

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ – ΟΣΑ ΚΑΝΑΜΕ ΣΤΟ Α΄ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ

Η Φυσική της Α΄ Γυμνασίου, το σχολικό βιβλίο και το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος, δυστυχώς είναι αμφίβολο πως μπορεί να χαρακτηρίζεται Φυσική. Ωστόσο στο περιεχόμενό του μαθήματός μας μπορούν να ενταχθούν ορισμένα στοιχεία για την ουσία και την λειτουργία της φυσικής επιστήμης, την προσπάθειά μας να προσεγγίσουμε και να αντιληφθούμε την φυσική πραγματικότητα στην κίνησή της μέσα από τις αισθήσεις μας και κατάλληλα όργανα μετρήσεων. Παρακάτω προσπαθούμε να αποτυπώσουμε την ουσία των μαθημάτων μας (έστω στην μια ώρα που είχαμε την εβδομάδα, εντελώς ανεπαρκή χρόνο για μια ουσιαστική διδασκαλία στοιχείων της Φυσικής στους μαθητές).

Η ΑΠΑΡΧΗ ΤΗΣ ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

Ο άνθρωπος ενδιαφερόταν για το πώς λειτουργεί η φύση σχεδόν από το στάδιο της εξέλιξής του στο οποίο ανέπτυξε την όποια νοητική ικανότητα να σκέφτεται και να «ενδιαφέρεται» για οτιδήποτε. Αυτό συνέβαινε διότι:

1. Η λειτουργία της φύσης καταλάμβανε το σύνολο σχεδόν της εμπειρίας του, δηλαδή της συνεχούς αλληλεπίδρασης με αυτήν και τις διεργασίες της.
2. Από αυτήν την αλληλεπίδραση εξαρτιόταν η επιβίωσή του, ιδιαίτερα καθώς κατά την εξέλιξη των ειδών, γινόταν ικανός για εργασία, δηλαδή για «σκόπιμο μετασχηματισμό της φύσης προκειμένου να καλυφθούν ανθρώπινες ανάγκες». Προϋπόθεση για έναν τέτοιον μετασχηματισμό αποτελούσε κάποια γνώση – αρχικά εμπειρική – του πώς ακριβώς η φύση λειτουργεί. Για παράδειγμα: «αν τρίψω δύο ξύλα μεταξύ τους μπορούν να ζεσταθούν τόσο που να αρπάξουν φωτιά». «Αν τα ξύλα είναι ξερά, θα ανάψουν πιο εύκολα» κλπ.
3. Ο άνθρωπος αναπτύχθηκε εξελικτικά ώστε να έχει μια έμφυτη περιέργεια για το πώς λειτουργούν τα πράγματα, για να γνωρίσει το γύρω του, καθώς αυτό μπορούσε να διασφαλίσει την επιβίωσή του. Σε κάθε στάδιο του πολιτισμού της ανθρωπότητας, απέδιδε σε διάφορες «θεότητες» όσα δεν μπορούσε να εξηγήσει, φαινόμενα μπροστά στα οποία αισθανόταν ανήμπορος (πχ για τους αρχαίους Έλληνες, τους κεραυνούς έριχνε ο Δίας ενώ οι τρικυμίες προέκυπταν από την τρίαινα του Ποσειδώνα).

ΦΥΣΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Η συλλογική σκέψη της ανθρωπότητας που εκφραζόταν στους διάφορους πολιτισμούς ιδίως μέσω εκλεκτών εκπροσώπων τους που είχαν την δυνατότητα να αποσπαστούν από την δουλειά όλη μέρα στα όρια της φυσικής τους αντοχής (πχ οι δουλοκτήτες στην αρχαία Ελλάδα) και να αναπτύξουν το πνεύμα της εποχής τους, κινήθηκε στην ολοένα και μεγαλύτερη συστηματοποίηση των πολυποίκιλων λειτουργιών της φύσης, αναζητώντας την ενότητα των πραγμάτων. Φυσικά οι αρχαίοι σοφοί, περιορίζονταν από τα μέσα και τις ανάγκες της κάθε εποχής, που παρήγαγαν ανάλογα περιορισμένα ερωτήματα. Πάλευαν να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα γύρω τους και να τα αξιοποιήσουν, χωρίς να ενδιαφέρονται για ακρίβεια στην καταγραφή και την πρόβλεψη.

Ένας από τους σπουδαιότερους εκπροσώπους αυτής της πνευματικής προσπάθειας ανά τους αιώνες, που την ανέπτυξε ως τα φυσικά της όρια, ήταν ο Αριστοτέλης, ο οποίος διατύπωσε ένα σύστημα ερμηνείας της φύσης, κατά το οποίο όλα συνδέονταν μεταξύ τους εξαιτίας των συστατικών τους: αέρας, φωτιά, χώμα και νερό. Κρατώντας μία 5^η ουσία, την «πεμπτουσία» ως συστατικό των τέλει ουράνιων σωμάτων που φαινόταν να κινούνται στην τελειότερη των γραμμών, σε κύκλους. Ο Δημόκριτος κι ο Λεύκιππος υποστήριζαν πως

αυτό που ενοποιεί όλα τα πράγματα, είναι πως αποτελούνται από ά-τομα, πως μπορούμε να τα σπάσουμε σε τόσο μικρά κομματάκια που να μην σπάνε άλλο κλπ.

Το σύστημα του Αριστοτέλη μπορούσε να απαντήσει στην φυσική περιέργεια και τις τεχνικές ανάγκες της εποχής του, και ήταν τόσο καλοφτιαγμένο που διατηρήθηκε και μετέπειτα, μπαίνοντας μάλιστα κατά τον Μεσαίωνα υπό την «προστασία» της παντοδύναμης τότε στην Ευρώπη καθολικής εκκλησίας. Για σχεδόν 2000 χρόνια, ο Αριστοτέλης ήταν αυτός που διέθετε τις απαντήσεις στα ερωτήματα γύρω από την φύση.

Ωστόσο δεν μπορούμε να πούμε πως αυτό αποτελούσε επιστήμη! Γιατί όμως;

Η φυσική φιλοσοφία, παρότι η επιστήμη δεν θα μπορούσε χωρίς αυτήν να αναπτυχθεί, δεν συνέδεε με έναν ακριβή, συνεπή τρόπο συγκεκριμένα, μετρήσιμα χαρακτηριστικά της φύσης, έτσι ώστε αυτή η σύνδεση (η θεωρία) να επιβεβαιώνεται από την φυσική πραγματικότητα (πράξη) με την συγκεκριμένη σύγκριση των προβλέψεων της θεωρίας με την πράξη, δηλαδή με το πείραμα. Αντίθετα, ως και τον 15^ο αιώνα, αν η πράξη δεν συμφωνούσε με την θεωρία του Αριστοτέλη, τόσο το χειρότερο για την πράξη, και πολλοί κάηκαν στην πυρά από την καθολική εκκλησία στην προσπάθειά τους να υπερβούν τους περιορισμούς της φυσικής φιλοσοφίας του Αριστοτέλη (πχ Τζορντάνο Μπρούνο κ.ά.).

Επιστήμη σηματοδοτούμε πως ξεκινάει να υπάρχει για την ανθρωπότητα με το έργο του Γαλιλαίου (Galileo Galilei) και του Νεύτωνα (Isaac Newton). Αυτοί, καθώς και άλλοι που προηγήθηκαν, πέρασαν από την αυθεντία του Αριστοτέλη και της καθολικής εκκλησίας, από το δόγμα που επιβάλλει τις ιδέες του στην πραγματικότητα στο αντίθετό της: Ξεκινώντας από την πράξη και το πείραμα, από την προσπάθεια για συγκεκριμένη μέτρηση των χαρακτηριστικών της φύσης, πάντα συγκρίνοντας με την ίδια την φύση μέσω του πειράματος την προσέγγιση της σκέψης τους στην αναζήτηση του τρόπου συσχέτισης των διαφόρων στοιχείων της πραγματικότητας στην κίνησή τους, επιδιώκοντας να διαπιστώσουν τις φυσικές αιτίες και πώς μεταβάλλοντάς τις μπορούν να προκύψουν φυσικά αποτελέσματα.

ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ

Η επιστήμη, όχι μόνο ερμηνεύει λοιπόν τα διάφορα φαινόμενα, όχι μόνο επιδιώκει να τα εξηγήσει, αλλά απαιτεί μια συγκεκριμένης ακρίβειας καταγραφή των φυσικών χαρακτηριστικών της πραγματικότητας και προσπαθεί να τα παρακολουθήσει στην αλληλεπίδρασή τους και να διαπιστώσει πώς μια μεταβολή στο ένα επιφέρει κάποια μεταβολή στο άλλο. Τα φυσικά χαρακτηριστικά της πραγματικότητας που μπορούμε να προσδιορίσουμε ποσοτικά με τη βοήθεια των αισθήσεών μας και φυσικών διεργασιών τα λέμε ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ.

Παραδείγματα φυσικών μεγεθών είναι: Το μήκος, ο χρόνος, η μάζα, η θερμοκρασία, η ταχύτητα, η δύναμη κ.ά. που προσδιορίζουμε την ποσότητά τους με την ΜΕΤΡΗΣΗ.

Ας πάρουμε το παράδειγμα του φυσικού μεγέθους που ονομάζουμε μήκος. Είναι αυτό που προσδιορίζει την μικρότερη ή μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων σε ευθεία γραμμή μα όχι μόνο. Μιλάμε για το μήκος των σιδηροδρομικών γραμμών που δεν είναι ευθύγραμμες ή ακόμα για το «μήκος του κύκλου». Ωστόσο βάση όλων είναι η απόσταση σε ευθεία γραμμή. Αν αναλογιστούμε τι κάνουμε για να «μετρήσουμε» το μήκος (και οποιοδήποτε άλλο μέγεθος), μία απόσταση, πάντα θα καταλήξουμε πως αυτό που κάνουμε

είναι να **ΣΥΓΚΡΙΝΟΥΜΕ** δύο ποσότητες. Αυτήν που θέλουμε να μετρήσουμε και μία άλλη, που συνήθως είναι συγκεκριμένη, συμφωνημένη σε πολύ κόσμο και συνήθως έχει ένα ειδικό όνομα: **Μονάδα μέτρησης**. Δηλαδή επιδιώκουμε να προσδιορίσουμε πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η ποσότητα που μετράμε από την μονάδα μέτρησης. Αυτό γίνεται πολύ φανερό σε διάφορα παιδικά παιχνίδια, όπου οι αποστάσεις μετριοούνται βάζοντας ένα παιδί το ένα του πόδι μπροστά από το άλλο, έτσι που η μπροστά φτέρνα να ακουμπάει την πίσω μύτη, μετρώντας πόσα «μήκη παπουτσιών» χρειάζονται για να καλυφθεί μια συγκεκριμένη απόσταση. Αυτό, ως φυσικός τρόπος μέτρησης μιας απόστασης επικράτησε και έμεινε ως τις μέρες μας: Στις αγγλοσαξονικές χώρες (Ηνωμένο Βασίλειο, ΗΠΑ κ.ά.) μονάδα μέτρησης μήκους είναι το 1 πόδι ($1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$), το οποίο επικράτησε ως το μήκος του ποδιού του βασιλιά της Γαλλίας Καρλομάγνου (δεν θα ήταν πρακτικό να μετρούσε ο καθένας με το μήκος του δικού του ποδιού, δύο ίσες μετρήσεις (πχ 10 πόδια) δεν θα είχαν ίσο μήκος εάν εκείνοι που μετρούσαν φορούσαν άλλο νούμερο παπούτσι!

Σήμερα, ως βασική μονάδα μέτρησης του μήκους στις περισσότερες χώρες έχουμε το 1 μέτρο (1 m), και συγκρίνουμε τα μήκη με βάση αυτό, τις υποδιαιρέσεις του (1 cm , 1 mm , $1 \mu\text{m}$ κλπ) και τα πολλαπλάσιά του (κυρίως το 1 km). Άλλες γνωστές μονάδες είναι το ναυτικό μίλι, το μήκος του μεσημβρινού μιας μοίρας γεωγραφικού πλάτους, ($1 \text{ nm} = 1852 \text{ m}$), το αγγλικό μίλι ($1 \text{ mi} = 1609 \text{ m}$), η ίντσα ($1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$) κ.ά.. Είναι αυτονόητο πως η ίδια ποσότητα ενός φυσικού μεγέθους μπορεί να εκφραστεί σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης (αυτό ονομάζεται μετατροπή), αξιοποιώντας την αναλογία των διαφορετικών μονάδων. Πχ αν θέλω να μετατρέψω το μήκος μιας κόλλας χαρτιού A4 από mm σε in θα πρέπει να σκεφτώ ως εξής:

Ξέρω ότι $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm} = 2.54 \times 1/100 \text{ m} = 0.0254 \text{ m}$, άρα $1 \text{ m} = 1/0.0254 \text{ in} = 39.37 \text{ in}$.
Το μήκος του A4 είναι $297 \text{ mm} = 297 \times 1/1000 \text{ m} = 297 \times 1/1000 \times 39.37 = 11.69 \text{ in}$.

ΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΠΟΥ ΓΝΩΡΙΣΑΜΕ ΚΑΙ ΛΙΓΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΥΤΑ

Το μήκος

Το πρώτο φυσικό μέγεθος που γνωρίσαμε είναι το μήκος, για το οποίο μιλήσαμε και παραπάνω, η απόσταση, την οποία θέλουμε να μπορούμε να μετράμε. Ο πιο αυθόρμητος τρόπος να την μετρήσουμε είναι με τα πόδια μας ή με ένα ραβδί μήκους 1 m το οποίο θέλουμε να δούμε πόσες φορές «χωράει» στην απόσταση αυτή. Συνήθως χρησιμοποιούμε το «μέτρο», είτε ξύλινο σπαστό, είτε ως μεταλλική ή πλαστική ταινία, το οποίο μάλιστα έχουμε χωρίσει με υποδιαιρέσεις σε εκατοστά ($1 \text{ cm} = 1/100 \text{ m}$) και χιλιοστά ($1 \text{ mm} = 1/1000 \text{ m}$). Για μεγαλύτερες αποστάσεις έχουμε το χιλιόμετρο ($1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$). Για μικρότερες, το μικρό ($1 \mu\text{m} = 1/1000000 \text{ m}$). Στην τάξη χρησιμοποιήσαμε τέτοια μέτρα ή τον χάρακα με τις υποδιαιρέσεις για τα cm και τα mm για να μετρήσουμε ένα θρανίο ή ένα βιβλίο της ύλης.

Ο χρόνος

Τι είναι ο χρόνος; Όπως έλεγε κι ένας μεγάλος αμερικανός φυσικός, ο χρόνος είναι δύσκολο να οριστεί. Θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι «αυτό που συμβαίνει όταν τίποτα άλλο δεν συμβαίνει» ή απλώς «το πόσο πολύ περιμένουμε». Ωστόσο μπορούμε να σκεφτόμαστε ότι όλα συμβαίνουν «μέσα» στον χρόνο, ή καθώς «ο χρόνος κυλάει» και θέλοντας να

γνωρίσουμε την κίνηση της φυσικής πραγματικότητας, τους νόμους που διέπουν τις μεταβολές της, μας ενδιαφέρει το «πόσο γρήγορα» ή «πόσο αργά» αυτές συμβαίνουν.

Για να μετρήσουμε τον χρόνο, χρειαζόμαστε ένα φυσικό φαινόμενο που να επαναλαμβάνεται το ίδιο διαρκώς. Το πρώτο τέτοιο φαινόμενο που γνώρισε ο άνθρωπος ήταν η εναλλαγή ημέρας και νύχτας, η ανατολή και η δύση, και με ακόμα καλύτερο τρόπο το μεσημέρι, με την έννοια της ώρας που ο ήλιος είναι στο ψηλότερο σημείο στον ουρανό. Έπειτα το έτος, που διαρκεί περίπου 365 μέρες. Για τους μικρότερους χρόνους χώρισε την ημέρα (από μεσημέρι σε μεσημέρι) σε 24 ώρες (h), την κάθε μια σε 60 λεπτά (min) και το κάθε ένα σε 60 δευτερόλεπτα (s). Για να το πετύχει αυτό χρησιμοποίησε διάφορα μέσα: από τον ρυθμό των σφυγμών – έτσι έκανε τις πρώτες μετρήσεις του ο Γαλιλαίος – ως την κλεψύδρα και το εκκρεμές, για το οποίο παρατήρησε πως ήταν αξιοσημείωτα ακριβές όταν ταλαντωνόταν με μικρό πλάτος. Για μικρότερους ακόμα χρόνους που χρειάστηκαν μόνο όταν η ανάγκη για μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων μεγάλωσε, υπήρχε η γνώση και η τεχνολογία να χρησιμοποιηθούν «ηλεκτρικά εκκρεμή», ως και τα ατομικά φαινόμενα. Ενώ για πολύ μεγάλους χρόνους υπάρχει η ραδιοχρονολόγηση και άλλες μέθοδοι.

Η μάζα και το βάρος

Συζητήσαμε μέσα στην τάξη τι είναι μάζα και τι βάρος. Το φυσικό μέγεθος «μάζα» μπορούμε να το καταλάβουμε ως εκείνο που «μετράει» δύο ιδιότητες που έχουν μέσα τους όλα τα αντικείμενα: η πρώτη καθορίζει το πόσο δυνατά έλκονται από τη γη· η δεύτερη το πόσο δυνατά θα πρέπει εμείς να τα «σπρώχνουμε» προκειμένου να αλλάζουν το ίδιο απότομα την κίνησή τους (πχ για να σταματήσουν το ίδιο γρήγορα όταν κινούνται με μία συγκεκριμένη ταχύτητα). Πρόκειται για τη βαρύτητα και την αδράνεια των αντικειμένων. Το βάρος είναι κάτι άλλο: Βάρος ονομάζουμε την δύναμη που ασκεί η γη στα διάφορα αντικείμενα. Κι επειδή το βάρος ενός αντικειμένου όπως μετριέται από μια ζυγαριά είναι ανάλογο της μάζας του, και επειδή και για τα δύο αυτά μεγέθη (μάζα και βάρος) συχνά όταν μιλάμε μεταξύ μας έχουμε κατά νου την ίδια μονάδα μέτρησης (τα κιλά, kg), είναι εύκολο κανείς να μπερδευτεί.

Η βάση της λειτουργίας μιας ζυγαριάς σαν αυτήν που έχουμε στο μπάνιο μας, είτε μηχανικής είτε ηλεκτρικής, στηρίζεται στον νόμο του Hooke για την ελαστική παραμόρφωση. Έχουν ένα ελατήριο που καθώς δέχεται τη δύναμη του βάρους μας συσπειρώνεται (δηλαδή το μήκος του μικραίνει) ανάλογα με το βάρος αυτό. Η μέτρηση του βάρους έτσι μετατρέπεται στην μέτρηση μιας απόστασης, του πόσο η ζυγαριά μας πήγε προς τα κάτω όταν ανεβήκαμε πάνω της!

Το ζήτημα είναι πως η δύναμη που ασκεί η γη στα αντικείμενα (η βαρυτική έλξη ή πιο απλά το βάρος) δεν είναι η ίδια σε όλες τις τοποθεσίες, καθώς εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου από το κέντρο της γης και η γη δεν είναι τέλεια σφαίρα: Είναι ένα «σφαιροειδές». Φανταστείτε μια τέλεια σφαίρα που έχει πιεστεί από τους πόλους και έχει ανοίξει στον ισημερινό. Έτσι και το βάρος του ίδιου αντικειμένου είναι μικρότερο στον ισημερινό και μεγαλύτερο στους πόλους, γενικά διαφορετικό σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη ($\pm 0,5\%$). Με τον ίδιο συλλογισμό μπορούμε να καταλάβουμε πως το βάρος του ίδιου αντικειμένου θα διαφέρει αν το μετρήσουμε στην ακροθαλασσιά (μηδενικό υψόμετρο) ή στην κορυφή ενός ψηλού βουνού (υψόμετρο μερικές χιλιάδες μέτρα). Σε αυτές τις διαφο-

ρές έρχεται να προστεθεί και η φυγόκεντρος δύναμη εξαιτίας της περιστροφής της γης που είναι μεγαλύτερη στον ισημερινό από ό, τι στους πόλους και αντιβαίνει την βαρυτική έλξη.

Συμπέρασμα: Ένα αντικείμενο έχει την ίδια μάζα όπου κι αν βρίσκεται, δηλαδή την ίδια ιδιότητα βαρύτητας και αδράνειας, ωστόσο το βάρος του, δηλαδή η έλξη της γης, διαφέρει σύμφωνα με την τοποθεσία. Την μάζα μπορούμε να την συγκρίνουμε με έναν ζυγό, όπως οι μπακάληδες πριν από κάμποσες δεκαετίες, συγκρίνοντας έτσι ουσιαστικά το βάρος **στην ίδια τοποθεσία** του αντικειμένου που θέλουμε να μετρήσουμε με το βάρος αντικειμένων που έχουν γνωστή μάζα μετρημένη σε kg (βαρίδια ή σταθμά) μέσω της ισορροπίας του ζυγού. Παίρνοντας τώρα αντικείμενα μετρημένης μάζας και βάζοντάς τα πάνω σε μία ζυγαριά, μπορούμε να «βαθμονομήσουμε» τη ζυγαριά, να την κάνουμε δηλαδή να δείχνει «πόσα kg είμαστε», αντιστοιχίζοντας τον αριθμό 1 στην συσπείρωση που προκαλεί στο ελατήριό της ένα βαρίδι γνωστής μάζας 1 kg, και αντίστοιχα 2 στα 2 kg κλπ με άλλα βαρίδια αξιοποιώντας την αναλογία του νόμου του Hooke. Έτσι η ζυγαριά δείχνει έναν αριθμό σε kg που αντιστοιχεί στη μάζα μας αν και μόνο αν η ζυγαριά ρυθμίστηκε με ακρίβεια για την τοποθεσία που βρισκόμαστε. Εάν ρυθμίστηκε στην Φρανκφούρτη πχ, όπου κατασκευάστηκε, τότε στο Ηράκλειο θα μας δείχνει λιγότερα κιλά από όσα πραγματικά είμαστε! Ενώ αν ζυγιστούμε στο Ελσίνκι, θα νομίσουμε πως παχύνουμε!

ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΣΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ – ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Όπως διαπιστώσαμε και μέσα στην τάξη μετρώντας το μήκος, οι μετρήσεις ενός φυσικού μεγέθους (πχ του μήκους ενός θρανίου) δεν είναι ποτέ ίδιες μεταξύ τους. Πρέπει να περιμένουμε πως θα υπάρχει ένα μικρό ή μεγαλύτερο σφάλμα στην μέτρησή μας. Λέγοντας σφάλμα εννοούμε τη διαφορά της τιμής του μεγέθους που μας δίνει η μέτρηση από μια τιμή – άγνωστη σε εμάς – του μεγέθους, που αποτυπώνει την φυσική πραγματικότητα επακριβώς. Ο τελικός σκοπός της μέτρησης είναι να προσδιορίσει ακριβώς την πραγματική τιμή του μεγέθους, η οποία «θολώνει» μέσα από τα σφάλματα της μέτρησης.

Πολλές μπορούν να είναι οι πηγές των σφαλμάτων. Ακόμα και αν είμαστε πάρα πολύ προσεκτικοί όταν μετράμε, δεν θα τα αποφύγουμε. Τα χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες: τα τυχαία σφάλματα και τα συστηματικά σφάλματα.

Τα τυχαία σφάλματα οφείλονται συνήθως στους περιορισμούς των οργάνων μέτρησης και των δικών μας αισθήσεων και έχουν ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου φυσικού μεγέθους να καταλήγουν σε διαφορετικές τιμές. Αυτό εισάγει την λεγόμενη «αβεβαιότητα» στην μέτρηση. Η μια μέτρηση μπορεί να είναι λίγο πάνω από την πραγματική τιμή, ενώ η επόμενη λίγο κάτω.

Τα συστηματικά σφάλματα οφείλονται σε παράγοντες που βρίσκονται αντικειμενικά μέσα στο σύστημα της μέτρησης και δίνουν είτε σε όλες τις μετρήσεις μεγαλύτερη τιμή από την πραγματική, είτε σε όλες τις μετρήσεις μικρότερη. Τέτοιο σφάλμα έχουμε πχ όταν χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα μια ζυγαριά που έχει βαθμονομηθεί στην Σουηδία. Επειδή στο 1 kg αντιστοιχεί μεγαλύτερη έλξη της γης (βάρος) στη Σουηδία από ό,τι στην Ελλάδα, η ζυγαριά αυτή θα δείχνει πάντα πως είμαστε λιγότερα κιλά από όσα είμαστε πραγματικά.

Τα τυχαία σφάλματα μπορούμε να τα αντιμετωπίσουμε σχετικά εύκολα, μειώνοντας την αβεβαιότητα στην μέτρησή μας. Αυτό που έχουμε να κάνουμε είναι να πάρουμε την **μέση**

τιμή των μετρήσεών μας. Όσο περισσότερες μετρήσεις, τόσο πιο σίγουροι είμαστε πως η μέση τιμή τους είναι πιο κοντά σε αυτό που θα μετρούσαμε χωρίς τυχαία σφάλματα.

ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ

Έστω πως μετράμε το μήκος του θρανίου μας και έχουμε 5 μετρήσεις που μας δίνουν τις τιμές 119.3, 118.8, 119.5, 119.1, 118.9. Για να υπολογίσουμε τη μέση τιμή αυτών των μετρήσεων αρχικά τις προσθέτουμε: $119.3+118.8+119.4+119.1+118.9=595.5$.

Έπειτα θα διαιρέσουμε αυτό που βρήκαμε προς τον αριθμό των μετρήσεων. Για τις 5 μετρήσεις έχουμε ως μέση τιμή: $595.5/5 = 119.1$. Η τιμή 119.1, η μέση τιμή των μετρήσεών μας, ονομάζεται αναμενόμενη τιμή, είναι δηλαδή η τιμή που περιμένουμε να έχει το θρανίο μας στην πραγματικότητα. Παρατηρήστε αυτό που λέγαμε και παραπάνω: Άλλες μετρήσεις ήταν κάτω από την αναμενόμενη τιμή και άλλες πάνω από αυτές.

Η ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Μετράμε το μήκος. Επηρεάζει την μέτρηση το αν ο χάρακας ή το μέτρο μας έχει χαραγές χιλιοστού (mm) ή μόνο εκατοστού (cm); Ναι! Εάν δεν υπάρχουν οι «γραμμούλες» των χιλιοστών, η μέτρησή μας έχει οπωσδήποτε πολύ μικρότερη ακρίβεια (πιστότητα). Τι σημαίνει αυτό; Πως αν μετράμε σε mm ένα μήκος, τότε η μία μέτρηση από την άλλη είναι λογικό να βρίσκονται πολύ πιο κοντά μεταξύ τους! Άλλο είναι να έχουμε μέτρηση πχ 118 cm, 119 cm, 120 cm για το μήκος ενός θρανίου, κι άλλο 1189 mm, 1191 mm, 1194 mm κλπ, δηλαδή οι μετρήσεις να απέχουν μερικά χιλιοστά μονάχα κι όχι ολόκληρα εκατοστά. Αυτό κάνει μικρότερο το τυχαίο σφάλμα, χωρίς να επιδρά βέβαια στο συστηματικό σφάλμα. Πχ μια ζυγαριά που δείχνει το βάρος μας με αναγωγή στη μάζα σε κιλά, είναι πιο ακριβής εάν μετράει με ένα δεκαδικό ψηφίο όπως συνήθως οι σύγχρονες ψηφιακές ζυγαριές, παρά όταν μετράει μόνο τον ακέραιο αριθμό kg. Θα με δείξει 94.2 kg ή 94.4 kg και θα «παρακολουθήσει» μικρότερες μεταβολές στο βάρος μου. Ωστόσο, αν ρυθμίστηκε στη Σουηδία, όπως λέγαμε παραπάνω, θα με δείχνει ελαφρύτερο: Η μέτρηση θα είναι μεν πιο ακριβής· όχι όμως πιο ορθή!

ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΕΡΩΤΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΝΑ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΘΟΥΜΕ ΣΤΟ ΓΡΑΠΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ

Τι είναι φυσική επιστήμη;

Είναι η διαδικασία για να κατακτήσουμε την γνώση σε μια περιοχή της πραγματικότητας, που βασίζεται όχι μόνο στην προσεκτική παρατήρηση και την καταγραφή της μα και στην επιστράτευση της λογικής και της αμφιβολίας ώστε να καταλήξουμε σε υποθέσεις για τον τρόπο που λειτουργεί η φυσική πραγματικότητα, τις οποίες υποθέσεις δοκιμάζουμε ακριβώς πάνω στην πραγματικότητα με το πείραμα. Ελέγχουμε δηλαδή εάν προβλέψεις που κάνουμε με την βοήθεια της υπόθεσής μας ταιριάζουν με το τι πραγματικά συνέβη στο πείραμά μας.

Σε τι διαφέρει από προηγούμενες απόπειρες για την γνώση (πχ την φυσική φιλοσοφία);

Η βασική διαφορά έχει να κάνει με την αντίληψη της επιστήμης πως η πραγματικότητα υπάρχει έξω από εμάς και πως αποτελεί πηγή της γνώσης μας για αυτήν, για την οποία απαιτείται μέτρηση των χαρακτηριστικών της, λογική υπόθεση και πείραμα. Η μέτρηση και το πείραμα έλειπαν σε μεγάλο βαθμό από την φυσική φιλοσοφία.

Τι ονομάζουμε φυσικό μέγεθος;

Φυσικό μέγεθος ονομάζουμε ένα χαρακτηριστικό της φύσης που έχει κάποια ποσοτική διάσταση που μπορούμε να προσδιορίσουμε με την βοήθεια της μέτρησης.

Τι ονομάζουμε μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους;

Μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους ονομάζουμε την σύγκριση της ποσότητάς του με μία άλλη ποσότητα του μεγέθους αυτού, από τα πριν καθορισμένη και γνωστή. Πχ συγκρίνουμε την μάζα ενός αντικειμένου με την –προκαθορισμένη– μάζα του 1 kg, τοποθετώντας βαρίδια του 1 kg και υποδιαιρέσεών του σε έναν ζυγό ώστε να ισορροπούν με το αντικείμενο. Το αποτέλεσμα της μέτρησης αποτελείται από έναν θετικό αριθμό που εκφράζει πόσες φορές «χωράει» σε αυτό η προκαθορισμένη ποσότητα που ονομάζω «μονάδα μέτρησης», και η μονάδα αυτή. Πχ ο Μανουσάκης έχει μάζα 94 kg. Το 94 εκφράζει πόσες φορές η μάζα του Μανουσάκη είναι μεγαλύτερη από μια προκαθορισμένη μάζα που γνωρίζω και έχω συμφωνήσει με τον υπόλοιπο κόσμο να ονομάζω 1 kg.

Δώστε τέσσερα παραδείγματα φυσικών μεγεθών που γνωρίζετε και για το καθένα από αυτά μία μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιούμε συνήθως.

Γνωρίζουμε το μήκος (μονάδα 1m), τη μάζα (μονάδα 1kg), τον χρόνο (μονάδα 1s), το βάρος (μονάδα 1N). Άλλα φυσικά μεγέθη είναι: Το εμβαδό (μονάδα 1 τ.μ.), ο όγκος (μονάδα 1lt), η ταχύτητα (μονάδα 1km/h), η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (μονάδα 1A), η θερμοκρασία (μονάδα 1°C).

Δώστε τρία παραδείγματα οργάνων μέτρησης διαφορετικών φυσικών μεγεθών.

Το ύψος μας το μετράμε με ένα μέτρο, τον χρόνο με ένα χρονόμετρο, το βάρος μας με μία ζυγαριά.

Ποιες φυσικές διαδικασίες αξιοποιούμε για να μετράμε τον χρόνο; Ποιο είναι το χαρακτηριστικό τους. Αναφέρετε τρεις τέτοιες διαδικασίες (φαινόμενα).

Όπως και για τα άλλα φυσικά μεγέθη θέλουμε μια καθορισμένη ποσότητα για να συγκρίνουμε με αυτήν τους διάφορους χρόνους. Δηλαδή κάτι που να διαρκεί πάντα το ίδιο. Αυτό μας το δίνουν τα λεγόμενα περιοδικά φαινόμενα (επαναλαμβάνονται ακριβώς σε ίσα χρονικά διαστήματα). Παρα-

δείγματα: Η περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο, η περιστροφή της γης γύρω από τον εαυτό της, η ταλάντωση ενός εκκρεμούς, ο σφυγμός μας (χωρίς ακρίβεια).

Γιατί επιδιώκουμε να παίρνουμε πολλές μετρήσεις για να προσδιορίσουμε μια συγκεκριμένη ποσότητα αντί να μετράμε μία μόνο φορά;

Σε μία μέτρηση υπεισέρχονται, όσο προσεκτικοί και να είμαστε, τυχαία σφάλματα, λόγω ατελειών των οργάνων και ορίων ακρίβειας των αισθήσεών μας και της πρακτικής της μέτρησης. Με πολλές μετρήσεις μπορούμε να περιορίσουμε τα τυχαία σφάλματα με την αξιοποίηση της μέσης τιμής.

Υπάρχουν σφάλματα που δεν μπορούν να περιοριστούν με την βοήθεια της μέσης τιμής;

Υπάρχουν και ονομάζονται συστηματικά σφάλματα. Οφείλονται στα όργανα μέτρησης ως επί το πλείστον και έχουν να κάνουν με την βαθμονόμησή τους και με άλλους παράγοντες. Αυτά τα σφάλματα δεν μας οδηγούν τυχαία στο να μετράμε μια μικρότερη και μια μεγαλύτερη τιμές αλλά μεταφέρονται το ίδιο σε όλες τις μετρήσεις μας.

Να υπολογίσετε την μέση τιμή 8 μετρήσεων της συστολικής αρτηριακής πίεσης ενός υπερτασικού ασθενούς: 14.2, 14.8, 15.6, 15.1, 15.3, 14.9, 14.9, 15.2 mmHg.

Προσθέτω τις 8 τιμές: $14.2 + 14.8 + 15.6 + 15.1 + 15.3 + 14.9 + 14.9 + 15.2 = 110.0$. Τώρα διαιρώ με το 8, αφού έχω 8 μετρήσεις: $110.0 \div 8 = 13.75$. Η μέση τιμή είναι 13.75 mmHg.

Τι ονομάζουμε ακρίβεια για τις μετρήσεις μας;

Έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια όταν μπορούμε να περιορίσουμε την έκταση των τυχαίων σφαλμάτων. Ο πιο απλός τρόπος είναι το όργανο μέτρησής μας να μπορεί να μετρήσει με περισσότερες υποδιαίρεσεις (δεκαδικά ψηφία) την τιμή του μεγέθους. Πχ ένας χάρακας που μπορεί να μετρήσει χιλιοστά (mm) μπορεί να μας διασφαλίσει μεγαλύτερη ακρίβεια από έναν που μετράει μόνο εκατοστά (cm).