

Ιστορία και εξέλιξη των ιδεών στη Φυσική

Χάρης Βάρβογλης

varvogli@physics.auth.gr

<http://www.astro.auth.gr/~varvogli>

Γενικές πληροφορίες για το μάθημα

- Ιστοσελίδα:
<http://www.astro.auth.gr/~varvogli/>
- Γραφείο: ΣΘΕ, 4^{ος} όροφος, γραφείο 3
- Ώρες: 10.00-12.00 καθημερινά
- Βιβλίο: Ομότιτλο, *εκδόσεις Πλανητάριο*, 200 σελίδες
- Ημερολόγιο μαθήματος
- Μέθοδος διδασκαλίας: “διάλεξη” – ηλεκτρονικές διαφάνειες - εργασίες
- Το ημερολόγιο διδασκαλίας και οι ηλεκτρονικές διαφάνειες είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Σκοπός-στόχος του μαθήματος

- Η κατανόηση του πώς διαμορφώθηκε ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη Φυσική σήμερα.
- Η έμφαση είναι στην *εξέλιξη των ιδεών σε κάθε κεφάλαιο* (π.χ. Μηχανική, Οπτική, κλπ.), με παράλληλη παρουσίαση στοιχείων από την Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Φυσικής.
- Χρονολογίες και ονόματα; Είναι φυσικό να εμφανίζονται σε μάθημα Ιστορίας αλλά δεν απαιτούνται στο παρόν μάθημα.
- Το μόνο που χρειάζεται είναι η κατανόηση της εποχής κάθε γενιάς φυσικών.

Περιεχόμενο του μαθήματος

- Γενικά, η εξέλιξη των ιδεών και εννοιών της Φυσικής από την εποχή των Αρχαίων Ελλήνων μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Στα τελευταία μαθήματα θα παρουσιάσω ορισμένες βασικές πληροφορίες για την εξέλιξη των πανεπιστημίων, από την αρχαία εποχή μέχρι σήμερα, και για τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η έρευνα στις μέρες μας. Αναλυτικά η ύλη:

1. Φυσικές επιστήμες και Φυσική
2. Οι ιδέες των αρχαίων Ελλήνων για τη φύση
3. Από την κλασική εποχή στην Αναγέννηση
4. Τα κύρια κεφάλαια της Φυσικής
5. Μηχανική
6. Οπτική
7. Στατικός ηλεκτρισμός και μαγνητισμός
8. Ηλεκτρικό ρεύμα - Ηλεκτρομαγνητισμός
9. Θερμότητα - Θερμοδυναμική
10. Κινητική Θεωρία των ιδανικών αερίων
11. Από την κλασική στη σύγχρονη Φυσική
12. Φυσική του 20^{ου} αιώνα
13. Μαθήματα από τρεις αιώνες Φυσικής
14. Οργάνωση της διδασκαλίας και της έρευνας

Βαθμολογία

- Παρακολούθηση του μαθήματος
- Γραπτή ή προφορική εξέταση (ΟΧΙ απομνημόνευση!)
- Εργασία (~20 σελίδες, θέματα είτε από την ιστοσελίδα του μαθήματος είτε κατόπιν συνεννόησης με τον διδάσκοντα). **ΟΧΙ αντιγραφή-επικόλληση από το Διαδίκτυο!**
- Τελικός βαθμός
 - Βαθμός εξέτασης + 20% του βαθμού της εργασίας

Άλλες δραστηριότητες

- Σχετικά με τη Φυσική της καθημερινής ζωής.
- Συνηθισμένες παρανοήσεις καθηγητών και φοιτητών σε θέματα Φυσικής.

Ένα παράδειγμα πιθανής συζήτησης

- Το φθινόπωρο του 2011 ακούσαμε στις ειδήσεις ότι επιστήμονες χρονομέτρησαν νετρίνα
 - να κινούνται με ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός από το CERN (στη Γενεύη) στο Γκραν Σάσο (στην Ιταλία).
- Ποιες είναι οι συνέπειες για τη Φυσική;
- Πώς συνδέεται αυτή η «παρατήρηση» με τη Θεωρία της Σχετικότητας; Πώς «συγχρονίζουμε» τα ρολόγια μας στο CERN και στο Γκραν Σάσο;
- Αλλάζει η Φυσική; Είναι λανθασμένη η Σχετικότητα;
- Πώς πρέπει να σκεφτόμαστε σε παρόμοιες περιπτώσεις;
- Την άνοιξη του 2012 ο ισχυρισμός αυτός αποσύρθηκε.

Ένα άλλο παράδειγμα πιθανής συζήτησης

- Την άνοιξη του 2014 ανακοινώθηκε ότι αστρονόμοι μέτρησαν το πλάτος των βαρυτικών κυμάτων που προέρχονται από την εποχή της Μεγάλης Έκρηξης και το βρήκαν 20 φορές μεγαλύτερο από το αναμενόμενο.
- Η εργασία δεν είχε υποβληθεί για δημοσίευση σε περιοδικό, αλλά είχε παρουσιαστεί σε συνέντευξη τύπου.
- Ποια τα περιθώρια λάθους;

Η Φυσική σε διάφορες ηλικίες

- Όχι μόνο η ιδέα (αντίληψη) ενός φυσικού για τη Φυσική διαφέρει από αυτήν ενός μέσου πολίτη, αλλά η αντίληψη αυτή αλλάζει καθώς αυτός (ή αυτή!) ωριμάζει, συνήθως μέσα από αμφιβολίες και εκπλήξεις-ανατροπές. Ακολουθεί το χοντρικό περίγραμμα των διάφορων σταδίων αυτής της εξέλιξης.

Γυμνάσιο - Λύκειο

- **Θεωρία:** Μια πολύ «ορθολογική» άποψη για την Επιστήμη: η πρόσθεση μήλων είναι μια προφανής εφαρμογή των φυσικών αριθμών και η μέτρηση αποστάσεων είναι μια προφανής εφαρμογή της Ευκλείδειας Γεωμετρίας. Υπάρχει η εντύπωση ότι ο Καρτέσιος είχε δίκιο, δηλαδή ότι μπορούμε να βρούμε τους νόμους της φύσης με απλή σκέψη. Τα έργα επιστημονικής φαντασίας φαίνονται αληθοφανή.
- **Πείραμα:** Απλή επιβεβαίωση της θεωρίας που γνωρίζει ο καθηγητής.
- **Μαθηματικά:** Μοιάζουν ακόμη σχετικά απλά. Εν γένει αφορούν πράγματα που μπορεί κανείς να δει στην καθημερινή ζωή – αν θελήσει να παρατηρήσει γύρω του.

Πανεπιστήμιο

- **Θεωρία:** Οι νόμοι της φύσης απομακρύνονται από τη διαίσθησή μας: Η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας και η Κβαντομηχανική μας εκπλήσσουν και φαίνονται αντιφατικοί με τις γνώσεις της κλασικής Φυσικής. Αλλά παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι τα αποτελέσματα μπορούν να αποδειχθούν με αυστηρό τρόπο από ένα συγκεκριμένο σύνολο αξιωμάτων-νόμων. Η εκλαϊκευμένη επιστήμη φαίνεται ελκυστική.
- **Πείραμα:** Αναπόφευκτο και αναγκαίο, ως πηγή γνώσης.
- **Μαθηματικά:** Στο στάδιο αυτό ξεπερνάνε τον απλό λογισμό και φαίνονται πιο απομακρυσμένα από τη Φυσική, παρόλο που τα εφαρμοσμένα Μαθηματικά είναι ακόμη χρήσιμα.

Μεταπτυχιακά – και πέρα...

- **Θεωρία**: Η «καθιερωμένη» δεν είναι πια αλάνθαστη. Τα διδακτικά βιβλία είναι συνήθως ξεπερασμένα και βασισμένα σε απαρχαιωμένες απόψεις. Τα πράγματα γίνονται ασαφή και βασισμένα σε ένα πλήθος υποθέσεων. Οι φοιτητές πρέπει να βρίσκουν οι ίδιοι τις απαντήσεις στα ερωτήματά τους.
- **Πείραμα**: Σημαντικό, αλλά κατά κάποιον τρόπο απομακρυσμένο από τη θεωρία.
- **Μαθηματικά**: Οι φυσικοί «κατασκευάζουν» τα δικά τους Μαθηματικά, και αφήνουν τους μαθηματικούς να ξεμπερδέψουν την κατάσταση.

Φυσική και Μαθηματικά - I

- Η Φυσική και τα Μαθηματικά μοιάζουν πολύ συγγενείς επιστήμες στην αρχή, αλλά στη συνέχεια τείνουν να αποκλίνουν, ειδικότερα στις μεταπτυχιακές σπουδές (ή στη Φυσική του 20^{ου} αιώνα και μεταγενέστερα).
- Η βασική διαφορά είναι ότι οι περισσότεροι μαθηματικοί ενδιαφέρονται για αποτελέσματα όσο το δυνατόν πιο γενικά, ενώ οι περισσότεροι φυσικοί ενδιαφέρονται για συγκεκριμένους υπολογισμούς, που μπορούν να βρουν εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο.

Φυσική και Μαθηματικά - II

- Το αποτέλεσμα είναι ότι οι μέθοδοι των δύο επιστημονικών ομάδων τείνουν να διαφέρουν:
 - > Οι μαθηματικοί ενδιαφέρονται, κατά κανόνα, σε ό,τι είναι δυνατό να αποδειχθεί αυστηρά από ένα δεδομένο σύνολο αξιωμάτων.
 - > Οι φυσικοί κατά κανόνα (με εξαιρέσεις, όπως π.χ. οι Μάξγουελ και Αϊνστάιν) έχουν ως δεδομένα τα πειραματικά αποτελέσματα, και πρέπει στη συνέχεια να «ανακαλύψουν» τα αξιώματα (δηλ. τους νόμους της Φυσικής). Αυτός είναι ο επαγωγικός τρόπος σκέψης.
- Το ίδιο και οι συμβολισμοί:
 - > Οι μαθηματικοί χρησιμοποιούν έναν ακριβή συμβολισμό, ο οποίος ορίζει καθαρά ποιός είναι ο ορισμός ενός αντικειμένου.
 - > Οι φυσικοί χρησιμοποιούν ένα συμβολισμό, ο οποίος διευκολύνει τους υπολογισμούς (π.χ. $y = y(x)$, αντί για $y = f(x)$).

Φυσική και Μαθηματικά - III

- Τελικά, παρόλο που οι φυσικοί και οι μαθηματικοί συχνά χρησιμοποιούν παρόμοιες μεθόδους, η ομοιότητα δεν είναι προφανής.
- Από την άλλη πλευρά, όμως, πολλές μαθηματικές θεωρίες βρήκαν εφαρμογές στη Φυσική πολύ μεταγενέστερα από την αρχική διατύπωσή τους, ως αφηρημένων μαθηματικών εννοιών (π.χ. ο τανυστικός λογισμός στη ΓΘΣ, η άλγεβρα Lie στη Χαμιλτονιανή Μηχανική κτλ.).