

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Από τον ντετερμινισμό στην πιθανότητα

Η μελέτη κίνησης μαζών στη φυσική του Νεύτωνα, έχει ως γνωρίσματα θέση, ταχύτητα, τροχιά κ.α. Στη κλασική φυσική υπολογίζεται με ακρίβεια η θέση, αλλά και η στιγμή που το σώμα βρίσκεται στην εν λόγω θέση.

Το γεγονός αυτό –η γνώση θέσης & χρονικής στιγμής- **δεν** ισχύει στα κβαντικά αντικείμενα.

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Από τον ντετερμινισμό στην πιθανότητα

Η εξίσωση Schrodinger μας δίνει ως λύση μια **κυματική συνάρτηση ψ** , που έχει ως στόχο να μας περιγράψει την συμπεριφορά των κβαντικών αντικειμένων. Κι αυτή η συμπεριφορά διαφοροποιείται από ό,τι μας δίδαξε η φυσική του Νεύτωνα.

- Δεν υπάρχει τροχιά στα κβαντικά αντικείμενα.
- Δεν ξέρουμε απολύτως τίποτε γι αυτή.
- Είναι σαν ...να μην υπάρχει!

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Από τον ντετερμινισμό στην πιθανότητα

Η κυματοσυνάρτηση ψ , μας οδηγεί στη γνώση της **πιθανότητας** να βρεθεί ένα σωματίο σε κάποια μικρή περιοχή dV , γύρω από κάποιο σημείο του χώρου ή ακόμη και την πιθανότητα να έχει μια τιμή κάποιο φυσικό μέγεθος (ορμή, ενέργεια ως παράδειγμα)

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Ποια είναι η εξίσωση Schrodinger

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V(x)\psi = E\psi$$

Η εξίσωση Schrodinger έχει εξάρτηση από τις διαστάσεις του χώρου (x,y,z) και τον χρόνο (t). Επίσης εξαρτάται από τη μάζα (m) του κβαντικού αντικειμένου, την ολική του ενέργεια (E) και το δυναμικό της περιοχής (V), όπου έχει υποχρέωση το κβαντικό αντικείμενο να υπάρξει.

Στην εικόνα, έχουμε την εξίσωση Schrodinger για σωματίο μάζας m, με ολική ενέργεια E, που βρίσκεται αποκλειστικά σε μια διάσταση x, όπου υπάρχει το δυναμικό V(x). Αυτή είναι μια ιδιαίτερα απλή μορφή...

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Ποια είναι η εξίσωση Schrodinger

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V(x)\psi = E\psi$$

Η κυματοσυνάρτηση Ψ είναι μια μαθηματική έκφραση, που πολλαπλασιαζόμενη με τον εαυτό της ($|\psi|^2 \cdot dV$) μας δίνει την **συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας**. (max Born 1926)

Εν τέλει η εξίσωση schrodinger δεν μας λέει σε ποια περιοχή του χώρου βρίσκεται το κβαντικό αντικείμενο, αλλά την πιθανότητα που υπάρχει να είναι εκεί.

Η πιθανότητα βρίσκεται μεταξύ των ορίων 0 που σημαίνει «ποτέ» και του 1 που σημαίνει «πάντα».

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Η κυματοσυνάρτηση ψ

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V(x)\psi = E\psi$$

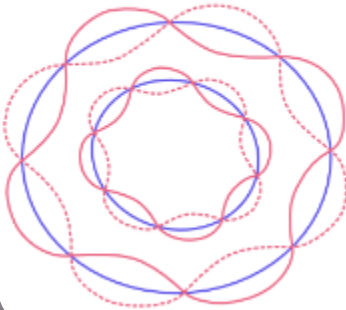
Το σωματίο είναι **αδιαίρετο** (το e⁻ δεν είναι νέφος) και **εντοπισμένο** (βρίσκεται κάπου!). Το κύμα είναι **εκτεταμένο** και **διαίρετό** (επαλληλία). Επομένως δεν μπορεί να λέμε ότι ένα κβαντικό αντικείμενο είναι ταυτόχρονα σωματίο και κύμα. Αυτό είναι παράλογο!

Το σωστό είναι ότι με τον όρο κύμα εννοείται ότι έχει πιθανότητα να είναι εδώ ή εκεί κι αυτό είναι που πάλλεται! Το κύμα του de Broglie δεν είναι ούτε μηχανικό, ούτε ηλεκτρομαγνητικό. Είναι κύμα πιθανότητας, είναι **υλικό** κύμα λέμε!

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Το υλικό κύμα

De Broglie Wavelength


$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

λ = wavelength p = Momentum
 v = Speed m = Mass
 h = Planck's Constant
(6.63×10^{-34} J+s)

Το κύμα του de Broglie δεν είναι ούτε μηχανικό, ούτε ηλεκτρομαγνητικό, ούτε στάσιμο με επιτρεπτά μήκη κύματος όπως δείχνει –λανθασμένα- η εικόνα. Αφορά κυματικά γνωρίσματα (λ , h) που παρουσιάζει το κινούμενο σωματίο. Αυτά τα γνωρίσματα συνθέτουν –λέμε- ένα κύμα. Το **υλικό** κύμα! Αυτή η σύνθεση χαρακτηριστικών σε υλικό κύμα, εμφανίζεται αποδεικτικά σε φαινόμενα περίθλασης και συμβολής...

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Η κυματοσυνάρτηση ψ στη χημεία



Στη χημεία, για τα ατομικά ηλεκτρόνια, η κυματοσυνάρτηση ψ , ονομάζεται ατομικό τροχιακό.

Η απεικόνιση του τροχιακού, γίνεται μέσω της πυκνότητας πιθανότητας. Με έντονη σκίαση μπορούμε να εκφράσουμε πού η πιθανότητα είναι max και με αραιά σκίαση πού είναι μικρότερη. Κι αυτή η εικόνα ονομάστηκε –χάριν απλότητας- επίσης **τροχιακό**.

ΕΞΙΣΩΣΗ SCHRODINGER

Κύμα πιθανότητας / Υλικό κύμα



Στην εικόνα με κοκκίαση εμφανίζεται το τροχιακό s και το τροχιακό P. Στο τροχιακό P, το e^- μπορεί να είναι στον επάνω λοβό ή στον κάτω λοβό με πιθανότητα 50% για κάθε περίπτωση, αλλά δεν μπορεί να περνά από το σημείο όπου οι δυο λοβοί αγγίζουν ο ένας τον άλλο. Αυτό είναι γνώρισμα κύματος (Θυμήσου τα στάσιμα). Αυτό το κύμα δεν είναι μηχανικό ή ηλεκτρομαγνητικό, αλλά κύμα **πιθανότητας**. Είναι **υλικό** κύμα όπως είπαμε...