

Επιστημολογική προσέγγιση κβαντικής θεωρίας

N. Λυγερός

Η μελέτη της δημιουργίας της κβαντικής θεωρίας, τουλάχιστον με την αρχική της μορφή, αρχίζει απαραίτητα από το πρόβλημα της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος. Αυτό είναι βέβαια απαραίτητο αν έχουμε μια ιστορική προσέγγιση των θεωριών και γενικότερα των επιστημών. Όμως το επίκεντρό μας εδώ, είναι η αλλαγή φάσης μεταξύ θεωρίας των Rayleigh και Jeans και θεωρίας του Planck. Μέσω του κριτηρίου του Popper το πλαίσιο είναι καθαρά επιστημονικό εφόσον τα πειράματα σε υψηλές συχνότητες απορρίπτουν τον τύπο των πρώτων, ο οποίος είναι

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi}{c^3} \nu^2 k T \text{ όπου } u(\nu, T) \text{ είναι η φασματική πυκνότητα. Ενώ με τον}$$

εμπειρικό τύπο του Planck εισχωρούμε στη θεωρία του Kuhn και διασχίζουμε μια περίοδο κρίσης. Διότι δεν υπάρχει εκείνη τη στιγμή θεωρητική ερμηνεία του τύπου

$$u(\nu, T) = \frac{A \nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}. \text{ Και αυτό επιβεβαιώνεται από τον ίδιο τον Planck, ο οποίος}$$

έγραψε: «Έξι χρόνια πάλευα με το πρόβλημα της θερμικής ισορροπίας ύλης και ακτινοβολίας χωρίς επιτυχία. Ήξερα ότι αυτό το πρόβλημα είχε θεμελιώδη σημασία για τη Φυσική.»

Το πρόβλημα προερχόταν από την έλλειψη εξήγησης της υπεριώδους καταστροφής. Πιο βασικά ακόμα, η δυσκολία βρισκόταν στο συνεχές διάστημα του ολοκληρώματος που είχε ως αποτέλεσμα μια άπειρη τιμή. Η πραγματική αλλαγή φάσης και η μόνη που είναι ριζοσπαστική για την επιστημολογία, είναι η εισαγωγή του διακριτού συστήματος που επιτρέπει αθροίσματα εκεί που είχαμε ολοκληρώματα. Το πέρασμα από το συνεχές στο διακριτό είναι ο πυρήνας της επανάστασης του Planck ειδικά όταν γνωρίζουμε και την αξιωματική μορφή της κβαντικής θεωρίας. Πιο συγκεκριμένα οι ειδικοί είχαν να αντιμετωπίσουν ένα κλασικό αντίστροφο πρόβλημα που εμφανίζεται στα μαθηματικά και αφορά τη γεννήτρια συνάρτηση η οποία εξηγεί εύκολα τους συντελεστές του Taylor μα την οποία είναι δύσκολο ν' ανακαλύψουμε μέσω των συντελεστών. Υπάρχει ένα ανάλογο φαινόμενο με τον τύπο του Einstein και τον τύπο του Newton σχετικά με την κινητική ενέργεια. Εδώ, στη δική μας την περίπτωση, η ιδέα της ερμηνείας του Planck είναι ότι θέτοντας $\epsilon = h\nu$, ο παράγοντας $\frac{1}{1 - e^{-\epsilon/kT}}$ είναι το άθροισμα μίας γεωμετρικής σειράς που κάθε της όρος είναι ένα

εκθετικό Boltzmann με ενέργεια ένα ακέραιο πολλαπλάσιο της ποσότητας $\epsilon = h\nu$. Συνεπώς το πρόβλημα του ολοκληρώματος λύνεται μ' ένα διακριτό άπειρο άθροισμα. Έτσι βρίσκουμε πρακτικά και αποτελεσματικά τον τύπο του Planck:

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}. \text{ Επιστημολογικά το σπουδαιότερο είναι ότι ενώ αρχικά η}$$

μεθοδολογία του Planck είναι *ad hoc*, στην πραγματικότητα με τη συμβολή του Einstein και την παραδειγματική του εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, αποδεικνύεται ότι δεν είναι η τελική μορφή μιας κλασικής προέκτασης, αλλά η αρχική μορφή της κβαντικής θεωρίας. Ο διαχωρισμός ωστόσο δεν είναι τόσο εύκολος όπως το δείχνει και ο ίδιος ο δημιουργός αυτής της μεθοδολογίας που δεν κατάφερε να ξεπεράσει το νοητικό σχήμα που ανέδειξε. Η αλλαγή φάσης ήταν τόσο σημαντική που μερικοί από τους πιο αξιόλογους φυσικούς δεν μπόρεσαν να την ενσωματώσουν

στη σκέψη τους. Μέσω της θεωρίας του Κuhn αυτή η εξέλιξη του όλου θεωρητικού πλαισίου είναι παραδειγματική.