

ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ - ΣΥΜΜΕΤΡΙΕΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Τα αξιώματα της Φυσικής

A. Οι φυσικοί νόμοι - Τίτλοι ευγένειας για τη Φυσική

Ξεφυλλίζοντας ένα σχολικό βιβλίο Φυσικής βλέπουμε πλήθος από τύπους δηλαδή μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν τα διάφορα φυσικά μεγέθη μεταξύ τους. Όταν όμως κάποιος μας ρωτήσει ποιοι απ' όλους αυτούς τους τύπους είναι οι σπουδαιότεροι, τότε ίσως δυσκολευτούμε ν' απαντήσουμε διότι ίσως να μη γνωρίζουμε ποιοι και γιατί είναι οι σπουδαιότεροι ή αν ακόμη ισχύει ή όχι ένα καθεστώς ισότητας «δημοκρατίας» ανάμεσα στους τύπους της Φυσικής. Δυστυχώς όμως τέτοιο καθεστώς ισοτιμίας δεν υπάρχει. Έτσι οι τύποι της Φυσικής χωρίζονται σε τάξεις ή κατηγορίες:

1. Η πρώτη κατηγορία είναι η κατηγορία των σχέσεων μέσω των οποίων ορίζουμε καινούργια φυσικά μεγέθη. π.χ. σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τύποι:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad \vec{u} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

2. Η δεύτερη κατηγορία είναι σχέσεις τις οποίες μπορούμε ν' αποδείξουμε από άλλες με φυσικούς και μαθηματικούς συλλογισμούς. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι σχέσεις:

- a. $C = \epsilon\epsilon_0 \frac{S}{d}$

- b. $B = \mu\mu_0 in^*$

- c. $\frac{V}{l} = \rho_0 \frac{l}{S}$ κτλ

3. Η τρίτη κατηγορία είναι σχέσεις που δεν μπορούμε να τις αποδείξουμε και την αλήθεια τους την δεχόμαστε a-priori. Τις σχέσεις αυτές τις ονομάζουμε αρχές της Φυσικής ή φυσικούς νόμους που είναι πράγματι τίτλοι ευγενείας για τη Φυσική. π.χ. σ' όλο τον κλασικό ηλεκτρομαγνητισμό φυσικοί νόμοι είναι μόνο εξισώσεις του Maxwell ενώ για τη μηχανική είναι τα 3 βασικά αξιώματα του Νεύτωνα και ο νόμος της παγκόσμιας έλξης

Εδώ ακριβώς πρέπει να βάλουμε τα πράγματα στη θέση τους, διότι με ποικίλους τρόπους επιχειρείται η υποβάθμιση του τίτλου ευγενείας που δικαίως φέρουν οι φυσικοί νόμοι. Κατ' αρχάς υπάρχουν τύποι στη Φυσική που παίρνουν τον τίτλο του φυσικού νόμου χωρίς να τον δικαιούνται. Τέτοιους μπορούμε ν' αναφέρουμε:

Τον νόμο του Ohm: $\frac{V}{l} = \text{σταθερό } R = \rho \frac{l}{S}$ ή τον νόμο του Joule $Q = i^2 R t$ σχέσεις που

μπορούμε με θεωρητικούς και μαθηματικούς συλλογισμούς να τις αποδείξουμε, αλλά στα σχολικά βιβλία μια τέτοια θεωρητική απόδειξη παραλείπεται. Εξ' άλλου όπως προαναφέραμε στον ηλεκτρομαγνητισμό μόνο 4 σχέσεις δικαιούνται τον τίτλο του φυσικού νόμου, οι εξισώσεις του Maxwell επομένως οποιαδήποτε άλλη σχέση φέρει αυτό τον τίτλο απλώς τον σφετερίζεται.

Άλλες φορές πάλι η υποβάθμιση του τίτλου ευγενείας που φέρει κάποιος φυσικός νόμος γίνεται όταν επιχειρείται κάποια απόδειξη του νόμου. Έτσι σε πολλά σχολικά βιβλία βλέπουμε κάποια απόδειξη του νόμου της επαγωγής, χρησιμοποιώντας όμως πάντα σαν δεδομένο την έκφραση της δύναμης Lorenz $F = B q U$

ενώ αντίθετα η σχέση αυτή για τη δύναμη Lorenz προκύπτει από κάποια μαθηματική επεξεργασία των 4 εξισώσεων Maxwell. Έτσι αν στη συνέχεια πάμε να δούμε τι συμβαίνει όταν ο αγωγός δεν κινείται σε μαγνητικό πεδίο αλλά μεταβάλλεται το πεδίο τότε βρισκόμαστε μπροστά σε μία κλειστή πόρτα που έχουμε χάσει το κλειδί «τη δύναμη Lorenz για να την ανοίξουμε».

Αυτό συμβαίνει και με τους υπόλοιπους νόμους του ηλεκτρομαγνητισμού όταν επιχειρείται κάποια απόδειξη των νόμων στο βιβλίο της Γ' Λυκείου χωρίς να τονίζεται ότι αυτό τελικά που κάνουμε δεν είναι η απόδειξη του νόμου, αλλά η ιστορική του ανακάλυψη. Γιατί όλοι οι νόμοι δεν ανακαλύφθηκαν τόσο άμμεσα όσο π.χ. ο νόμος της παγκόσμιας έλξης:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

(γι' αυτό δεν επιχειρείται πουθενά η απόδειξη της ανωτέρω σχέσης), αλλά ανακαλύφθηκαν από τα πορίσματά τους.

Έτσι για την ανακάλυψη του νόμου του Ampere προηγήθηκαν ένα σωρό εργασίες πάνω στα μαγνητικά πεδία που δημιουργούν ρευματοφόροι αγωγοί, (σχέση Biot - Savart) και την τελική μορφή του ο νόμος την πήρε απ' τον Maxwell όταν συμπλήρωσε το ρεύμα μετατόπισης.

Γενικά δηλαδή ο άνθρωπος για τη μελέτη της φύσης και την ανακάλυψη των νόμων της ακολουθεί συνήθως την επαγωγική μέθοδο όπως λέμε. Δηλαδή από τα επιμέρους (πορίσματα κάποιου φυσικού νόμου) καταλήγει στην γενικότητα, δηλαδή το φυσικό νόμο.

B. Η συμμετρία των φυσικών νόμων – Συγγένεια μεταξύ των ευγενών

Όπως στην καθημερινή ζωή οι λεγόμενοι ευγενείς συγγενεύουν λίγο πολύ μεταξύ τους, γιατί τέτοιοι τίτλοι είναι συνήθως κληρονομικοί έτσι και στη φύση οι ευγενείς της, οι φυσικοί νόμοι, παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ τους, συμμετρίες όπως λέγονται στα Μαθηματικά. Ένας λόγος π.χ. που εισήγαγε ο Maxwell το ρεύμα μετατόπισης ήταν η ανάγκη συμμετρίας των νόμων του ηλεκτρομαγνητισμού που πρότεινε. Η συμμετρία δε, θα ήταν τέλεια εάν υπήρχαν και τα μαγνητικά μονόπολα όπως τα φορτία στην ηλεκτρισμό. Ακόμα όμως δεν έχουν ανακαλυφθεί στο εργαστήριο αλλά και ούτε έχει διατυπωθεί κάποια θεωρία που ν' αποκλύει την ύπαρξή τους. Έτσι το θέμα σ' αυτό το σημείο παραμένει ακόμα ανοικτό. Η συμμετρία μεταξύ των:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ (νόμος της παγκόσμιας έλξης) και}$$

$$F = K_{ηλ} \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ (νόμος του Coulomb)}$$

είναι ολοφάνερη. Η συμμετρία των φυσικών νόμων δίνει μια κομψότητα και μια απλότητα Φυσική και συγχρόνως μας εξασφαλίζει ένα διδακτικό εργαλείο καθόλου αξιολογημένο.

Έτσι για παράδειγμα γνωρίζοντας τους τύπους που ισχύουν για τις μεταφορικές κινήσεις και βρίσκοντας τις κατάλληλες αντιστοιχίες μεταξύ των μεταφορών και περιστροφών, μπορούμε πολύ εύκολα να βρούμε τους τύπους που ισχύουν για τις περιστροφικές κινήσεις. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε μεταξύ Μηχανικής και Ηλεκτρισμού και σαν παράδειγμα αναφέρουμε εδώ τον τρόπο με τον οποίο προσδιορίζουμε την συχνότητα ταλάντωσης ενός LC κυκλώματος στο σχολικό βιβλίο της Γ' Λυκείου.

Εκτός όμως από τους Φυσικούς νόμους που παρουσιάζουν συμμετρία, και ο ίδιος ο χωρόχρονος μέσα στον οποίο ζούμε είναι και αυτός συμμετρικός. Το γεγονός δε αυτό μας οδηγεί σε Φυσικούς νόμους πολύ ισχυρούς με εφαρμογές σ' όλους τους τομείς της Φυσικής. Η συμμετρία στη μετατόπιση του χώρου δηλαδή το γεγονός ότι οι Φυσικοί νόμοι είναι οι ίδιοι και εδώ που κάνουμε κάποιο πείραμα και πάρα πέρα, που αυτό το πάρα πέρα μπορεί να φθάνει και σε μερικά εκατομμύρια έτη φωτός οδηγούν στην αρχή διατήρησης της ορμής.

Η συμμετρία κατά την στροφή δηλαδή το γεγονός ότι οι Φυσικοί νόμοι ισχύουν ακριβώς οι ίδιοι ανεξάρτητα του προσανατολισμού που έχει το εργαστήριο στο οποίο εκτελούμε κάποιο πείραμα μας οδηγούν στην αρχή διατήρησης της στροφορμής. Τέλος το αναλλοίωτο των Φυσικών νόμων μέσα στο χρόνο, το γεγονός δηλαδή ότι οι Φυσικοί νόμοι παραμένουν οι ίδιοι μέσα στο πέρασμα του χρόνου μας οδηγεί στην αρχή διατήρησης της ενέργειας.

Σήμερα οι συμμετρίες στη Φυσική αποτελούν έναν πολύ ενδιαφέροντα θεωρητικό τομέα. Έχει βρεθεί για παράδειγμα ότι όσο πιο πολλές συμμετρίες παρουσιάζει μία εξίσωση που περιγράφει μία αλληλεπίδραση τόσο πιο ισχυρή είναι αυτή η αλληλεπίδραση. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι οι πυρηνικές αλληλεπιδράσεις είναι πολύ πιο ισχυρές από τις ηλεκτρομαγνητικές. Στη σύγχρονη Φυσική η έννοια των συμμετριών παίζει πολύ μεγάλο ρόλο. Ειδικά μία συμμετρία που λέγεται συμμετρία βαθμίδας

Γ. Το μέλλον των φυσικών νόμων «το μέλλον των ευγενών»

Σ' αυτό το σημείο της συζήτησης κάποιος ευλόγως θα έθετε το ερώτημα. Έχουμε ανακαλύψει άραγε όλους τους Φυσικούς νόμους, και εάν ναι με τι θα ασχολούνται πλέον οι Φυσικοί του μέλλοντος εφ' όσον δεν θα υπάρχει τίποτα πλέον να ανακαλύψουν; Μήπως λοιπόν υπάρχει φόβος η Φυσική να καταλήξει σε μια επιστήμη ρουτίνας που όλες οι αρχές της θα είναι γνωστές και εμείς δεν θα έχουμε τίποτα άλλο παρά να ερμηνεύουμε νέα πειραματικά δεδομένα με τις υπάρχουσες όμως αρχές; Κάτι παρόμοιο δηλαδή που συμβαίνει με την Ευκλείδεια Γεωμετρία στην οποία έχουμε πλήθος ασκήσεων που όλες όμως λύνονται με τα γνωστά αξιώματα του Ευκλείδη;

Κάποτε οι Φυσικοί πίστεψαν σε κάτι τέτοιο. Πίστεψαν δηλαδή ότι πράγματι είχαν ανακαλύψει όλες τις αρχές της φύσης και μάλιστα χάρηκαν γι' αυτό διότι ήλπιζαν ότι τελείωσαν τα βάσανά τους. Αυτό συνέβη στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Σήμερα όμως είμαστε βέβαιοι ότι τα πράγματα δεν είναι έτσι. Και η απάντηση στο πάρα πάνω ερώτημα που

θέσαμε είναι αρνητική.

Γνωρίζουμε λοιπόν ότι κάθε Φυσικός νόμος που ανακαλύπτουμε δεν ισχύει παντού και πάντα αλλά ισχύει κάτω από ορισμένες μόνο συνθήκες και προϋποθέσεις. Έτσι οι 4 εξισώσεις του Maxwell είναι οι Φυσικοί νόμοι που διέπουν τον ηλεκτρομαγνητισμό παύουν να ισχύουν όταν πάμε να τους εφαρμόσουμε σε ατομικά επίπεδα. Η Μηχανική του Νεύτωνα αποτελείται από αρχές που δεν είναι όμως σωστές όταν τις εφαρμόζουμε για πολύ μεγάλες ταχύτητες. Η αρχή διατήρησης της ενέργειας ισχύει για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα μπορεί και να παραβιαστεί μέσα στα πλαίσια της αρχής της αβεβαιότητας.

Ανακαλύπτοντας λοιπόν κάποιο Φυσικό νόμο το επόμενο βήμα είναι να βρούμε υπό ποιες συνθήκες ή προϋποθέσεις δεν ισχύει. Δίνοντας δηλαδή τον τίτλο ευγενείας από την μια μεριά, αμέσως από την άλλη μεριά προσπαθούμε να τον αποσπάσουμε. Στην προσπάθεια αυτή σύμμαχός μας είναι το πείραμα. Έτσι καταλήγουμε σε κάποιο γενικότερο νόμο που οι προηγούμενοι θ' αποτελούν πορίσματα αυτού. Έτσι οι ευγενείς λιγότευουν και η κατανόηση της φύσης γίνεται πιο απλή και λογική.

Το πιο απόρθητο κάστρο των ευγενών είναι τ' αξιώματα της Θερμοδυναμικής, προς το παρόν τουλάχιστον. Έτσι λοιπόν προχωράμε με την ελπίδα να βρούμε τον ένα και μοναδικό Φυσικό νόμο που με αυτόν να εξηγούνται όλα τα φυσικά φαινόμενα. Για να φθάσουμε όμως εκεί, στην θεωρία των πάντων όπως την ονομάζουμε ο δρόμος είναι ακόμα μακρύς και δύσκολος και έτσι δεν πρέπει να ανησυχούμε για το μέλλον των Φυσικών. Ίσως βέβαια και να μην φθάσουμε ποτέ στο τέρμα. Ίσως η αλήθεια να είναι όπως κάποιος άρρητος αριθμός που όσο πιο πολλά δεκαδικά ψηφία απ' αυτόν ξέρουμε, τόσο πιο πολύ τον προσεγγίζουμε, χωρίς όμως να μπορούμε να τον βρούμε ποτέ με απόλυτη ακρίβεια, αφού αποτελείται από άπειρα δεκαδικά ψηφία.

Φυσικός Κόσμος -Τεύχος 100