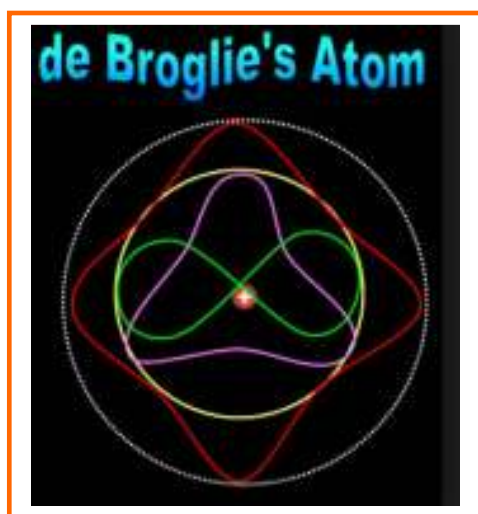


Γενικό Λύκειο Αγριάς
Μαγνησίας

Μήκος κύματος De Broglie

...Κυματοσωματιδιακός διϊσμός:
Ιστορική πλάνη περί διπλής φύσης των πραγμάτων
ή πρόκληση για να δούμε την πιθανοκρατία στη Φύση;



Θρασύβουλος Κων. Μαχαίρας
Φυσικός

Φεβρουάριος 2014

Γενικό Λύκειο Αγριάς Μαγνησίας

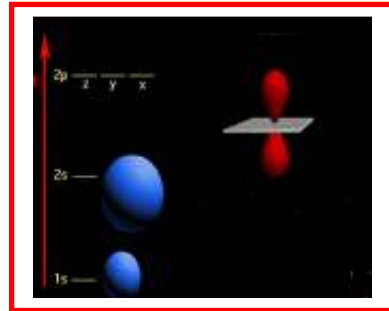
Το *Γενικό Λύκειο Αγριάς* σε συνεργασία με το Σχολικό Σύμβουλο Φυσικών κ. *Παναγιώτη Σαραντόπουλο*, έχουν προγραμματίσει για την Τρίτη 4 Φεβρουαρίου 2014 στις 11.00 π.μ, το πρώτο μέρος της παρουσίασης

«Τροχιακό και Αρχές Ηλεκτρονιακής Δόμησης»

(Ορθές οριοθετήσεις-Ανάλυση λαθών-Προτάσεις διδασκαλίας)

(α' μέρος)

Ο Σχολικός Σύμβουλος κ. *Παναγιώτης Σαραντόπουλος*, ο Χημικός του Επαγγελματικού Λυκείου Αλμυρού κ. *Πολυμίκης Λατζώνης* και ο Φυσικός του Γενικού Λυκείου Αγριάς κ. *Θρασύβουλος Κων. Μαχαίρας*, θα αποτυπώσουν την πραγματική αξία του πρότυπου του Bohr, αποδίδοντας του την τιμή που του πρέπει, θα παρουσιάσουν την έννοια του τροχιακού, θα αναδείξουν τη δυναμικότητα της αρχής του Pauli, θα ξεκαθαρίσουν την ανάγκη ή όχι της ύπαρξης του κανόνα του Hund και θα περιγράψουν τον τρόπο ηλεκτρονιακής δόμησης των ατόμων.



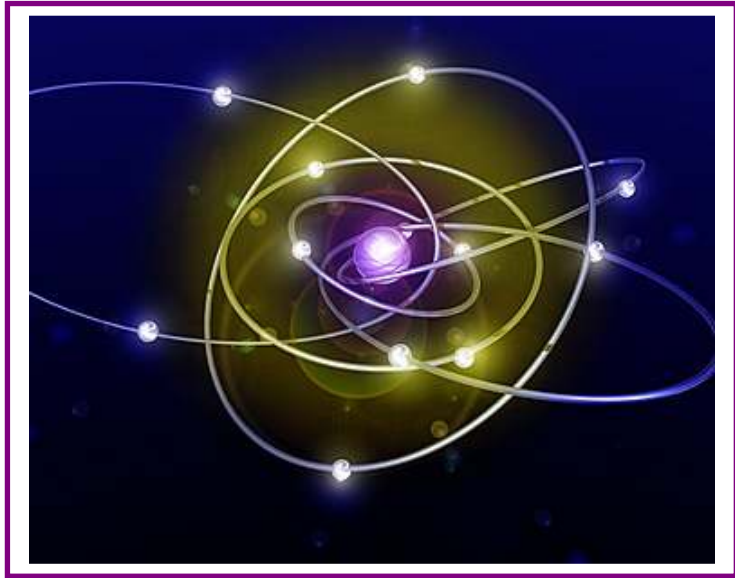
Κατά την παρουσίαση, θα επισημανθούν τα λάθη που υπάρχουν στις αντίστοιχες ενότητες του σχολικού βιβλίου «*Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου*», θα γίνει ανάλυση αυτών των λαθών, θα δοθούν οι ορθές οριοθετήσεις και θα προταθούν τρόποι διδασκαλίας.

Τα λάθη του σχολικού βιβλίου, όχι μόνο «απειλούν» τη διδασκαλία μας με εκτροχιασμούς σε ακόμη μεγαλύτερα λάθη, αλλά αρκετές φορές μας οδηγούν σε ασκησιολογικές επιλογές επιστημονικά απαράδεκτες.

Επομένως ο εντοπισμός τους καθίσταται αναγκαίος και η παρουσίαση συγκεκριμένων προτάσεων θεμελιωμένων σε μαθηματικές αποδείξεις προκειμένου να επιτευχθεί η υπέρβαση αυτών των λαθών, κρίνεται επιτακτική.

Μετά την παρουσίαση θα ακολουθήσει συζήτηση

Την παρουσίαση, που θα πραγματοποιηθεί στο Γενικό Λύκειο Αγριάς, μπορεί να παρακολουθήσει όποιος θέλει.



Ευχαριστώ το Μαθηματικό του Γενικού Λυκείου Αγριάς **κ. Βαγγέλη Ζώνη** για την πολύτιμη βοήθειά του, και κατά την τεχνική προετοιμασία και κατά την πραγματοποίηση της παρουσίασης «*Τροχιακό και Αρχές Ηλεκτρονιακής Δόμησης*», η οποία έγινε με χρήση δύο προβολέων για καλύτερη επεξήγηση των διαφανειών.

Η εργασία αυτή γράφτηκε με αφορμή την παρουσίαση που αποτυπώθηκε στην αφίσα της προηγούμενης σελίδας και μοιράστηκε σε όσους παρακολούθησαν την ομιλία.

Για τις ερωτήσεις 1, 5, 6 και 7, καθώς και για τα δύο σχήματα της σελίδας 13 χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από μια συζήτηση που έγινε για το μήκος κύματος De Broglie στο ylikonet.gr και στην οποία συμμετείχα. Όλες οι απαντήσεις που περιέχει αυτό το φυλλάδιο, και οι υπόλοιπες ερωτήσεις είναι αποκλειστικά δικιά μου ευθύνη.

Μήκος κύματος De Broglie

1η ερώτηση:

Στη σελίδα 6 του σχολικού βιβλίου Χημείας Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου αναφέρεται ότι από τη σχέση $\lambda = \frac{h}{mv}$ προκύπτει πως για να εκδηλωθεί ο κυματικός χαρακτήρας ενός σωματιδίου, θα πρέπει αυτό να έχει μικρή μάζα και μεγάλη ταχύτητα. Πώς προκύπτει αυτό;

Απάντηση:

Δεν προκύπτει από πουθενά.

Είναι λάθος του σχολικού βιβλίου Χημείας Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου!

Η σχέση $\lambda = \frac{h}{mv}$ ισχύει για οποιαδήποτε ταχύτητα και για οποιαδήποτε μάζα.

Ο De Broglie είπε κάτι πολύ προκλητικό για την εποχή του:

«Όποιος έχει μάζα m και ταχύτητα v , δηλαδή ορμή $p=mv$, τότε έχει κυματικό χαρακτήρα, είναι κύμα δηλαδή, με μήκος κύματος $\lambda = \frac{h}{p}$ ».

Η παραπάνω σχέση γίνεται σχετικιστικά $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ όπου m η μάζα ηρεμίας

του σωματιδίου.

Αυτό που είπε ο De Broglie ακούστηκε «παράξενο», για κάποιους ίσως ήταν «όμορφο», εξήγησε κάποια πειραματικά δεδομένα, ετοίμασε το έδαφος για το καινούριο (για τη κβαντομηχανική του Schrödinger δηλαδή), αλλά «μπατίρισε» εννοιολογικά πολύ γρήγορα, γιατί ήταν κάτι που δεν είχε κανένα απολύτως νόημα και κυρίως δεν είχε κανένα δυναμικό μαθηματικό υπόβαθρο!

Η υπόθεση του De Broglie περί υλικών κυμάτων δηλαδή, δεν ήταν απλώς ξεκρέμαστη, αλλά ήταν κυρίως χωρίς δυναμική ερμηνείας Κόσμου...

Στη Φυσική υπάρχουν πράγματα που ετοιμάζουν το έδαφος για να σταθεί η λάμψη μιας καινούριας Φυσικής. Μετά, αυτά τα «παλιά πράγματα», με όλο το σεβασμό που τους αξίζει και με πλήρη συνείδηση του τί προσφέρανε, πρέπει να εγκαταλειφτούν ως ξεπερασμένα, ώστε να μείνει το καινούριο που έβαλε η Φυσική στη θέση τους, έστω κι αν πάτησε πάνω σε αυτά τα «παλιά πράγματα».

Έννοιες όπως υλικό κύμα, μήκος κύματος De Broglie κ.λ.π. δεν πρέπει επουθενί λόγω να αναπαράγονται από επιστήμονες του 21ου αιώνα.

Η Φυσική πρέπει να πατάει σταθερά.

Ποιος από σας πιστεύει σήμερα ότι είναι κύμα και έχει μήκος κύματος:

Έχω εγώ μήκος κύματος; Είμαι μικρό ή μεγάλο μήκος κύματος; Είμαι ανιχνεύσιμο «υλικό»(!!!) κύμα ή όχι; Είμαι παλμός ή «υλικό» κύμα άπειρης έκτασης;

Δεν είναι δυνατό να λέγονται σήμερα τέτοια πράγματα.

Κάποιοι πρωτοπόροι (Planck, Bohr, De Broglie κ.λ.π.) είχαν το θάρρος να μας πούνε ότι κάτι καινούριο υπάρχει γύρω μας που μας προκαλεί να το ερμηνεύσουμε με μια τελείως διαφορετική λογική.

Και άρχισαν να τραβάνε την κουρτίνα για να δεχτούμε το «ασύλληπτο» που μας έλεγαν. Αλλά γρήγορα αρκετές από τις σχέσεις και τις ιδέες που υπήρχαν στα μοντέλα που μας έδωσαν για να δούμε το «ασύλληπτο», έπαψαν να έχουν αξία, **γιατί αυτό που ισχύ-**

ει σήμερα είναι ακόμη πιο «ασύλληπτο», ακόμη πιο ονειρεμένο, ακόμη πιο φανταστικό, ακόμη πιο δυνατό από όλα όσα είπαν όλοι μαζί αυτοί οι παλιοί!

Αυτό που ισχύει σήμερα στη Κβαντομηχανική έχει τρομερή ερμηνευτική δύναμη, όχι απλά Σύμπαντος, αλλά Συμπάντων!

Είναι παντοτινό πλέον στις προσεγγίσεις του και στις ερμηνείες του, φιλοσοφικές και επιστημονικές, και δεν υπάρχει καμιά περίπτωση να αντικατασταθεί.

Λέγοντας ότι είναι παντοτινό, εννοώ ότι είναι πια τόσο παντοτινό, όσο παντοτινός θα είναι ο Newton, έστω κι αν ήρθε δίπλα μας η σχετικότητα του Einstein...

2η ερώτηση:

Υπάρχει κάτι επιστημονικό που να απορρίπτει το μήκος κύματος De Broglie;

Απάντηση:

Βεβαίως και υπάρχει!

Υπάρχει π.χ. ολόκληρη η «σύγχρονη» Κβαντομηχανική και η πανίσχυρη Κβαντική Θεωρία Πεδίου που φιλοδοξούν να αποτυπώσουν σε ενιαία ματιά τον Κόσμο μας. Όλες αυτές οι καταπληκτικές ισχυρότατες ερμηνείες θεωρούν το μήκος κύματος De Broglie λανθασμένη έννοια και συνεπώς τελείως ξεπερασμένη. Καμιά σύγχρονη θεωρία δεν εμπεριέχει το De Broglie με αξία προσφοράς.

Ας γίνω πιο σαφής:

α) Για τα κβαντομηχανικά «πλάσματα» του μικρόκοσμου (ας τα πούμε «σωματίδια», αλλά να ξέρετε ότι δεν έχουν καμιά σχέση με τα σώματα-σωματίδια που βλέπουμε γύρω μας), δεν έχει νόημα η ταχύτητα, γιατί δεν έχει κανένα νόημα ούτε η θέση του σωματιδίου ούτε καν η τροχιά του. **Οι έννοιες θέσης, τροχιά, ταχύτητα κ.λ.π. είναι μεταφυσικές έννοιες για τον μικρόκοσμο του ηλεκτρονίου και για τη Κβαντομηχανική!**

Άρα στον κόσμο του μικρού, στον κόσμο του ατόμου και του μορίου δεν ισχύει τίποτε από το Νεύτωνα. Ούτε ο φορμαλισμός του, ούτε η φιλοσοφία του, ούτε καν η Φυσική του! **Ο Νεύτωνα στο μικρόκοσμο είναι μια απόλυτη αποτυχία!**

Έτσι λοιπόν η ορμή, το mv δηλαδή, όπως την έθεσε ο Νεύτωνα, δεν έχει κανένα απολύτως νόημα στη Κβαντομηχανική.

Αφού όμως το γινόμενο mv δεν έχει κανένα απολύτως νόημα για τα σωματίδια του μικρόκοσμου (ηλεκτρόνια, νετρόνια κ.λ.π), είναι δυνατό να έχει έστω και ένα νόημα ο τύπος του De Broglie $\lambda = h/mv$;

β) Σε σώμα που έχει μάζα m και τρέχει με ταχύτητα v αντιστοιχεί **μία μόνο ορμή $p = mv$ και, βάσει του τύπου του De Broglie, ένα μόνο μήκος κύματος.**

Αφού όμως το σωματίδιο έχει μία μόνο ορμή, η αβεβαιότητα της ορμής mv στο κλασικό ή μη όριο, είναι μηδέν. Δηλαδή ισχύει $\Delta p = 0$.

Όμως η αρχή της αβεβαιότητας επιβάλλει στο Σύμπαν την ανίσωση $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$

Αφού όμως η αβεβαιότητα στην ορμή είναι μηδέν, αφού δηλαδή $\Delta p = 0$, πρέπει η αβεβαιότητα στη θέση, το Δx δηλαδή, να είναι άπειρη.

Αν όμως η αβεβαιότητα θέσης είναι άπειρη θα πρέπει το σώμα-υλικό κύμα του De Broglie να εκτείνεται από το $-\infty$ έως το $+\infty$. Θα πρέπει να εκτείνεται σε όλο το χώρο

Συνεπώς κάθε τι που έχει μάζα και κινείται γύρω μου είναι ένα κύμα που **γεμίζει όλο το χώρο με ίση αξία παρουσίας παντού!**

Σύμφωνα με τον De Broglie λοιπόν, εγώ θα πρέπει να είμαι μονοχρωματικό υλικό κύμα (δεν έχει σημασία αν είμαι ανιχνεύσιμο ή μη) και να γεμίζω όλο το Σύμπαν χωρίς απόσβεση!!! Άρα θα πρέπει να είμαι πανταχού παρών!

γ) Ακόμη και αν δε χρησιμοποιηθεί η αρχή της αβεβαιότητας, τα υλικά κύματα του De Broglie έρχονται σε σύγκρουση με τη θεωρία των κυμάτων:

Κατά τον De Broglie, αν ένα σώμα έχει συγκεκριμένη μάζα m και συγκεκριμένη ταχύτητα v , τότε έχει συγκεκριμένο mv και συνεπώς συγκεκριμένο μήκος κύματος $\lambda = \frac{h}{mv}$.

Όμως στα κύματα (αν αγνοήσουμε το σύστημα μονάδων και μείνουμε στην ουσία) ισχύει $\Delta x \cdot \Delta k \geq 1$, όπου $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ο κυματαριθμός και Δx η έκταση του κυματοπακέτου.

Αφού λοιπόν το λ είναι μοναδικό ο κυματαριθμός k έχει $\Delta k = 0$ και συνεπώς το Δx θα είναι άπειρο. **Δηλαδή το κύμα θα ξαπλώνεται σε όλο το Σύμπαν χωρίς απόσβεση!**

Αυτοί οι παραλογισμοί στους οποίους μας οδηγεί ο De Broglie πρέπει να εγκαταλειφτούν όσο πιο γρήγορα, γιατί υλικά κύματα δεν υπάρχουν!

Ο De Broglie δεν είπε απολύτως τίποτε με ουσία. Η αξία του εντοπίζεται στο ότι έκανε ικανό τον Schrödinger να μας δώσει την ΚΟΡΥΦΑΙΑ εξίσωσή του.

δ) Κάθε τι που κινείται αντιστοιχεί σύμφωνα με τον De Broglie σε ένα και μόνο μήκος κύματος. **Τα μονοχρωματικά κύματα όμως δεν έχουν απόσβεση** και συνεπώς κάθε τι που κινείται γεμίζει όλο το χώρο με ισάξια παρουσία παντού.

Αφού γύρω μου όλα τα αντικείμενα είναι κύματα που γεμίζουν όλο το Σύμπαν χωρίς απόσβεση, πού είναι οι συμβολές τους και γιατί δεν είναι ίδιες παντού;

Γιατί τώρα δε συμβάλλω μαζί σας:

ε) Κάποιοι, τραβάνε τα πράγματα σε ακόμη μεγαλύτερες ακρότητες. Υποστηρίζουν ότι τα ηλεκτρόνια που «γυρίζουν» δήθεν γύρω από τους πυρήνες είναι **υλικά στάσιμα κύματα!** Λένε ότι τα ηλεκτρόνια γυρίζουν γύρω από τον πυρήνα πάνω σε ορισμένες τροχιές, που το μήκος αυτών των τροχιών είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει τη δημιουργία στάσιμου υλικού κύματος!

Μετά λοιπόν από τα τρέχοντα υλικά κύματα πήγανε και σε στάσιμα, που δημιουργούνται μόνο γύρω από τους πυρήνες, δηλαδή όπου τους «συμφέρει». Και το κάνανε για να εξηγήσουνε τι: Τον εγκλωβισμό ενέργειας; Και από αυτόν τον εγκλωβισμό με ποιο μηχανισμό θα απελευθερωθεί η ενέργεια που θα εκπεμφθεί;

Αναρωτιέμαι τί στάσιμα κύματα είναι αυτά και ποια τρέχοντα συμβάλλανε για να δημιουργηθεί στάσιμο; **Και το κυριότερο: Τί στο καλό ταλαντώνεται στα «υλικά» κύματα;**

Εγώ που σας μιλώ, τελικά είμαι στάσιμο ή τρέχον κύμα σε όλο το Σύμπαν; Και όταν τα άτομα «τρακέρνουνε» μεταξύ τους με σφοδρότητα, αυτά τα κύματα δεν επηρεάζονται από το τρακάρισμα; «Τρακέρνουνε» τα κύματα; Τρακέρνουνε και μένουν στάσιμα;

Τελικά υπάρχει κάτι επιστημονικό σε όλα αυτά τα πράγματα;

στ) Η κβαντική θεωρία πεδίου **QED ερμηνεύει θαυμάσια όλα τα φαινόμενα του ηλεκτρομαγνητισμού,** χωρίς να χρειάζεται να μιλήσει για διπλή φύση φωτός και ηλεκτρονίων, αλλά μόνο να αποτυπώσει τη φύση τους που είναι μία μόνο και πρωτόγνωρη. Η QED απορρίπτει τα υλικά κύματα τύπου De Broglie, ως απόλυτα λανθασμένα.

Να πω και κάτι προσωπικό, με τρόπο διηγηματικό:

Στα 18 μου, πρωτοετής φοιτητής Φυσικής, διάφορα πράγματα **φυσικής φιλοσοφίας**, όπως το «μήκος κύματος De Broglie» μου ταλαιπώρησαν πάρα πολύ τη σκέψη.

Σκεφτόμουν και ξανασκεφτόμουν:

Ποιανού κύματος είναι μήκος κύματος το De Broglie; Εγώ, ο Θρασύβουλος, είμαι κύμα και έχω μήκος κύματος; Το κύμα αυτό διαδίδεται; Εγώ διαδίδομαι; Και πού στο καλό πάω; Ποιά είναι η πηγή μου; Πώς παράγομαι ως κύμα De Broglie; Ποιος με παράγει, γιατί διαδίδομαι και προς τα πού; Ανιχνεύεται το υλικό κύμα ως διάδοση; Η «έκτασή του» πόση είναι και γιατί; Είναι γραμμικό κύμα ή κύμα χώρου; Είναι διάμηκες ή εγκάρσιο; Τί ταλαντώνεται; Η έντασή του «πέφτει» με την απόσταση από την πηγή αντιστρόφως του r^2 ; Και όταν πέφτει η ένταση μου εγώ τί κάνω; Σβήνω λόγω έντασης κύματος; Υπάρχει κάτι άλλο που δεν κατέχω σε όσα λέω; Πώς θα βάλω το μήκος κύματος κατά De Broglie στις εξηγήσεις της συμπεριφοράς των ατόμων και των ηλεκτρονίων, με δυνατότητα απάντησης σ' όλα όσα αφορούν το άτομο;

Και άλλα πολλά σκεφτόμουν και επειδή έπεφτα από αδιέξοδο σε αδιέξοδο, κάποια στιγμή πέταξα από πάνω μου όλα αυτά τα περί «υλικών κυμάτων» De Broglie και απελευθέρωσα τη συνείδησή μου. Τα πέταξα όχι μόνο γιατί δε μου πρόσφεραν απολύτως τίποτε όλα αυτά τα παμπάλαια, αλλά κυρίως γιατί με παρασέρνανε σε πράγματα που δεν είχαν για το Σύμπαν καμιά ερμηνευτική δυναμική.

Ένα χρόνο μου πήρε αυτή η ταλαιπωρία σκέψης. Στα 19 μου, είπα ότι όλα αυτά που σχετίζονται με το μήκος κύματος De Broglie δε στέκουν καθόλου καλά στα πόδια τους.

Τα πέταξα και ελευθερώθηκα! Ανάσανα! Πήρα την λάμψη της εποχής μου στα χέρια μου και είδα αμέσως ότι δίπλα μου υπάρχει μια καταπληκτική πραγματικότητα, που περιγράφεται από τις **κυματοσυναρτήσεις της Κβαντομηχανικής!**

Το μήκος κύματος De Broglie πρέπει να κρατηθεί μόνο ως ιστορικότητα, αλλά όχι ως σημερινή γνώση με την οποία αξίζει να ασχοληθούμε περισσότερο. Αν μας τρομάζει το να το πούμε «λάθος» ιστορικό, ας συμβιβαστούμε με το να πούμε ότι είναι «κάτι» ξεπερασμένο ιστορικά. Πάντως πρέπει όσο πιο γρήγορα να το ξεχάσουμε, έστω και αν ο De Broglie πήρε Nobel. Δεν είναι δυνατό να διδάσκουμε τέτοια πράγματα σε παιδιά του 2014! **Δεν αξίζουν τα παιδιά αυτόν τον διδακτικό μας συντηρητισμό.**

3η ερώτηση:

Δηλαδή όταν λέμε στα παιδιά ότι ένα σώμα μάζας m που τρέχει με ταχύτητα v , αντιστοιχεί σε μήκος υλικού κύματος $\lambda = \frac{h}{mv}$, **τους διδάσκουμε λάθη;**

Απάντηση:

Μόνο λάθη;;; Στα παιδιά διδάσκουμε αναχρονιστικά πράγματα, ενώ δεν αξίζουν αυτή την «τιμωρία». Και αυτή την κατηγορηματικότητα με την οποία με βλέπετε να μιλώ, τη στηρίζει όλη η σύγχρονη Φυσική που δυστυχώς κρύβουμε από τα παιδιά, **ενώ τη δικαιούνται ως εποχή τους και ως Πολιτισμό τους!**

Γίγαντες σκέψης μας παρέδωσαν Πολιτισμό που έπρεπε να παραδώσουμε ως κληρονομιά στη νέα γενιά. Μα εμείς δε φανερώνουμε στα παιδιά το τί κληρονόμησαν!

4η ερώτηση:

Μα το μήκος κύματος De Broglie υπάρχει το σχολικό βιβλίο και πρέπει να το διδάξουμε

Απάντηση:

Το μήκος κύματος De Broglie δε χρειάζεται πουθενά στο βιβλίο Χημείας και δεν καταλαβαίνω καθόλου ούτε γιατί αναφέρθηκε, ούτε τί προσφέρει στα παιδιά η διδασκαλία του.

Όμως επειδή περιλαμβάνεται στην ύλη των Πανελλαδικών Εξετάσεων θα το διδάξουμε υποχρεωτικά και μάλιστα όπως το αναφέρει το σχολικό βιβλίο. Δεν είναι δυνατό να ξεφύγουμε από το σχολικό, γιατί θα γίνει καταστροφή στις εξετάσεις των παιδιών.

Όταν δίδασκα Χημεία Κατεύθυνσης, το μήκος κύματος De Broglie το περνούσα γρήγορα χωρίς να δίνω κάποια ιδιαίτερη έμφαση σε αυτό. Το περνούσα επαναλαμβάνοντας τα λόγια του βιβλίου για να μη κάνω ζημιές. Και δίδασκα στα παιδιά κάποιες ερωτήσεις, ώστε να μάθουν να απαντάνε σε αυτά που πιθανώς να τους ζητήσουν στις εξετάσεις. Τίποτε άλλο!

Αλλά εγώ ως Δάσκαλος, **έχω και ανάγκη και υποχρέωση** να ξέρω το σωστό και να ξέρω σε τί εξαναγκάζεται η συνείδησή μου και η γνώση μου ως Δάσκαλος, έστω και αν διδάσκω τελικά τα λάθη ενός σχολικού βιβλίου.

Πρέπει να ξέρω πόσο απέχουν αυτά που διδάσκω από αυτά που ισχύουν.

Και πρέπει να το ξέρω για τρεις λόγους:

α) Για να «προφυλαχτώ» από ερωτήσεις μαθητή μου που ή δε θα δεχτεί το "ξεπερασμένο" που του «διδάσκω» ή θα διαισθανθεί το κάλεσμα της εποχής του και θα απαιτήσει την κληρονομιά που μου έδωσαν Γίγαντες Σκέψης για να του παραδώσω.

β) Για να μην εκτροχιαστώ σε λανθασμένες ασκησιολογίες και μεγαλώσω το λάθος που διδάσκω, εφευρίσκοντας πρωτότυπες δήθεν ασκήσεις.

γ) Για να μη ζητήσω ποτέ από τους άλλους συναδέλφους να με βοηθήσουν να ερμηνεύσουμε όλοι μαζί τα ανερμήνευτα...

Ο καλός και αποδοτικός Δάσκαλος επιβάλλεται να είναι καλός γνώστης του αντικείμενου του.

Σαφώς και θα διδάξουμε το σχολικό βιβλίο ό,τι και να γράφει.

Αν το σχολικό λέει $1+1=7$, αυτό θα διδάξουμε δυστυχώς! Αλλά πρέπει να είναι εν γνώσει μας ότι διδάσκουμε πράγματα λανθασμένα και συνεπώς πρέπει να είμαστε έτοιμοι να αντεπεξέλθουμε σε πιθανές δύσκολες ερωτήσεις των παιδιών, που θα στριμώξουν και τον De Broglie και μας μαζί.

Εκείνο όμως που μου δημιουργεί μεγάλη δυσφορία είναι ότι πολλές φορές με συνταγές της στιγμής και με μοντέλα ξεπερασμένα, προσπαθούμε να σώσουμε την ασκησιολογία με την οποία ταλαιπωρούμε τα παιδιά, ξεχνώντας ότι το αδιέξοδο θα μετατοπιστεί σε πιο μεγάλα αδιέξοδα, μέχρι που στο τέλος θα γίνουν όλα όσα διδάσκουμε μια κωμικότητα.

Τελειώνω με κάτι που υποστηρίζω με όλη μου την ψυχή:

Η καλύτερη διδακτική στάση που πρέπει να υιοθετήσει ένας Δάσκαλος είναι αυτή που υπηρετεί την επιστημονική αλήθεια που σήμερα κατέχουμε. Σε αυτή τη στάση, ο Δάσκαλος, πρέπει να βοηθηθεί από σχολικά βιβλία στα οποία θα έχει εξασφαλιστεί ο μηχανισμός για να γίνουν βέλτιστα και από καινούρια αναλυτικά προγράμματα

5η ερώτηση:

Οι νόμοι του Νεύτωνα «δουλεύουν» αξιόπιστα στο πλαίσιο της καθημερινότητάς μας. Επομένως καλώς τους διδασκόμαστε και τους χρησιμοποιούμε αν και είναι ξεπερασμένοι. Όμως και η έννοια του μήκους De Broglie «δουλεύει» αξιόπιστα σήμερα αν και είναι ξεπερασμένη.

Για παράδειγμα στο βιβλίο των Βαρότσου - Αλεξόπουλου "Φυσική Στερεάς Κατάστασης", στο κεφάλαιο που αναφέρεται στην κρυσταλλική περίθλαση συζητά για τις δέσμες σωματιδίων που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να «δούμε» ένα στερεό.

Υπολογίζει τις ενέργειες που πρέπει να έχουν τα σωματίδια των διαφόρων δεσμών (φωτονίων, ηλεκτρονίων, νετρονίων) ώστε να έχουν μήκος κύματος De Broglie της τάξης των ενδοατομικών αποστάσεων. Ο λόγος που συγκρίνω τους νόμους του Νεύτωνα με την εξίσωση De Broglie δεν είναι για να δείξω πως έχουν την ίδια αξία. Είναι για να δείξω πως υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες μπορούμε σήμερα να χρησιμοποιούμε νόμους και έννοιες, αν και γνωρίζουμε πως είναι ξεπερασμένες.

Απάντηση:

Κατ' αρχήν θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι **ο Νεύτωνας δεν είναι ξεπερασμένος και δεν πρόκειται ποτέ να ξεπεραστεί.**

Είναι λειτουργικότετος στην καθημερινή μας ζωή, ικανοποιητικά ακριβής ακόμη και σε γαλαξιακές αποστάσεις, έχει τρομερό μαθηματικό υπόβαθρο που του εξασφαλίζει καταπληκτική δυναμική και το κυριότερο, αν δεν κάνω λάθος, αποτελεί όριο όλων των σύγχρονων θεωριών αν τις «πάμε» προς τις διαστάσεις της καθημερινότητάς μας.

Τέτοια πράγματα δεν ισχύουν ούτε κατά φαντασία για τα «υλικά κύματα» του De Broglie, τα οποία δεν είναι απλά ξεπερασμένα, αλλά εντελώς λάθος ως έννοια και δομή!

Αλλά ακόμη και αν δεν είναι έτσι όπως τα λέω τα πράγματα, γιατί να μην ψάξουμε να βρούμε ένα τρόπο να διδάξουμε το σωστό που σήμερα κατέχουμε;

Ξέρω ότι βγαίνουν γρήγορα και απλά κάποια πράγματα αν χρησιμοποιήσουμε το μήκος κύματος de Broglie στη σκέδαση ακτίνων X πάνω σε κρυσταλλικό πλέγμα. Αλλά πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι οι υπολογισμοί μας βγάζουν το σωστό αποτέλεσμα χωρίς να έχουμε χρησιμοποιήσει απολύτως τίποτε σωστό.

Είναι σαν σε μια άσκηση να βρήκαμε το σωστό αποτέλεσμα, γεμίζοντας ένα τετράδιο με λάθη. **Γιατί να μην προσπαθήσουμε για μια πιο σωστή διδασκαλία;**

Γιατί συντηρούμε το λάθος με κίνδυνο να χαλάσουμε εμείς οι ίδιοι, να ατονήσουν οι άμυνές μας και τελικά να μας τραβήξει το λάθος όλους μας στο βυθό;

Είμαστε Δάσκαλοι του 21ου αιώνα και συνεπώς, αν δε μας αφήνει το σχολικό βιβλίο να διδάξουμε το σωστό, υποχρεωνόμαστε να ξέρουμε το σωστό και το κυριότερο να ξέρουμε έναν τουλάχιστον τρόπο για να το διδάξουμε σωστά.

Η παρουσίαση της σκέδασης με De Broglie στο βιβλίο των Αλεξόπουλου-Βαριώτσου και σε άλλα βιβλία της παγκόσμιας πανεπιστημιακής βιβλιογραφία, μου δίνει την αίσθηση μιας διδακτικής "απάτης", η οποία βγάζει σωστά αποτελέσματα.

Έχουμε υποχρέωση απέναντι στους μαθητές μας να βρούμε τρόπο να διώξουμε το παλιό με τις πολλαπλές φύσεις των πραγμάτων και τα υλικά κύματα και να βάλουμε στη θέση του το καινούριο που κατέχουμε: Την Κβαντομηχανική και την αβεβαιότητα!

Και ο Νεύτωνας είναι ξεπερασμένος στον μικρόκοσμο. Αλλά συνεχίζουμε να τον διδάσκουμε γιατί εξηγεί με συνέπεια τα φαινόμενα που παρατηρούν οι μαθητές μας γύρω τους, συμβάλλοντας έτσι στον ζητούμενο «επιστημονικό εγγραμματισμό».

Ο De Broglie δεν έχει δομή ικανή να ερμηνεύσει με συνέπεια φαινόμενα και δεν συμβάλλει στον «επιστημονικό εγγραμματισμό» των νέων ανθρώπων.

Την κάθε ξεπερασμένη έννοια που δεν έχει τίποτε πια να προσφέρει, παρά μόνο παρανοήσεις και ίσως και «παραλογισμούς», πρέπει να βρούμε το κουράγιο να απαλλαγούμε από αυτή, γιατί τέλειωσε ο ρόλος της και δεν πρέπει να μας ταλαιπωρεί άλλο...

6η ερώτηση:

«Στο εξαιρετικό βιβλίο «ΟΙ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ», 9η έκδοση, του Paul Hewitt αναφέρεται.:

Σελ. 636: "Ξεκινώντας από τα υλικά κύματα του *De Broglie*, ο Γερμανοαυστριακός φυσικός Έρβιν Σρέντινγκερ διατύπωσε μία κυματική εξίσωση η οποία περιγράφει πώς μεταβάλλονται τα υλικά αυτά κύματα υπό την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων."

Σελ. 617: "Κατά τον *De Broglie*, κάθε σωματίο ύλης είναι κατά κάποιον τρόπο "προικισμένο" με ένα κύμα, που το καθοδηγεί καθώς κινείται. Άρα υπό τις κατάλληλες συνθήκες κάθε σωματίο θα παράγει ένα σχήμα συμβολής ή περίθλασης. Όλα τα σώματα - ηλεκτρόνια, πρωτόνια, άτομα, ποντίκια, εσείς, οι πλανήτες, οι ήλιοι - έχουν ένα μήκος κύματος που συνδέεται με την ορμή τους με τη σχέση $\lambda = h/mv$. Ένα σώμα με μεγάλη μάζα και συνηθισμένη ταχύτητα έχει τόσο μικρό μήκος κύματος που η συμβολή και περίθλασή του είναι αμελητέες. Το βλήμα ενός τουφεκιού κινείται ευθύγραμμα και δε διασκορπίζεται εδώ κι εκεί πάνω στο στόχο του "σαν το πιπέρι στο φαγητό", για να αφήσει ανιχνεύσιμες κηλίδες συμβολής. Στα μικρότερα σωματίδια, όμως, όπως τα ηλεκτρόνια, τα φαινόμενα περίθλασης μπορεί να είναι σημαντικά."

Σελ. 618: "Όπως είναι εμφανές στην εικόνα 31.8 (όπου απεικονίζει κροσσούς περίθλασης φωτός και δέσμης ηλεκτρονίων, με τελείως ανάλογη μορφή), μία δέσμη ηλεκτρονίων μπορεί να περιθλαστεί ακριβώς όπως και μία δέσμη φωτονίων." ... "Η γωνιακή εκτροπή των ηλεκτρονίων για το σχηματισμό του σχήματος συμβολής συμφωνεί πλήρως με τα αποτελέσματα ενός υπολογισμού με βάση την εξίσωση *De Broglie* για το μήκος κύματος ενός ηλεκτρονίου."

Πολλά επίσης Πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας που έχω διαβάσει έχουν ανάλογους ισχυρισμούς.

Νομίζω ότι δεν πρέπει να αποθεώνουμε την έννοια της κυματοσυνάρτησης Ψ λύσης της εξίσωσης *Schrodinger*. Η εξίσωση όμως αυτή φαίνεται ότι εξήχθη με βάση τα «κουραφέζαλα» του *De Broglie*...

Απάντηση:

Ειλικρινά δε με νοιάζει αν η κυματοσυνάρτηση και η εξίσωση *Schrodinger* βγήκε από τα «κουραφέζαλα» που είπε ο Γάλλος *De Broglie*. Το μόνο που με νοιάζει είναι ότι η κυματοσυνάρτηση είναι το κάτι άλλο και ότι ο *De Broglie* είναι τελείως ξεπερασμένος.

Η ύλη καθώς οργανώνεται δε μοιάζει με τα στοιχεία που τη φτιάχνουνε, αλλά κάθε φορά τα ξεπερνά και εμφανίζει άλλες πιο καταπληκτικές ιδιότητες από τα συστατικά της. Έτσι και η γνώση δε μοιάζει με το παρελθόν που την παρήγε, αλλά με το μέλλον που της υπόσχεται και με τη δυναμική που έχει στα χέρια της σήμερα.

Δε γίνεται να μένουμε στα παλιά και να προσπαθούμε να τα ταιριάξουμε με τα σύγχρονα. Οι φράσεις του Paul Hewitt δεν ευσταθούν ως επιχείρημα υπέρ *De Broglie*.

Είναι δυνατό να επαναλαμβάνουμε λανθασμένες φράσεις του Paul Hewitt, όπως "...κάθε σωματίο ύλης είναι κατά κάποιον τρόπο "προικισμένο" με ένα κύμα, που το καθοδηγεί καθώς κινείται. Άρα υπό τις κατάλληλες συνθήκες κάθε σωματίο θα παράγει ένα σχήμα συμβολής ή περίθλασης..." **Υπάρχει "...σωματίδιο προικισμένο με κύμα που το καθοδηγεί...":::**

Είναι αυτές φράσεις Φυσικής ή είναι παραλογισμοί τους οποίους πρέπει να ξεπεράσουμε;

Τα παραπάνω εδάφια από το Θαυμάσιο κατά τα άλλα βιβλίο του Paul Hewitt δεν είναι Φυσική! Είναι αναχρονιστικά και λανθασμένα.

Το μόνο που υπάρχει σήμερα στην αλήθεια που κατέχουμε ως Φυσικοί, είναι η πραγματικότητα της κυματοσυνάρτησης-λύσης της εξίσωσης *Schrodinger*.

Η εικόνα της διπλής σχισμής δεν έχει ανάγκη από τα υλικά κύματα του *De Broglie*, για να εξηγηθεί γιατί τέτοια πράγματα δεν υπάρχουν.

Στο πείραμα των δύο σχισμών φωτογραφίζουμε τις πιθανότητες ύπαρξης ενός καταπληκτικού «πλάσματος» που ονομάσαμε ηλεκτρόνιο.

Με το μήκος κύματος De Broglie κάποια αποτελέσματα (σκεδάσεις σε πλέγματα, διακριτικές ικανότητες μικροσκοπίων, ανοίγματα οπών που θα προκαλέσουν έντονα φαινόμενα περίθλασης και συμβολής κ.λ.π.) βγαίνουν εύκολα και γρήγορα, αλλά χρησιμοποιώντας κάτι λανθασμένο. Και ενώ ως Φυσικοί θα έπρεπε αυτή τη στιγμή, όχι να υπερσπιζόμαστε τον ξεπερασμένο πλέον De Broglie, αλλά να ψάχνουμε να βρούμε **γιατί ο**

De Broglie προφητεύει πράγματα, ενώ όλα όσα υπάρχουν στη σχέση του $\lambda = \frac{h}{mv}$

είναι λανθασμένα, εμείς τον συντηρούμε ακόμη. Και ξεχνάμε ότι όλα όσα «ερμηνεύει» ο τύπος του De Broglie αντιμετωπίζονται με το σωστό τρόπο αν χρησιμοποιήσουμε κυματοσυναρτήσεις. Γιατί λοιπόν να μην επιλέξουμε το σωστό τρόπο αντιμετώπισης;

Για περίθλαση ηλεκτρονίων μιλούσαν κάποτε κάποιιοι.

Σήμερα στον 21ο αιώνα, το μόνο για το οποίο δικαιούμαστε να μιλάμε είναι η πιθανότητα εντοπισμού ηλεκτρονίων. Και αυτό είναι το σωστό!

Δεν υπάρχει ούτε ένα πείραμα ακριβείας που να δείχνει ότι το ηλεκτρόνιο είναι κύμα και περιθλάται. Όλα δείχνουν ότι είναι μόνο «σωματίδιο» (εντοπιζόμενη παρουσία δηλαδή) και συνεπώς είναι αδιανόητο να λέμε ότι έχει διπλή φύση.

Με όλη μου τη δύναμη θέλω να πω, ότι είναι κρίμα για την εποχή μας να μιλάμε για «υλικά κύματα», τη στιγμή που θα έπρεπε να μιλάμε για **φωτογραφίες πιθανότητας.**

Οι διπλές σχισμές ή τα κρυσταλλικά πλέγματα ή... ή... δε δίνουν συμβολές υλικών κυμάτων, ούτε περιθλάσεις σωματιδίων, αλλά φωτογραφίες πιθανότητας!

Τί πιο άξιο και τί πιο καμάρι για τον Πολιτισμό μας; Μάθαμε να φωτογραφίζουμε ΔΟΜΙΚΕΣ πιθανότητες της Φύσης και όχι πιθανότητες άγνοιας ή έλλειψης στοιχείων! Μάθαμε να φωτογραφίζουμε κβαντικές αβεβαιότητες!

Τί πιο δυνατό σε σκέψη! Τί πιο όμορφη κληρονομιά για τους μαθητές μας και τους καινούριους Φυσικούς;

Το ηλεκτρόνιο δεν είναι ούτε κύμα ούτε σωματίδιο και δεν έχει διπλή φύση. Το ηλεκτρόνιο είναι παρουσία που φανερώνεται με πιθανότητα αν του τη «στήσουμε» πειραματικά. Είναι κάτι εντελώς πρωτόγνωρο! Είναι παρουσία με δυνατότητα εντοπισμού. Είναι «σωματίδιο», εντοπισμένη παρουσία δηλαδή, αλλά δεν είναι σα τα σωματίδια-σώματα που βλέπουμε γύρω μας. **Το ηλεκτρόνιο είναι σκέτο ηλεκτρόνιο. Είναι μια πρωτόγνωρη πραγματικότητα που η πιθανότητα αποτύπωσής της υπολογίζεται από τη Κβαντομηχανική των Ανθρώπων!**

Το Σύμπαν είναι κβαντικό και αυτό είναι μια πανίσχυρη γνώση.

Τα πράγματα στο Σύμπαν δεν έχουν ταυτόχρονα κυματικές και σωματιδιακές φύσεις όπως οι θεοί, αλλά μια και μόνο μια φύση. Και αυτή η φύση είναι κβαντική!

Δεν υπάρχει περίθλαση ηλεκτρονίων. Οι «κροσσοί συμβολής» ή η εκτροπή ηλεκτρονίων από την ευθύγραμμη διάδοση σε πείραμα π.χ. διπλής σχισμής, δεν είναι αποτέλεσμα συμβολής ή περίθλασης κάποιων «υλικών» κυμάτων που καθοδηγούν (!) σωματίδια, αλλά **είναι το αποτέλεσμα της λειτουργίας κάποιων δομικών κοσμικών πιθανοτήτων**, οι οποίες αλλάζουν καθώς μικραίνουν ή μεγαλώνουν οι σχισμές ή καθώς μεγαλώνει ή μικραίνει η απόσταση μεταξύ των σχισμών.

Αλλάζοντας τις σχισμές αλλάζουμε την κυματοσυναρτηση ή το άθροισμα των κυματοσυναρτήσεων ή τον Ker κάποιων ολοκληρωμάτων διαδρομών.

Δεν συμβάλλουν «υλικά» κύματα. Απλά γίναμε άξιοι να υπολογίζουμε και να φωτογραφίζουμε πιθανότητες!

Ποτέ και πουθενά το ηλεκτρόνιο δεν έδωσε φαινόμενα περίθλασης κυμάτων.

Το μόνο που κάνει το ηλεκτρόνιο είναι να μας επιτρέπει να το βρούμε κάπου εκεί στα πετάσματα και στις τρύπες, με κείνη και κείνη την πιθανότητα, όταν του τη «στήσουμε» με την τάδε και τάδε πειραματική διάταξη, με εκείνο και εκείνο πάχος σχισμής και με εκείνους και εκείνους τους ανιχνευτές, με κείνη και κείνη την απόσταση σχισμών.

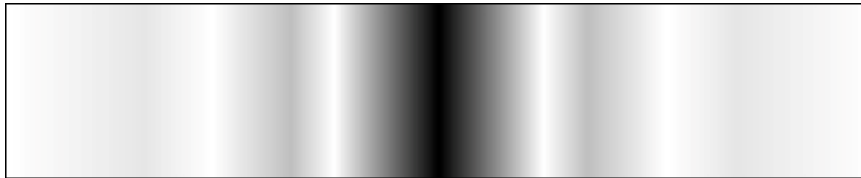
Απλά οι πιθανότητες λόγω κυματοσυνάρτησης οδηγούν τα ηλεκτρόνια στο να αποτυπώνουν την παρουσία τους σε κροσσούς που μοιάζουν με τους κροσσούς της συμβολής κυμάτων, ενώ πρόκειται για φωτογραφίες πιθανοτήτων.

7η ερώτηση:

Μπορούμε να έχουμε ένα πιο σαφές παράδειγμα του τί εννοείτε λέγοντας «φωτογραφία πιθανότητας»;

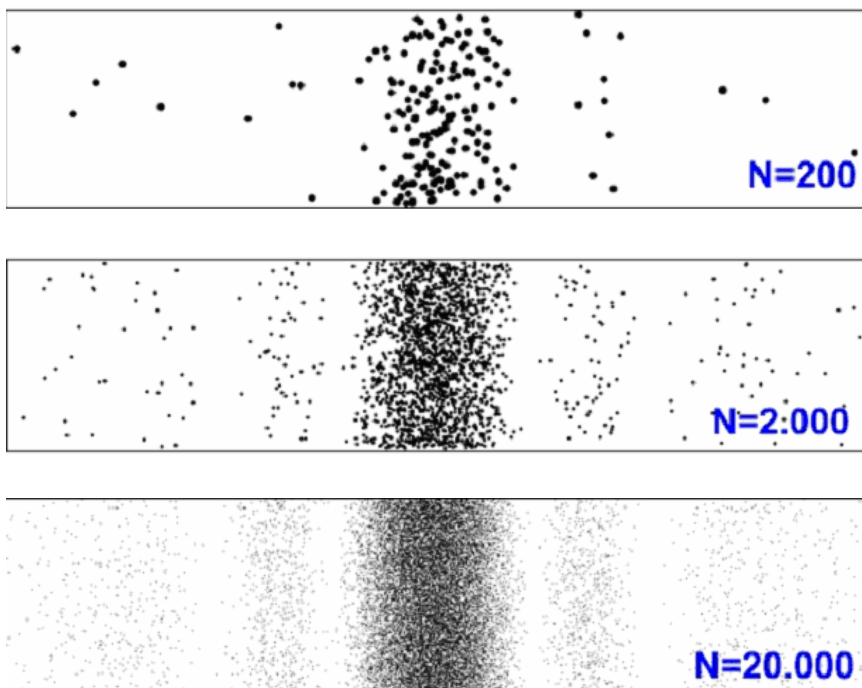
Απάντηση:

Βεβαίως! Η εικόνα περίθλασης ενός πραγματικού κύματος μηχανικής ή ενός κλασικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος, είναι κάτι τέτοιο:



Σχήμα 1

Κοιτάξτε τώρα στις παρακάτω φωτογραφίες τα αποτελέσματα πειράματος διπλής σχισμής για 200, 2000 και 20000 ηλεκτρόνια (όσο λιγότερα σωματίδια υπάρχουν τόσο μεγαλύτερα ζωγραφίστηκαν τα ίχνη τους για να φαίνονται καλύτερα)



Σχήμα 2

Κανένα πείραμα υψηλής ακρίβειας δεν εντόπισε κύμα συνδεδεμένο με ηλεκτρόνια. Αντίθετα το ηλεκτρόνιο είναι «σωματίδιο» (όχι σα τα νευτώνεια σωματίδια που ξέρετε, αλλά κάτι εντελώς καινούριο ως συμπεριφορά) που μπορεί να εντοπιστεί κάπου με την τάδε και τάδε πιθανότητα.

Φαίνεται καθαρά (σχήμα 2) ότι όσο περισσότερα «σωματίδια»-ηλεκτρόνια μελετάμε τόσο περισσότερο η εικόνα πιθανότητας μοιάζει με εικόνα περίθλασης κυμάτων.

Το σωματίδιο δεν περιθλάται, αλλά έχει συγκεκριμένη πιθανότητα να εντοπιστεί κάπου και να δώσει συγκεκριμένο ίχνος πάνω σε φιλμ. Αυτό δίνει την αίσθηση της περίθλασης, αλλά δεν είναι περίθλαση κυμάτων. Είναι «περίθλαση πιθανότητας»

Και μόνο αυτό είναι ικανό να αποκαλύψει το λάθος της σχέσης De Broglie.

Τα ηλεκτρόνια δεν περιθλώνται, αλλά έχουν πιθανότητα να ανιχνευτούν κάπου χωρίς να έχουν ούτε θέσεις, ούτε τροχιές! Απλά φανερώνονται κάπου με πιθανότητα την οποία οι Άνθρωποι μπορούν να υπολογίσουν!

Λέγοντας ότι φωτογραφίζουμε πιθανότητες εννοούσα ότι στο σχήμα 2 οι κροσσοί είναι οι θέσεις με τις πιο πολλές πιθανότητες.

Και αυτό μπορώ να το φωτογραφίσω. **Φωτογραφίζω την κατανομή των ηλεκτρονίων που περίμενα λόγω κυματοσυνάρτησης. Φωτογραφίζω τους εντοπισμούς και άρα τα ηλεκτρόνια και συνεπώς την πιθανότητα μιας Φύσης που λειτουργεί με πιθανότητες.**

Ας δώσω ένα ακόμη παράδειγμα για να εξηγήσω καλύτερα τί εννοώ:

Σε πείραμα δύο σχισμών ρίχνω 100 ηλεκτρόνια (πολύ κακό δείγμα γιατί είναι πολύ μικρό, αλλά μπορώ να το μεγαλώσω) να περάσουν μέσα από τις δύο σχισμές. Και παίρνω φωτογραφία του πετάσματος πίσω από τις σχισμές.

Βλέπω ας πούμε 5 κουκίδες-παρουσίες (ηλεκτρόνια) σε εκείνον τον κροσσό, 12 κουκίδες-παρουσίες στον άλλο, 50 στον άλλο κ.λ.π. Λέω τότε ότι στη θέση εκείνη της φωτογραφίας υπάρχει το 5% ως πιθανότητα παρουσίας (αβεβαιότητα), εκεί υπάρχει το 12%, εκεί το 50% κ.λ.π. Και αυτά τα νούμερα είναι πάρα πολύ κοντά σε όσα είχα υπολογίσει!

Αλήθεια, δεν είναι πανέμορφο να ξέρεις ότι φωτογράφησες πιθανότητες παρουσίας ξωτικών πλασμάτων (ηλεκτρονίων):

Ποτέ μέχρι τώρα δεν είχαμε τη δυνατότητα να αποτυπώνουμε παρουσίες πλασμάτων για τα οποία ξέρουμε ότι ενώ δεν έχουν νόημα ούτε η θέση, ούτε η τροχιά, ούτε το τί κάνουν όταν δε τα παρατηρούμε, έχει νόημα να λέμε ότι υπάρχουν και ότι μπορούμε να τα περιμένουμε να εμφανιστούν εκεί με αυτή και αυτή την πιθανότητα:

Κι αν δεν εμφανιστούν εκεί:

Θα εμφανιστούν κάπου αλλού, όπου επίσης ξέρουμε την πιθανότητα εμφάνισής τους.

Κανείς στη μέχρι τώρα πορεία των Ανθρώπων δε φωτογράφησε πιθανότητες Φύσης τέτοιας δομικής μορφής (αβεβαιότητας δηλαδή και όχι σφάλματος).

Ζούμε σε μια εποχή που η επανάσταση στη Φυσική είναι πολύ κοντά. Ξωτικά πλάσματα καινούρια θα μας αποκαλυφτούν και πρωτόγνωρες παρουσίες θα μας προκαλέσουν να τις δεχτούμε και να τις ερμηνεύσουμε.

Εκείνο που χρειάζεται η Φυσική είναι μια «τρελή» ιδέα, από ένα καινούριο μυαλό!

Πήλιο, Τρίτη 4 Φεβρουαρίου 2014

Θρασύβουλος Κων. Μαχαίρας
Φυσικός
Γενικού Λυκείου Αγριάς