

Ηράκλειο, 28-3-2026

**Προς:** Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**Κοινοποίηση: (1)** Γενική Διεύθυνση Σπουδών Πρωτοβάθμιας & Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης / Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού & Θρησκευμάτων

**(2)** Σχολικοί Σύμβουλοι ΠΕ04.01

Αξιότιμοι κ.κ.

Ο στόχος αυτής της επιστολής μας είναι να καταγράψουμε κάποιους προβληματισμούς μας, σε σχέση με την διδασκαλία της κβαντομηχανικής στο μάθημα της Φυσικής Γ Λυκείου, επιδιώκοντας να συμβάλουμε θετικά στην βελτίωση της. Η εισαγωγή της σύγχρονης Φυσικής στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών ήταν αναγκαία και πρέπει να προχωρήσει και σε άλλα επίπεδα, με την αναδιαμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών και των σχολικών εγχειριδίων συνολικά. Η αλλαγή φιλοσοφίας στα προγράμματα σπουδών, αλλά και στον τρόπο εξέτασης και διδασκαλίας του μαθήματος μπορεί να επιφέρει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο σκέψης των μαθητών μας και να προσθέσει τα εργαλεία στην κατεύθυνση της διαμόρφωσης ενός σκεπτόμενου πολίτη.

Η επιλογή των ενοτήτων της «παλιάς κβαντικής Φυσικής» για την διδασκαλία στο Λύκειο είναι μια εύλογη επιλογή, καθώς δεν συνοδεύεται από μαθηματικές απαιτήσεις υψηλού επιπέδου. Η διδασκαλία των κεφαλαίων είναι και μια ιστορική αναδρομή από το 1900 μέχρι και το 1926 από το Μέλαν Σώμα μέχρι και τον Κυματοσωματιδιακό δυισμό της ύλης και την έννοια της Κυματοσυνάρτησης. Αυτή η αναδρομή μπορεί να δώσει στους μαθητές μας την «μεγάλη εικόνα» για τον τρόπο που λειτουργεί η επιστήμη, ανοίγοντας νέους δρόμους, όταν συναντά αδιέξοδα στην κατανόηση φαινομένων. Υπάρχουν όμως αρκετά ζητήματα που θεωρούμε ότι είναι σημαντικό να διορθωθούν, ώστε αυτή η προσθήκη να έχει και τα απαραίτητα μαθησιακά αποτελέσματα και να μην χαθεί μια ακόμα ευκαιρία οι μαθητές μας να δουν με άλλο μάτι αυτό τον «κόσμο τον μικρό τον μέγα».

Η «επανάσταση» της Κβαντικής θεωρίας πριν από 100 χρόνια άφησε και αφήνει πίσω της όχι μόνο τον οδικό χάρτη κατανόησης της ύλης σε ατομικό και υποατομικό επίπεδο, αλλά και τα εργαλεία, των μεγάλων τεχνολογικών επαναστάσεων που ακολούθησαν και συνεχίζουν. Όλα όμως ξεκινούν από την παρατήρηση και την αδυναμία της κλασικής φυσικής να εξηγήσει φαινόμενα σχετιζόμενα με την δομή της ύλης. Από το «παγκόσμιο φως» και το φάσμα της

θερμικής ακτινοβολίας, στο φωτόνιο ως «πακέτο ενέργειας» της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και στην συνέχεια στον κυματικό χαρακτήρα των υποατομικών σωματιδίων που γεννάει την πιθανοκρατία και τις αβεβαιότητες. Μια διαδρομή που ο μαθητής της Γ Λυκείου όχι μόνο μπορεί να αντιληφθεί, αλλά μπορεί να κάνει και στοιχειώδεις υπολογισμούς. **Άραγε το σχολικό εγχειρίδιο μας δίνει αυτή την δυνατότητα;** Η απάντηση είναι **όχι** καθώς αποτελεί κοινή πεποίθηση των εκπαιδευτικών ότι ο μαθητής «χάνεται» στην πολυπλοκότητα των πράξεων και των αριθμών, χωρίς να κρατάει την ουσία. Είναι λοιπόν αναγκαίο μέσα από τις οδηγίες διδασκαλίας για το επόμενο σχολικό έτος να δοθεί έμφαση τουλάχιστον στα ακόλουθα:

- (1) Ο Νόμος του Wien για το μήκος κύματος αιχμής παρουσιάζεται στο σχολικό εγχειρίδιο ως ένα γινόμενο. Σε ένα παρατηρήσιμο φαινόμενο το «χρώμα» που αλλάζει με την θερμοκρασία του σώματος, δεν θα έπρεπε να αναδεικνύουμε το «αντιστρόφως ανάλογο» των εμπλεκόμενων ποσοτήτων; Δίνοντας αυτή την απλή τιμή για την σταθερά  $a$ , θα μπορούσαμε να έχουμε την ορθή μαθηματική έκφραση για τον Νόμο.
- (2) Η χρήση της μονάδας μέτρησης ενέργειας eV (ηλεκτρονιοβολτ) που είναι αυτονόητη επιλογή για προβλήματα σε ατομικό και υποατομικό επίπεδο. Η εμμονή της χρήσης των Joule, δημιουργεί λανθασμένη εικόνα και δεν δίνει την πληροφορία της «τάξης μεγέθους» που μπορεί να αναπτύξει και την κριτική σκέψη των μαθητών. Ο μαθητής πελαγοδρομεί μέσα στις αρνητικές δυνάμεις του 10, χωρίς να μπορεί να διερευνήσει το τι αυτές εκφράζουν ως τάξεις μεγέθους.
- (3) Στα παραπάνω πλαίσια ο υπολογισμός της Ενέργειας του Φωτονίου θα μπορούσε να γίνει απλός για κάθε μαθητή με τον γνωστό τρόπο που εμφανίζεται και στο προτεινόμενο τυπολόγιο : Η παραπάνω επιλογή θα απλοποιήσει αρκετά τις πράξεις και θα δώσει μεγαλύτερη διαύγεια στους μαθητές μας, ειδικά στα πλαίσια της διδασκαλίας του Φωτοηλεκτρικού Φαινομένου, καθώς έτσι μέσα από εύκολες πράξεις ο μαθητής θα κατανοήσει καλύτερα έννοιες όπως το έργο εξαγωγής ή η τάση αποκοπής.
- (4) Η απομάκρυνση μας από άσκοπους υπολογισμούς θα μπορούσε να επιτευχθεί αν στην περίπτωση της σκέδασης Compton εκφραστεί το μήκος κύματος των φωτονίων ως συνάρτηση του  $\lambda_c$  και οι ενέργειες ως συνάρτηση της ενέργειας ηρεμίας του ηλεκτρονίου  $m_e c^2$ . Αυτό θα καταστήσει τους υπολογισμούς γρήγορους για τους μαθητές και όχι σε βάρος των αναγκαίων συμπερασμάτων που μπορούν να βγάλουν. Στο σχολικό βιβλίο δεν υπάρχει αυτή η φιλοσοφία.

- (5) Η αρχή του De Broglie σε συνδυασμό με την συνθήκη δημιουργίας στάσιμου κύματος σε μια χορδή θα μπορούσε να αναδείξει την κβάντωση της ενέργειας ενός σωματιδίου σε ένα σωληνάκι ως αποτέλεσμα της κυματική του φύσης. Μια ευκαιρία σύνδεσης με την ύλη των κυμάτων που ο μαθητής έχει διδαχτεί.
- (6) Δυστυχώς η Αρχή της Αβεβαιότητας ερχόμενη προς το τέλος της ύλης, διδάσκεται ως ένας τύπος, χωρίς όμως να δίνεται η ευκαιρία να αναδειχτεί η κορυφαία σημασία της. Μια μικρή συζήτηση για την σχέση της ενέργειας ενός σωματιδίου ως συνάρτηση της διάστασης μέσα στην οποία μπορεί να κινηθεί, θα ήταν μια ευκαιρία οι μαθητές να κατανοήσουν γιατί ο Πυρήνας έχει τόσο μεγάλες ενέργειες σε σχέση με το άτομο. Σε ένα κόσμο που η πυρηνική ενέργεια είναι θέμα συζήτησης, εμείς δεν έχουμε καθόλου στα προγράμματα σπουδών μας, στοιχειώδη στοιχεία για αυτή.

Μέσα από **απλές και στοχευμένες** παρεμβάσεις και **κατάλληλα γραμμένες οδηγίες** διδασκαλίας θα μπορούσε προσωρινά, στα πλαίσια αυτών των συγγραμμάτων να δοθεί λύση που δεν στοιχίζει τίποτα στο ελληνικό δημόσιο. Η Κβαντική Μηχανική 100 χρόνια μετά να γίνει η αρχή που έχουμε ανάγκη, ώστε το μάθημα της Φυσικής στο Λύκειο να αφήνει ένα θετικό αποτύπωμα στα παιδιά μας. Να γίνει η αρχή, ώστε ο απόφοιτος Λυκείου να σκέφτεται κριτικά, να αντιλαμβάνεται γιατί μόνο η επιστήμη μπορεί να δίνει απαντήσεις μέσα από την μεθοδικότητα της στα μικρά και στα μεγάλα ερωτήματα.

Κλείνοντας την δική μας μικρή παρέμβαση, οφείλουμε να σας προτείνουμε να μελετήσετε με προσοχή την δημοσιευμένη δουλειά και παρεμβάσεις του Πανεπιστημιακού Δασκάλου κ. Στέφανου Τραχανά, σε σχέση με την διδασκαλία της Κβαντομηχανικής στο Λύκειο. Οι δημόσιες παρεμβάσεις και προτάσεις του κ. Τραχανά είναι διαθέσιμες σε βιβλία του και στην ιστοσελίδα διαλόγου [quantum.cup.gr](http://quantum.cup.gr). Με βάση την εμπειρία του στην διδασκαλία για πάρα πολλά χρόνια και το αναγνωρισμένο κύρος του, μόνο χρήσιμες μπορούν να είναι για την ποιότητα της δημόσιας εκπαίδευσης στην χώρα. Το Ι.Ε.Π. μπορεί με τα μέσα που διαθέτει να παρέμβει από τώρα, ώστε την νέα σχολική χρονιά να έχουν βελτιωθεί τουλάχιστον τα προφανή.

Με εκτίμηση

Για τον Σύλλογο Φυσικών Κρήτης

Ο Πρόεδρος  
Θεμιστοκλής Τριβυζαδάκης

Ο Γραμματέας  
Δημήτριος Κοντουδάκης