

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντίθετα με ό,τι προΐδεάζει ο τίτλος του, τούτο το βιβλίο –η *Κβαντομηχανική II*– δεν αποτελεί συνέχεια της *Κβαντομηχανικής I* αλλά ένα *χωριστό βιβλίο* για τη διδασκαλία της κβαντικής θεωρίας σε ένα πιο προχωρημένο –αλλά πάντα *προπτυχιακό*– επίπεδο. Πρόκειται δηλαδή για *Κβαντομηχανική επιπέδου II* έναντι της *Κβαντομηχανικής επιπέδου I* που ήδη κυκλοφορεί.

Όπως η *Κβαντομηχανική I* έτσι και η *Κβαντομηχανική II* έχει μια ισχυρή διεπιστημονική στόχευση. Ένας από τους βασικούς στόχους της είναι να ενθαρρύνει τη «συνάντηση» φυσικών, μαθηματικών και επιστημόνων πληροφορικής πάνω στο αναδυόμενο κοινό πεδίο των κβαντικών υπολογιστών και της κβαντικής πληροφορικής.

Το βιβλίο χωρίζεται σε τέσσερα μέρη που αντιστοιχούν στα αναγκαία λογικά στάδια για την πλήρη ανάπτυξη του θέματος.

Το πρώτο μέρος –με τίτλο *Τα θεμέλια*– είναι αφιερωμένο στις βασικές αρχές της θεωρίας και τα μαθηματικά εργαλεία που απαιτούνται για τη συστηματική εξαγωγή των πιο γενικών συνεπειών τους. Ειδικότερα στο πρώτο κεφάλαιο αυτές οι βασικές αρχές παρουσιάζονται από μηδενικής βάσεως –με την έννοια ότι καμιά προηγούμενη γνώση δεν είναι αναγκαία– έτσι ώστε το βιβλίο να είναι απολύτως αυτότακτες και να μπορεί να διδαχθεί ως πρώτο βιβλίο κβαντομηχανικής για όσους επιθυμούν να γνωρίσουν τη θεωρία κατευθείαν σε ένα πιο προχωρημένο – και πιο φορμαλιστικό– επίπεδο. Η ανάπτυξη του φορμαλισμού κορυφώνεται στο τελευταίο κεφάλαιο αυτού του μέρους με την παρουσίαση του λεγόμενου *γενικού φορμαλισμού του Dirac* και των δυνατοτήτων που αυτός μας παρέχει για την ανάδειξη των πιο αφηρημένων –άρα και πιο γενικών– πλευρών της θεωρίας. Για τη διευκόλυνση του φοιτητή που δεν έχει παρακολουθήσει ένα προηγούμενο εισαγωγικό μάθημα, η ανάπτυξη της θεωρίας διακόπτεται από καιρού εις καιρόν για να παρεμβληθούν κλασικά παραδείγματα εφαρμογής της εξισώσεως Schrödinger –όπως π.χ. τα γνωστά «τετραγωνικά δυναμικά»– έτσι ώστε με τη «λήξη» του πρώτου μέρους να έχει απαλειφθεί οποιαδήποτε αρχική διαφορά υποβάθρου μεταξύ των διαφόρων ομάδων φοιτητών που παρακολουθούν το μάθημα.

Το δεύτερο μέρος εστιάζεται στα απλούστερα δυνατά κβαντικά συστήματα (αρμονικός ταλαντωτής, άτομο υδρογόνου) και στις μαθηματικές μεθόδους που είναι αναγκαίες για την ακριβή τους επίλυση. Με κύρια έμφαση, βεβαίως, στην *αλγεβρική μέθοδο λύσης*, η οποία επιτρέπει και την επέκταση της θεωρίας σε συστήματα

–όπως το σπιν– χωρίς κλασικό ανάλογο. Με την παρουσίαση της αρχής του Pauli στο τελευταίο κεφάλαιο αυτού του μέρους κλείνει επίσης και το πλαίσιο των θεμελιωδών αρχών της κβαντομηχανικής.

Οι *προσεγγιστικές μέθοδοι* του τρίτου μέρους αναπτύσσονται σε πέντε συνολικά κεφάλαια εκ των οποίων τα τρία αντιστοιχούν στα ισάριθμα είδη προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει η κβαντική θεωρία –*δέσμιες καταστάσεις*, το *πρόβλημα της σκέδασης* και το *πρόβλημα των κβαντικών μεταβάσεων*– ενώ άλλα δύο κεφάλαια αφιερώνονται στη χωριστή ανάπτυξη δύο πολύ σημαντικών εφαρμογών. Της λεπτής και υπέρλεπτης υφής του ατόμου του υδρογόνου (Κεφ. 10) και της αλληλεπίδρασης των ατόμων με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Κεφ. 13).

Στο τέταρτο –και τελευταίο– μέρος του βιβλίου ξαναγυρνάμε εκεί από όπου ξεκινήσαμε· στα θεμέλια. Στο πρώτο σχετικό κεφάλαιο συζητάμε τα θεμελιώδη ερωτήματα που θέτει η *στατιστική ερμηνεία* της κβαντομηχανικής, με έμφαση στις *ανισότητες του Bell* και τον πειραματικό τους έλεγχο, και στο επόμενο τις εντυπωσιακές «εφαρμογές» που αναδύθηκαν από αυτή την *έρευνα των θεμελίων*. Τους *κβαντικούς υπολογιστές*, την *ηλεμεταφορά* και την *κβαντική κρυπτογραφία*.

Όπως είπαμε και πριν, η οργάνωση και παρουσίαση του υλικού έχει προσεχθεί με βάση την ανάγκη να είναι το βιβλίο εύχρηστο από όλες τις ομάδες αναγνωστών του. Σε αυτό το πνεύμα όλο το τρίτο μέρος του –οι Προσεγγιστικές Μέθοδοι– έχει και εξωτερικά σημειωθεί (με κατάλληλη *σκίαση*) ώστε να γίνει σαφές ότι απευθύνεται κυρίως σε φυσικούς, ενώ μπορεί άνετα να παραλειφθεί σε ένα μάθημα για μαθηματικούς και επιστήμονες πληροφορικής. Λέμε δηλαδή ότι για τη μελέτη και κατανόηση του τέταρτου μέρους του βιβλίου καμιά γνώση προσεγγιστικών μεθόδων δεν είναι αναγκαία. Μετά το 8ο κεφάλαιο ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης, ή ο δάσκαλος, μπορεί να προχωρήσει αμέσως –και χωρίς κανέναν ενδοιασμό– στη μελέτη των κβαντικών υπολογιστών και των θεωρητικών τους προϋποθέσεων (Κεφ. 15 και 14 αντίστοιχα).

Όλα τα κεφάλαια συνοδεύονται από μια επαρκή συλλογή προβλημάτων, ενώ στην ιστοσελίδα του βιβλίου (www.cup.gr) θα υπάρχουν σύντομα κατάλληλα συμπληρώματα θεωρίας, ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και πρότυπα διαγωνίσματα που ελπίζεται να ενθαρρύνουν μια ενεργότερη διαδικασία μάθησης που δεν μπορεί να μην περιλαμβάνει και μια ισχυρή συνιστώσα αυτομάθησης.

Ηράκλειο Κρήτης
Οκτώβριος 2008

Στέφανος Τραχανάς
Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας