του μήκους κάθε ελατηρίου είναι ανάλογη προς τη δύναμη που ασκείται στο σώμα που κρεμάσαμε.

Δυναμόμετρο. Με βάση τα παραπάνω οι φυσικοί έφτιαξαν ένα όργανο με το οποίο μπορούμε να μετράμε την τιμή μιας δύναμης. Το όνομά του είναι δυναμόμετρο. Η μονάδα μέτρησης της δύναμης στη φυσική είναι το «ένα νιούτον». Συμβολίζεται με 1 N. Ένα νιούτον είναι όσο περίπου το βάρος ενός αντικειμένου 100 γραμμαρίων. Τα περισσότερα δυναμόμετρα είναι βαθμολογημένα σε νιούτον. Με το δυναμόμετρο μπορούμε να μετράμε και το βάρος ενός σώματος. Ο εργαστηριακός ζυγός λειτουργεί με βάση τη δύναμη που ασκείται σε αυτόν. Αν σπρώξουμε – πιέσουμε την πλατφόρμα του ζυγού με το χέρι, ο ζυγός κάτι θα δείξει. Με τον ζυγό, ωστόσο, μπορούμε να μετρήσουμε και το βάρος αλλά και τη μάζα. Οι περισσότεροι από τους ζυγούς του εργαστηρίου είναι βαθμολογημένοι σε μονάδες μάζας. Δείχνουν τη μάζα του σώματος, συνήθως σε γραμμάρια.

Υλικό για αξιολόγηση

1. Συμφωνίες και διαφωνίες.

Με ποια από τα παρακάτω συμφωνείτε ; Με ποια διαφωνείτε;

α. Η «αντίσταση- δυσφορία» την οποία εκδηλώνει ένα σώμα στη μετακίνησή του περιγράφεται με την έννοια *όγκος*.

β. Το σώμα Α έχει μάζα 3πλάσια από ένα άλλο Β. Το βάρος του Α είναι 9πλάσιο από το βάρος του Β.

γ. Το σώμα Α έχει μάζα 4πλάσια από ένα άλλο Β. Το βάρος του Α είναι 4πλάσιο από το βάρος του Β.

δ. Αν ένα χάλκινο αντικείμενο ένα ζεστό πρωινό του Ιουλίου έχει μάζα 200 g, η μάζα του μια κρύα νύχτα του χειμώνα θα είναι λίγο μικρότερη

ε. Ο αέρας της σχολικής αίθουσας έχει μάζα αλλά δεν έχει βάρος.

2. Το αυτοκίνητο.

Ένα αυτοκίνητο έχει κατασκευαστεί από 770 κιλά χάλυβα, 180 κιλά σίδηρο, 110 κιλά πλαστικό, 80 κιλά αλουμίνιο και 60 κιλά ελαστικών. Υπάρχουν και ορισμένα ακόμα μέταλλα αλλά σε πολύ μικρές αναλογίες και η συμμετοχή τους στη διαμόρφωση του βάρους μπορεί να αγνοηθεί. Πόση είναι περίπου η μάζα του αυτοκινήτου; Πόση θα είναι αν ζεσταθεί το αυτοκίνητο ;

3. Από αλουμίνιο

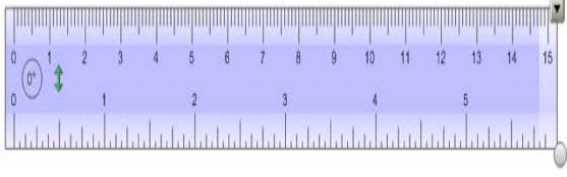
Ένα κομμάτι αλουμίνιο και ένας μαθητής. Με το ζυγό βρήκε ότι η μάζα του είναι 81 g. Με τον ογκομετρικό σωλήνα μέτρησε τον όγκο του και τον βρήκε ίσο με 30 cm^3 (30 मिलीलीटर).. Σας ζητούμε να υπολογίσετε «πόσα γραμμάρια αντιστοιχούν σε κάθε κυβικό εκατοστό».

Ένα κομμάτι αλουμίνιο πιο ογκώδες από το προηγούμενο. Το ζύγισε και βρήκε ότι η μάζα του είναι 135 γραμμάρια. Με τον ογκομετρικό σωλήνα βρήκε ότι ο όγκος του είναι 50 cm^3 . Σας ζητούμε να υπολογίσετε «πόσα γραμμάρια αντιστοιχούν σε κάθε κυβικό εκατοστό» γι αυτό το αντικείμενο.

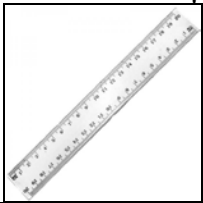
Ένα μικρό κομμάτι αλουμίνιο. Το ζύγισε και βρήκε ότι η μάζα του είναι 27 γραμμάρια. Με τον ογκομετρικό σωλήνα βρήκε ότι ο όγκος του είναι 10 cm^3 . Σας ζητούμε να υπολογίσετε «πόσα γραμμάρια αντιστοιχούν σε κάθε κυβικό εκατοστό» γι αυτό το αντικείμενο.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ Α' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

1..Να γράψετε κάτω από κάθε εικόνα το όνομα του οργάνου και τη μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιεί.



2..Οι φωτογραφίες δείχνουν διάφορα όργανα που μετρούν μήκος. Μπορείτε να τα ονομάσετε και να αναφέρετε σε ποιες περιπτώσεις μας φαίνονται χρήσιμα; (ή ποια επαγγέλματα τα χρησιμοποιούν) (ή ποιο θα διαλέγατε για να κάνετε μετρήσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια) κτλ



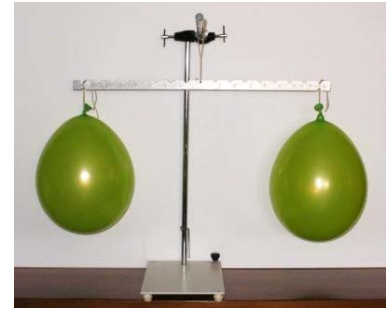
3.. Είναι δυνατόν να μετρήσετε τη μάζα ενός κόκκου άμμου με μια ζυγαριά του εργαστηρίου; Να γράψετε με λίγα λόγια το συλλογισμό σας.

4..Κάποια από τα ρολόγια που φαίνονται παρακάτω μετρούν το χρόνο με ακρίβεια λεπτού και κάποια με ακρίβεια δευτερολέπτου. Να σημειώσετε ένα Λ σε αυτά που πιστεύετε ότι μετρούν με ακρίβεια λεπτού, και ένα Δ σε αυτά που πιστεύετε ότι μετρούν με ακρίβεια δευτερολέπτου.



5..Να γράψετε τρεις (3) μονάδες που μετρούν χρόνο και τρεις που μετρούν μήκος.

6..Ο Δημήτρης φούσκωσε με το στόμα δύο μπαλόνια και τα κρέμασε στον ζυγό. Η φωτογραφία δείχνει το αποτέλεσμα. Τι συμπέρασμα βγάζετε παρατηρώντας τη φωτογραφία; Να βάλετε ένα X δίπλα σε κάθε απάντηση που θεωρείτε ότι είναι σωστή.



- A. Τα δύο μπαλόνια έχουν την ίδια μορφή.
 B. Τα δύο μπαλόνια περιέχουν την ίδια ποσότητα αέρα.
 Γ. Τα δύο μπαλόνια ζυγίζουν το ίδιο.
 Δ. Αν αλλάξω η θέση των δύο μπαλονιών ο ζυγός πάλι θα ισορροπεί.

7..Να φουσκώσετε δύο όμοια μπαλόνια προσπαθώντας να βάλετε στο καθένα την ίδια ποσότητα αέρα. Στη συνέχεια να σχεδιάσετε με ένα πείραμα μία μέτρηση ώστε να ελέγξετε αν πράγματι περιέχουν την ίδια ποσότητα αέρα.

8..Σας αναθέτουν να μετρήσετε το μήκος του παραθύρου της τάξης σας για να αγοράσετε κουρτίνες.

Εσείς όμως δεν διαθέτετε κάποιο όργανο για να κάνετε τη μέτρηση. Σκεφτείτε κάποιο τρόπο για να κάνετε τη μέτρηση ώστε να έχετε όσο το δυνατόν πιο ακριβές αποτέλεσμα.

9..Υποθέστε ότι γεμίσατε δύο άδεια κουτάκια αναψυκτικού με δύο διαφορετικά υγρά. Δηλαδή γεμίσατε το ένα κουτάκι με νερό και το δεύτερο με λάδι. Πώς θα διαπιστώσετε ποιο από τα δύο έχει περισσότερο βάρος;

Σε ποιο από τα δύο κουτάκια πιστεύετε ότι περιέχεται μεγαλύτερη ποσότητα (μάζα) υγρού; Διατυπώστε τη σκέψη σας με λίγα λόγια.

10..Χρησιμοποιώντας τα μεγέθη : / **cm / m / km / oC / cm³ ή ml** / γράψτε στις παρακάτω προτάσεις ποια μονάδα μέτρησης πιστεύετε ότι είναι πιο κατάλληλη:

- Για να μετρήσουμε την απόσταση δυο πρωτευουσών κρατών χρησιμοποιούμε : ____
- για να μετρήσουμε την θερμοκρασία δωματίου χρησιμοποιούμε _____
- για να μετρήσουμε το ύψος του κρεβατιού μας χρησιμοποιούμε _____
- για να μετρήσουμε τον όγκο ενός ποτηριού νερού χρησιμοποιούμε _____
- για να μετρήσουμε την απόσταση του περιβόλου του σχολείου μας από τον πλάτανο ____

11..Ο Χρήστος θέλει να μετρήσει με ακρίβεια μερικών εκατοστών το τραπέζι της κουζίνας και δεν έχει τίποτα μαζί του. Μπορεί όμως να χρησιμοποιήσει το σώμα του για να κάνει τη μέτρηση, τι θα του προτείνατε να κάνει για να έχει την μεγαλύτερη ακρίβεια που επιθυμεί ;

Να κόψει τα μαλλιά του, να τα ενώσει προσπαθώντας να μετρήσει το τραπέζι; **ΝΑΙ –ΟΧΙ**

Να μετρήσει πόσες περίπου παλάμες του χεριού του χρειάζεται από την μια άκρη μέχρι την άλλη μια και γνωρίζει ότι η παλάμη του έχει πλάτος 10 εκατοστά ; **ΝΑΙ –ΟΧΙ**

Να ξαπλώσει στο πάτωμα αν γνωρίζει το ύψος του και να υπολογίσει το μήκος του τραπεζιού ; **ΝΑΙ –ΟΧΙ**

Να βγάλει τα ρούχα του να τα ζυγίσει, να βρει με αυτό τον τρόπο το μήκος τους και μετά να υπολογίσει με αυτά το μήκος του τραπεζιού ; **ΝΑΙ –ΟΧΙ**

12..Στην διπλανή σχολική αίθουσα δύο μαθητές μετρούν το μήκος του πίνακα της τάξης τους.

Πρόχειρα γράφουν τις μετρήσεις τους μια δίπλα στην άλλη :

199.6 cm , 200.2 cm, 200.4 cm , 181,5 cm

200.0 cm, 199.8 cm, 212,1 cm,

Α) Παρατηρήστε τις μετρήσεις που πήραν και προσπαθήστε να διαλέξετε τις πέντε "πιο σωστές" από αυτές.

Β)Να περάσετε προσεκτικά τις πέντε πιο σωστές μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα

Γ) Να βρείτε το άθροισμα των τιμών και να την γράψετε στα

Δ) Να υπολογίσετε τη μέση τιμή των 5 τιμών και να την γράψετε



1η μέτρηση		Άθροισμα των 5 τιμών	
2η μέτρηση			
3η μέτρηση		Μέση τιμή (διαιρούμε το άθροισμα των τιμών δια του 5)	
4η μέτρηση			
5η μέτρηση			

13..Στη διπλανή σχολική αίθουσα δύο μαθητές μετρούν το μήκος του πίνακα της τάξης τους.

Πρόχειρα γράφουν τις μετρήσεις τους μια δίπλα στην άλλη :

199.6 cm , 200.2 cm, 200.4 cm , 181,5 cm , 200.0 cm, 199.8 cm, 212,1 cm,

Τι πιστεύετε ότι έχει συμβεί και έχουν διαφορά στις μετρήσεις τους; Κυκλώστε όσα πιστεύετε ότι μπορεί να έχουν συμβεί.

- Τοποθέτησαν την μια άκρη του μέτρου στη αριστερή πλευρά της πόρτας ; NAI - OXI
- Δεν ευθυγράμμισαν σωστά το μέτρο με τον πίνακα ; NAI - OXI
- Ο χάρακας που χρησιμοποίησαν ήταν στραβός ή κακής ποιότητας ; NAI - OXI
- Μέτρησαν το πλάτος μιας καρέκλας της σχολικής αίθουσας ; NAI - OXI
- Δεν έκαναν προσεκτικές μετρήσεις ; NAI - OXI



14..Στο εργαστήριο υπάρχουν όργανα όπως αυτό της διπλανής εικόνας που τα ονομάζουμε "βαράκια". Έχετε πληροφορίες ότι η μάζα τους είναι 50g αλλά δεν ήσατε σίγουροι για αυτό. Να προτείνετε δύο τρόπους (πειράματα) ώστε να επιβεβαιώσετε την παραπάνω υπόθεση.

15..Ένα ερώτημα που κάνουν συνήθως οι παππούδες στα εγγόνια τους είναι, «ποιο ζυγίζει περισσότερο, ένα κιλό σίδηρος ή ένα κιλό βαμβάκι;» Εσύ τί θα είχες να απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση;

16..Ποιο από τα αντικείμενα έχει μάζα περίπου 1kg;

- α) Ένα μπαλάκι του πινγκ-πονγκ.
- β) Ένα μπουκάλι του ενός λίτρου γεμάτο νερό.
- γ) Ένας μικρός σκύλος.

δ) Ένα αυτοκίνητο.

17..Κάποιος σας είπε ότι μερικά αντικείμενα της έχουν την ίδια μάζα.

Αυτό σημαίνει ότι:

- α)έχουν το ίδιο μέγεθος
 - β) βρίσκονται όλα στην ίδια κατάσταση της ύλης
 - γ) περιέχουν την ίδια ποσότητα ύλης
 - δ) αν τα βάλουμε στην ηλεκτρονική ζυγαριά αυτή θα δείξει την ίδια ένδειξη;
- Να βάλετε ένα X δίπλα σε κάθε απάντηση που θεωρείτε σωστή.

18..Να βάλετε δίπλα σε κάθε πρόταση τη χρονική διάρκεια που πιστεύετε ότι έχει:

- 1. Μία σχολική ώρα (για παράδειγμα η 2η ώρα)
- 2. Ένα σχολικό διάλειμμα (για παράδειγμα το 2ο διάλειμμα)
- 3. Οι βραδινές ειδήσεις στην τηλεόραση.
- 4. Μία κινηματογραφική ταινία.
- 5. Το μεγάλωμα ενός δένδρου στον κήπο.

19..Σας δίνουν μία μικρή μαύρη πλαστική σακούλα γεμάτη με νομίσματα του ευρώ (1€), και σας λένε ότι αν τα μετρήσετε με ακρίβεια θα είναι δικά σας. Όμως σας επιτρέπουν να βγάλετε μόνο ένα ευρώ (1€) από τη σακούλα. Αντίθετα σας επιτρέπουν να χρησιμοποιήσετε τον ηλεκτρονικό ζυγό του εργαστηρίου και αριθμομηχανή για να βγάλετε τα συμπεράσματά σας.

Να προτείνετε ένα τρόπο για να μπορέσετε να μετρήσετε τον αριθμό των ευρώ (1€) της σακούλας ώστε να γίνουν δικά σας.

20..Τα φύλλα κάθε δένδρου έχουν διαφορετικά μήκη. Πριν αποφασίσετε σχετικά με το πόσο περίπου είναι το μήκος των φύλλων μιας δάφνης, χρειάζεται να μετρήσετε αρκετά από αυτά. Μερικά φύλλα παρουσιάζονται στην διπλανή φωτογραφία. Με τη βοήθεια του χάρακα να κάνετε τις μετρήσεις πέντε (5)φύλλων με ακρίβεια εκατοστού και να τις καταγράψετε σε πίνακα.

Αν σας δινόταν άλλο ένα φύλλο από το δένδρο αυτό, περίπου πόσο πιστεύετε ότι θα ήταν το μήκος του; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Πόσο σωστές πιστεύεις ότι είναι οι μετρήσεις που έκανες; Μπορείς να αναφέρεις δύο περιπτώσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις μετρήσεις σου και να οδηγήσουν σε λάθος αποτέλεσμα;



Μία άλλη ομάδα μαθητών, προσπαθεί να ερευνήσει άλλα ζητήματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των φύλλων των δένδρων. Μπορείς να διατυπώσεις ένα ερευνητικό ερώτημα για να μελετήσουν;